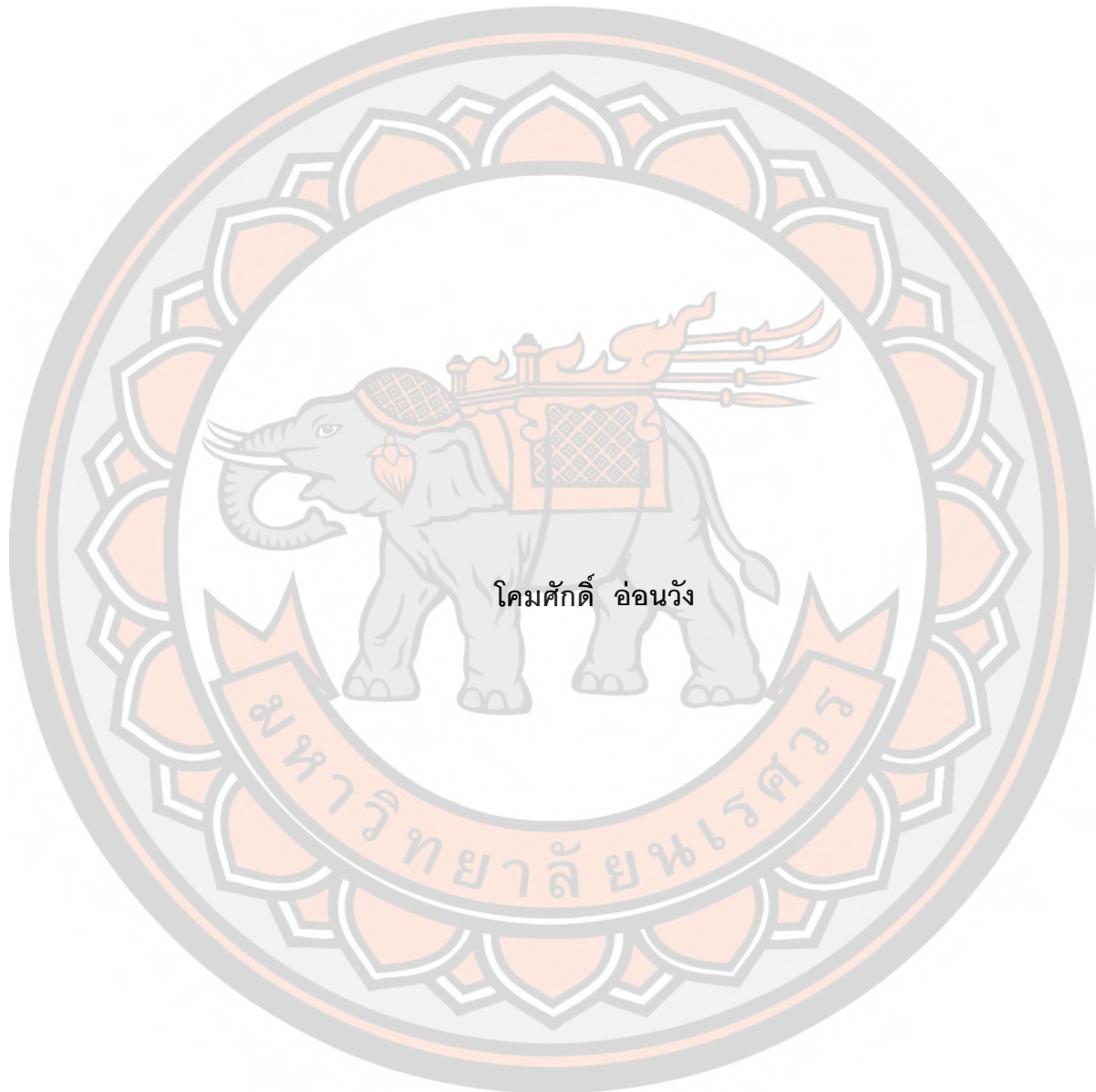


การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่าง  
ระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
กรกฎาคม 2562  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

## ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความสามารถ ความช่วยเหลือ และคำปรึกษาอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ แก้วอุไร ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์และสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรขา อรัญวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ถาวรโสทธิสกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เข็มเพชร หลินเจริญ ที่ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกนชัย ชะนูนันท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีย์พร สว่างเมฆ อาจารย์ ดร. อังคณา อ่อนธานี และครูสาวิตรี เรือนจันทร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ แก้ไขและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณครอบครัวของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ทั้งปวงอันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนวิทยาศาสตร์ และผู้สนใจในความแตกต่างระหว่างบุคคลนี้ไม่มากนักน้อย

โคมศักดิ์ อ่อนวัง

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์
<b>ผู้วิจัย</b>	โคมศักดิ์ อ่อนวัง
<b>ประธานที่ปรึกษา</b>	รองศาสตราจารย์ ดร.วารินทร์ แก้วอุไร
<b>ประเภทสารนิพนธ์</b>	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2561
<b>คำสำคัญ</b>	กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล 2) เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนี้ 2.1) เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 2.2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์กับเกณฑ์ร้อยละ 75 การวิจัยครั้งนี้เป็นลักษณะการวิจัยและพัฒนา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 39 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย โดยมีหน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล 2) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที แบบกลุ่มเดียว

ผลการวิจัย พบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ มี 7 ขั้นตอน โดยมีความแตกต่างระหว่างบุคคล 3 ด้าน ได้แก่ ความพร้อม ความสนใจ และวิธีการเรียนรู้ ดังนี้ ขั้นที่ 1 Elicitation : ทบทวนความรู้เดิมและเตรียม

ความพร้อมด้านเนื้อหา ชั้นที่ 2 Engagement : สร้างเสริมความสนใจเน้นให้นักเรียนได้เลือกสิ่งที่  
ตนสนใจ ชั้นที่ 3 Exploration : สำรวจ/ค้นหาคำตอบตามวิธีการเรียนรู้ที่ตนถนัด ชั้นที่ 4  
Explanation : อธิบายความรู้ ชั้นที่ 5 Elaboration : ขยายความรู้ ชั้นที่ 6 Evaluation : ประเมิน  
ความรู้ และชั้นที่ 7 Extension : การนำไปใช้ มีความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิด  
วิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์  
โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.42, S.D.=0.54$ ) มีประสิทธิภาพ  
76.39/75.21 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่าง  
ระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ พบว่า 2.1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์  
โดยรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 15.24, S.D. = 0.86$ ) 2.2) ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิด  
วิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้น  
ความแตกต่างระหว่างบุคคล หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  
.05

<b>Title</b>	A DEVELOPMENT OF SCIENCE ACTIVITY BASED ON INQUIRY METHOD FOCUSES ON INDIVIDUAL DIFFERENTIATED TO ENHANCE ANALYTICAL THINKING ABILITIES ON STOICHIOMETRY FOR GRADE 10 STUDENTS FOCUSES ON SCIENCE
<b>Author</b>	Khomsak Onwang
<b>Advisor</b>	Associated Professor Wareerat Kaewurai, Ph.D.
<b>Academic Paper</b>	Thesis M.Ed. in Curriculum and Instruction, Naresuan University, 2018
<b>Keywords</b>	Science activity based on inquiry method, Individual differentiated, analytical thinking abilities

#### ABSTRACT

The purposes of this research included 1) To develop and find out an efficiency of science activity based on inquiry method focuses in individual differentiated 2) to study the effect of using science activity as follows: 2.1) to study analytical thinking abilities 2.2) to compare the students' analytical thinking abilities with standard 75 percent. This research was a research and development. The samples of this research were 39 grade 10 students from Uttaradit school in Uttaradit and acquired by simple random, random unit was classroom. The instruments used in research were 1) of science activity based on inquiry method focuses in individual differentiated 2) analytical thinking test. Statistics applying for data analysis were means, standard deviation and t-test one sample.

The results of this research were as follows

1. the science activity based on inquiry method focuses on individual differentiated for grade 10 students focuses on science had 7 steps with 3 differences (readiness, interested and learning profile) include step 1 : Elicitation and prepare contents, step 2 : Engagement by Choose your interested, step 3 : Exploration by choose your learning profile, step 4 : Explanation, step 5 : Elaboration, step 6 : Evaluation and step 7 : Extension, the suitability of the science activity based on inquiry method

focuses on individual differentiated was at the high level and had efficiency of 76.39/75.21

2. the effect of using the science activity based on inquiry method focuses on individual differentiated as follows: 2.1) the analytical thinking abilities was at the high 2.2) the students' analytical thinking abilities was higher than that standard 75 percent with statistical significance at the .05 level.



# สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	6
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
สมมุติฐานการวิจัย.....	11
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	13
กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้.....	23
ความแตกต่างระหว่างบุคคล.....	43
ประสิทธิภาพของนวัตกรรม.....	57
แผนการจัดการเรียนรู้.....	60
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	69
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	86
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	96
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	97
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่าง ระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75.....	109

## สารบัญ

บทที่

หน้า

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหา ความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ .....	119
<b>4 ผลการวิจัย.....</b>	<b>124</b>
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่าง ระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75.....	125
ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหา ความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ .....	130
<b>5 บทสรุป.....</b>	<b>142</b>
สรุปผลการวิจัย .....	142
อภิปรายผลการวิจัย.....	143
ข้อเสนอแนะ.....	150
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>151</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>161</b>
<b>ประวัติผู้วิจัย.....</b>	<b>227</b>



## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์.....	14
2 แสดงโครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ว 31222 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนอุดรดิตต์.....	20
3 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม มาตรฐาน ผลการเรียนรู้ และเวลา เรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เน้นวิทยาศาสตร์.....	99
4 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม มาตรฐาน ผลการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 เน้นวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์.....	100
5 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้และการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์....	109
6 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความ สามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามความคิดของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน .....	126
7 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพ 1:1 ของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบ สืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ส่งเสริม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน จำนวน 3 คน .....	128

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

8	แสดงผลการศึกษาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กของกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 12 คน.....	130
9	แสดงผลการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วย กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น ความแตกต่างระหว่างบุคคล.....	131
10	แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น ความแตกต่างระหว่างบุคคลเกณฑ์ร้อยละ 75.....	141
11	ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริม ในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์โดยสำหรับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี .....	167
12	ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์โดยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการคำนวณปริมาณสาร .....	169
13	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผลประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ รูปแบบการนิเทศแบบบูรณาการ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะการจัดการ เรียนรู้เชิงรุกของครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.....	171

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

14	ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยรวม 3 แผนการจัดการเรียนรู้.....	173
15	ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมินความสามารถในการคิด วิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน .....	203
16	ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน .....	217
17	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (r) แบบ Item Total Correlation ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 25 ข้อ .....	219
18	ผลการคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 ข้อ และ ค่าความเชื่อมั่น.....	221

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ความสัมพันธ์ของการอธิบายสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร .....	21
2 แสดงผังมโนทัศน์ ปริมาณสารสัมพันธ์ .....	22
3 The Proposed 7-E Learning Cycle and Instruction Model.....	36
4 การเรียนการสอนแบบสืบเสาะการเรียนรู้ 5 ชั้น .....	39
5 หลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล .....	50
6 รูปแบบพฤติกรรมการเรียนรู้ .....	75
7 ระดับโครงสร้างพื้นฐานตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน .....	77
8 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	96
9 นักเรียนดูคลิปวิดีโอ แล้วช่วยกันตอบคำถาม .....	133
10 นักเรียนได้เลือกวิธีการเรียนรู้ให้ด้วยกันทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การทดลองจริง, การดูจากคลิปวิดีโอ (ศึกษา online) และ ดูการสาธิตจากเจ้าหน้าที่ การทดลอง.....	134
11 ผลงานนักเรียนในด้านการจำแนก.....	134
12 ผลงานนักเรียนในด้านการจัดหมวดหมู่ .....	135
13 ผลงานนักเรียนในด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด .....	135
14 ผลงานนักเรียนในด้านการสรุปหลักการและการนำไปใช้ .....	136
15 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองและแลกเปลี่ยนความรู้ .....	137
16 นักเรียนเล่นเกมส์ “การดูดสมการเคมี” .....	137
17 ผลงานนักเรียน ตอบคำถามในด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่.....	138
18 ผลงานนักเรียนในด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและสรุปหลักการ.....	139
19 ผลงานนักเรียนในด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด .....	139
20 ผลงานนักเรียนในด้านการสรุปหลักการ .....	140
21 ผลงานนักเรียนในด้านการนำไปใช้ .....	140

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ญาณ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น การจัดการศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนในปัจจุบัน มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.92)

เคมีเป็นแขนงวิชาหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อโลกของเรา มักจะถูกเรียกเสมอว่าเป็นศูนย์กลางของวิทยาศาสตร์ เนื่องจากความรู้พื้นฐานทางเคมีมีความสำคัญต่อนักศึกษาชีววิทยา ฟิสิกส์ ธรณีวิทยา นิเวศวิทยา และอื่น ๆ ช่วยให้นักวิทยาศาสตร์ค้นพบสารหรือองค์ประกอบที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ได้ และสามารถอธิบายถึงคุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมีของมันได้อีกด้วย การพัฒนาที่รวดเร็วนี้อีกก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย ตลอดช่วงศตวรรษที่ 20 ช่วยให้การศึกษาสิ่งต่าง ๆ ที่ตาไม่สามารถมองเห็นได้ มีความเป็นไปได้ และมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น มีการใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์จุลทรรศน์ นักเคมีสามารถวิเคราะห์โครงสร้างของอะตอมและโมเลกุลได้ และสามารถทำการออกแบบสารใหม่ ๆ ที่มีคุณสมบัติเฉพาะ เช่น ยาและผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับธรรมชาติ (ทวิชัย อมรศักดิ์ชัย และคณะ, 2550, น. 2)

เป้าหมายที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือการพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน เนื่องจากวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ช่วยให้นักเรียนพัฒนาวิธีการคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2549) วิชาเคมีเป็นรายวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับคุณลักษณะของสารหรือปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ ซึ่งเป็นนามธรรมที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ได้แก่ แนวคิดเรื่องอะตอม โมเลกุล พันธะเคมี ปริมาณสารสัมพันธ์ เป็นต้น ดังนั้นการที่นักเรียนจะมีแนวคิดดังกล่าว นักเรียนต้องสามารถวิเคราะห์ถึงความสำคัญของความรู้ในระดับต่าง ๆ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นและสามารถวิเคราะห์เชิงหลักการได้แต่อย่างไรก็ตามจากผลการประเมินของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (2552) พบว่า มาตรฐานที่ต้องมีการปรับปรุง คือ มาตรฐานด้านผู้เรียนความสามารถคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์อย่างมีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ ซึ่ง สมศ. ได้เสนอเป็นวาระแห่งชาติว่ามาตรฐานนี้ควรจัดตั้งองค์มหาชนขึ้นมาขับเคลื่อนเพราะหากปล่อยอาจไม่ทันการ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานผลการทดสอบทางศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557-2559 ในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 32.54, 33.40 และ 31.62 ตามลำดับ และผลการรายงานการทดสอบวิชาสามัญ 9 วิชาเพื่อคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในสถาบันอุดมศึกษาในระบบรับตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2557-2559 วิชาเคมี พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.66, 31.16 และ 24.52 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2559) ซึ่งมีระดับคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยขององค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ OECD (Organization for Economics Co – operation and Development) ซึ่งจัดให้มีโครงการประเมินนักเรียนนานาชาติ หรือ PISA (Program for International Student Assessment) พบว่า ผลการประเมินการรู้เรื่องการอ่าน วิทยาศาสตร์ และการคิดคำนวณ ประจำปี ค.ศ. 2012 นักเรียนไทยมีความสามารถต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งในทุกด้านนักเรียนไทยจะสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้จากสิ่งที่คุ้นเคยหรือเรื่องทีอ่านมีการบอกสาระไว้อย่างชัดเจน ให้ข้อสรุปได้ในกรณีที่ไม่ซับซ้อน ดีความอย่างตรงไปตรงมาโดยให้เหตุผลตรง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น.1) จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าคุณภาพด้านการคิดวิเคราะห์ของเด็กไทย ควรได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์รายวิชาวิทยาศาสตร์ ภาษา คณิตศาสตร์ และสังคมศาสตร์ โดยวิทยาศาสตร์มาเป็นอันดับต้น ๆ

วิธีการปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพด้านกระบวนการแสวงหาความรู้ การคิด โดยเฉพาะในเรื่องของการคิดวิเคราะห์ แต่ในปัจจุบัน การคิดวิเคราะห์ถือว่ายังเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนทั่วทั้งประเทศ (วีระ สุดสังข์, 2550) เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถคิดวิเคราะห์ในสิ่งต่าง ๆ ได้ จึงส่งผลทำให้การคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนต่ำตามไป หากผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเองจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืน การคิดวิเคราะห์เป็นความสามารถของนักเรียนในการคิด จำแนกแยกแยะให้เหตุผลโดยนำเอาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการคิด กระบวนการคิดวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์โดยใช้สมองซีกซ้ายเป็นการคิดลึก คิดอย่างละเอียด จากเหตุไปสู่ผลดังนี้ 1) กำหนดสิ่งที่ต้องการคิดวิเคราะห์ 2) กำหนดปัญหาหรือวัตถุประสงค์ 3) กำหนดข้อความสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547, น. 34) สำหรับมาร์ซาโน (Marzano, 2001, p. 38) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ คือการขยายความคิดอย่างมีเหตุผล เป็นการประยุกต์กระบวนการวิเคราะห์รายละเอียดเฉพาะของข้อมูลบนพื้นฐานความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเดิมที่สะสมอยู่ในความจำระยะสั้นในรูปแบบโครงสร้างขนาดเล็กของสติปัญญา เพื่อสร้างข้อมูลใหม่อย่างอิสระ และสามารถสรุปลักษณะเฉพาะที่จำเป็น และไม่จำเป็นของข้อมูลได้ ดังนั้นการคิดวิเคราะห์จึงเป็นพื้นฐานที่จะทำให้เกิดทักษะกระบวนการคิดขั้นสูงอื่น ๆ และช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และสามารถวิเคราะห์เชิงหลักการเกี่ยวกับวิชาเคมีได้

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ นั้นมีหลากหลายวิธีด้วยกัน เช่น การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ซึ่งการสอนเป็นรูปแบบหนึ่งของกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget ว่าการพัฒนาของเด็กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ที่ว่านักเรียนทุกคนมีความรู้เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาก่อนแล้ว ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้ใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้เรียนจึงควรได้รับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญควรได้รับการจัดการเรียนการสอนที่ปลูกฝังทักษะกระบวนการต่าง ๆ ให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน (ทีศนา แคมณี, 2555)

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (Eisenkraft, 2003) เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (ประมาท เนืองเฉลิม, 2550) โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ว่าการพัฒนาของเด็กจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) ที่ว่านักเรียนทุกคนมีความรู้เกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาก่อนแล้ว ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง และการเรียนรู้ใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้ (ทิตินา แซมณี, 2555)

โอนเซนคราฟต์ได้ขยายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จาก 5 ขั้นเป็น 7 ขั้น ซึ่งเพิ่มขึ้นมา 2 ขั้น คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation Phase) และขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ในขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation Phase) เป็นขั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดี เป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้คือการกระตุ้นให้เด็กมีความสนใจและตื่นตัวกับการเรียน สามารถสร้างความรู้ที่มีความหมาย เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร มีความพร้อมเป็นอย่างไร สอดคล้องกับ Thomlison (2010) ที่กล่าวว่า ความพร้อม เป็นพื้นฐานของผู้เรียนในการเริ่มต้นเรียนรู้ ซึ่งผู้สอนต้องทำหน้าที่ในการปรับพื้นฐาน ความช้าและความเร็วในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ความสนใจของผู้เรียนกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้น และวิธีการเรียนรู้ นักเรียนจะเลือกวิธีการที่ตนเองสนใจ และจะทำได้ดี ทำให้ผลลัพธ์มีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2546 มาตรา 6 การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มาตรา 10 การจัดการศึกษาต้องจัดให้บุคคลมีสิทธิและโอกาสเสมอกันในการรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มาตรา 22 การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และสามารถพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด และมาตรา 24 (1) การจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล มีนักรับการศึกษาได้ศึกษาวิจัยความแตกต่างระหว่างบุคคลในหลายประเด็น โดยมีประเด็นความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีผลต่อการเรียนรู้ ได้แก่ ความพร้อมต่อการเรียนรู้ ความสนใจของผู้เรียน และวิธีการเรียนรู้



ดังนั้นในห้องเรียนหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย นักเรียนที่มีความแตกต่างกันทางด้านต่าง ๆ ถ้าหากครูสามารถจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละบุคคล รู้จักสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และติดตามผลการทำงานของนักเรียน ก็จะช่วยให้อุทธราชถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนที่ตนสอน และถ้าหากครูรู้จักปรับกระบวนการและวิธีการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนแต่ละคนแล้ว การสอนของครูก็จะมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยให้การ เรียนรู้ของนักเรียนได้มาก (สุรางค์ ไคว้ตระกูล, 2556, น. 131-135) การเรียนการสอนจะต้องยึด การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้เจริญสูงสุด เพื่อให้ผู้เรียนเป็นคนเก่ง คนดี และมีความสุข กล่าวคือครู มีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือผู้กระตุ้นการเรียนรู้ ต้องวางแผนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ การสอนตามสภาพจริง รวมทั้งการประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง ในการพัฒนาให้ผู้เรียนใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีคุณธรรม มีพื้นฐานความคิดสร้างสรรค์ กระบวนการแก้ปัญหา และการตัดสินใจในการ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง รู้จักคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีเหตุผล รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม การนำ กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการเรียนรู้โดยเน้นการจัดกิจกรรมที่หลากหลาย ให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติ และควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ผู้สอนจะต้องจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม ผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ครูกับนักเรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน ครูจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ ตลอดจนการจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับการสอน จะทำให้ ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ และส่งเสริมการคิดในระดับสูง โดยการสอนให้ผู้เรียนรู้จัก เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริงให้มากขึ้น และครูควรส่งเสริมให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ซึ่งกันและกัน จะทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประสบความสำเร็จตาม วัตถุประสงค์ (พิกุล นามบัตสา, 2558, น.2-3) สรุปได้ว่า การเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่าง ระหว่างบุคคลเป็นการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ให้มีความท้าทาย และเหมาะสมกับ ความแตกต่างของแต่ละบุคคล โดยคำนึงถึงความพร้อมของผู้เรียน ความสนใจส่วนบุคคล และ วิธีการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนสร้างประสบการณ์เรียนรู้ได้แต่ละบุคคล

จากปัญหาและความสำคัญข้างต้น ผู้วิจัยได้สนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริม ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ เน้นวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับการพัฒนาสมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียนด้านความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์ และเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังที่กำหนดไว้

## จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75 ประกอบด้วย

1.1 เพื่อสร้างและศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

1.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 75

## ขอบเขตของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยกำหนดขอบเขตแต่ละขั้นตอนออกเป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านเนื้อหา ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล และขอบเขตด้านตัวแปร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75

### ขอบเขตด้านเนื้อหา

กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตเนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ครอบคลุมตามหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระ ที่ 5 เคมี มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติ และปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยา รีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

### ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร และการสอน จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี) จำนวน 2 คน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 รายละเอียดดังนี้
  - 2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 3 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ 1:1 โดยพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา เวลาที่ใช้ทำกิจกรรม
  - 2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 12 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 4 คน เพื่อหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก

### ขอบเขตด้านตัวแปร

ประกอบด้วย

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75

**ขั้นตอนที่ 2 การใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์**

### ขอบเขตด้านเนื้อหา

กำหนดขอบเขตเนื้อหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ครอบคลุมตามหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 5 เคมี มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติ และปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ใช้เวลาทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง

### ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 39 คน

### ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น : การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

ตัวแปรตาม : ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้** หมายถึง ขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ค้นหาความจริงเกี่ยวกับวิชาเคมี เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ โดยใช้แนวทางการให้เหตุผลและคำถาม เป็นกิจกรรมที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน 2) ขั้นสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน 3) ขั้นสำรวจและค้นหา 4) ขั้นอธิบายความรู้ 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินความรู้ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้

2. **ความแตกต่างระหว่างบุคคล** หมายถึง ลักษณะด้านปัจเจกบุคคลที่มีความไม่เหมือนกัน ไม่เท่าเทียมกันในด้านความพร้อม ความสนใจและวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน

3. **กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ค้นหาคำตอบด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่โดยจะเน้นความ

แตกต่างกันระหว่างบุคคล โดยความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความพร้อม (ด้านเนื้อหา) ต่อการเรียนรู้ 2) ความสนใจของผู้เรียน และ 3) วิธีการเรียนรู้ ทั้ง 3 ด้านจะมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนและเตรียมความพร้อม เป็นขั้นตอนตรวจสอบความพร้อมก่อนเรียน (ความพร้อมด้านเนื้อหา) โดยการทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมก่อนเรียน เพื่อใช้เป็นการบอกถึงความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความพร้อมหรือไม่มีความพร้อมในการเรียนรู้ สำหรับผู้เรียนที่ขาดความพร้อมผู้สอนจะกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามโดยให้มีสอดคล้องกับเนื้อหาที่จะเรียนเพื่อเสริมความพร้อมในการเรียนให้แก่ผู้เรียน หากผู้สอนสังเกตความพร้อมของผู้เรียนแล้วพบว่า มีความพร้อมที่จะเรียนจึงดำเนินขั้นตอนต่อไป

3.2 ขั้นเสริมสร้างความสนใจด้วยตนเอง เป็นขั้นตอนในการสร้างกิจกรรมทางเลือกที่น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรื่องที่ตนเองสนใจ โดยมีการกำหนดตัวเลือกมาให้แก่ผู้เรียน โดยใช้เนื้อหาเดียวกันเป็นขั้นตอนในการสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน โดยการใช้คำถามและคลิปวิดีโอที่สร้างความสนใจ แปลกตาแก่ผู้เรียน โดยเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และสร้างความอยากรู้อยากเห็นให้แก่ผู้เรียนที่ขาดความสนใจ มีการใช้ประเด็นที่สำคัญในการกระตุ้นผู้เรียน และครูอาจใช้สื่อต่าง ๆ เพิ่มเติมเพื่อสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน

3.3 ขั้นสำรวจและค้นหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีการวางแผนกำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยมีครูกำหนดขอบเขตให้แก่ผู้เรียน ผู้เรียนจะเป็นคนเลือกวิธีการเรียนรู้ที่ตนเองสนใจ และมีความอยากรู้ในการหาคำตอบ โดยผู้เรียนที่มีความพร้อมและความสนใจอยู่แล้ว จะให้ดำเนินการสำรวจและค้นหาคำตอบได้ ผู้สอนจะกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามที่น่าสนใจ หรือให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการสำรวจและค้นหาคำตอบ

3.4 ขั้นอธิบายความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมาแลกเปลี่ยนความรู้จากสิ่งที่ตนเองหรือกลุ่มของตนเองได้เรียนรู้ภายในห้องเรียน โดยผู้สอนจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ดูแลผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา แบ่งปันความรู้ระหว่างเพื่อนสู่เพื่อน ครูผู้เรียน

3.5 ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนสะท้อนและเติมเต็มให้กับผู้เรียนในเนื้อหาที่ขาดหาย หรือมีการเข้าใจความรู้ที่ผิดให้แก่ผู้เรียน โดยจะต้องเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียน ผู้สอนจะต้องเน้นการใช้คำถาม หรือการใช้เกมในการเชื่อมโยงและขยายความรู้ภายในห้องเรียน

3.6 ชั้นประเมินความรู้ เป็นขั้นตอนที่เก็บข้อมูลระหว่างทำกิจกรรมและหลังจากทำกิจกรรม บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนในการทำภาระงาน/ชิ้นงาน มีการใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่นแบบฝึกหัด แบบบันทึกผลการทดลอง โดยนำมาตัดสินผลการเก็บข้อมูล

3.7 ชั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะนำความรู้ทั้งหมดที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือชีวิตประจำวัน โดยที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้แก่ผู้เรียนและกระตุ้นผู้เรียนให้สามารถนำความรู้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ ออกแบบและนำเสนอตามวิธีการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน

**4. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์** หมายถึง การพิจารณา จำแนกและแยกแยะส่วนย่อยของเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์แบ่งออกเป็น 5 ด้าน ตามแนวคิดของมาร์ซาโนคือ

4.1 ด้านการจำแนก (Matching) หมายถึง ความสามารถในการจำแนกสารเคมีชนิดต่าง ๆ จากข้อมูล เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ เมื่อทำปฏิกิริยากับ กรดไฮโดรคลอริก โดยนักเรียนต้องจำแนกได้ว่า โซเดียมไฮดรอกไซด์คือ NaOH กรดไฮโดรคลอริกคือ HCl เกลือแกงคือ NaOH และน้ำคือ  $H_2O$  และสามารถระบุปฏิกิริยา/สารเคมีที่ใช้ในการทดลองได้อย่างมีเหตุผล

4.2 ด้านการจัดหมวดหมู่ (Classification) หมายถึง ความสามารถในการจัดกลุ่มสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้อง สามารถเขียนและดุลปฏิกิริยาเคมี ระบุอัตราส่วนโดยโมลได้ และสามารถจัดลำดับขั้นตอนการทดลอง/เขียนขั้นตอนในการทดลอง

4.3 ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์การคำนวณเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีได้ และระบุข้อผิดพลาดจากการทดลองได้อย่างสมเหตุสมผล และบันทึกผลตามที่สังเกต

4.4 ด้านการสรุปหลักการ (Generalizing) หมายถึง ความสามารถในการระบุหลักการสำคัญหรือแนวคิดในเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในบริบทต่าง ๆ และสามารถสรุปผลการทดลองโดยสอดคล้องกับหลักการคำนวณปฏิกิริยาเคมี และสามารถสรุปหลักการในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล สามารถอภิปรายผลการทดลองโดยอาศัยแนวคิดจากการทดลอง

4.5 ด้านการนำไปใช้ (Specifying) หมายถึง ความสามารถในการยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันได้ โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ระบุรายละเอียดของปฏิกิริยานั้น ๆ ได้อย่างเหมาะสม และสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับการประยุกต์ความรู้เดิมที่มีอยู่ คาดเดาทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าจริงหรือไม่

5. **นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์** หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สายวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โดยเข้าร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

6. **ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75** หมายถึง จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ที่พิจารณาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพด้านกระบวนการของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้หรือผลที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ หาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ซึ่งมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

75 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นภายหลังการใช้สิ้นสุดลงหรือผลสรุปรวม หาได้จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ย ซึ่งมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 75 ขึ้นไป

#### **สมมติฐานของการวิจัย**

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 1.1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 1.2 สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์
  - 1.3 คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
  - 1.4 คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุตรดิตถ์
  - 1.5 ธรรมชาติของวิชาเคมี
2. กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.2 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้
  - 2.3 ทฤษฎีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 2.4 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 2.5 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 2.6 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 2.7 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 2.8 การประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. ความแตกต่างระหว่างบุคคล
  - 3.1 ความหมายของความแตกต่างระหว่างบุคคล
  - 3.2 ความหมายของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล



3.3 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

3.4 หลักการการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

#### 4. ประสิทธิภาพของนวัตกรรม

4.1 ความหมายของประสิทธิภาพ

4.2 การกำหนดประสิทธิภาพ

4.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

4.4 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

4.5 การเลือกนักเรียนมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อและชุดการสอน

#### 5. แผนการจัดการเรียนรู้

5.1 ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

5.2 ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

5.3 ส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

5.4 ประโยชน์ของของแผนการจัดการเรียนรู้

#### 6. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

6.1 ความหมายของความสามารถในการคิดวิเคราะห์

6.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

6.3 องค์ประกอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์

6.4 แนวทางการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์

6.5 การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

#### 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

##### 1. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระเคมี (คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์, 2560, น. 1-38)

มาตรฐานที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

หมายเหตุ: สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

ตาราง 1 แสดงผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระเคมี ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4-6 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

ชั้น	ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม
<p>มาตรฐานที่ 2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์</p>		
ม.4	1. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด	<ul style="list-style-type: none"> <li>ปฏิกิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอมธาตุโดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมีซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิกิริยา และเลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของสาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิกิริยาเคมี</li> <li>การดุลสมการเคมีทำได้โดยการเติมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เพื่อให้อะตอมของธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน</li> </ul>
	2. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร	<ul style="list-style-type: none"> <li>การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีมีความสัมพันธ์กันตามเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี ซึ่งบอกถึงอัตราส่วนโดยโมลของสารในปฏิกิริยา สามารถนำมาใช้ในการคำนวณปริมาณของสารที่เกี่ยวข้องกับมวล</li> </ul>
	3. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย	<ul style="list-style-type: none"> <li>ความเข้มข้นของสารละลาย และปริมาตรของ</li> </ul>
	4. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส	<ul style="list-style-type: none"> <li>แก๊สได้</li> </ul>

## ตาราง 1 (ต่อ)

มาตรฐานที่ 2 เข้าใจการเขียนและการคูณสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	
5. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	• ความสัมพันธ์ของโมลสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน พิจารณาได้จากเลขสัมประสิทธิ์ของสมการเคมีรวม
6. ระบุสารกำหนดปริมาณ และ คำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี	• ปฏิกิริยาเคมีที่สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาไม่พอดีกันสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาหมดก่อน เรียกว่า สารกำหนดปริมาณ ซึ่งเป็นสารที่กำหนดปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และปริมาณสารตั้งต้นอื่นที่ทำปฏิกิริยาไปเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา
7. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	• ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจริงในปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่ มีปริมาณน้อยกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎีซึ่งค่าเปรียบเทียบผลได้จริงกับผลได้ตามทฤษฎีเป็นร้อยละ เรียกว่า ผลได้ร้อยละ

## 2. สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

### 2.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, น. 4-5)

2.1.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2.1.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

2.1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

2.1.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกัน ในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

2.1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

## 2.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553, น. 5)

2.2.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2.2.2 ซื่อสัตย์สุจริต

2.2.3 มีวินัย

2.2.4 ใฝ่เรียนรู้

2.2.5 อยู่อย่างพอเพียง

2.2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

2.2.7 รักความเป็นไทย

2.2.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

### 3. คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

**ผู้เรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้** (ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, น.131-134)

3.1 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี อัตรากาการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า

3.2 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

3.3 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัดสุ ุปรกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

3.4 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

3.5 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

3.6 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผล

ประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

#### 4. คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุตรดิตถ์

##### คำอธิบายรายวิชา

วิชาเคมี รหัสวิชา ว 31222

เวลา 60 ชั่วโมง

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ภาคเรียนที่ 2

ศึกษาและคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอมของธาตุ มวลของธาตุ 1 อะตอม มวลอะตอมเฉลี่ย ของธาตุมวลโมเลกุลของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโมล อนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊ส ที่ STP ศึกษาหน่วย และการคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ศึกษาและทดลองเตรียมสารละลาย ศึกษาและทดลองและเปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารละลาย ศึกษาความหมายและเขียนสูตรโมเลกุล สูตรเอมพิริคัลหรือสูตรอย่างง่าย และสูตรโครงสร้าง การคำนวณหามวลเป็นร้อยละจากสูตรการคำนวณหาสูตรเอมพิริคัลและสูตรโมเลกุลของสาร ศึกษาการเขียนและดุลสมการเคมี ทดลองและคำนวณหาอัตราส่วนจำนวนโมลของสารตั้งต้นที่ทำให้ปฏิกิริยาพอดีกัน ศึกษาสมบัติของระบบปิดและระบบเปิด ศึกษาและฝึกคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่เป็นไปตามกฎทรงมวล กฎสัดส่วนคงที่ ศึกษาทดลองและคำนวณปริมาตรของแก๊สในปฏิกิริยาเคมีตามกฎของเกย์-ลูสแซก และกฎของอาวอกาโดรศึกษาและฝึกคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสารในสมการเคมีนั้น ๆ และสมการเคมีที่เกี่ยวข้องมากกว่าหนึ่งสมการ สารกำหนดปริมาณ ผลได้ร้อยละ

เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโมลและสูตรเคมี สารละลาย ปริมาณสารสัมพันธ์ และการคำนวณเกี่ยวกับผลผลิตของปฏิกิริยาเคมี โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้การสำรวจตรวจสอบ สามารถนำความรู้และหลักการไปใช้ประโยชน์ เชื่อมโยง อธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหา มีจิตวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีจริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

## ผลการเรียนรู้

1. บอกความหมายของมวลอะตอมของธาตุ และคำนวณมวลอะตอมเฉลี่ยของธาตุ มวลโมเลกุลและมวลสูตร
2. อธิบายและคำนวณปริมาณใดปริมาณหนึ่งจากความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวลและปริมาตรของแก๊สที่ STP
3. คำนวณอัตราส่วนโดยมวลของธาตุองค์ประกอบของสารประกอบตามกฎสัดส่วนคงที่
4. คำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร
5. คำนวณความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยต่าง ๆ
6. อธิบายวิธีการและเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นในหน่วยโมลาริตี และปริมาตรของสารละลายตามที่กำหนด
7. เปรียบเทียบจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายกับสารบริสุทธิ์ รวมทั้งคำนวณจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของสารละลายสารละลาย
8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด
9. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร
10. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความเข้มข้นของสารละลาย
11. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส
12. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน
13. ระบุสารกำหนดปริมาณและคำนวณปริมาณสารต่าง ๆ ในปฏิกิริยาเคมี
14. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ว 31222  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เวลา 60 ชั่วโมง/ภาคเรียน จำนวน 1.5  
 หน่วยกิต ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนอุตรดิตถ์

ลำดับ ที่	หน่วยการ เรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	โมลและ สูตรเคมี	ข้อ 1-4	1.1 มวลอะตอม 1.2 โมล 1.3 สูตรเคมี	21	20
2	สารละลาย	ข้อ 5-7	2.1 ความเข้มข้นของ สารละลาย 2.2 การเตรียมสารละลาย 2.3 สมบัติบางประการของ สารละลาย	22	10
3	ปริมาณ สัมพันธ์	ข้อ 8-14	3.1 ปฏิริยาเคมี 3.2 สมการเคมี 3.3 การคำนวณปริมาณสาร ในปฏิริยาเคมี 3.4 สารกำหนดปริมาณ 3.5 ผลลัพธ์ละลาย	15	30
รวมคะแนนระหว่างเรียน				58	60
คะแนนการสอบกลางภาค				1	20
คะแนนการสอบปลายภาค				1	20
รวม				60	100

จากโครงสร้างรายวิชาเคมีเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รหัสวิชา ว 30222 กลุ่มสาระ  
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยได้ทำการวิจัยในหน่วยการเรียนรู้ที่ 4 ปริมาณสารสัมพันธ์ ได้แก่

1. ปฏิริยาเคมี
2. สมการเคมี
3. การคำนวณปริมาณสารในปฏิริยาเคมี



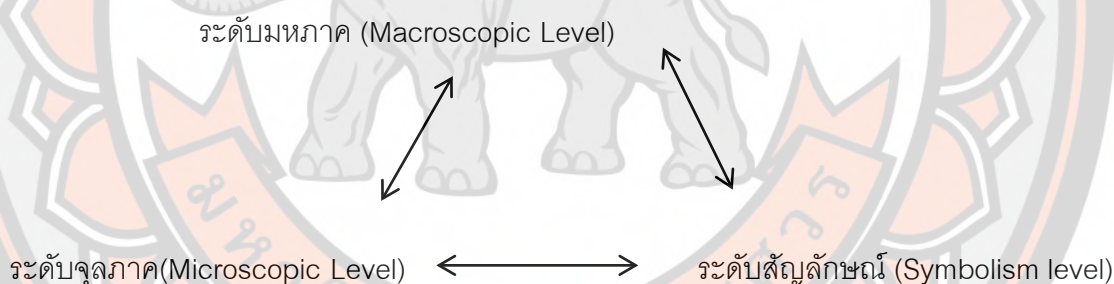
4. สาระกำหนดปริมาณ

5. ผลลัพธ์ย่อย

ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 15 ชั่วโมง โดยใช้เวลาดทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 17 ชั่วโมง

### 5. ธรรมชาติของวิชาเคมี

เคมีมุ่งศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร การเรียนรู้เคมีจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจเหตุการณ์ ปรัชญาการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของนักเรียน จากผลการวิจัยพบว่า เคมีเป็นวิชาที่ยากและนักเรียนจำนวนมากที่มีมโนคติคลาดเคลื่อน (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551) เพราะ เนื้อหาส่วนมากเป็นนามธรรม ซึ่งยากต่อการทำความเข้าใจ ยิ่งถ้านักเรียนมีมโนคติพื้นฐาน ไม่เพียงพอ ก็ยิ่งเพิ่มความยากลำบากในการเรียนรู้เคมี ซึ่งเคมีเกี่ยวข้องกับการบรรยายและอธิบาย สสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารใน 3 ระดับคือ ระดับมหภาค ระดับจุลภาคและระดับ สัญลักษณ์ (Johnstone, 1993, p. 118)

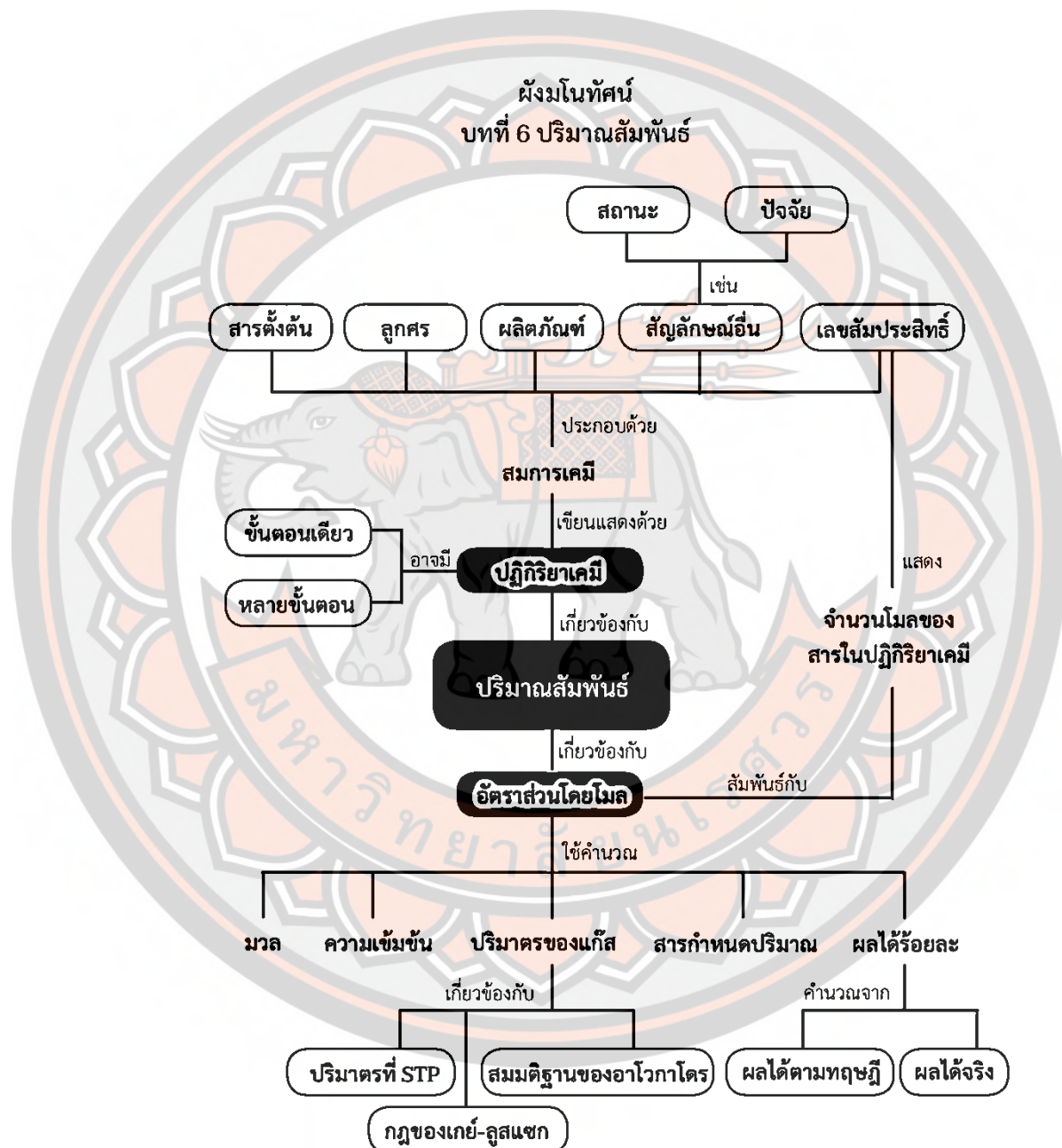


ภาพ 1 ความสัมพันธ์ของการอธิบายสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร

ที่มา: Johnstone, 1993, p.118

การอธิบายระดับมหภาคคือ การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสาร ที่สังเกตได้ การอธิบายระดับจุลภาคคือ การอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือพฤติกรรมของสสาร ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ ระดับสัญลักษณ์ อาจจะเป็นสัญลักษณ์ของธาตุ สมการเคมี สูตรโมเลกุล แบบจำลองอะตอม หรือสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่แทนสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร นักเคมีใช้ สัญลักษณ์ทางเคมีเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของการอธิบายระดับมหภาคและระดับจุลภาค การเชื่อมโยงระหว่างระดับมหภาคและระดับจุลภาคเป็นสิ่งที่ยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน เมื่อนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงระดับต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนไม่สามารถที่จะเข้าใจ

เนื้อหาวิชาเคมีได้ นักเรียนจึงเลือกการท่องจำแทนการทำความเข้าใจ หรืออาจจะทำให้นักเรียนเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน การจะทำให้นักเรียนเข้าใจวิชาเคมีจะต้องช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงทั้งสามระดับเข้าด้วยกันให้ได้ (Johnstone, 1993)



ภาพ 2 แสดงผังมโนทัศน์ ปริมาณสารสัมพันธ์

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น.113

## กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

### 1. ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

นักวิชาการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2544, น.20) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้หมายถึง สภาพการเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นเพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย หรือจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้เนื้อหา สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ความสามารถและทักษะของครูมืออาชีพในการจัดการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิผล

จิราภรณ์ บุญประเสริฐ และคณะ (2550, น. 54) ได้ให้นิยามคำเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การนำวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ที่จะต้องทำการสอนตลอดเวลาภาคเรียน มาสร้างเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อ อุปกรณ์การสอนและการวัดและประเมินผลสำหรับเนื้อหาสาระและจุดประสงค์การเรียนรู้ย่อยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ หรือเน้นของหลักสูตรสภาพนักเรียนในด้านวัสดุอุปกรณ์และตรงกับชีวิตจริงในท้องถิ่น

ชนาธิป พรกุล (2552, น.90) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ส่วนที่แสดง วิธีดำเนินการสอนหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนทำเป็นลำดับ

จากความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสำคัญเพื่อให้มีความสอดคล้องกับ กระบวนการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

### 2. องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

ชนาธิป พรกุล (2552, น. 90 - 91) กล่าวว่า องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ควรมี อย่างน้อยดังนี้

1. ขั้นผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียน เป็นกิจกรรมที่จัดขึ้นเพื่อเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้
2. ขั้นผู้เรียนทำกิจกรรม เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนเรียนเนื้อหาผ่านกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นลำดับ ผู้สอนจำเป็นต้องเลือกรูปแบบการสอนวิธีสอน และเทคนิคการสอนที่เหมาะสมมาประสมประสานออกแบบร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์
3. ขั้นผู้เรียนสรุป เป็นกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสรุปความรู้จากการทำกิจกรรมขั้นที่สอง เป็นการย้ำใจความสำคัญของผู้เรียนในเรื่องที่เรียน
4. ขั้นวัดผล เป็นกิจกรรมตรวจสอบผู้เรียนมีพฤติกรรมตามที่ระบุไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

ณัฐวรรณ มั่นใจ (2555, น. 26 - 27) โดยสรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มี 3 องค์ประกอบหลักคือ

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน

1.2 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ในการเรียนการสอนครั้งนั้น

2. ชี้นสอน

2.1 ครูนำเสนอบทเรียนโดยกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้น

2.2 ครูกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความคิดการแก้ปัญหาทักษะทางกายและเจตคติในการตอบปัญหาหรือแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้

3. ชี้นสรุป

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาสาระสำคัญของการเรียนรู้

3.2 ครูประเมินผลการเรียนรู้โดยกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมทักษะทางสมอง หรือทางกายให้มีความชำนาญเพิ่มสูงขึ้น เช่น การทำแบบฝึกหัด การศึกษาค้นคว้า ทำรายงาน ทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทำกิจกรรมจากไปงาน

จากองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้มี 3 องค์ประกอบหลักคือ

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหา และทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนมีการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ในการสอนครั้งนั้น เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียน

2. ชี้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องเลือกใช้รูปแบบการเรียนการสอน วิธีสอน เทคนิคการสอนให้เหมาะกับนักเรียน และผู้สอนจัดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ และเพิ่มประสบการณ์โดยตรงแก่ผู้เรียน

3. ชี้นสรุปบทเรียน ผู้สอน และผู้เรียนร่วมกันสรุปความรู้เนื้อหาสาระที่ถูกต้อง และตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และเป็นการตรวจสอบความรู้ของผู้เรียนที่เรียนไปถูกต้องมากน้อยเพียงใดตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

### 3. ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

#### 3.1 ทฤษฎีพหุปัญญา

Gardner (ทีศนา แชมมณี, 2555, น.85-90) แนวคิดนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความคิดเกี่ยวกับ “เชาวน์ปัญญา” เป็นอย่างมาก และกลายเป็นทฤษฎีที่มีอิทธิพลอย่างกว้างขวางต่อการจัดการศึกษาและการเรียนการสอนในปัจจุบัน และการ์ดเนอร์ได้ให้นิยามของคำว่า “เชาวน์ปัญญา” (Intelligence) ไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หรือการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรมในแต่ละแห่งรวมทั้งความสามารถในการตั้งปัญหา เพื่อจะหาคำตอบและเพิ่มพูนความรู้การ์ดเนอร์มีความเชื่อพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการ คือ

3.1.1 เชาวน์ปัญญาของบุคคลมิได้มีเพียงความสามารถทางภาษาและทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่มีอยู่อย่างหลากหลายถึง 8 ประเภทด้วยกัน ซึ่งเขาบอกว่าความจริงอาจจะมีมากกว่านี้คนแต่ละคนจะมีความสามารถเฉพาะด้านแตกต่างกันไปจากคนอื่น และมีความสามารถในด้านต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ความสามารถที่ผสมผสานกันออกมา ทำให้บุคคลแต่ละคนมีแบบแผนซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตน

3.1.2 เชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคลจะไม่อยู่คงที่ ที่ระดับที่ตนมีตอนเกิด แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม เชาวน์ปัญญาของบุคคลประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ คือ

- 1) ความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นไปตามธรรมชาติ และตามบริบททางวัฒนธรรมของบุคคลนั้น
- 2) ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีประสิทธิภาพและสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรม
- 3) ความสามารถในการแสวงหาหรือตั้งปัญหาเพื่อหาคำตอบและเพิ่มพูนความรู้

การนำทฤษฎีพหุปัญญามาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนมีหลากหลาย ดังนี้

1. เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีเชาวน์ปัญญาแต่ละด้านไม่เหมือนกัน ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนควรมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายที่สามารถส่งเสริมเชาวน์ปัญญาหลาย ๆ ด้าน มิใช่มุ่งพัฒนาแต่เพียงเชาวน์ปัญญาด้านในด้านหนึ่งเท่านั้น การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมพัฒนาการของสติปัญญาหลาย ๆ ด้าน จะช่วยให้ผู้เรียนทุกคนมีโอกาสที่จะพัฒนาตนเองอย่างรอบด้าน พร้อมทั้งช่วยส่งเสริมอัจฉริยภาพหรือความสามารถเฉพาะตนของผู้เรียนไปในตัว

2. เนื่องจากผู้เรียนมีระดับเชาวน์ปัญญาแต่ละด้านไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องจัดการเรียนการสอนให้เหมาะกับขั้นพัฒนาการในแต่ละด้านของผู้เรียน

3. เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีเชาวน์ปัญญาแต่ละด้านไม่เหมือนกัน การผสมผสานของความสามารถด้านต่าง ๆ ที่อยู่ไม่เท่ากันนี้ ทำให้เกิดเป็นเอกลักษณ์ (Uniqueness) หรือลักษณะเฉพาะของแต่ละคนที่ไม่เหมือนกัน เกิดความแตกต่างที่หลากหลาย (Diversity) สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์แก่ส่วนรวม การสอนควรเน้นการส่งเสริมความเป็นเอกลักษณ์ของผู้เรียน ครูควรสอนโดยเน้นให้ผู้เรียนค้นหาเอกลักษณ์ของตน ภาคภูมิใจในเอกลักษณ์ของตน และเคารพในเอกลักษณ์ของผู้อื่น รวมทั้งเห็นคุณค่าและเรียนรู้ที่จะใช้ความแตกต่างของแต่ละบุคคลให้เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

4. ระบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ควรต้องมีการปรับเปลี่ยนไปจากแนวคิดเดิมที่ใช้การทดสอบเพื่อวัดความสามารถทางเชาวน์ปัญญาเพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น วิธีการประเมินผลการเรียนการสอนที่ดี ควรมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน และในแต่ละด้านควรเป็นการประเมินในสภาพการณ์ของปัญญาที่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยอุปกรณ์ที่สัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญาด้านนั้น ๆ การประเมินจะต้องครอบคลุมความสามารถในการแก้ปัญหา หรือการสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้อุปกรณ์ที่สัมพันธ์กับเชาวน์ปัญญาด้านนั้น ๆ จากทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ กล่าวว่าผู้เรียนแต่ละคนมีระดับเชาวน์ปัญญาแตกต่างกัน ครูผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นหาเอกลักษณ์ของตนเองและครูควรมีการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมหรือเหมาะสมกับเชาวน์ปัญญาของผู้เรียน

### 3.2 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

ทฤษฎีพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเพียเจต์และวิกอทสกีเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) เพียเจต์เชื่อว่า (Piaget, 1972, pp. 1-12) คนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาวน์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์ และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logic Mathematical Experience ) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social Transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (Equilibration) ของบุคคลนั้น ส่วนวิกอทสกี (Vygotsky, 1978, pp. 84 - 91) ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วก็มีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละ

บุคคล นอกจากนั้นภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเชาวน์ปัญญาชั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็ก เริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะไปร่วมกัน ด้วยเหตุนี้ วิกิอทสกี จึงเน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคล และการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้า จากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็ก ที่ศักยภาพจะไปถึงได้ วิกิอทสกี ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “Zone of Proximal Development” ซึ่งเป็นแนวคิดใหม่ที่ส่งต่อการเปลี่ยนแปลงในด้านการจัดการเรียนการสอน

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนมีหลากหลาย ดังนี้

1. เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (Authentic Tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง
2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัวไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาก็จริงได้
3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียนอย่างตื่นตัว (Active) โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้ให้ผู้เรียนออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดกิจกรรมที่เรียกว่า “Physical – Knowledge Activities” ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นจริง และมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น
4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม (Sociomoral) ให้เกิดขึ้น ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้
5. ในการเรียนการสอนผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้ง เลือกร่วมงานเอง และมีความรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม (Devries, 1992, pp. 3 - 6) คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ บทบาทของครูจะต้องทำหน้าที่สร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นที่ไปในทางส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน (Jonassen, 1992, pp. 137 - 147) เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนี้ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจึงจำเป็นต้องมีลักษณะ "Goal Free Evaluation" ซึ่งก็หมายถึงการประเมินตามจุดหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล และการประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (Portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริง

จากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า บุคคลแต่ละคนมีพัฒนาการทางเขาวงกตปัญญาไปตามลำดับขั้น และเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมและสังคมที่อยู่อาศัย ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรจัดให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้สัมผัสกับสิ่งที่จริง สถานการณ์จริง หรือวัสดุที่ใช้ในการเรียนการสอนจริง โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวก โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น เพื่อนประเมินหรือประเมินตนเองเพื่อส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนให้ไปถึงศักยภาพของแต่ละคน

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ต้องอาศัยทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาในการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน สิ่งสำคัญคือครูผู้สอนต้องเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเข้าใจผู้เรียนแต่ละคน เกี่ยวกับการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ของผู้เรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ครูยังมีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา แนะนำอำนวยความสะดวกและจัดบรรยากาศที่ดีให้แก่ผู้เรียนด้วย

#### 4. ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2545, น.76) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้หมายถึง การเน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ



ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมต่างถิ่นที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เหล่านี้ จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าว จะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2550, น.39) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ได้นำเอาระเบียบวิธีทาง วิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนพยายามคิดค้นหาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ลำดับ ขั้นตอนวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง

กระทรวงศึกษาธิการ (2551, น.65) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็นวิธีการแสวงหาความรู้หรือค้นพบความรู้ หลักการหรือ ข้อเท็จจริง เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง

จากความหมายดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนได้เป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า ด้วยกระบวนการสืบเสาะต่าง ๆ ที่เป็นระบบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแสวงหาความรู้และฝึกคิดด้วยขั้นตอนวิธีการทาง วิทยาศาสตร์

##### 5. หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, น.11-13) กำหนดหลัก ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยยึดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมี ความสำคัญที่สุดจากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการ ศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียน มีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ ในมาตรา 23 (2) เน้นการจัดการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย

ให้ความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา โดยเฉพาะความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์เรื่องการจัดการ การบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

ในส่วนของจัดการกระบวนการเรียนรู้ มาตรา 24 ได้ระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการดังนี้

1. จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดย คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล
2. ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา
3. จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง
4. จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกันรวมทั้ง ปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา
5. ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่าง ๆ
6. จัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกเวลาทุกสถานที่ มีการประสานความร่วมมือกับบิดามารดา ผู้ปกครอง และบุคคลในชุมชนทุกฝ่าย เพื่อร่วมกันพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนทั้งของครูและ นักเรียน กล่าวคือลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยายสาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียนตั้งแต่เริ่ม คือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผล ประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือ ปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์ การแก้ปัญหา การมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ ในที่สุดสร้างองค์ความรู้ ทั้งนี้ กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวต้องพัฒนาให้นักเรียนให้เจริญ พัฒนาทั้งร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมหลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมต่างกันว่านักเรียนได้รับรู้มาแล้วก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนรู้เหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามแนวการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ทั้งนี้ ได้พัฒนากระบวนการเรียนรู้มาโดยลำดับ กล่าวคือในระยะเริ่มแรกของการพัฒนาหลักสูตร สสวท. เน้นการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ แต่กำหนดแนวในการทำกิจกรรมค่อนข้างมาก (structured inquiry) นักเรียนได้มีโอกาสฝึกคิดตามลงมือปฏิบัติ ออกแบบบันทึกข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลเอง การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมา สสวท. ได้เริ่มพัฒนาโดยให้ปัญหาปลายเปิด (open-ended problems) ให้นักเรียนได้คิดวางแผน ออกแบบการทดลองและลงปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้า ตรวจสอบความคิด ด้วยตนเองมากขึ้น การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ในระยะต่อมาคือกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (science and technology) ซึ่งเป็นกิจกรรมขั้นสุดยอดที่นักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาหรือคำถามตามความสนใจของตนเองหรือของกลุ่ม แล้ววางแผนหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยการสร้างทางเลือกหลากหลาย โดยใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้มา มีการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ลงมือปฏิบัติและประเมินผล แก้ปัญหาสรุปเป็นความรู้ใหม่

จากหลักการข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สืบเสาะหาความรู้มีหลักการที่สำคัญคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูมีหน้าที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยหน้าที่หลักของครูไม่ใช่ผู้บรรยาย แต่เป็นผู้ทำหน้าที่อำนวยความสะดวก จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ครูผู้สอนต้องศึกษาเป้าหมายและปรัชญา

ของการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจ อย่างต้องแท้ ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ ทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ตลอดจนกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการและผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด แล้วพิจารณาเลือกนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมที่หลากหลายให้ เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ เหมาะกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียน แหล่งความรู้ของท้องถิ่น และที่สำคัญคือ ศักยภาพของผู้เรียนด้วย

## 6. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ได้มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงวิธีหรือกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนไว้หลายวิธี ภาพ เล่าให้ไพบุลย์ (2542, น. 123) กล่าวว่าวิธีสอนหรือกิจกรรมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่นิยม ใช้มีหลายวิธี แต่ไม่มีข้อมูลยืนยันว่ามีวิธีสอนหรือกิจกรรมใดที่ดีที่สุด เหมาะสมกับทุกสถานการณ์ ดังนั้นครูวิทยาศาสตร์จึงต้องใช้ดุลยพินิจในการเลือกใช้วิธีสอนที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน เนื้อหาวิชา ตลอดจนอุปกรณ์การสอนที่มีอยู่ วิธีสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการยอมรับว่ามีความเหมาะสมกับธรรมชาติของวิชามีดังนี้

6.1 การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry method) เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ว่าแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

6.1.1 สร้างสถานการณ์หรือปัญหา

6.1.2 ตั้งสมมติฐาน

6.1.3 ออกแบบการทดลอง

6.1.4 ทดสอบสมมติฐานโดยการทดลอง

6.1.5 ได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

บทบาทหน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ คือเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาคำตอบต่าง ๆ

เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามี 3 แนวทาง คือ แนวทางการใช้เหตุผล แนวทางการใช้การค้นพบ และแนวทางการใช้การทดลองการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้เหตุผล ครูต้องชี้ให้นักเรียนให้สรุปเป็นหลักการทั่วไปได้โดยการใช้เหตุผล ซึ่งครูต้องใช้คำถามที่เหมาะสม และต้องเลือกแรงจูงใจที่เหมาะสมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการใช้การค้นพบ มี 2 แนวทาง คือ

1. การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่ไม่แนะแนวทาง ครูเป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนได้จัดกระทำกับวัสดุอุปกรณ์ โดยไม่ต้องแนะแนวทางอะไรในการใช้วัสดุอุปกรณ์นักเรียนอาจสืบเสาะหาความรู้ในปัญหาที่ต่างกัน ครูทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและเสนอแนะให้นักเรียนคิด

2. การสอนโดยใช้แนวทางการค้นพบที่แนะแนวทาง เป็นการสอนที่ครูแนะแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบปัญหาที่คล้ายคลึงกัน มีประสบการณ์ที่เหมือนกันการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แนวทางการทดลอง เป็นการสอนโดยใช้การทดลองในการพิสูจน์ข้อความหรือสมมติฐานว่าเป็นจริง และหาแนวทางที่จะใช้ในการทดลองเพื่อทดสอบข้อความนั้นโดยมีขั้นตอนคือ เลือกลงและตั้งปัญหา ตั้งสมมติฐาน และวางแผนการทดสอบ

### 6.2 การสอนแบบค้นพบ (Discovery method)

การค้นพบ และการสืบเสาะหาความรู้ ว่านักการศึกษาจำนวนมากใช้คำสองคำนี้ในความหมายเดียวกัน คาริน และ ชันด์ ได้ให้ความหมายของการค้นพบว่า การค้นพบจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อบุคคลได้ใช้กระบวนการคิดอย่างมากกระบวนการที่ใช้ความรู้ความคิดในการค้นพบ เช่น การสังเกต การจำแนกประเภท การวัด การพยากรณ์ การอธิบาย การลงความคิดเห็น เป็นต้นในการสอนแบบค้นพบเป็นการสอนที่เน้นกระบวนการตอบสนองของนักเรียนต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง บทบาทของครูเป็นผู้ช่วยเหลือ และเป็นທີ່ปรึกษาของนักเรียน ทักษะและความชำนาญในการจัดกิจกรรมการสอนของครูเป็นสิ่งที่ช่วยให้การสอนแบบค้นพบประสบความสำเร็จ

### 6.3 การสอนแบบสาธิต (Demonstration)

การสาธิตว่าเป็นการจัดแสดงประสบการณ์การกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งหน้าชั้น โดยครู นักเรียนคนใดคนหนึ่งหรือกลุ่มนักเรียนก็ได้ เป็นการทดลองซึ่งให้ผลการทดลองที่ไม่ทราบมาก่อนหรือเป็นการทดสอบเพื่อยืนยันสิ่งที่ทราบมาแล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงการทดลองเทคนิควิธีการแลกระบวนการต่างๆให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาและกระบวนการไปพร้อม ๆ กัน ในการสอนครูต้องพิจารณาว่าจะสอนแบบสาธิตแบบบอกความรู้ ที่ครูพยายามแนะนำบอกความรู้ให้นักเรียน หรือสอนแบบสาธิตแบบการค้นพบ ที่ครูพยายามให้นักเรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง

### 6.4 การสอนแบบทดลอง (Experimental method)

การทดลองกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการที่มีความหมายใกล้เคียงกัน การทดลองส่วนใหญ่ที่นักเรียนทำเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงาน และการปฏิบัติงานส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เป็นการจัดประสบการณ์ในการทำงานให้นักเรียนตามขั้นตอนของ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือขั้นกำหนดปัญหา ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นทดลองและสังเกต และขั้นสรุปผลการทดลอง

#### 6.5 การสอนแบบบรรยาย (Lecture method)

การสอนแบบบรรยาย เป็นวิธีสอนที่ครูถ่ายทอดความรู้จำนวนมากแก่นักเรียนโดยตรง เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าเสนอความรู้วิทยาศาสตร์ในลักษณะองค์ความรู้ที่เลือกสรรและจัดลำดับไว้อย่างดี การดำเนินการอาจแบ่งได้เป็น 4 ตอน คือ การกล่าวนำ ตัวเนื้อเรื่อง การสรุปย่อระหว่างนำเสนอ และการสรุปการบรรยาย

#### 6.6 การสอนแบบอภิปราย (Discussion method)

การสอนแบบอภิปราย เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาความรู้จากความคิดเห็นในแง่มุมต่าง ๆ ของนักเรียนอาจเป็นการอภิปรายระหว่างนักเรียนด้วยกัน หรือการอภิปรายระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนทุกคนมีอิสระที่จะแสดงความคิดเห็นของตน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องนั้นก่อนโดยครูทำหน้าที่เป็นผู้นำอภิปราย ต้องไม่สั่งหรือครอบงำความคิดเห็นของนักเรียน การอภิปรายต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย เน้นหรือขยายความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วให้กว้างขวางออกไป ดังนั้นการอภิปรายจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการสอนวิทยาศาสตร์ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนต้องคิดแก้ปัญหาหรือหาข้อยุติ การอภิปรายอาจสอดแทรกอยู่ในวิธีการสอนอื่น ๆ ได้ เช่น การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบสาธิต การสอนแบบทดลอง การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และการสอนแบบค้นพบ

#### 6.7 การสอนแบบพุดถามตอบ (Recitation method)

การสอนแบบพุดถามตอบ เป็นการสอนที่ใช้คำถามคำตอบ โดยครูเป็นผู้ถามคำถามและนักเรียนเป็นผู้ตอบคำถามตามพื้นฐานความรู้ที่นักเรียนได้อ่านจากหนังสือเรียน หรือหนังสืออื่นที่ได้รับมอบหมายให้อ่าน หรือสิ่งที่ครูได้นำเสนอในระหว่างการบรรยาย การสาธิต หรือกิจกรรมอื่นในการสอนแบบพุดถามตอบ ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ของการสอนแบบนี้ว่าเป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครู ซึ่งครูจะได้ใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการขยายความและอธิบายเพิ่มเติมแก่นักเรียน สิ่งที่สำคัญที่สุดในการสอนแบบพุดถามตอบเพื่อให้ได้ผลดีที่ควรคำนึงถึงคือชนิดของคำถาม โครงสร้างของคำถาม และขั้นตอนที่จะถามในระหว่างการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.15-22) ได้อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนและ 7 ขั้นตอน

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่ง อาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายใน กลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้ เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกัน กำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวม ความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจ ตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)** เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนด ทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)** เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้วจึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ ในรูปต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. **ขั้นขยายความรู้ (elaboration)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย

สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

ในปี ค.ศ. 2003 ไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft, 2003) ได้ขยายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จาก 5 ขั้นเป็น 7 ขั้น ซึ่งเพิ่มขั้นมา 2 ขั้น คือ ขั้นตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็ก (Elicitation Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดีเป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้คือการกระตุ้นให้เด็กมีความสนใจและตื่นตัวกับการเรียน สามารถสร้างความรู้ที่มีความหมายและขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การปรับกระบวนการสืบเสาะหาความรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น แสดงได้ดังภาพ 3



ภาพ 3 The Proposed 7-E Learning Cycle and Instruction Model

ที่มา: Eisenkraft, 2003, p. 58



กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้นักเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (ประสาทเนื่องเฉลิม, 2550)

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัดซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นอกจากจะใช้กระบวนการดังกล่าวแล้ว อาจใช้วิธีในการสืบเสาะหาความรู้ด้วยรูปแบบอื่น ๆ อีก ดังนี้

1. การค้นหารูปแบบ (pattern seeking) โดยที่นักเรียนเริ่มด้วยการสังเกตและบันทึกปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ หรือทำการสำรวจตรวจสอบโดยที่ไม่สามารถควบคุมตัวแปรได้ แล้วคิดหารูปแบบจากข้อมูล เช่น จากการสังเกตผลฝรั่งในสวนจากหลายแหล่ง พบว่าฝรั่งที่ได้รับแสงจะมีขนาดโตกว่าผลฝรั่งที่ไม่ได้รับแสง นักเรียนก็สร้างรูปแบบและสร้างความรู้ได้
2. การจำแนกประเภทและการระบุชื่อ (classification and identification) เป็นการจัด ประเภทของวัตถุหรือเหตุการณ์เป็นกลุ่ม หรือการระบุชื่อวัตถุ หรือเหตุการณ์ที่เป็นสมาชิกของกลุ่ม เช่น เราจะแบ่งกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเหล่านี้ได้อย่างไร วัสดุไดนาไฟฟ้าได้ดีหรือไม่ดี สารต่าง ๆ เหล่านี้จำแนกอยู่ในกลุ่มใด
3. การสำรวจและค้นหา (exploring) เป็นการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์ในรายละเอียด หรือ ทำการสังเกตต่อเนื่องเป็นเวลานาน เช่น ไข่กบมีพัฒนาการอย่างไร เมื่อผสมของเหลวต่างชนิดกันเข้าด้วยกันจะเกิดอะไรขึ้น
4. การพัฒนาระบบ (developing system) เป็นการออกแบบ ทดสอบ และปรับปรุงสิ่งประดิษฐ์ หรือระบบ ตัวอย่างเช่น ท่านสามารถออกแบบสวิทช์ความดันสำหรับวงจรเตือนภัยได้อย่างไร ท่านสามารถสร้างเทคนิคหรือหามวลแห้งของแอปเปิ้ลได้อย่างไร เป็นต้น
5. การสร้างแบบจำลองเพื่อการสำรวจตรวจสอบ (investigate models) เป็นการสร้าง แบบจำลองเพื่ออธิบายให้เห็นถึงการทำงาน เช่น สร้างแบบจำลองระบบนิเวศ

ผู้วิจัยได้เลือกกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง และผู้สอนมีหน้าที่ในการกระตุ้นและชี้แนะแนวทางให้กับผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้

## 7. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

ในปี ค.ศ. 1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับขยายรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดย 5 ขั้นนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.15-16) ได้แก่

7.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase)

7.2 ขั้นสำรวจ (Exploration Phase)

7.3 ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)

7.4 ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้โมโนทัศน์ (Expansion Phase)

7.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)

แต่ละขั้นมีสาระและรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase) ขั้นนี้เป็นการแนะนำบทเรียนไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

2. ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเองโดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

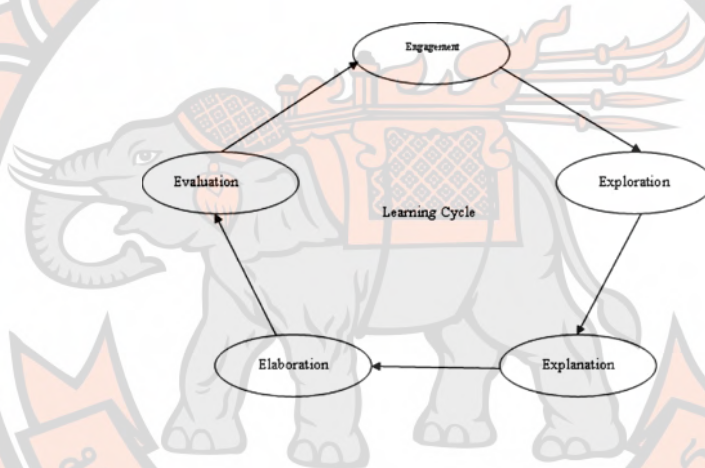
3. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้มีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและการนำข้อมูลมาอภิปราย

4. ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้โมโนทัศน์ (Expansion Phase) ขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็น

การอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตนเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้ในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใดข้อสรุปที่จะได้นำนามาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไปทั้งนี้รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยรูปแบบ

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะการเรียนรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) สามารถสรุปได้ดังนี้



ภาพ 4 การเรียนการสอนแบบสืบเสาะการเรียนรู้ 5 ขั้น

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 17

ในปี ค.ศ. 2003 ไอน์เซนคราฟต์ (Eisenkraft, 2003) ได้ขยายรูปแบบการสอนโดยใช้แบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้นเป็น 7 ขั้น ซึ่งเพิ่มขึ้นมา 2 ขั้น คือ ขั้นตรวจสอบพื้นฐานความรู้เดิมของเด็ก (Elicitation Phase) ในขั้นนี้เป็นขั้นที่มีความจำเป็นสำหรับการสอนที่ดีเป้าหมายที่สำคัญในขั้นนี้คือการกระตุ้นให้เด็กมีความสนใจและตื่นตัวกับการเรียน สามารถสร้างความรู้ที่มีความหมายและขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การปรับขยายรูปแบบการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น ตามแนวคิดของ Eisenkraft มีเนื้อหาสาระ ดังนี้ (Eisenkraft, 2003)

1. **ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase)** ในขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนเนื้อหา นั้น ๆ

2. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase)** เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration Phase)** ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. **ขั้นอธิบาย (Explanation Phase)** ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างและจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง เป็นต้น การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือเกี่ยวกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. **ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase / Elaboration Phase)** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

6. **ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase)** ในขั้นนี้เป็นกระบวนการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

7. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase)** ในขั้นนี้เป็นขั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้สรุปได้ว่ามีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Phase) 3) ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration Phase) 4) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 5) ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase / Elaboration Phase) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) โดยผู้สอนมีบทบาทในการกระตุ้นผู้เรียนแต่ละขั้นตอน เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (ประสาธน์ เนื่องเฉลิม, 2550)

## 8. การประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.162-176) กล่าวว่า เพื่อที่จะทราบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่เพียงใด จำเป็นต้องมีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ในอดีตที่ผ่านมาจะกล่าวถึงการวัดผลและการประเมินผล ซึ่งส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการวัดโดยใช้ข้อสอบ ซึ่งไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนคิด ลงมือปฏิบัติด้วยกระบวนการหลากหลาย เพื่อสร้างองค์ความรู้ ดังนั้นผู้สอนต้องตระหนักว่าการเรียนการสอนและการประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน และจะต้องวางแผนไปพร้อม ๆ กัน ปัจจุบันครูผู้สอนสามารถใช้ประจักษ์พยานจากการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งเป็นผลมาจากการทำกิจกรรมหลากหลายรูปแบบมากกว่าการสอบเท่านั้นแต่เป็นทั้งการประเมินผลเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน (Formative assessment) และการประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน (Summative assessment) ของนักเรียน ปัจจุบันจึงใช้คำว่า การประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งหมายรวมทั้งการวัดผลและการประเมินผลการเรียนรู้

การประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment) ความสามารถของนักเรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้

ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิดโดยเฉพาะความคิดขั้นสูง และผลงานที่ได้ได้ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถคือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงานวิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์ในการให้คะแนนอย่างชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สภาพการณ์ และความสนใจของนักเรียน

### แนวทางการให้คะแนนเพื่อการประเมินผลการเรียนรู้

การประเมินผลจากสภาพจริงให้ความสำคัญกับการประเมินโดยใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบน้อยมาก แต่จะให้ความสำคัญต่อการแสดงออกที่แท้จริงของนักเรียนขณะทำกิจกรรมงานหรือกิจกรรมที่กำหนดให้นักเรียนทำจะมีแนวทางไปสู่ความสำเร็จของงาน และวิธีการหาคำตอบหลายแนวทาง คำตอบที่ได้อาจมีใช่แนวทางที่กำหนดไว้เสมอไป จึงทำให้การตรวจให้คะแนนไม่สามารถให้ได้อย่างชัดเจนแน่นอนเหมือนการตรวจให้คะแนนแบบข้อสอบเลือกตอบดังนั้นการประเมินผลจากสภาพจริง จึงต้องมีการกำหนดแนวทางการให้คะแนนอย่างชัดเจน การกำหนดแนวทางอาจจัดทำโดยครู คณะครูหรือครู และนักเรียนกำหนดร่วมกัน แนวทางประเมินนั้นจะต้องมีมาตรฐานว่านักเรียนทำอะไรได้สำเร็จ และระดับความสำเร็จอยู่ในระดับใด แนวทางการประเมินที่มีมาตรฐานนี้เรียกว่า Rubrics การประเมินระดับความสามารถโดยจัดทำมาตราส่วนประเมินค่า หรือ Rubrics โดยทั่วไปมี 2 แบบ คือ

1. การให้คะแนนภาพรวม (Holistic score) เป็นการให้คะแนนภาพรวมของงานจะไม่เก็บเป็นคะแนน แม้ว่าจะใช้การให้คะแนนในการประเมิน ก็ต้องให้ความหมายของคุณภาพให้ได้
2. การให้คะแนนแยกองค์ประกอบ (Analytic score) เป็นการให้คะแนนแยกองค์ประกอบจะมีการวิเคราะห์ว่าผลงานของนักเรียนสามารถประเมินอะไรได้บ้าง แต่ละประเด็นนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใด

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การให้คะแนนในการประเมินผลการเรียนรู้มีมาตรฐานเรียกว่า Rubrics ซึ่งมีการประเมินระดับความสามารถ 2 แบบคือ การให้คะแนนภาพรวม (Holistic score) และการให้คะแนนแยกองค์ประกอบ (Analytic score) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การให้คะแนนทั้ง 2 แบบ ของการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

## ความแตกต่างระหว่างบุคคล

### 1. ความหมายของความแตกต่างระหว่างบุคคล

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 แนวการจัดการจัดการศึกษา มาตรา 22 กล่าวว่า การศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และมาตรา 24 ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดกระบวนการเรียนรู้กล่าวไว้ในข้อ 1 ว่า จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล จากสาระสำคัญของพระราชบัญญัติการศึกษาทั้ง 2 มาตรา แสดงให้เห็นได้ว่า นโยบายการจัดการศึกษาของไทยเห็นความสำคัญในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลมาก และยังมีมุ่งเน้นให้จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนเก่ง คนดีและมีความสุข เพื่อให้การพัฒนาผู้เรียนบรรลุเป้าหมายดังกล่าว ครูจะต้องทราบข้อมูลเบื้องต้นของผู้เรียนในทุกด้าน และรู้จักผู้เรียนรู้เป็นรายบุคคลจึงจะกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจ ความสามารถ และความพร้อมของผู้เรียนแต่ละคนให้มากที่สุด

สุรางค์ ไคว่ตระกูล (2556, น.132) กล่าวว่าความแตกต่างระหว่างบุคคล หมายถึง ความแตกต่างทางลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ระหว่างบุคคลตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ความแตกต่างนี้อาจเป็นความแตกต่างทางเขาวินัยหรือความคิดสร้างสรรค์ หรือความแตกต่างชนิดอื่น

Eggen, & Kauchak (1997, pp. 106-111) ได้จำแนกความแตกต่างของผู้เรียนใน ห้องเรียนมี 4 ประการดังต่อไปนี้

1. ความแตกต่างระหว่างเพศ มีอิทธิพลต่อเจตคติ พฤติกรรม และความพร้อมในการเรียน ลักษณะของผู้เรียนรู้เพศชายที่มีแนวโน้มสูงกว่าเพศหญิง ได้แก่ เป็นนักคิดที่มีความรู้เป็นอิสระสูง มีความรอบรู้ในเรื่องทั่วไป เรียนได้ดีในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ความรู้เข้าใจในเรื่อง หลักการและเหตุผล การใช้แผนที่ ทิศทางและการกระยะทาง กล้าแสดงความคิดเห็นและซักถาม ข้อสงสัยในชั้นเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมของชั้นเรียน ได้รับรางวัลจากผลงานที่เป็นความคิดสร้างสรรค์ มีพฤติกรรมก้าวร้าว ส่วนลักษณะของผู้เรียนรู้เพศหญิงที่มีแนวโน้มสูงกว่าเพศชาย ได้แก่ เรียนได้ดีในวิชาด้านภาษาและศิลปะ ให้ความสำคัญกับการจำและทบทวนให้กับรายวิชาที่ต้องท่องจำ รับผิดชอบการเรียนสูง เมื่อเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ทำงานที่ใช้กล้ามเนื้อเล็กได้ดี เช่น งานฝีมือต่าง ๆ อารมณ์อ่อนไหวง่าย รู้สึกไวในเสียงและสัมผัส คล้อยตามผู้อื่นและถูกชักจูงได้ง่าย

2. ความแตกต่างทางด้านเขาวินัย เขาวินัยหรือสติปัญญา (Intelligence) หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้ เป็นผลมาจากการถ่ายทอดทางพันธุกรรม และประสบการณ์

ที่ได้จากการเรียนรู้และการแสวงหาความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการปรับตัว เขาวนปัญญาของคนเราได้รับอิทธิพลหลักมาจากพันธุกรรมและมีสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยเสริม เขาวนปัญญาที่ต่างกันทำให้บุคคลมีความสามารถต่างกันในด้านการรับรู้ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ แยกแยะ การปรับตัวและการแก้ปัญหา ซึ่งเขาวนปัญญาที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้มาก ทั้งการเรียนรู้ในสถานศึกษาและการเรียนรู้จากสภาพการณ์ในชีวิตจริง อย่างไรก็ตาม การมีเขาวนปัญญาสูงเพียงอย่างเดียวไม่สามารถรับประกันได้ว่าผู้เรียนทุกคนจะประสบความสำเร็จในการเรียนได้เหมือนกัน ทั้งนี้เพราะมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น แรงจูงใจ การจัดการเรียน การสอนที่มีคุณภาพ การสนับสนุนของบิดามารดา ผู้ปกครอง ฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัว กลุ่มเพื่อน และความฉลาดทางอารมณ์ของผู้เรียน

3. ความแตกต่างทางด้านสังคมและเศรษฐกิจของผู้เรียน ประกอบด้วย ระดับการศึกษา งานอาชีพ และรายได้ของบิดามารดา ผู้ปกครอง ได้มีการจำแนกฐานะทางสังคมและเศรษฐกิจ เป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ฐานะทางสังคมและเศรษฐกิจจะเป็นดัชนีชี้วัดที่มีความน่าเชื่อถือสูงสำหรับการทำนายผลสัมฤทธิ์หรือ ความสำเร็จในการเรียน การหนีเรียน การพัก การเรียนและการออกจากโรงเรียนกลางคันของผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางสังคมและ เศรษฐกิจต่ำจะมาก เป็น 2 เท่าของผู้เรียนที่มาจากครอบครัวที่มีฐานะทางสังคมและเศรษฐกิจ ระดับกลาง และผู้เรียนที่มีฐานะ ทางสังคมและเศรษฐกิจต่ำมีสถิติการออกจากโรงเรียนกลางคันมากที่สุด ฐานะทางสังคมและเศรษฐกิจมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

4. ความแตกต่างทางด้านวัฒนธรรมวัฒนธรรมเป็นวิถีชีวิตของคนในสังคมเป็นวิถีการดำเนินชีวิตของคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงมีการสืบทอดจากคนรุ่นหนึ่งไปสู่คนอีกรุ่นหนึ่งได้ มีทั้งวัฒนธรรมที่เป็นวัตถุ เช่น ศิลปะ สิ่งประดิษฐ์ และเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ เป็นต้น ส่วนวัฒนธรรมที่ไม่ใช่วัตถุ เช่น เจตคติ ค่านิยม ความเชื่อ ภาษา และการสื่อสาร เป็นต้น

Tomlinson (2001, p.4) ได้ให้ความหมายความแตกต่างระหว่างบุคคลไว้ว่า ผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันทางด้านความพร้อม ซึ่งเป็นฐานในการเรียนรู้ต่างๆ ความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนที่จะส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และวิธีการที่แตกต่างกันของผู้เรียนในการเรียนรู้สิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งเป็นความชอบของแต่ละคน

สรุปได้ว่าความแตกต่างระหว่างบุคคลหมายถึง ความแตกต่างด้านปัจเจกบุคคลของผู้เรียน ได้แก่ ความพร้อมต่อการเรียนรู้ คือ ความพร้อมที่เป็นวุฒิภาวะด้านสติปัญญาหรือความรู้เดิมของผู้เรียนที่ช่วยในการสนับสนุนผู้เรียนให้เริ่มเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสนใจของผู้เรียน คือ การกระตุ้นให้ผู้เรียนมีแรงผลักดันในการเรียน มีความอยากรู้อยากเห็นในเรื่องที่จะ



เรียนเพิ่มมากขึ้น และวิธีการเรียนรู้ คือ รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนตามที่ผู้เรียนถนัด และเหมาะสมกับผู้เรียน

## 2. ความหมายของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

ในช่วงระหว่างปี ค.ศ. 1970 - 1980 ก่อนที่จะมีการใช้คำว่าจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล (Differentiated Instruction) บรรดานักการศึกษาและผู้สอนต่างพากันให้ความสนใจในเรื่องของความแตกต่างทางด้านวัฒนธรรมระหว่างผู้เรียนในห้องเรียนและในชุมชน หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1990 จึงได้เริ่มมีการขยับจากการให้ความสนใจด้านวัฒนธรรม แต่เพียงอย่างเดียวสู่ความสามารถในการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของผู้เรียนในห้องเรียนที่รวมทั้งเด็กฉลาดและเด็กอ่อน ความสนใจและการศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน ในช่วงสองทศวรรษนั้นถูกเรียกว่า “ความหลากหลายในห้องเรียน (Classroom Diversity)” (Subban, 2006)

ต่อมาในช่วงระหว่างทศวรรษแรกของศตวรรษที่ 21 จนถึงปัจจุบัน คำว่า “การจัดการเรียน การสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล (Differentiated Instruction)” ได้เริ่มมีการนำมาใช้ อย่างแพร่หลายในแง่ของแนวคิดเชิงปรัชญาด้านการสอนที่นำมาใช้เพื่อปรับความสัมพันธ์ ความแตกต่างด้านปัจเจกบุคคลของผู้เรียนในห้องเรียนที่มีความหลากหลาย ซึ่งความแตกต่างด้านปัจเจกบุคคลของผู้เรียน ได้แก่ ระดับของความพร้อมต่อการเรียน (Readiness Level) ความสนใจส่วนบุคคล (Personal Interests) สไตล์การเรียนรู้ (Learning Styles) ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน (Prior Knowledge/ Experiences) และสิ่งแวดล้อมที่เติบโตมา (Particular Life Circumstances) (Tomilson, 2001; Pettig, 2000)

แนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเกิดขึ้นมาจาก ความ หลากหลายของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียน ไม่ว่าจะเป็นความแตกต่างด้านระดับของ ความสามารถ ความสนใจ หรือแม้กระทั่งลักษณะการเรียนรู้ในห้องเรียนหนึ่ง ๆ ผู้เรียนทุกคนต่างได้รับการคาดหวังจากครูหรือโรงเรียนที่ต้องบรรลุเป้าหมายของการศึกษา ซึ่งในความรู้เป็นจริงแล้ว ไม่ใช่ นักเรียนทั้งหมดที่จะสามารถทำได้ นักเรียนบางคนสอบตกและถูกปล่อยปละละเลย และ บางส่วนก็เห็นว่าบทเรียนของตนนั้นขาดความน่าสนใจและความท้าทาย ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้พบได้ในห้องเรียนทั่ว ๆ ไป ห้องเรียนที่วิธีสอนวิธีเดิมนั้นไม่เพียงพอที่จะจัดการกับระดับความแตกต่างของผู้เรียนแต่ละคน

Tomlinson (2001, p. 5) ได้ให้คำจำกัดความของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ไว้ว่า “คือ ปรัชญาด้านการสอนที่ครูหรือผู้สอนควรปรับวิธีการจัดการเรียน การสอนของตนให้เข้ากับ ความแตกต่างของผู้เรียน แทนการจัดการเรียนการสอนแบบเดิมที่ใช้วิธี เดียวสำหรับผู้เรียนทุกคน โดยการสร้างความหลากหลายด้านความพร้อมต่อการเรียน

ลักษณะการเรียนรู้ และความน่าสนใจ ให้ความสำคัญกับความต้องการของผู้เรียนรายบุคคล หรือกลุ่มผู้เรียน ขนาดเล็ก มีเป้าหมายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนรู้เกิดกระบวนการเรียนรู้ สร้างความรู้เชิงบูรณาการ และความสำเร็จอย่างสูงสุด

Gregory, & Chapman (2007, p. 11) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลว่า ไม่ได้มีความหมายเป็นเพียงแค่เพียงกลุ่มของเครื่องมือหรือยุทธวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน แต่ยังถือเป็นแนวคิดเชิงปรัชญาที่ให้คุณครูสามารถใช้เป็นหลักในการวางแผนการสอนเชิงยุทธวิธีเพื่อบรรลุถึงความต้องการของผู้เรียนที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล

นอกจากนั้น Hall (2002) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล หมายถึง กระบวนการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันในห้องเรียนเดียวกันหรือในชั้นเดียวกัน มีเป้าหมายเพื่อช่วยให้ผู้เรียนรู้เกิดกระบวนการเรียนรู้ สร้างความรู้เชิงบูรณาการ และความสำเร็จอย่างสูงสุดสำหรับผู้เรียน โดยคำนึงถึงศักยภาพต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนแต่ละคน

Mulroy, & Eddinger (2003) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเกิดจากความต้องการที่จะจัดเตรียมสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ให้มีความท้าทายและเหมาะสมกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนทุกคนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ดังนั้น การทำให้วิธีการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนมีความแตกต่างและหลากหลายก็คือการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสสร้างประสบการณ์การเรียนรู้จากจุดแข็งและจุดอ่อนของตนเอง

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องตอบสนองความพร้อมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ความสนใจของผู้เรียน และลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 1. ความพร้อมต่อการเรียนรู้ (Readiness)

ความพร้อมต่อการเรียน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่งที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งความพร้อมต่อการเรียนของผู้เรียนแต่ละบุคคลนั้นมีความแตกต่างกัน ดังมีนักการศึกษา และนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้เกี่ยวกับความพร้อมและการเตรียมความพร้อมในการเรียน ของผู้เรียน สรุปได้ดังนี้

Tomlinson (2001, pp. 45-49) ได้อธิบายเกี่ยวกับความพร้อมว่า เป็นพื้นฐานของผู้เรียนในการเริ่มต้นเรียนรู้ เป็นการสร้างพื้นฐานให้กับนักเรียน สร้างความคุ้นชินให้แก่ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนต้องทำหน้าที่ในการปรับพื้นฐาน ความช้าและความเร็วในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ อย่างมีประสิทธิภาพ

Cronbach (1970, pp. 45-50) ได้ให้ความหมายของความพร้อมว่า หมายถึง สมรรถวิสัย (Capacity) หรือ วุฒิภาวะ (Maturity) ในด้านต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวของผู้เรียนซึ่งจะเป็น สิ่งที่ทำให้ ผู้เรียนสามารถแสดงการกระทำหรือปฏิกิริยาตอบสนองเพื่อให้เกิดความต้องการหรือ จุดมุ่งหมายที่ กำหนดไว้แล้ว ซึ่งความพร้อมของผู้เรียนแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ความพร้อมที่เป็น วุฒิภาวะ ทางด้านร่างกาย (Physical Maturity) และความพร้อมที่เป็นวุฒิภาวะด้านสติปัญญา (Intellectual Maturity)

Good (1973, p. 422) ได้ให้ความหมายของความพร้อม หมายถึง ความเต็มใจ ความ ต้องการและความสามารถที่จะกระทำกิจกรรมที่กำหนดให้ ความพร้อมจะมีมากน้อย เพียงใดขึ้นอยู่กับ วุฒิภาวะของผู้เรียน ประสบการณ์ที่ผ่านมา สติปัญญา และอารมณ์

นงเยาว์ แข่งเพ็ญแข, และวิจิต ทองนุ้ย (2529, น. 1) ได้ให้ความหมายของความ พร้อม ทางกรเรียนว่า หมายถึง การเรียนที่ผู้เรียนมีความสามารถทางกาย สติปัญญา ทักษะพิสัย และ สังคมนิสัยระดับหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนดำเนินไปด้วยดี มีอุปสรรคต่าง ๆ ไม่มากนัก ผู้เรียนมี ความพึงพอใจในการเรียน และเรียนได้ในอัตราปกติสำหรับเด็กทั่วไป ความสามารถดังกล่าวอาจ เกิดจากวุฒิภาวะ หรืออาจเกิดจากการเรียนรู้ การฝึกฝนที่ผ่านมา หรืออาจเกิดจากอิทธิพลทั้งสอง อย่างประกอบกัน ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนและปราศจากความบกข้องทางกาย

ดังนั้นความพร้อมต่อการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่าง ผู้เรียนเป็นต้นอันดับ เพราะเป็นการแสดงถึงความเต็มใจ ความต้องการและความสามารถที่จะ กระทำกิจกรรมที่กำหนดให้ สังเกตได้จากพฤติกรรมก่อนเรียนหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ นักเรียนทุกคน ต้องการบทเรียนที่มีความเชื่อมโยงและเกี่ยวข้องกัน ปรับเปลี่ยนได้ น่าเชื่อถือ และมีความหมาย ให้ความท้าทายแก่นักเรียนเสมอ การสอนที่ดีที่สุดจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้สอนมอบหมายงานที่มีความ ท้าทายให้กับนักเรียน และคอยช่วยนักเรียนอยู่ห่าง การสอนที่มีการปรับเปลี่ยนถือเป็นการสอนที่มี ประสิทธิภาพเพราะการสอนดังกล่าวมอบความท้าทายในระดับที่แตกต่างกันออกไป นักเรียนจะ รู้สึกว่าตัวเองมีการพัฒนาหลังจากเขาสามารถทำงานที่พวกเขาคิดว่ามันเกินตัวได้สำเร็จ การออกแบบการสอนที่เหมาะสมช่วยพัฒนาศักยภาพของนักเรียนในหลาย ๆ ด้าน เช่น ความรู้ ความคิด ทักษะพื้นฐาน ทักษะการทำงานและการนำเสนอ และความตระหนัก เป็นต้น

## 2. ความสนใจ (Interest)

ความสนใจ นับว่าเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ เพราะเป็นสิ่ง สำคัญที่จะช่วยให้ผู้สอนสามารถทราบความต้องการของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ถ้าผู้เรียนไม่มีความ สนใจในสิ่งที่ตนเรียน การเรียนรู้และประโยชน์ที่จะได้จากการเรียนย่อมจะมีน้อยหรือแทบจะไม่

เกิดขึ้น โดยมีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวเกี่ยวกับเรื่องของความสนใจ สรุปได้ดังนี้

Tomlinson (2001, pp. 52-59) ได้อธิบายเกี่ยวกับความสนใจ ว่าเป็นการสร้าง ความตระหนักว่าโรงเรียนมีสิ่งตอบสนองความต้องการเรียนเรื่องนั้น ๆ ของนักเรียน ทุกการเรียนรู้ มีความเชื่อมโยงกัน กระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนมากขึ้น มีวิธีการมากมายในการสร้างความสนใจ ของนักเรียน และเชื่อมความสนใจนั้นเข้ากับเนื้อหาอื่น ๆ ให้จำไว้เสมอว่าการปรับการสอนตาม ความสนใจของนักเรียนสามารถนำไปปรับใช้กับการสอนแบบอื่น ๆ ได้ แม้ว่าการปรับการสอนง่าย กว่าหากปรับสอนตามประเภทของความสนใจ ไม่ควรแยกการสอนเป็นประเภทนั้น ๆ แต่ควรนำ การสอนแต่ละประเภทมารวมกันเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการวางแผนและการสอน

สุดใจ เหล่าสุนทร (2549, น. 91) ได้กล่าวถึงเรื่องของความสนใจ สรุปได้ว่า ความ สนใจ นั้นเกิดขึ้นจากการกระตุ้นเตือนหรือแรงจูงใจ (Motives) และความสนใจนั้นเมื่อเกิดขึ้นแล้ว จะต้องมุ่งไปให้ถึงผลสำเร็จ

มาลินี จุฑะรพ (2537, น. 138-142) ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับความสนใจสรุปได้ว่าเป็น ความโน้มเอียงที่บุคคลจะเลือกหรือกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ตนเองชอบ ความสนใจของผู้เรียนรู้เกิดขึ้น จากแรงจูงใจ (Motivation) ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของบุคคล สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนอยาก รู้ อยากเห็นและเกิดความสนใจเป็นพิเศษได้

ดังนั้นความสนใจในการเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้สอนทราบความต้องการ ของผู้เรียนได้ เพราะผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ความกระตือรือร้นในการเรียนที่ ผู้สอนจะจัดกิจกรรมต่าง ๆ บอกถึงประโยชน์ในการใช้ความรู้ที่ได้ศึกษาแก่ผู้เรียน เป็นประตูที่นำไป สู่โลกกว้าง การพัฒนาความสนใจนั้น ๆ ช่วยเบิกทางให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ การคำนึงถึง ความสนใจที่มีอยู่แล้วและความสนใจที่มีแนวโน้มที่จะพัฒนาของนักเรียนมีประโยชน์ต่อทั้งผู้สอน และนักเรียน นอกจากนี้นักเรียนควรที่จะเพิ่มความรู้เกี่ยวกับวิธีที่นักเรียนหรือบุคคลอื่นใช้ในการ แสดงความคิดและความคิดเห็น ผู้สอนจะต้องเปิดรับความสนใจของนักเรียน ผู้สอนควรทำให้นักเรียนรู้สึกว่าคุณสอนเปิดรับความสนใจของพวกเขา และให้พวกเขาบอกกับคุณจนถึงสิ่งที่พวกเขา สนใจอยู่ นักเรียนจะมีความรู้สึกอยากเรียนมากขึ้น เมื่อนักเรียนคิดว่าพวกเขาสามารถเสนอความคิด เห็นเพื่องานพวกเขา และเชื่อว่าผู้สอนจะคอยให้ความช่วยเหลือ

### 3. วิธีการเรียนรู้ (Learning profile)

Tomlinson (2001, pp.60-66) ได้อธิบายเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ว่า เป็นวิธีการที่ นักเรียนต้องการในการเรียนรู้ข้อมูลหรือทักษะใหม่ ๆ เช่น การมองเห็นด้วยมือโดยใช้วิธีการอนุมาน และมีปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ปัจจัยที่ส่งผลต่อวิธีการเรียนรู้ ได้แก่ การแบ่งกลุ่มผู้เรียนตามวิธีการเรียนเป็นกลุ่ม ชอบเรียนเป็นคู่ และผู้สอนสามารถใช้ปัจจัยดังกล่าวมาช่วยวางแผนหลักสูตรและวางแผนการสอน เพื่อให้เหมาะสมกับนักเรียน ปัจจัยดังกล่าวมีความคาบเกี่ยวกัน แต่ปัจจัยแต่ละปัจจัยนั้นสำคัญกับวิธีการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนของนักเรียน ปัญหา เพศ และวัฒนธรรมล้วนส่งผลต่อรูปแบบการเรียนรู้

Brown (2000, p.113) อธิบายความหมายของลีลาการเรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้ ว่าเป็นวิธีการที่เราเรียนรู้สิ่งหนึ่งเป็นปกติ และวิธีที่เราใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งการเลือกใช่วิธีดังกล่าว ขึ้นอยู่กับการเชื่อมโยงที่ไม่สามารถแยกแยะได้ระหว่างบุคลิกภาพ และสติปัญญา การเชื่อมโยงนี้หมายถึง วิธีเฉพาะที่ผู้เรียนแต่ละคนใช้ในการเรียนรู้ภาษา ลีลาการเรียนรู้ หมายถึง วิธีการเรียนที่เกี่ยวข้องกับบริบทการเรียนการสอน

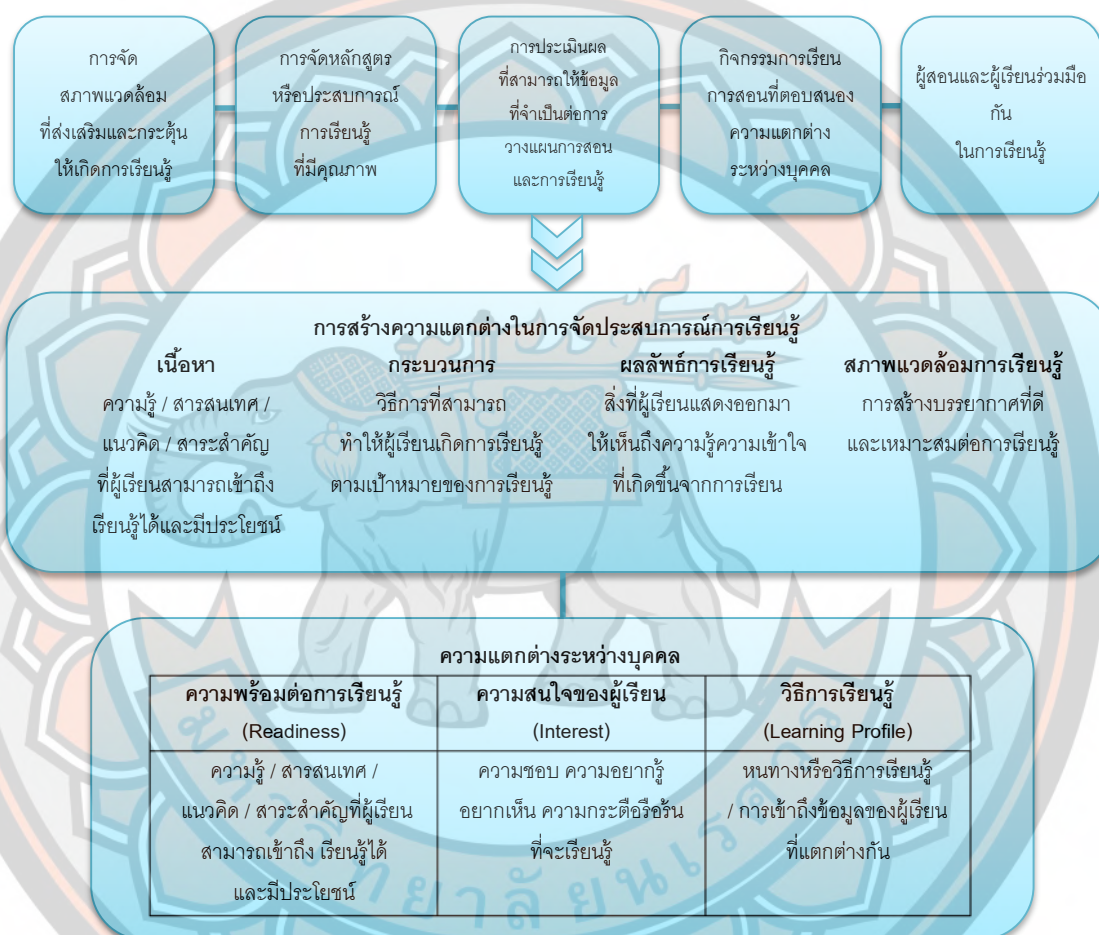
กรมวิชาการ (2544, น. 2) ได้ให้ความหมายของวิธีการเรียน หมายถึง พฤติกรรม หรือ การปฏิบัติของผู้เรียนในการจัดการเกี่ยวกับการเรียน ซึ่งแตกต่างกันตามสติปัญญา ลักษณะเฉพาะของผู้เรียนและสภาพแวดล้อมทางการเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

ทิตินา เขมมณี (2550, น. 2) ได้ให้ความหมายลีลาการเรียนรู้ หรือวิธีการเรียนรู้ หรือแบบการเรียนรู้ หมายถึง ลักษณะหรือวิธีการเรียน หรือวิธีการคิด หรือวิธีการแก้ปัญหา ที่บุคคลชอบหนีหรือมีความถนัดในการใช้เป็นประจำหรือ ใช้เป็นส่วนใหญ่ในการเรียนรู้เรื่องต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน และเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ช่วยให้บุคคลนั้นเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด เนื่องจากมีความสอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ กระบวนการทางสติปัญญาสภาพแวดล้อมและประสบการณ์ของบุคคลนั้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า วิธีการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันหลายแบบ ในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ครูจึงต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ในตัวผู้เรียนให้มากที่สุด เพื่อเลือกวิธีการสอนและกลยุทธ์ในการพัฒนาผู้ที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายวิธีเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ ความสนใจ ความพร้อมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนั้น บทบาทของครูต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวก เพื่อน และผู้ให้คำชี้แนะเพื่อเติมเต็มให้กับนักเรียนได้เรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดให้อย่างเต็มศักยภาพ

ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า การเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลที่มีประสิทธิภาพนั้นต้องตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ ความสนใจความพร้อมของผู้เรียนแต่

ละคน ความสอดคล้องกับหลักสูตรและเนื้อหา และให้ความสำคัญต่อจุดประสงค์และกลยุทธ์ของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงซึ่งสามารถสรุปหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพ 5 หลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

ที่มา: Tomlinson, 2001, p.35

### 3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

จันทรเพ็ญ ภูโสภา (2557, น. 187 - 188) ได้กล่าวว่า กลุ่มเกสทอลท์ (Gestalt) มีหลักการและแนวคิดที่สำคัญในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มนี้เน้นว่าการเรียนรู้ต้องอาศัยประสบการณ์เดิมมาเชื่อมโยงกับปัญหาใหม่ และการที่คนเกิด Insight

เกิดความคิดที่จะแก้ปัญหาได้นั้นเนื่องจากสิ่งแวดล้อมให้เข้ากับประสบการณ์เดิม ซึ่งเป็นความสำคัญของกระบวนการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและกระบวนการเรียนรู้สิ่งเร้าที่สำคัญคือ สิ่งเร้าที่ผู้เรียนรับรู้ การรับรู้เป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนรู้โดยไม่ต้องมีการลงมือทดลอง ผู้เรียนสามารถเกิดการหยั่งรู้ในการแก้ปัญหา ไม่จำเป็นต้องเสริมแรง ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนควรเป็นลักษณะที่ผู้เรียนเห็นรูปร่างทั้งหมด หรือโครงสร้างรวมก่อนแล้วจึงเรียนส่วนย่อย ๆ การเรียนในแต่ละวิชา อาจแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ที่แต่ละหน่วยมีความหมายสมบูรณ์ และมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน เช่น สอนเรื่องประเทศไทย ผู้สอนเริ่มต้นด้วยแผนที่ประเทศไทยแล้วแบ่งออกเป็นภาคต่าง ๆ แต่ละภาคถือว่าเป็นหน่วยบทเรียนที่มีความหมายและความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับภาคอื่น ๆ

Tomlinson (2010, p. 9) ได้ให้ความสำคัญในเรื่องของการสร้างความรู้ หรือประสบการณ์ใหม่อย่างต่อเนื่องในตัวผู้เรียนว่าเป็นสิ่งที่ดีที่สุดของการจัดการศึกษา และให้นำหนักในเรื่องของประสบการณ์ทางสังคม ความสนใจส่วนบุคคล และความพยายามที่จะสร้างความหมายในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังกล่าวว่า การค้นพบและการเกิดขึ้นของความรู้ใหม่ในตัวผู้เรียนนั้นเกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างตัวผู้เรียนและกลุ่ม โดยผ่านกระบวนการสนทนาหรือเจรจาต่อรองที่เกิดขึ้นในกลุ่ม ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้วิธีการอธิบายความคิดของตนเองให้ผู้อื่นฟัง การหาเหตุผลเพื่อสนับสนุนในความคิดของตน ตลอดจนถึงการพยายามทำให้ผู้อื่นคล้อยตามความคิดตน ซึ่งผลลัพธ์ที่ผู้เรียนจะได้จากกระบวนการดังกล่าว คือ การสร้างและการแบ่งปันความรู้ใหม่

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนควรจะลดบทบาทในการมองตัวเองว่าเป็นผู้เก็บงำและผู้ให้ความรู้ในห้องเรียนแต่เพียงผู้เดียวไปสู่การเป็นผู้จัดโอกาสแห่งการเรียนรู้แทน ลดการให้ความสำคัญกับการที่จะต้องรู้ทุกคำตอบเป็นทำความรู้จักผู้เรียน ของตนเองให้มากขึ้นและช่วยให้ผู้เรียนสร้างความหมายของการเรียนรู้จากประสบการณ์ของเขาเอง

Piaget (n.d. as cited in Tomlinson, 2010, p. 9) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการคิดและ เรียนรู้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และได้อธิบายว่าการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปตามพัฒนาการทางสติปัญญา 4 ขั้น คือ ขั้นประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (Sensorimotor stage) ขั้นก่อนปฏิบัติการคิด (Preoperational stage) ขั้นปฏิบัติการคิดด้วยรูปธรรม (Concrete Operational stage) และขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (Formal Operational Stage) โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีภาระงานแห่งการรู้คิดอยู่ (Cognitive

Tasks) ที่ทุกคนจะต้องผ่านไปให้ได้ก่อนที่จะเข้าสู่พัฒนาการในขั้นสูงต่อไป พัฒนาการดังกล่าวจะดำเนินไปอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และเป็นธรรมชาติ ดังนั้น ไม่ควรที่จะเร่งพัฒนาการของผู้เรียนจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่งอย่างรวดเร็ว การเคารพระดับสติปัญญาและการจัดประสบการณ์ส่งเสริมพัฒนาการในแต่ละช่วงอย่างเหมาะสมจะสามารถทำให้ผู้เรียนพัฒนาไปได้อย่างรวดเร็ว ทฤษฎีดังกล่าวจึงเป็นฐานแนวคิด การจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล 3 ประเด็นสำคัญ ได้แก่

1. ประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเมื่อประสบการณ์นั้น เหมาะสมกับลำดับขั้นพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน
2. ประสบการณ์ใหม่ที่ผู้เรียนได้รับควรมีความรู้เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่
3. ผู้เรียนทุกคนต่างมีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกันในการเริ่มเรียนครั้งแรก

ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนจึงควรจัดเตรียมประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความท้าทาย มีความรู้เหมาะสม ให้ความสำคัญกับความสนใจและระดับสติปัญญาที่แตกต่างกันในแต่ละตัวบุคคล

Vygotsky (n.d. as cited in Tomlinson, 2010, p. 10-11) ได้ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมว่าเป็นส่วนหนึ่งที่จะส่งเสริมความฉลาดและกระบวนการเรียนรู้ในพัฒนาการของเด็ก เขาเชื่อว่าตัวเราทุกคนมีปฏิภิกิริยา มีสื่อสัมพันธ์กับสังคมและวัฒนธรรม ซึ่งทำให้เราเป็นมนุษย์ที่มีความฉลาด และแตกต่างจากสัตว์มนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ทั้งจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมทางสังคม คือวัฒนธรรมที่สังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันสังคมต่าง ๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล และภาษา ยังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและพัฒนาเชาว์ปัญญาขั้นสูง

นอกจากนั้น Vygotsky ยังได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (Zone of Proximal Development) คือการกล่าวถึงระดับพัฒนาการ 2 ระดับ คือ ระดับพัฒนาการที่เป็นจริง (Actual Development Level) และระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ (Potential Development Level) ระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่เป็นจริงและระดับพัฒนาการที่สามารถจะเป็นไปได้ เรียกว่า พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ หรือคือบริเวณที่ผู้เรียนกำลังจะเข้าใจในบางสิ่งบางอย่าง และอาจมีความแตกต่างกันในตัวของผู้เรียนแต่ละคน พื้นที่รอยต่อแห่งพัฒนาการแสดงให้เห็นถึงขีดจำกัดของพัฒนาการของผู้เรียนในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่แท้จริงซึ่งกำหนดโดยลักษณะการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลกับระดับของศักยภาพ



แห่งพัฒนาการที่กำหนดโดยผ่านการแก้ปัญหาภายใต้คำแนะนำและการช่วยเหลือของผู้ใหญ่หรือเพื่อนที่มีความสามารถเหนือกว่าหรือที่เรียกกันว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding)

การจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเกี่ยวข้องโดยตรงกับเรื่องของ พื้นที่รอยต่อพัฒนาการ และการเสริมต่อการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นปัจเจกโดยที่ผู้สอนจะต้องสามารถประเมินระดับการเรียนรู้และความรู้เข้าใจจากการทำงานของนักเรียน และนำไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนรู้ อันจะช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถก้าวข้ามผ่านรอยต่อพัฒนาการนั้นได้สำเร็จ

นอกจากนั้น Joyce, & Weil (2009, p. 20-23) ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนระดับบุคคล (The Personal Family) ที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนรู้เห็นความสำคัญและศักยภาพของตนเองเน้นให้ผู้เรียนรู้เห็นความสำคัญกับมุมมองของปัจเจกบุคคล ส่งเสริมความรู้เป็นตัวของตัวเองในทางสร้างสรรค์โดยมีแนวคิดสำคัญ คือเป็นการสอนที่เน้นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียนและผู้สอน โดยผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะแนวทางให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่ผู้เรียนปรารถนาเป็นผู้คอยให้ข้อมูลเกี่ยวกับความก้าวหน้าทางการเรียนช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยอาจใช้วิธีการเรียนตามลำพัง การเรียนแบบร่วมมือ การใช้เทคนิคแบ่งกลุ่มย่อย (Small Group Techniques) หรือ วิธีการแนะแนวก็ได้ และยังได้กล่าวถึง บรรยากาศที่ไม่ปลอดภัย สำหรับผู้เรียน สามารถสกัดกั้นความสำเร็จของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้ ดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องระมัดระวัง ไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกในทางลบ เช่น การดูต่ำกว่ากล่าว การแสดงความไม่พอใจ หรือวิพากษ์วิจารณ์ผู้เรียน

#### 4. หลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

Tomlinson (2001, pp. 21-75) ได้เสนอหลักการสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่เน้น ความแตกต่างระหว่างบุคคล สรุปได้ดังนี้

1. ห้องเรียนที่ยึดหลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล คือ ห้องเรียนที่มุ่งให้ความสนใจต่อความสำเร็จของผู้เรียนแต่ละคน

2. การสร้างสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้เป็นหัวใจสำคัญต่อความสำเร็จของผู้เรียน โดยผู้สอนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

2.1 สร้างบรรยากาศที่เป็นมิตร และเห็นคุณค่าของผู้เรียนทุกคน ทำให้ผู้เรียนรู้เกิดความรู้สึกเป็นที่ยอมรับทั้งจากครูและเพื่อนในห้อง

2.2 เชื่อมั่นในความสามารถที่จะเรียนรู้ของผู้เรียน และสนับสนุนการเกิดขึ้นแห่งการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเต็มที่

2.3 สร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกันเพื่อขยายความรู้ของตนเองสู่คนอื่น ๆ และในขณะเดียวกันก็ได้เรียนรู้จากผู้อื่นด้วยเช่นกัน

2.4 ห้องเรียนจะต้องเป็นสถานที่ที่ปลอดภัยต่อความรู้สึกของความสำเร็จและความล้มเหลวของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา

2.5 การมอบหมายงานที่ยากและหนักนั้นต้องแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียน

2.6 การออกแบบกิจกรรมในห้องเรียนต้องเป็นไปเพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุเป้าหมายของตนเอง

3. ผู้สอนต้องให้ความสำคัญยิ่งยวดต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล กล่าวคือ

3.1 ตระหนักเสมอว่ามนุษย์ทุกคนต่างมีความต้องการขั้นพื้นฐานเหมือนกัน ได้แก่ ความต้องการพื้นฐานทางกาย ความต้องการความปลอดภัย ความต้องการเป็นเจ้าของและความรัก ความต้องการเป็นที่ยอมรับ ความต้องการความสำเร็จ และความต้องการที่จะแบ่งปัน เป็นต้น

3.2 ตระหนักว่าการบรรลุความต้องการดังกล่าวนั้นเกิดขึ้นจากความพยายามของแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและระบบการสนับสนุนที่แตกต่างกัน

3.3 ตระหนักว่าด้วยความรู้เข้าใจเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคล จะช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถบรรลุความต้องการพื้นฐานต่าง ๆ ได้

3.4 การที่จะให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ที่จำเป็นได้นั้น ผู้สอนควรสร้างและเสนอวิธีการหลาย ๆ แบบเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกวิธีการบรรลุเป้าหมายที่เหมาะสมกับตนเอง

4. การจัดหลักสูตรหรือประสบการณ์การเรียนรู้ต้องคำนึงถึงการสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน ได้แก่ คำนึงถึงความรู้ ความรู้เข้าใจ และทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นของวิชาอย่างครอบคลุม กล่าวคือ

4.1 มีความชัดเจนในการกำหนดและวิธีการนำเสนอสาระสำคัญของบทเรียนที่น่าสนใจและมีความหมายเหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

4.2 เนื้อหาสำหรับผู้เรียนที่กำลังพยายามเรียนรู้ควรเป็นข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่เชื่อมโยงกัน ไม่แยกส่วนจนทำให้ผู้เรียนรู้สึกกับข้องใจ ในขณะเดียวกันก็มีความท้าทายต่อผู้เรียน ที่มีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ที่จะการพยายามแสวงหาคำตอบ

4.3 ทั้งตัวผู้สอน ตัวผู้เรียน เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ต้องมีความรู้เชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างแท้จริง ที่จะรับประกันได้ว่าหลักสูตรหรือการจัด

ประสบการณ์การเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาการเรียนรู้ตามเป้าหมายความสำเร็จของผู้เรียนแต่ละคนได้อย่างสูงสุด

#### 5. การประเมินผลการเรียนรู้ไม่แยกออกจากการสอน กล่าวคือ

5.1 การประเมินผลการเรียนรู้เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยและต่อเนื่อง

5.2 ผลการประเมินผลการเรียนรู้เป็นข้อมูลที่สะท้อนให้เห็นถึงความพร้อมต่อการเรียน ความสนใจในบทเรียน และวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน

5.3 ผลการประเมินการเรียนรู้แต่ละครั้งจะเป็นข้อมูลสำหรับผู้สอนในการเตรียมการสอนครั้งต่อไป

5.4 การประเมินผลการเรียนรู้ คือสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเองไม่ว่าจะเป็นเรื่องของความรู้ ความรู้เข้าใจ และทักษะต่าง ๆ มากกว่าเป็นสิ่งที่รวบรวมแต่ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นของผู้เรียน

6. ผู้สอนควรทำการออกแบบหรือปรับปรุงเนื้อหา กระบวนการ และผลลัพธ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความพร้อมต่อการเรียน ความสนใจส่วนบุคคล และลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนโดย

6.1 ใช้ข้อมูลจากการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นแนวทางในการออกแบบ หรือปรับปรุงเนื้อหา กระบวนการ ผลลัพธ์การเรียนรู้ ตลอดจนถึงสภาพแวดล้อมการเรียนรู้สำหรับ ผู้เรียนโดยเนื้อหา (Content) หมายถึง สิ่งที่ผู้สอนต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ รวมถึงสื่อ วัสดุ ตลอดจนถึงกลไกต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและเรียนรู้สิ่งที่เป็นสาระสำคัญของบทเรียนได้ กระบวนการ (Process) หมายถึง การออกแบบกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ การประยุกต์ใช้ ตลอดจนถึงความสามารถในการถ่ายโยงความรู้เข้าใจในการเรียนของตนเอง ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Product) หมายถึง การแสดงออกหรือการขยายความรู้สู่ผลงานหรือชิ้นงานของผู้เรียน

6.2 คำนึงถึงความพร้อมต่อการเรียน ความสนใจส่วนบุคคล และลักษณะการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล โดย

6.2.1 ความพร้อมต่อการเรียน (Readiness) หมายถึง สภาวะที่บุคคลพร้อมที่จะเรียน หรือคือจุดที่ผู้เรียนพร้อมที่จะเข้าถึงความรู้ ความเข้าใจ การใช้ทักษะต่าง ๆ และการเข้าถึง ความพร้อมต่อการเรียนของผู้เรียน ณ เวลานั้นอาจจะไม่เท่ากัน

6.2.2 ความสนใจส่วนบุคคล (interest) หมายถึง สภาวะที่ผู้เรียนเกิดความรู้สึกรัก ชอบ อยากรู้ อยากเห็น และมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนเนื้อหาหรือทักษะใด ๆ

6.2.3 ลักษณะการเรียนรู้ (Learning Profile) หมายถึง หนทางหรือวิธีการเรียนรู้ ของผู้เรียนแต่ละคนที่เกิดจากลักษณะของความสามารถทางปัญญา เพศ สังคม วัฒนธรรม ตลอดจนถึงลีลาการเรียนรู้

#### 7. ผู้สอนและผู้เรียนต่างร่วมมือกันในการเรียนรู้

7.1 ผู้สอนต้องทำหน้าที่เป็นผู้นำที่มีประสิทธิภาพ เอาใจใส่ผู้เรียนอย่างใกล้ชิด เพื่อ นำพาผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้

7.2 ผู้สอนและผู้เรียนทำการวางแผนร่วมกันในการกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ทั้ง ในระดับห้องเรียน ระดับกลุ่ม และระดับส่วนบุคคล ตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ วิเคราะห์ปัจจัยแห่งความสำเร็จและความล้มเหลว ค้นหาวิธีการที่จะประสบความสำเร็จที่หลากหลาย และเรียนรู้จากความล้มเหลวร่วมกัน

นอกจากนั้น Gregory, & Chapman (2007, pp. 17-33) ได้เสนอแนะวิธีการวางแผนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ดังนี้

1. กำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ต้องการสอนโดยพิจารณาจากมาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ต่าง ๆ ของรายวิชา ซึ่งผู้สอนจะต้องทำการวิเคราะห์ให้ได้มาซึ่งสาระสำคัญที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ และสิ่งที่ผู้เรียนจะต้องสามารถปฏิบัติได้หลังจากการเรียนรู้
2. ดำเนินการวิเคราะห์ความพร้อมต่อการเรียนของผู้เรียนจากการเลือกใช้กลวิธีในการ ประเมินผลการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เช่น บันทึกการเรียนรู้ การสังเกต การเขียนบันทึกประจำวัน การ ประเมินผลการปฏิบัติงาน ฯลฯ)
3. เลือกกลวิธีจัดการเรียนการสอนตามความพร้อมและความสนใจของผู้เรียนแต่ละ บุคคล โดยอาจทำการแบ่งกลุ่มขนาดเล็ก การจัดเตรียมทรัพยากรที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
4. เลือกยุทธวิธีการประเมินผลผู้เรียนโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ของความสำเร็จของตนเองกับผู้อื่น

หลักการสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล คือ การจัดการเรียนการสอนที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล 3 ด้าน ได้แก่ ความพร้อมต่อการเรียนรู้ ความสนใจ และลีลาการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการสร้างความแตกต่างในการจัด ประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนในด้านเนื้อหา กระบวนการ และผลลัพธ์การเรียนรู้ให้ ความสำคัญกับการจัดสภาพแวดล้อมที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ผู้สอนและผู้เรียนร่วมมือกันในการ

เรียนรู้ ตลอดจนถึงการประเมินผลการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ข้อมูลที่เป็นต่อการวางแผนการสอนและการเรียนรู้

## ประสิทธิภาพของนวัตกรรม

### 1. ความหมายของประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ได้ให้ความหมายของประสิทธิภาพไว้ว่า ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานหรือความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายาม และค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output) ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี (Doing the thong right)

### 2. การกำหนดประสิทธิภาพ

สำหรับการกำหนดประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาเท่าที่นิยมใช้ จะมี 3 เกณฑ์ ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ ประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาเกณฑ์ใด เกณฑ์หนึ่งจากสามเกณฑ์นี้ มีหลักพิจารณาดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2552, น. 50-51)

ถ้านวัตกรรมศึกษานั้น ๆ มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็ใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75

แต่ถ้าเนื้อหาสาระไม่ยากมากนัก มุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะปานกลางจะนิยมใช้เกณฑ์ ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุด

ในทำนองเดียวกัน ถ้าเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหาสาระมุ่งปฏิบัติหรือมุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติหรือมุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะการปฏิบัติ (Psychomotor Domain) จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90

นอกจากจะใช้เกณฑ์ ประสิทธิภาพตามหลักการที่กล่าวแล้วสิ่งที่นำมาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้เกณฑ์ คือพื้นฐานความรู้เดิมหรือความสามารถทางการเรียนรู้ของกลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้และกลุ่มเป้าหมายด้วยเช่นกัน

### 3. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

สถิติที่ใช้ในการประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ คำนวณได้จากสูตรการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้เกณฑ์ E1/E2 ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2552, น.103)

E1 คือ ประสิทธิภาพด้านกระบวนการของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้ หรือผลที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ

$$E1 = \frac{\frac{\sum X_1}{N} \times 100}{A}$$

$\sum X_1$  คือ คะแนนรวมของทุกคนจากแบบฝึกหัดย่อยแต่ละชุด หรือผลการปฏิบัติ  
แต่ละครั้ง

A คือ ผลรวมของคะแนนเต็มของจากแบบฝึกหัดย่อยแต่ละชุด หรือผลการปฏิบัติ  
แต่ละครั้ง

N คือ จำนวนผู้เรียน

E2 คือ ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นภายหลังการใช้  
สิ้นสุดลงหรือผลสรุปรวม

$$E2 = \frac{\frac{\sum X_2}{N} \times 100}{B}$$

$\sum X_2$  คือ คะแนนรวมของทุกคนจากการทดสอบสรุปรวม

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกปฏิบัติหลังการใช้นวัตกรรม

N คือ จำนวนผู้เรียน

#### 4. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพนั้นเป็นการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม การประเมินส่วนนี้เป็นการพิจารณาว่า เมื่อนำนวัตกรรมศึกษาภายหลังจากผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะภูมิหลังคล้ายคลึงใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมายแล้วผลจะเป็นประการใดโดยที่การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมมีลำดับขั้นตอนการประเมิน ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธิ, 2552, น. 50-51)

4.1 การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึง การนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะตัวแทนกลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่คุณลักษณะสูง ปานกลาง และต่ำกว่าปานกลาง การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่าการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่งมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อตรวจสอบว่า นวัตกรรมนั้นมีความเกี่ยวข้องของสร้างแรงจูงใจให้กับบุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของ

กลุ่มเป้าหมายเพียงไร คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในนวัตกรรมนั้นบุคคลเหล่านี้มีความรู้และความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นจึงมุ่งไปที่การค้นหาข้อจำกัดที่ได้จากคำแนะนำบอกเล่าของบุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนของคุณลักษณะกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่เป็นสำคัญ เพื่อที่จะนำคำแนะนำที่ได้นี้มาปรับปรุงนวัตกรรมตามที่กล่าว

4.2 การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งก็หมายถึงต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน แบ่งเป็นมีคุณลักษณะสูงกว่าปานกลาง 3 คน ปานกลาง 3 คน ต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นการประเมินแบบหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้จำนวนกลุ่มบุคคลทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กนี้จะมีการวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่าค่า E1/E2

#### 5. การเลือกนักเรียนมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน

นักเรียนที่ผู้สอนจะเลือกมาทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน ควรเป็นตัวแทนของนักเรียนที่เราจะนำสื่อหรือชุดการสอนนั้นไปใช้ ดังนั้น จึงควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2552, น. 138-139)

สำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพ 1:1 นั้น เป็นการนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะเหมือนตัวแทนกลุ่มเป้าหมายจะเลือกมา 3 คน โดยที่นักเรียนทั้ง 3 คน พิจารณาจากความสามารถทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์เฉลี่ย 1 คน มีความสามารถทางการเรียนในระดับกลาง ๆ 1 คน และต่ำกว่าเกณฑ์เฉลี่ย 1 คน ประสิทธิภาพแบบ 1:1 มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาว่านวัตกรรมที่สร้างขึ้นนั้นเมื่อนำไปใช้แล้ว กลุ่มบุคคลมีคุณลักษณะเป็นตัวแทนของกลุ่มเป้าหมายเพียงไร คำสั่ง คำชี้แจง และรายละเอียดที่มีอยู่ในนวัตกรรมนั้นบุคคลเหล่านี้มีความรู้และความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป ฟังสังเกตว่าการตรวจสอบประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้น มิได้มุ่งการใช้ค่าสถิติใด ๆ มาวิเคราะห์ยืนยันดัชนีหรือตัวบ่งชี้คุณภาพของนวัตกรรม

สำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นของนวัตกรรม เป็นนวัตกรรมการผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มี

คุณลักษณะคล้ายกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้นกว่าเดิมโดยอาจใช้จำนวน 6, 9, 12, หรือ 15 คน ก็ได้ การหาประสิทธิภาพเบื้องต้นก็คือการหาประสิทธิภาพ E1/E2 ดังที่กล่าวมา

## แผนการจัดการเรียนรู้

### 1. ความหมายของแผนการจัดการเรียนรู้

ลำลี รักสุทธิ (2553, น.16) กล่าวว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ แผนการหรือโครงสร้างที่จัดทำไว้เป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อการปฏิบัติการสอนในวิชาหนึ่งเป็นการเตรียมการสอนอย่างเป็นระบบ และเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูพัฒนาการจัดการเรียนการสอนไปสู่จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ และจุดมุ่งหมายของหลักสูตรอย่างมีประสิทธิภาพ

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 216) ได้ให้ความหมายของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อการเรียนรู้และการวัดผลประเมินผลที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2554, น.107) กล่าวว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หมายถึงการเตรียมการสอนอย่างเป็นลายลักษณ์อักษรไว้ล่วงหน้า เพื่อเป็นแนวทางการสอนสำหรับครูนั้น จะช่วยให้การเรียนการสอน บรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพข้อมูลที่ผู้สอนต้องเตรียมไว้ในการวางแผน ได้แก่

1. การกำหนดจุดประสงค์
2. การคัดเลือกเนื้อหา
3. การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน
4. การเลือกสื่อการเรียนการสอน
5. การวัดผลประเมินผล

สรุปได้ว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมและการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

### 2. ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

เพ็ญศรี พิลาสันต์ (2551, น. 57 - 58) กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้

1. ทำให้ผู้สอนสอนด้วยความมั่นใจ เมื่อเกิดความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ย่อม จะสอนด้วยความคล่องแคล่ว เป็นไปตามขั้นตอนอย่างราบรื่น ไม่ติดขัดเพราะได้เตรียมการทุกอย่างไว้พร้อมแล้ว การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก็จะดำเนินการไปสู่จุดหมายปลายทางอย่างสมบูรณ์



2. ทำให้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงตามหลักสูตร ทั้งนี้เพราะในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรทั้งด้านจุดประสงค์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาสาระที่จะสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การใช้สื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผล การประเมินผล แล้วจัดทำออกมาเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อผู้สอนสอนตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ย่อมจะทำให้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงตามจุดหมายและ ทิศทางของหลักสูตร

3. ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่มีวางแผน เนื่องจากในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนต้องวางแผน อย่างรอบคอบในทุกองค์ประกอบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมทั้งการจัดเวลา สถานที่ และ สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ซึ่งจะเอื้ออำนวยให้เกิดการเรียนรู้ได้โดยสะดวกและง่ายขึ้น

4. ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียนเพราะผู้สอนได้เตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้อย่างพร้อมเพรียง เมื่อผู้สอนเกิดความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ย่อมสอนด้วยความกระฉ่างแจ่ม ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนในบทเรียน อันส่งผลให้ ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอนและต่อวิชาที่เรียน

สุวิทย์ มูลคำ (2551, น.58) กล่าวถึง ความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. ทำให้เกิดการวางแผนวิธีสอนที่ดี วิธีเรียนที่ดี ที่เกิดจากการผสมผสานความรู้และ วิทยาการทางการศึกษา
2. ช่วยให้คุณผู้สอนมีคู่มือการจัดการเรียนรู้ที่ทำได้ล่วงหน้าด้วยตนเอง และทำให้ครูมี ความมั่นใจในการจัดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย
3. ช่วยให้คุณผู้สอนทราบว่าการสอนของตนได้เดินไปในทิศทางใด หรือทราบว่าจะ สอนอะไร ด้วยวิธีใด สอนทำไม สอนอย่างไร จะใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้อะไร และจะวัดและ ประเมินผลอย่างไร
4. ส่งเสริมให้คุณผู้สอนเฝ้าศึกษาหาความรู้ทั้งเรื่องหลักสูตร วิธีจัดการเรียนรู้ จะจัดหา และใช้สื่อแหล่งเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผล
5. ใช้เป็นคู่มือสำหรับครูที่มาสอนแทนได้
6. แผนการจัดการเรียนรู้ที่นำไปใช้และพัฒนาแล้วจะเกิดประโยชน์ต่อวงการการศึกษา
7. เป็นผลงานทางวิชาการที่แสดงถึงความชำนาญและเชี่ยวชาญของคุณผู้สอน สำหรับประกอบการประเมิน เพื่อขอเลื่อนตำแหน่งหรือวิทยฐานะครูให้สูงขึ้น

กนกวรณ แก้วชาธณ (2553, น. 23) กล่าวถึงความสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้  
ดังนี้

1. เป็นการเตรียมความพร้อมของครูผู้สอนในการวางแผนการสอน ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครูดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย
2. ครูผู้สอนจะได้ค้นคว้าหลักสูตร เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนศึกษา นักเรียนเพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม
3. เพื่อเป็นคู่มือการสอน และอำนวยความสะดวกแก่ครูผู้สอนแทน
4. ทำให้ครูได้เตรียมสื่อ/แหล่งเรียนรู้ เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เด็กจะได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อ/แหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสม ที่ครูได้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้า
5. เป็นหลักฐานแสดงข้อมูลด้านการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนต่อไป
6. เป็นหลักฐานแสดงความเชี่ยวชาญของครูผู้สอน ซึ่งสามารถนำไปเสนอเป็นผลงานทางวิชาการได้

สรุปว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความสำคัญต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก เพราะเป็นการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ล่วงหน้า โดยครูจัดเตรียมเนื้อหากระบวนการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ ตลอดจนการวัดผลประเมินผล ทำให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างราบรื่น และเกิดความมั่นใจในการสอน

### 3. ส่วนประกอบแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีจะต้องประกอบไปด้วยส่วนสำคัญอย่างน้อย 3 ส่วนที่เรียกว่า “OLE” ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ (Objectives = O) กิจกรรมการเรียนการสอน (Learning and teaching activities = L) และการประเมินผล (Evaluation = E) ซึ่งรวมเรียกว่า “ไตรยางค์การสอน” (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553, น. 6) ทั้งนี้ยังมีส่วนประกอบอื่น ๆ อีกหลายประการที่ครูสามารถนำไปบรรจุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้แผนการจัดการเรียนรู้นั้น ๆ มีความละเอียดและสามารถนำไปใช้ได้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพ ส่วนประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยส่วนประกอบ ดังนี้ (ชนาธิป พรกุล, 2557; พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์, และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2560)

3.1 สาระสำคัญหรือสังเขปหัวข้อสาระสำคัญหรือสังเขปหัวข้อ คือบทสรุปของเนื้อหา เป็นบทสรุปที่สั้นที่สุดของเนื้อหา คือหัวใจของเรื่อง (main idea) เป็นการเน้นถึงนิยาม ความหมาย หรือความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาในเรื่องที่จัดการเรียนการสอนหลักการทฤษฎี กฎ ตลอดจนคติพจน์หรือสัจพจน์

3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ คือผลที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในขณะที่ปฏิบัติการจัดการเรียนการสอนหรือภายหลังที่เสร็จสิ้นการเรียนการสอน อาจเรียกว่าจุดประสงค์ปลายทาง (curriculum objective) โดยทั่วไปจุดประสงค์การเรียนรู้จะถูกกำหนดไว้ในหลักสูตร โดยผลที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนควรครอบคลุมทั้ง 3 พิสัยตามทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมที่ได้จำแนกจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน (ทิสนา แชมมณี, 2550) ได้แก่ พุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย

3.2.1 พุทธิพิสัย มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่างๆ ซึ่งเนื้อหาสาระนั้นอาจอยู่ในรูปของข้อมูล ข้อเท็จจริงมโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด ทั้งนี้ผู้เรียนอาจเกิดการเรียนรู้เพียงระดับใดระดับหนึ่งหรืออาจเกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นจนถึงขั้นสูงสุดตั้งแต่นั้นความรู้ความจำ เข้าใจ นำไปใช้ วิเคราะห์สังเคราะห์และประเมินค่า

3.2.2 ทักษะพิสัย เป็นการเน้นความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียน มุ่งช่วยพัฒนาความสามารถผู้เรียนในด้านการปฏิบัติ การกระทำหรือการแสดงออกต่าง ๆ

3.2.3 จิตพิสัย เป็นการเน้นความรู้สึกนึกคิดที่ดีภายในใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือคุณธรรมในตัวของผู้เรียน พัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกเจตคติ ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมที่พึงประสงค์ครูผู้สอนควรทำความเข้าใจกับจุดประสงค์การเรียนรู้ซึ่งก็คือผลที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนโดยทบทวนและตรวจสอบให้ชัดเจนตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ 6 ด้านที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตรซึ่งมีเป้าหมายสูงสุดให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนครอบคลุมทั้ง 3 พิสัย

3.3 หลักฐานการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรมีการวางแผนในการหาหลักฐานการเรียนรู้และระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น โครงงาน ชิ้นงาน หรืออื่นๆ เพื่อแสดงผลและหลักฐานเชิงประจักษ์ของการจัดการเรียนรู้ สามารถตรวจสอบและใช้เป็นหลักฐานหนึ่งสำหรับการให้คะแนน (ดร.ณิ รุจกรกานต์, 2553, น. 18)

3.4 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หรือ จุดประสงค์นำทาง (instructional objective) ในแผนการจัดการเรียนรู้ คือข้อความระบุพฤติกรรมที่ผู้สอนคาดหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนหลังจากผ่านการเรียนการสอนแล้ว โดยมีองค์ประกอบครบ 3 ประการ (อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553) คือ

3.4.1 พฤติกรรมที่คาดหวัง โดยขึ้นต้นด้วยคำกริยาและลงท้ายด้วยคำว่าได้

3.4.2 สถานการณ์ คือสภาพการณ์หรือเงื่อนไขในการให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรม

ออกมา

3.4.3 เกณฑ์ คือการกำหนดปริมาณการแสดงพฤติกรรมว่าผู้เรียนจะต้องทำ  
ได้มากน้อยเพียงใด จึงจะเป็นที่ยอมรับ อย่างไรก็ตาม อาจเขียนเฉพาะพฤติกรรมที่คาดหวังโดยละ  
สถานการณ์และเกณฑ์ไว้ในฐานที่เข้าใจอย่างไรก็ตามการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมต้องให้  
สอดคล้องกับจุดประสงค์ทั่วไป

3.5 เนื้อหาวิชาหรือสาระการเรียนรู้เนื้อหาวิชาหรือสาระการเรียนรู้ หมายถึงเนื้อหา  
(content) ที่ครูต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มี 3 ประเภท ได้แก่ 1) ข้อเท็จจริงทฤษฎี หรือ  
หลักการ (พุทธิพิสัย) 2) การปฏิบัติทักษะ กระบวนการ การกระทำ (ทักษะพิสัย) 3) เจตคติ ค่านิยม  
คุณธรรม (จิตพิสัย) เมื่อวิเคราะห์เนื้อหาว่าอยู่ในประเภทใดแล้ว ครูสามารถมองไปถึงวิธีการสอนที่  
เหมาะสม (ชนาธิป พรกุล, 2557, น. 229-233) โดยเขียนขึ้นต้นด้วยคำนาม เป็นหัวข้อเรื่องและผู้เรียน  
จะได้เรียนรู้อาจเขียนเนื้อหาวิชาทั้งหมด หรือเขียนเพียงหัวข้อ พร้อมเนื้อหาสรุปในแต่ละหัวข้อ และ  
ระบุว่า“รายละเอียดอยู่ในเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้”

3.6 กิจกรรมการเรียนรู้หรือกิจกรรมการเรียนการสอนคำว่า “กิจกรรมการเรียน  
การสอนและ “กิจกรรมการเรียนรู้” ปัจจุบันคำทั้ง 2 คำนี้ถูกนำมาใช้ในความหมายเดียวกัน คือเป็น  
การกระทำของครูและผู้เรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนตามขั้นตอนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้  
สามารถแสดงพฤติกรรมได้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน (ชนาธิป พรกุล, 2557) การจัด  
กิจกรรมการเรียนการสอนต้องจัดให้สอดคล้องกับหลักสูตรซึ่งในปัจจุบันมุ่งให้จัดโดยเน้นผู้เรียนเป็น  
สำคัญ หมายถึงเน้นที่บทบาทของผู้เรียน ให้ใช้วิธีสอนที่หลากหลาย นอกจากนี้ต้องจัดให้เหมาะสม  
กับวัย ความสามารถ ความสนใจของผู้เรียน ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและลักษณะของ  
เนื้อหาวิชาและเป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและสติปัญญา  
(อาภรณ์ ใจเที่ยง, 2553)

3.7 สื่อการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนจำแนกได้เป็น 3 ประเภท คือ

3.7.1 สื่อที่เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์ โปรแกรม ฯลฯ

3.7.2 สื่อที่เป็นวัสดุ ได้แก่ รูปภาพ แผนที่ หุ่นจำลอง ใบงาน อุปกรณ์ชิ้นงาน  
ใบความรู้ ฯลฯ

3.7.3 สื่อที่เป็นเทคนิคหรือวิธีการสอนแบบ ต่าง ๆ เช่น เกม บทบาทสมมติ กรณี  
ตัวอย่าง ฯลฯ

ตัวอย่างการเขียนสื่อการเรียนการสอน ในแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การเรียน  
จากประสบการณ์จริง การเรียนด้วยหุ่นจำลองใกล้ของจริง การแสดงละคร การสาธิตทดลอง  
การศึกษานอกสถานที่ การจัดนิทรรศการ การจัดบทเรียนทางโทรทัศน์ การเรียนด้วยภาพนิ่ง

ภาพเขียน ภาพถ่าย การใช้เครื่องบันทึกเสียงในบทเรียนที่จัดขึ้น การเรียนด้วยทัศนสัญลักษณ์ เช่น แผนภูมิแผนผัง แผนภาพ แผนสถิติ ฯลฯ

3.8 การวัดและประเมินผล ในการวางแผนด้านการวัดและประเมินผลครูผู้สอนสามารถเลือกใช้วิธีการวัดและประเมินผลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ เช่น สังเกตพฤติกรรม สังเกตความสนใจของนักเรียน พฤติกรรมการเข้าเรียน พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม การส่งงานที่ได้รับมอบหมายตรงเวลา สังเกตการทำงาน สังเกตการปฏิบัติกิจกรรม ประเมินการแสดงความคิดเห็น การอภิปรายของนักเรียน การมีส่วนร่วมในการอภิปราย คุณภาพการอภิปราย การให้นักเรียนทำหัตถ์ พังการตอบคำถามของนักเรียน พังการซักถามและการตอบคำถามของนักเรียน พังการนำเสนอผลงานของนักเรียน พังสรุปของนักเรียน ประเมินการนำเสนอผลงานโดยใช้เทคโนโลยี ประเมินจากการสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม ใช้แบบทดสอบ สอบวัดความรู้โดยใช้ข้อสอบปรนัย ประเมินผลด้วยแฟ้มสะสมงาน ตรวจสอบแบบฝึกหัด ตรวจสอบผลการปฏิบัติ ตรวจสอบผลงานของนักเรียน ประเมินรายงาน ตรวจสอบบันทึกข้อมูลโดยผู้เกี่ยวข้องกับนักเรียน ผลการประเมินผลงานตนเองของนักเรียน ผลการประเมินโดยเพื่อนนักเรียน หรือผลการประเมินโดยผู้ปกครองของนักเรียน ทั้งนี้ผลการประเมินทั้งหมดสามารถจัดเก็บไว้ในแฟ้มสะสมงานทั้งในรูปแบบเอกสารหรือ e-portfolio เพื่อบันทึกเป็นสมรรถนะความสามารถของผู้เรียนรายบุคคล (Wassef, Riza, Maciag, Worden, & Delaney, 2012)

3.9 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนจะทำการบันทึกหลังจากการจัดการเรียนรู้ทั้งในส่วนของผู้เรียนและการสอน (ชนาธิป พรกุล, 2557, น. 356) โดยสามารถบันทึกเป็น 3 หัวข้อ คือ 1) ผลการเรียนรู้เชิงปริมาณและคุณภาพ ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ พุทธิพิสัย จิตพิสัยและทักษะพิสัย ตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ 2) ปัญหาและอุปสรรคทั้งก่อนสอน ขณะสอน และหลังทำการสอน และ 3) ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไขเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ บรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนที่หลักสูตรกำหนด ทั้งนี้ ในบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้อาจมีผลการประเมินการสอนโดยผู้บริหารหรือผู้นิเทศการสอนประธานวิชา หรือผู้ร่วมงาน แนบไว้ท้ายสุด ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในหัวข้อดังกล่าวทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่นักเรียนต่อไป

วิลมรต์น์ สุนทรโรจน์ (2554, น.110-112) ได้กล่าวว่ารूपแบบของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ไม่มีรูปแบบตายตัวขึ้นอยู่กับหน่วยงานหรือสถานศึกษาแต่ละแห่งจะกำหนดซึ่งลักษณะส่วนใหญ่ของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จะคล้ายคลึงกัน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. แบบเรียงหัวข้อรูปแบบนี้จะเรียงตามลำดับก่อนหลัง โดยไม่ต้องตีตารางรูปแบบนี้  
ให้ความสะดวกในการเขียนเพราะไม่ต้องตีตารางแต่มีส่วนเสียคือยากต่อการดูให้สัมพันธ์กันใน  
แต่ละหัวข้อ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเรียงหัวข้อ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หน่วยที่.....

หน่วยย่อยที่ ..... ชั้น .....

เรื่อง ..... เวลาเรียน .....

1. สาระสำคัญ

.....  
.....

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

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

3. สาระการเรียนรู้

.....  
.....

4. สื่อการเรียนรู้

.....  
.....

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

5.2 ชี้นำเสนอความรู้ใหม่ (จัดการเรียนรู้)

5.3 ชี้นำฝึกทักษะ (นักเรียนฝึกปฏิบัติการศึกษาค้นคว้าเป็นกลุ่ม)

5.4 ชี้นำแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (นักเรียนเสนอผลงาน)

5.5 ชี้นำสรุปความรู้

6. การวัดและประเมินผล

.....  
.....

## 7. กิจกรรมเสนอแนะเพิ่มเติมหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2. แผนการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายหรือเรียงหัวข้อเป็นรูปแบบที่เขียนลำดับกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นเชิงบรรยายกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้โดยไม่ระบุชัดเจนว่านักเรียนทำอะไรดังตัวอย่าง

ตัวอย่างรูปแบบบรรยายหรือเรียงหัวข้อ

กลุ่มสาระ.....ชั้น.....  
ภาคเรียน.....ชื่อแผน.....เวลา.....ชั่วโมง

### 1. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.1.....

1.2.....

1.3.....

### 2. สาระการเรียนรู้

2.1.....

2.2.....

2.3.....

### 3. สมรรถนะที่สำคัญ คุณลักษณะอันพึงประสงค์

### 4. แหล่งการเรียนรู้

### 5. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ชี้นำ เข้าสู่บทเรียน

5.2 ชี้นำเสนอความรู้ใหม่

5.3 ชี้นำฝึกทักษะ

5.4 ชี้นำแลกเปลี่ยนเรียนรู้

5.5 ชี้นำสรุปความรู้

### 6. กระบวนการวัดและประเมินผล

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้กำหนดส่วนประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ส่วนหัวของแผน ประกอบด้วย ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อหน่วยการเรียนรู้ ชื่อเรื่องของแผนการจัดการเรียนรู้ ชั้นที่สอน จำนวนเวลาที่ใช้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การ

เรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล สื่อและอุปกรณ์ ภาระงาน ข้อเสนอแนะ บันทึกหลังสอน

#### 4. ประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้

สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2544, น.18) กล่าวถึงประโยชน์ของแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้มีความรู้ความเข้าใจ จุดมุ่งหมายของเรื่องที่จะจัดกิจกรรมและเลือกจัดกิจกรรมได้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ตรงกับความมุ่งหมายของหลักสูตร ส่งเสริมนักเรียนให้เรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนและทันเวลา
2. ช่วยให้ผู้มีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น เมื่อได้เตรียมการสอนอย่างดีแล้วการสอนก็จะเป็นไปอย่างเรียบร้อย
3. ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว เพราะเมื่อครูเตรียมการสอนดี ย่อมทำให้ผู้มีความมั่นใจในการจัดกิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนจนนักเรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจเร็วขึ้น
4. ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน เพราะการที่ครูมีความมั่นใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและจัดได้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน ทำให้นักเรียนเรียนด้วยความสนุกสนาน และเกิดเจตคติที่ดีต่อเรื่องที่เรียน
5. ทำให้นักเรียนเกิดความเลื่อมใสศรัทธาในตัวครู เพราะมีความมั่นใจว่ามีการเตรียมการสอนมาอย่างดีแล้ว กระบวนการเรียนการสอน ย่อมเป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนก็จะเกิดความเลื่อมใสในตัวครูยิ่งขึ้น
6. ถ้าครูมีความจำเป็น ไม่ได้สอนด้วยตนเอง ผู้สอนแทนก็สามารถสอนแทนได้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า แผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง การเตรียมการวางแผน การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไว้ล่วงหน้า อย่างเป็นระบบเพื่อช่วยให้ผู้สอนทราบทิศทางการสอนของตนจะดำเนินไปในทิศทางใด การเตรียมความพร้อมของการใช้สื่อ อุปกรณ์ แหล่งเรียนรู้ กระบวนการวัดและประเมินผลให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ช่วยให้ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดประโยชน์สูงสุดต่อนักเรียน และสนองตอบเจตนารมณ์ของหลักสูตร



## ความสามารถในการวิเคราะห์

### 1. ความหมายของความสามารถในการวิเคราะห์

ความสามารถในการวิเคราะห์ ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

รัสเซลล์ (Russel, 1956, pp. 181-182) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าเป็นการคิดเพื่อแก้ปัญหาชนิดหนึ่ง โดยผู้คิดจะต้องพิจารณาตัดสินเรื่องราวต่าง ๆ ว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย การคิดวิเคราะห์จึงเป็นกระบวนการประเมินหรือการจัดหมวดหมู่โดยอาศัยเกณฑ์ที่เคยยอมรับกันมาแต่ก่อน ๆ แล้วสรุปหรือพิจารณาตัดสิน

วัตสัน และเกลเซอร์ (Watson, & Glaser, 1964, p. 11) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้ และทักษะ โดยทัศนคติเป็นการแสดงออกทางจิตใจต้องการสืบค้นปัญหาที่มีความรู้จะเกี่ยวกับการใช้เหตุผลในการประเมินสถานการณ์ การสรุปความเที่ยงตรงและการเข้าใจในความเป็นนามธรรม ส่วนทักษะจะประยุกต์รวมอยู่ในทัศนคติและ ความรู้

บลูม (Bloom, 1976, p. 37) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า เป็นการตรึงตรอง และมีเหตุผลของบุคคลเป็นขั้นตอนโดยการเรียนรู้จากความรู้ การจำ การเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

เอนนิส (Ennis, 1985, p. 45) นิยามความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็นการคิดตรึงตรอง และมีเหตุผล เพื่อการตัดสินใจก่อนที่จะเชื่อหรือก่อนที่จะลงมือปฏิบัติ

มาร์ซาโน (Marzano, 2001, p. 38) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์คือการขยายความคิดอย่างมีเหตุผล เป็นการประยุกต์กระบวนการวิเคราะห์รายละเอียดเฉพาะของข้อมูลบนพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาเดิมที่สะสมอยู่ในความจำระยะสั้นในรูปแบบโครงสร้างขนาดเล็กของสติปัญญา เพื่อสร้างข้อมูลใหม่อย่างอิสระและสามารถสรุปลักษณะเฉพาะที่จำเป็นและไม่จำเป็นของข้อมูลได้

ทิสนา แชมมณี (2544, น. 6) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์หมายถึงการแยกข้อมูลหรือสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วใช้เกณฑ์จัดข้อมูลออกเป็นหมวดหมู่เพื่อให้เข้าใจและเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลในส่วนต่างๆ

ชาติ แจ่มนุช (2545, น.54) ได้ให้ความหมายการคิดวิเคราะห์ว่า เป็นการคิดที่สามารถแยกสิ่งสำเร็จรูป ได้แก่ วัตถุสิ่งของต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว หรือบรรดาเรื่องราว เนื้อเรื่องหรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ ตามหลักการหรือเกณฑ์ที่กำหนดให้ เพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญที่แฝงอยู่ภายใน

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น. 25) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการสืบค้นข้อเท็จจริงเพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างโดยการคิด ตีความ การจำแนกแยกแยะ และการทำความเข้าใจกับองค์ประกอบของสิ่งนั้นและองค์ประกอบอื่น ๆ ที่สัมพันธ์กัน รวมทั้งเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลและผลที่ไม่ชัดเจนกันระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น ด้วยเหตุผลที่หนักแน่นน่าเชื่อถือทำให้เราได้ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแก้ปัญหา ประเมิน และตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

จากนิยามข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาจำแนกแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานความรู้เดิม และพิจารณาได้ว่าส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวข้องมีความสัมพันธ์อย่างไรบ้าง อะไรที่เป็นเหตุ อะไรที่เป็นผล และเกี่ยวพันโดยอาศัยหลักการใด ซึ่งจะทำให้เราได้ ข้อเท็จจริงที่เป็นพื้นฐานในการตัดสินใจแก้ปัญหา ประเมิน และตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง

## 2. ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ทฤษฎีเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์ได้มีนักการศึกษาอธิบายเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

### ทฤษฎีคิดวิเคราะห์ของสเตอร์นเบอร์ก (Triarchic Theory)

สเตอร์นเบอร์ก (Sternberg, 1985, pp. 97-107) พบว่า ทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด (Componential sub theory) เป็นทฤษฎีที่มีพื้นฐานในการคิดวิเคราะห์โดยอธิบายถึงความแตกต่าง ระหว่างบุคคลว่ามีพฤติกรรมทางปัญญาไม่เหมือนกันทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิดเป็นการใช้การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการพื้นฐานในประมวลผลข้อมูลข่าวสารที่ทำให้เกิดพฤติกรรมทางปัญญา โดยทำให้เกิดปัจจัยพื้นฐานในการแก้ปัญหาแปลกใหม่ มีความคล่องในการประมวลผลข้อมูลข่าวสาร และปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมโดยเลือกสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับตนเอง

ทฤษฎีย่อยด้านกระบวนการคิด (Componential sub theory) เป็นกระบวนการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้นของสมอง ที่กระทำต่อโครงสร้างของสิ่งของต่าง ๆ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ โดยตัวส่งผ่านข้อมูลจากสิ่งที่ได้รับรู้เข้ามาเป็นมโนทัศน์ทางสมองจากมโนทัศน์ทางสมองหนึ่งไปสู่มโนทัศน์ทางสมองอื่น และเป็นการส่งผ่านมโนทัศน์ทางสมองไปสู่การแสดงออกซึ่งขึ้นอยู่กับความประสงค์ สำหรับรูปแบบมโนทัศน์โครงสร้างทางสมองอาจเป็นรูปภาพ ชุดของประพจน์ สมการ พีชคณิต หรือ อื่น ๆ กระบวนการคิดมีรูปแบบตามหน้าที่พื้นฐานแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ ส่วนประกอบด้านการปรับ ความคิด ส่วนประกอบการปฏิบัติ ส่วนประกอบการแสวงหาความรู้

1. ส่วนประกอบด้านการปรับความคิด (Componential sub theory) เป็นกระบวนการขั้นสูงในการวางแผน (Planning) การควบคุม (Monitoring) และการตัดสินใจ (Decision Making) และประเมินว่าสิ่งที่ทำแล้วเป็นอย่างไร เป็นกระบวนการคิดสั่งการ ส่วนประกอบการคิดอื่นๆ ว่าต้องทำอะไรในขณะเดียวกันก็เป็นข้อมูลย้อนกลับจากส่วนประกอบด้านการคิดต่างๆ ว่ามีปัญหาในการแก้ปัญหาหรือการปฏิบัติอย่างไรบ้าง

2. ส่วนประกอบด้านการปฏิบัติ (Performance Components) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องจากส่วนประกอบด้านการปรับความคิด แต่ขั้นตอนนี้เป็นการลงมือกระทำจริงใช้กลวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหาและต้องทำควบคู่กันไปกับส่วนประกอบความรู้คิดด้วย เพราะส่วนประกอบด้านการปรับความคิดอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา เพราะว่าเป็นแต่เพียงการตัดสินใจ แต่ยังไม่เป็นการลงมือปฏิบัติ และส่วนประกอบด้านการปฏิบัติเพียงอย่างเดียวก็ไม่เพียงพอในการแก้ปัญหา เพราะเป็นส่วนของการใช้กลวิธีเพื่อการแก้ปัญหา แต่ไม่ได้ตัดสินใจว่าจะใช้วิธีใด ซึ่งส่วนประกอบด้านการปฏิบัตินั้น มีส่วนประกอบย่อยๆ ที่สำคัญ คือ

2.1 การเข้ารหัส (Encoding Component) เป็นกระบวนการของการรับรู้และเก็บข้อมูลที่ได้รับใหม่ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและปริมาณของการเข้ารหัสเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดของการพัฒนาสติปัญญา โดยพบว่าคุณภาพและปริมาณของการเข้ารหัสจะค่อยๆ ลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น

2.2 การรวมและการเปรียบเทียบ (Combination and Comparison Component) ส่วนประกอบนี้จะเป็นการรวมและการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้รับมาและนำมาเป็นข้อมูลในการแก้ปัญหา

2.3 การตอบสนอง (Response Component) เป็นกระบวนการที่แสดงถึงกระบวนการปฏิบัติในการแก้ปัญหา โดยพิจารณาจากเวลาในการตอบสนอง (Response Component Latency)

3. ส่วนประกอบการศึกษาแสวงหาความรู้ (Knowledge-Acquisition Components) เป็นกระบวนการเรียนรู้หรือแสวงหาความรู้ใหม่ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของสติปัญญา ประกอบด้วยส่วนประกอบย่อย คือ

3.1 การเลือกเข้ารหัส (Selective Encoding) เป็นการเลือกรับและบันทึกข้อมูลที่เข้ามาใหม่เฉพาะข้อมูลที่ตรงประเด็นในการแก้ปัญหา

3.2 การเลือกส่วนประกอบ (Selective Combination) เป็นกระบวนการในการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเข้ารหัสแล้วในวิธีทางที่ทำให้เกิดภาพรวมที่ยอมรับได้

3.3 การเลือกการเปรียบเทียบ (Selection Comparison) เป็นกระบวนการที่นำข้อมูลใหม่ที่ได้รับมาไปเกี่ยวข้องกับข้อมูลเดิมที่มีอยู่

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการพื้นฐานในการประมวลความรู้ข่าวสารที่ทำให้เกิดพฤติกรรมทางปัญญา โดยมีรูปแบบกระบวนการคิด 3 ลักษณะ คือ การปรับคิด การปฏิบัติและการแสวงหาความรู้

แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการวิเคราะห์ที่ได้มีนักการศึกษาอธิบายเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

#### 1. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ของวัตสันและเกลเซอร์

วัตสัน และ เกลเซอร์ (Watson, & Glaser, 1964, p. 10) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ไว้ว่า ประกอบด้วยทัศนคติ ความรู้ และทักษะในเรื่องต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการสืบเสาะ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการเห็นปัญหาและความต้องการที่จะสืบเสาะ ค้นหาข้อมูล หลักฐานมาพิสูจน์เพื่อหาข้อเท็จจริง
2. ความรู้ในการหาแหล่งข้อมูลอ้างอิง และการใช้ข้อมูลอ้างอิงอย่างมีเหตุผล
3. ทักษะในการใช้ความรู้และทัศนคติสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น

จากผลการวิจัยต่าง ๆ วัตสัน และ เกลเซอร์ สรุปว่า การคิดวิเคราะห์ประกอบไปด้วยความสามารถย่อย ๆ 5 ประการดังนี้

1. ความสามารถในการอ้างอิง (Inference) เป็นการวัดความสามารถในการตัดสิน จำแนกความน่าจะเป็นของข้อสรุปว่า ข้อสรุปใดเป็นจริงหรือเป็นเท็จ
2. การตั้งสมมติฐาน (Recognition of Assumption) เป็นการวัดในการจำแนกว่าข้อความใดเป็นข้อตกลงเบื้องต้นหรือไม่เป็นข้อตกลงเบื้องต้น
3. การนิรนัย (Deduction) เป็นการวัดความสามารถในการหาข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผลจากข้ออ้าง โดยใช้หลักตรรกศาสตร์
4. การแปลความ (Interpretation) เป็นการวัดความสามารถในการให้นำหน้าข้อมูล/ หลักฐาน เพื่อตัดสินความเป็นไปได้ของข้อสรุป
5. การประเมินข้อโต้แย้งต่างๆ (Evaluation of Arguments) เป็นการวัดความสามารถในการจำแนกการใช้เหตุผลว่าสิ่งใดเป็นความสมเหตุสมผล

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้และทักษะ โดยทัศนคติเป็นการแสดงทางจิตใจเพื่อสืบเสาะหาปัญหา ความรู้จะเกี่ยวกับการใช้เหตุผลในการประเมินและสรุปสถานการณ์ต่าง ๆ ส่วนทักษะจะเป็นการประยุกต์ทัศนคติ และความรู้

## 2. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom's Taxonomy)

บลูม (Bloom, 1956, pp. 6-9, pp.201-207) ได้กำหนดจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (Bloom's Taxonomy of Educational Objectives) เป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการรู้คิด ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะ พิสัยของบุคคลส่งผลต่อความสามารถทางการคิดที่บลูมจำแนกไว้เป็น 6 ระดับ คำถามในแต่ละระดับมีความซับซ้อนแตกต่างกัน ได้แก่

1. ระดับความรู้ความจำ แยกเป็นความรู้ในเนื้อหา เช่นความรู้ในศัพท์ที่ใช้และ ความรู้ในข้อเท็จจริงเฉพาะ ความรู้ในวิธีดำเนินการ เช่น ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและลำดับชั้น ความรู้เกี่ยวกับการจัดจำแนกประเภทความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์ต่างๆ และ ความรู้เกี่ยวกับวิธีการ ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง เช่น ความรู้เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย ความ และความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง

2. ระดับความเข้าใจ แยกเป็น การแปลความ การตีความและการขยายความ

3. ระดับการนำไปใช้ หรือการประยุกต์

4. ระดับการวิเคราะห์ แยกเป็น การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการ

5. ระดับการสังเคราะห์ แยกเป็นการสังเคราะห์การสื่อความหมาย การสังเคราะห์ แผนงาน และการสังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. ระดับการประเมินค่า แยกเป็นการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายในและการประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายนอก

การที่บุคคลจะมีทักษะในการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ บุคคลนั้นจะต้องสามารถ วิเคราะห์และเข้าใจสถานการณ์ใหม่หรือข้อความจริงใหม่ได้ ดังนั้นการจะให้เด็กเกิดการเรียนรู้ ในระดับใดหรือหลายระดับนั้น ขึ้นอยู่กับเนื้อหาสาระที่เป็นองค์ความรู้ เช่น จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เป็นเรื่องเกี่ยวกับข้อมูลเศรษฐกิจเสนอในรูปแบบกราฟ เพื่อให้เด็กเรียนมีความเข้าใจในข้อมูล ดังกล่าว อาจต้องผสมผสานข้อมูลความรู้ในลักษณะรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดจำพวก การแปล การ ตีความ การประยุกต์ การวิเคราะห์ส่วนย่อยและความสัมพันธ์เพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจ การ นำไปใช้ ผู้การวิเคราะห์การ สังเคราะห์และการประเมินผลตามจุดมุ่งหมายการศึกษาของบลูม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการวิเคราะห์จะส่งผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ สถานการณ์ใหม่ในเชิงสร้างสรรค์เพราะ เป็นการพัฒนาความสามารถในระดับการมีเหตุผลและ เป็นการเรียนรู้ที่คงทนของแต่ละบุคคลแม้จะจำรายละเอียดของความรู้ไม่ได้ นักเรียนจึงต้องเรียน วิธีการวิเคราะห์และภายใต้สภาวะใดที่ต่อนำความสามารถด้านการวิเคราะห์มาใช้ ดังนั้น การประเมินเป็นระยะจะนำไปสู่การปรับปรุงทั้ง 3 กระบวนการ คือ กระบวนการสร้างหลักสูตร

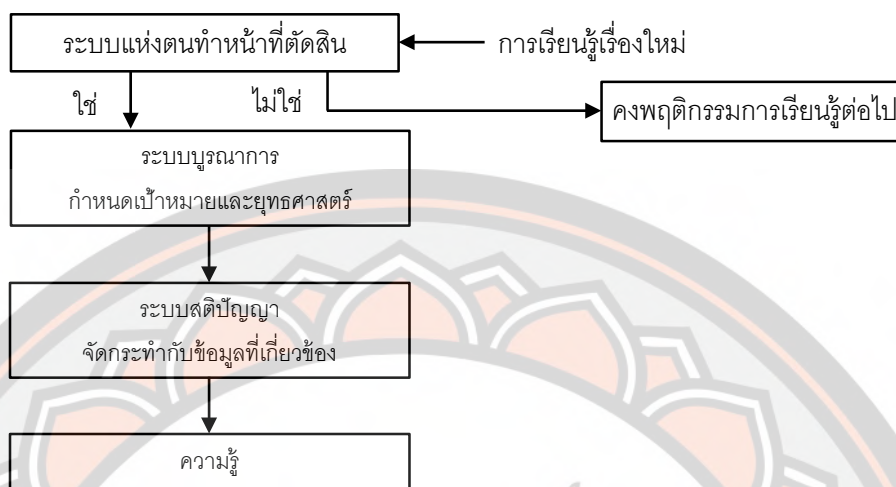
การสอน และการเรียนรู้ เพื่อพยายามหาวิธีการลดผลกระทบเชิงลบ เพิ่มวิธีการบรรลุวัตถุประสงค์ การศึกษาอย่างมีคุณค่า

ความสามารถทางการคิดของบุคคลของบลูมในระดับการคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะการคิดระดับพื้นฐานของนักเรียนผู้ความสามารถทางการคิดในระดับสูง เพราะนักเรียนจะเข้าใจ เหตุการณ์ต่างๆอย่างชัดเจนผ่านกระบวนการวิเคราะห์หน่วยย่อย การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการวิเคราะห์หลักการโดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์ประเด็นต่าง ๆ จากส่วนย่อยสู่ส่วนใหญ่ และ เชื่อมความสัมพันธ์ของประเด็นต่าง ๆ เข้าด้วยกันจนสามารถสรุปอย่างเป็นหลักการโดยมีเหตุผลรองรับ

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์เป็นการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของ เหตุการณ์หรือเรื่องราวเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไร เป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอย่างไร โดยอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณา

### 3. แนวคิดเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน (Marzano's Taxonomy)

มาร์ซาโน (Marzano, 2001, pp. 11-12) อธิบายว่า รูปแบบพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแห่งตน ระบบบูรณาการ และระบบสติปัญญา ระบบแห่งตน ตัดสินการยอมรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ เมื่อระบบแห่งตนรับการเรียนรู้เรื่องใหม่ ระบบแห่งตนจะ ตัดสินใจว่าจะทำตามพฤติกรรม เช่น ปัจจุบันหรือเข้าร่วมในกิจกรรมใหม่ ระบบบูรณาการจะเข้ามา เกี่ยวข้องกับการกำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้นั้นโดยการออกแบบกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อการบรรลุ เป้าหมายแห่งการเรียนรู้และติดตามว่าจะทำได้ดีเพียงใด จากนั้นระบบสติปัญญาจะทำหน้าที่จัด กระทำกับข้อมูลในลักษณะของการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลที่จำเป็นตามขอบเขตความรู้ในเนื้อหา ดังนั้น ปริมาณความรู้ของนักเรียนแต่ละคนจึงมีผลต่อความสำเร็จอย่างสูงในการเรียนรู้เรื่องใหม่ ซึ่งความรู้ใหม่สามารถต่อยอดจากความรู้เดิมได้อย่างกว้างขวาง ดังแสดงตามภาพ 6

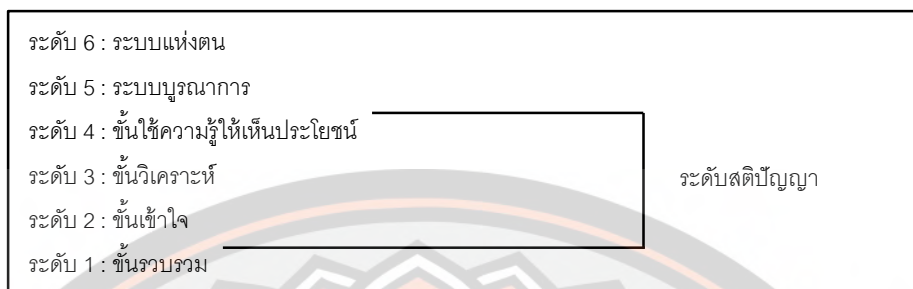


ภาพ 6 รูปแบบพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้

ที่มา: Marzano, Robert J, 2001, Designing a New Taxonomy of Educational Objectives, p. 11.

จากภาพประกอบ 6 แสดงให้เห็นว่า กระบวนการถ่ายเทของข้อมูลเริ่มจากระบบแห่งตนต่อเนื่องมาที่ระบบบูรณาการและระบบสติปัญญา สิ้นสุดที่ความรู้ระบบแต่ละระบบจะส่งผลสะท้อนต่ออีกระบบที่ตามมาอย่างต่อเนื่อง ถ้าระบบแห่งตนไม่เชื่อว่าการเรียนรู้เรื่องใหม่เป็นเรื่องสำคัญ แรงจูงใจในการเรียนรู้จะต่ำ หรือถ้าระบบบูรณาการกำหนดเป้าหมายไม่ชัดเจน การเรียนรู้จะประสบอุปสรรค หรือแม้การกำหนดเป้าหมายชัดเจนและกำกับตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพแต่กระบวนการจัดกระทำข้อมูลในระบบสติปัญญาปฏิบัติการไม่มีประสิทธิภาพ การเรียนรู้จะไม่ประสบผลสำเร็จ ดังนั้น ระบบทั้ง 3 จึงเป็นระบบที่มีการจัดลำดับถูกต้องในกระบวนการถ่ายเทข้อมูล

มาร์ซาโน (Marzano, 2001, pp. 29-58) กล่าวว่า ระบบการคิดประกอบด้วย 3 ระบบข้างต้นคือ ระบบแห่งตน ระบบบูรณาการ และระบบสติปัญญา โดยระบบสติปัญญาสามารถแบ่งย่อยได้ 4 ชั้นคือ ชั้นรวบรวม เข้าใจ วิเคราะห์และชั้นใช้ความรู้ให้เห็นประโยชน์ ดังภาพ 7



ภาพ 7 ระดับโครงสร้างพื้นฐานตามทฤษฎีการคิดของมาร์ซาโน

ที่มา: Marzano, Robert J, 2001, p. 30

มาร์ซาโน (Marzano, 2001, pp. 14-28) จำแนกขอบเขตของความรู้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ด้านข้อมูล (Information) เป็นการรวบรวมความคิดที่มีเหตุผล และมีความสัมพันธ์กับรายละเอียดต่าง ๆ ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความหมายของคำศัพท์ตามบริบทต่าง ๆ, ความจริง, ลำดับเหตุผล, ลำดับเหตุการณ์, หรือเหตุการณ์ที่มีการกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ไว้ เช่น เวลา, สถานที่, บุคคลที่มีส่วนร่วม เป็นต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุป โดยเน้นการคัดระบบความคิดเห็นจากข้อมูลง่ายสู่ข้อมูลยาก

2. ด้านกระบวนการคิด (Mental Procedures) เป็นการรวบรวมความรู้เดิมซึ่งเป็นที่ความสามารถที่สั่งสมไว้สู่กระบวนการเรียนรู้ใหม่อย่างอัตโนมัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งกระบวนการที่ขั้นสูงด้านการ จัดการข้อมูลด้วยกระบวนการที่ประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐานต่าง ๆ ที่มีกลยุทธ์ในการคัดกระบวนการจัดกระทำข้อมูลที่กำหนดไว้ สามารถเรียงลำดับข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์และขั้นตอนต่าง ๆ และสามารถสรุปผลจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนได้

3. ด้านกระบวนการปฏิบัติ (Psychomotor Procedures) เป็นการรวบรวมความรู้ที่ใช้ระบบโครงสร้างกล้ามเนื้อจากการฝึกทักษะการปฏิบัติอย่างง่าย เพื่อนำไปสู่กระบวนการปฏิบัติที่ซับซ้อนขึ้น เพื่อให้ได้มาซึ่งกระบวนการสร้างทักษะการปฏิบัติต่าง ๆ

จากทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นกระบวนการพื้นฐานในการประมวลความรู้ เป็นสิ่งที่เกิดจากส่วนประกอบของทัศนคติ ความรู้และทักษะ โดยทัศนคติเป็นการแสดงทางจิตใจเพื่อสืบเสาะหาปัญหา ความรู้จะเกี่ยวกับการใช้เหตุผลในการประเมินและสรุปสถานการณ์ต่าง ๆ ส่วนทักษะจะเป็นการประยุกต์ทัศนคติ และความรู้ การคิดวิเคราะห์เป็นการแยกแยะเพื่อหาส่วนย่อยของ



เหตุการณ์หรือเรื่องราวเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีความสำคัญอย่างไร อะไรเป็นเหตุอะไร เป็นผลและที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอย่างไร โดยอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณาข่าวสารที่ทำให้เกิดพฤติกรรมทางปัญญา

### 3. องค์ประกอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีองค์ประกอบดังนักศึกษากล่าวไว้เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น.26-30) กล่าวว่า การวิเคราะห์มี 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความสามารถในการตีความ หมายถึง การพยายามทำความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์ เพื่อแปลความหมายที่ไม่ปรากฏโดยตรงของสิ่งนั้น เป็นการสร้างความเข้าใจต่อสิ่งที่เราต้องการจะวิเคราะห์โดยเกณฑ์ที่แต่ละคนใช้เป็นมาตรฐานในการตัดสินใจ ย่อมแตกต่างกันตามความรู้ ประสบการณ์ ค่านิยมของแต่ละบุคคล และความสามารถในการเชื่อมโยงเหตุผล

2. ความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์หมายถึง เราจะคิดวิเคราะห์ได้ดีนั้นต้องมีความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานของเรื่องนั้น เพราะความรู้จะช่วยกำหนดขอบเขตของการวิเคราะห์ แจกแจง และจำแนกได้ว่าเรื่องนั้นเกี่ยวข้องกับอะไร มีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง มีทั้งหมดหมู่ จัดลำดับความสัมพันธ์อย่างไร และรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ

3. ความช่างสังเกต ช่างสงสัย และช่างถาม หมายถึง นักคิดเชิงวิเคราะห์ต้องมีองค์ประกอบทั้ง 3 นี้รวมด้วย เพราะจะนำไปสู่การสืบค้นหาความจริง และเกิดความชัดเจนในประเด็นที่จะวิเคราะห์ของเขตของคำถามจะต้องยึดหลัก 4 W 1 H คือ ใคร (Who) ทำอะไร (What) ที่ไหน (Where) เมื่อไร (When) เพราะเหตุใด (How)

4. ความสามารถในการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล หมายถึงความสามารถในการใช้เหตุผลจำแนกแยกแยะได้ว่าสิ่งใดเป็นความจริง สิ่งใดเป็นความเท็จ สิ่งใดมีรายละเอียดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร

สุวิทย์ มูลคำ (2548, น.17) กล่าวว่า การคิดวิเคราะห์ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้

1. สิ่งที่กำหนดให้เป็นสิ่งสำเร็จรูปที่กำหนดให้วิเคราะห์เช่นสิ่งของวัตถุ เรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

2. หลักการหรือกฎเกณฑ์ เป็นข้อกำหนดสำหรับใช้แยกส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ เช่น เกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่มีความเหมือนกันหรือแตกต่างกัน หลักเกณฑ์ในการหา

ลักษณะความสัมพันธ์เชิงเหตุผลอาจจะเป็นลักษณะความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายคลึงกันหรือขัดแย้งกัน

3. การค้นหาความจริงหรือความสำคัญ เป็นการพิจารณาส่วนประกอบของสิ่งที่กำหนดให้ ตามหลักการหรือกฎเกณฑ์ แล้วทำการรวบรวมประเด็นที่สำคัญเพื่อหาข้อสรุป

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2549, หน้า 52) กล่าวว่าองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การตีความ ความเข้าใจ และให้เหตุผลแก่สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อแปลความของสิ่งนั้นขึ้นอยู่กับความรู้ ประสบการณ์เดิม และค่านิยม
2. การมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะวิเคราะห์
3. การช่างสังเกต สงสัย ช่างถาม ขอบเขตของคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงวิเคราะห์ จะยึดหลัก 5W 1 H คือ What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร) และ How (อย่างไร)

การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ค้นหาคำตอบได้ว่าอะไรเป็นสาเหตุให้เรื่องนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งนี้ได้อย่างไร เรื่องนี้ใครเกี่ยวข้องเมื่อเกิดเรื่องนี้ส่งผลกระทบต่ออย่างไร มีองค์ประกอบอะไรบ้างที่นำไปสู่สิ่งนั้น มีวิธีการขั้นตอนของการทำให้เกิดสิ่งนี้อย่างไร มีแนวทางแก้ไขได้อย่างไรบ้าง ถ้าทำเช่นนี้จะเกิดอะไรขึ้นในอนาคต

บลูม (Bloom, 1957, pp. 148–150) ได้แบ่งลักษณะของการคิดวิเคราะห์เป็น 3 ส่วนดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์เนื้อหา ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้มานั้นสามารถแยกเป็นส่วนย่อยได้ ข้อความบางข้อความเป็นความจริง บางข้อความเป็นค่านิยม และบางข้อความเป็นความคิดของผู้เขียน ซึ่งการคิดวิเคราะห์เนื้อหาประกอบด้วย

- 1.1 ความสามารถในการค้นหาประเด็นต่าง ๆ ในข้อมูล
- 1.2 การแยกแยะความจริงออกจากสมมุติฐาน
- 1.3 ความสามารถในการแยกข้อเท็จจริงออกจากข้อมูลอื่น ๆ
- 1.4 ความสามารถในการบอกถึงสิ่งจูงใจ และการพิจารณาพฤติกรรมของบุคคล

และกลุ่ม

- 1.5 ความสามารถในการแยกแยะข้อสรุปจากข้อความปลีกย่อย

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ผู้อ่านจะต้องมีทักษะในการตัดสินความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหลักได้ทั้งความสัมพันธ์ของสมมุติฐาน และความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุป ยังรวมถึง

ความสัมพันธ์ในชนิดของหลักฐานที่นำมาแสดงด้วย ในการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์สามารถแยกได้ดังนี้

- 2.1 ความเข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิด ในบทความและข้อความต่าง ๆ
- 2.2 ความสามารถในการระลึกได้ว่ามีสิ่งใดเกี่ยวข้องกับประเด็นใจนั้น
- 2.3 ความสามารถในการแยกความจริง หรือสมมุติฐานที่เป็นใจความสำคัญหรือข้อโต้แย้งที่นำมาสนับสนุนข้อสมมุติฐานนั้น
- 2.4 ความสามารถในการตรวจสอบสมมุติฐานที่ได้มา
- 2.5 ความสามารถในการแบ่งความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลจากความสัมพันธ์อื่น ๆ
- 2.6 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ขัดแย้ง แบ่งแยกสิ่งที่ตรงและไม่ตรงกับข้อมูล
- 2.7 ความสามารถในการสืบหาความจริงของข้อมูล
- 2.8 ความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์ แยกรายละเอียดที่สำคัญและไม่สำคัญได้

3. การคิดวิเคราะห์หลักการเป็นการวิเคราะห์โครงสร้างและหลักการในการคิดวิเคราะห์หลักการนี้จะต้องวิเคราะห์แนวคิด จุดประสงค์ และมโนทัศน์ ซึ่งการคิดวิเคราะห์หลักการสามารถแยกได้ดังนี้

- 3.1 ความสามารถในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อความและความหมายขององค์ประกอบต่าง ๆ
- 3.2 ความสามารถวิเคราะห์รูปแบบในการเขียน
- 3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์จุดประสงค์ของผู้เขียน ความเห็นของผู้เขียนหรือลักษณะของการคิด ความรู้สึกที่มีในงาน
- 3.4 ความสามารถในการวิเคราะห์ทัศนคติของผู้เขียนด้านต่าง ๆ
- 3.5 ความสามารถในการวิเคราะห์เทคนิคโฆษณาชวนเชื่อ
- 3.6 ความสามารถในการรู้แ่งคิด และทัศนคติของผู้เขียน

มาร์ซาโน (Marzano, 2001, pp. 71-83) ได้แบ่งความสามารถทางการคิดวิเคราะห์เป็น 5 ด้าน ดังนี้

1. ด้านการจำแนก (Matching) หมายถึง ความสามารถในการระบุความเหมือนและความแตกต่างระหว่างส่วนประกอบของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ ออกเป็นแต่ละส่วนให้เข้าใจง่ายอย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถระบุตัวอย่างหลักฐาน และลักษณะความเหมือนความแตกต่างได้

2. ด้านการจัดหมวดหมู่ (Classification) หมายถึง ความสามารถในการประมวลความรู้เพื่อการจัดเรียงลำดับและประเภทของแนวคิดหลักหรือความเห็นให้เป็นหมวดหมู่ที่มีความหมาย สามารถจัดกลุ่มที่มีหลักการและลักษณะที่คล้ายคลึงเข้าด้วยกัน

3. ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) หมายถึง ความสามารถในการคิดเชิงตรรกะและการประเมินความเป็นเหตุเป็นผลของแนวคิดหรือสิ่งต่าง ๆ จากมุมมองใดมุมมองหนึ่ง เป็นการระบุข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องจากสถานการณ์ คุณลักษณะหรือพฤติกรรมต่าง ๆ

4. ด้านการสรุปหลักการ (Generalizing) หมายถึง ความสามารถในการอุปมา (Induction) คือการใช้เหตุผลจากสิ่งเฉพาะเจาะจงไปสู่การสรุปสิ่งทั่วไป และการอนุมาน (Deduction) คือการใช้เหตุผลจากสิ่งทั่วไปมาสรุปสิ่งเฉพาะเจาะจง รวมทั้งการอ้างอิงถึงเพื่อนำมากำหนดเป็นหลักการหรือกฎซึ่งสามารถทดสอบในเหตุการณ์ที่เจาะจงหรือแนวคิดหลักได้ เป็นความสามารถในการสร้างหลักการเกี่ยวกับสถานการณ์หรือข้อมูลที่กำหนด

5. ด้านการนำไปใช้ (Specifying) หมายถึง ความสามารถในการนำหลักการไปใช้ในการทำนายสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างเจาะจง มีความรู้ เข้าใจเหตุการณ์ รายละเอียดในเหตุการณ์นั้น ๆ และบอกสิ่งที่เกิดขึ้นต่อไปได้เป็นการประยุกต์ความรู้เดิมที่มีอยู่คาดเดา ทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต รู้ว่าจริงหรือไม่ สามารถปรับวิธีได้อย่างเหมาะสม

จะเห็นได้ว่า การคิดวิเคราะห์จะเกิดความสามารถได้นั้น จะอาศัยความสามารถในการให้เหตุผลอย่างถูกต้องและเทคนิคการตั้งคำถาม โดยองค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะทำงานประสาน สัมพันธ์กันอย่างกลมกลืนในทุก ๆ ขั้นตอนของกระบวนการคิดวิเคราะห์

จากองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์ดังกล่าว ผู้วิจัยเลือกใช้ลักษณะการคิดวิเคราะห์ตามขั้นการคิดวิเคราะห์ของมาร์ซาโน 5 ด้าน ในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เนื่องจากสามารถบูรณาการนำไปเป็นกรอบแนวคิดทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ได้อย่างเป็นรูปธรรม คือ 1) ด้านการจับคู่ (Matching) 2) ด้านการจัดหมวดหมู่ (Classification) 3) ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis) 4) ด้านการสรุปหลักการ (Generalizing) 5) ด้านการนำไปใช้ (Specifying)

#### 4. แนวทางการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ทิตนา แชมมณี (2544, น.15 – 16) กล่าวถึง การสอนเพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์ว่า ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนนั้น ผู้สอนจะต้องรู้และพัฒนานักเรียน ในเรื่องทักษะการไตร่ตรองและโครงสร้างกระบวนการคิดที่เกิดในตัวนักเรียน สิ่งสำคัญคือผู้สอนต้องมีความเชื่อมั่นในการรับผิดชอบของนักเรียน ในการที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง และเกิดความมั่นใจว่า การมีส่วนร่วมของนักเรียนจะก่อให้เกิดความเพลิดเพลินเห็นคุณค่าในการเรียนรู้ เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่จะจัดสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนให้เป็นชั้นเรียนที่ส่งเสริม กระตุ้นให้นักเรียนได้ทำงานอย่างอิสระและร่วมกันทำงานทุกคน จัดวางรูปแบบการคิดและยุทธศาสตร์การคิดให้เหมาะสม นอกจากนี้ การสอนที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. สอนด้วยการตั้งคำถาม ทั้งคำถามเดี่ยวและคำถามแบบชุด
2. สอนโดยใช้แผนที่ความคิด (Mind Mapping) ฝึกการวิเคราะห์และสังเคราะห์
3. การเรียนรู้แบบปรึกษาหารือ
4. บันทึกการเรียนรู้ บันทึกข้อสงสัย ความรู้สึกส่วนตัว ความคิดที่เปลี่ยนแปลงไป

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546, น.97-98) กล่าวโดยสรุปว่า เทคนิคการตั้งคำถาม อยู่ในขอบข่าย “5Ws 1H” การคิดเชิงวิเคราะห์แท้จริงคือการตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับความสงสัยใคร่รู้ของผู้ถาม เมื่อเห็นสิ่งหนึ่งสิ่งใดแล้ว อยากจะเกี่ยวกับสิ่งนั้นมากขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงใหม่ ๆ ความเข้าใจใหม่ ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการอธิบาย การประเมินการแก้ปัญหา ขอบเขตของคำถามเชิงวิเคราะห์และการตัดสินใจที่รอบคอบมากขึ้น ขอบเขตของคำถามเชิงวิเคราะห์เกี่ยวกับการจำแนกแฉกแฉงองค์ประกอบและการหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างเรื่องที่วิเคราะห์ โดยใช้คำถามในขอบข่าย “5Ws 1H” เพื่อนำไปสู่การค้นหาความจริงในเรื่องนั้น ๆ ทุกแง่มุม โดยตั้งคำถาม ใคร (Who) ... ทำอะไร (What) ... ที่ไหน(Where) ... เมื่อไร (When) ... อย่างไร (How) ... เพราะเหตุใด...ทำไม (Why)

อเนก พ.อนุกุลบุตร (2547, น. 62-63) กล่าวไว้ดังนี้ การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์ มุ่งหมายให้นักเรียนคิดอย่างแยกแยะได้ และคิดได้อย่างคล่องแคล่ว หรือมีทักษะในการคิดวิเคราะห์ได้ขั้นแรก ครูผู้สอนต้องรู้จักความคิดแบบวิเคราะห์นี้เป็นอย่างดีเสียก่อน ขั้นต่อ ๆ ไปจึงผสานการคิดแบบนี้เข้าไปในกระบวนการเรียนการสอนไม่ว่าจะใช้ระเบียบวิธีสอน เทคนิคการสอนแบบใด โดยแบ่งแนวทางการคิดในรูปกิจกรรมหรือคำถามให้พัฒนาการคิดแบบวิเคราะห์ขึ้นในตัวนักเรียน การสอนการคิดวิเคราะห์ประกอบด้วย

1. การสอนการคิดวิเคราะห์แยกองค์ประกอบ (Analysis of elements) มุ่งให้นักเรียนคิดแบบแยกแยะว่าสิ่งสำเร็จรูปหนึ่งมีองค์ประกอบอะไร มีแนวทางดังนี้

1.1 วิเคราะห์ชนิด โดยมุ่งให้นักเรียนคิดและวินิจฉัยว่า บรรดาข้อความ เรื่องราว เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ใด ๆ ที่พิจารณาอยู่นั้น จัดเป็นชนิดใด ประเภทใด ลักษณะใด ตามเกณฑ์ หรือหลักการใหม่ที่กำหนด เช่น เสียชีพอย่าเสียสัตย์ ให้นักเรียนคิด (ช่วยกันคิด) ว่าเป็นข้อความ ชนิดใด และเพราะอะไรตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ใหม่เหมือนในตาราง จุดสำคัญของการสอนให้คิด แบบวิเคราะห์ชนิดก็คือ ต้องให้เกณฑ์ใหม่และบอกเหตุผลที่จัดชนิดตามเกณฑ์ใหม่ที่กำหนด

1.2 วิเคราะห์สิ่งสำคัญ มุ่งให้คิดแยกแยะและวินิจฉัยว่าองค์ประกอบใด สำคัญ หรือไม่สำคัญ เช่น ให้ค้นหาสาระสำคัญ แก่นสาร ผลลัพธ์ ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อย

1.3 วิเคราะห์เลศนัย มุ่งให้คิดค้นหาสิ่งที่พรางไว้ แฝงเร้นอยู่มิได้บ่งบอกไว้ตรง ๆ แต่มีร่องรอยส่งให้เห็นว่ามีความจริงนั้นซ่อนอยู่

2. การสอนการคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationships) มุ่งให้นักเรียน คิดแบบแยกแยะว่ามีองค์ประกอบใดสัมพันธ์กัน สัมพันธ์กันแบบใด สัมพันธ์ตามกันหรือกลับกัน สัมพันธ์กันสูงต่ำเพียงไร มีแนวทางดังนี้

2.1 วิเคราะห์ชนิดความสัมพันธ์ มุ่งให้คิดแบบค้นหาชนิดของความสัมพันธ์ว่า สัมพันธ์แบบตามกัน กลับกัน ไม่สัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับองค์ประกอบ องค์ประกอบกับเรื่องทั้งหมด เช่น มุ่งให้คิดแบบค้นหาความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งใดสอดคล้อง กับ ไม่สอดคล้องกับเรื่องนี้

2.2 วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ โดยมุ่งให้คิดเพื่อค้นหาขนาด ระดับของ ความสัมพันธ์ เช่น สิ่งนี้เกี่ยวข้องกับมากที่สุด (น้อยที่สุด) กับสิ่งใด

2.3 วิเคราะห์ขั้นตอนของความสัมพันธ์ มุ่งให้คิดเพื่อค้นลำดับขั้นของ ความสัมพันธ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เป็นเรื่องแปลกใหม่ เช่น สิ่งใดเป็นปฐมเหตุ ต้นกำเนิดของ ปัญหา เรื่องราว เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ สิ่งใดเป็นผลที่ตามมา ผลสุดท้ายของเรื่องราว เหตุการณ์ ปรากฏการณ์

2.4 วิเคราะห์วัตถุประสงค์และวิธีการ มุ่งให้คิดและค้นหาการกระทำพฤติกรรม พฤติการณ์ มีเป้าหมายอะไร เช่น ให้คิดและค้นหาว่า การกระทำนั้นเพื่อบรรลุผลอะไร ผลคือเกิด วินัยในตนเอง ความไพเราะของดนตรีขึ้นอยู่กับอะไร ขึ้นอยู่กับจังหวะ ความตอนที่...เกี่ยวข้องกับ อย่างไรกับวัตถุประสงค์ของเรื่อง ผลคือสนับสนุน หรือขยายความ

2.5 วิเคราะห์สาเหตุและผลที่เกิดตามมา มุ่งให้คิดแบบแยกแยะให้เห็น ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล ซึ่งเป็นยอดปรารถนาประการหนึ่งของการสอนให้คิดเป็น คือ คิดหาเหตุ และผลได้ดี เช่น ให้คิดและค้นหาว่า สิ่งใดเป็นผลของ... (สาเหตุ) สิ่งใดเป็นเหตุของ... (ผล) ตอนใด

เป็นสาเหตุที่สอดคล้องกับ.... เป็นผลขัดแย้งกับข้อความ .... เหตุการณ์คู่ใดสมเหตุสมผล เป็นตัวอย่างสนับสนุน

2.6 วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ โดยให้ค้นหาแบบความสัมพันธ์ระหว่าง 2 สิ่ง แล้วบอกแบบความสัมพันธ์นั้น หรือเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์คู่อื่น ๆ ที่คล้ายกัน ทำนองเดียวกันในรูปอุปมาอุปไมย เช่น เชนติเมตร: เมตร อธิบายได้ว่า เชนติเมตรเป็นส่วนย่อยของเมตร เพราะฉะนั้น เชนติเมตร: เมตร คล้ายกับ ลูก : แม่

3. การสอนคิดวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) มุ่งให้นักเรียนคิดอย่างแยกแยะจนจับหลักการได้ว่า สิ่งสำเร็จรูปองค์ประกอบต่าง ๆ อยู่ในระบบใดคือหลักการอะไร ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักการต้องอาศัยการวิเคราะห์ขั้นต้น คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เสียก่อน กล่าวคือ ต้องแยกแยะสิ่งสมบูรณ์หรือระบบให้เห็นว่าองค์ประกอบสำคัญมีหน้าที่อย่างไร และองค์ประกอบเหล่านั้นเกี่ยวข้องกับพาดพิง อาศัยสัมพันธ์กันอย่างไร พิจารณาจนรู้ความสัมพันธ์ตลอดจนสามารถสรุปจับหัวใจ หรือหลักการได้ว่าการที่ทุกส่วนเหล่านั้นสามารถทำงานร่วมกัน เกาะกลุ่มกันค้ำกันจนเป็นระบบอยู่ได้ เพราะหลักการใด ผลที่ได้เป็นการวิเคราะห์หลักการ (principle) ซึ่งเป็นแบบวิเคราะห์การสอนให้คิดแบบวิเคราะห์หลักการเน้นการสอนวิเคราะห์ดังนี้

3.1 วิเคราะห์โครงสร้าง มุ่งให้นักเรียนคิดแบบแยกแยะแล้วค้นหาโครงสร้างของสิ่งสำเร็จรูปนั้น ไม่ว่าจะปัญหาใหม่ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ ข้อความ การทดลอง เช่น การค้นคว้านี้ (ทดลอง เนื้อเรื่องนี้ การพิสูจน์) ดำเนินการแบบใด คำตอบคือ นิยามแล้วพิสูจน์ ตั้งสมมติฐานแล้วตรวจสอบข้อความนี้ (คำพูด จดหมาย รายงาน) มีลักษณะใด โฆษณาชวนเชื่อเรื่องนี้มีการนำเสนอเช่นไร ชูให้กลัวแล้วล่อให้หลง

3.2 การวิเคราะห์หลักการ มุ่งให้นักเรียนคิดแบบแยกแยะแล้วค้นหาความจริงแท้ของสิ่งนั้น เรื่องราวนั้น สิ่งสำเร็จรูปนั้นโดยการคิดหาหลักการ เช่น หลักการสำคัญของเรื่องนี้ มีว่าอย่างไร ยืดความเสมอภาคระเบียบวิธีวิทยาศาสตร์เหตุการณ์ครั้งนี้ลูกกลมมากขึ้น (สงบรุนแรง) เนื่องจากอะไรคำโฆษณา (แถลงการณ์การกระทำ) ใช้วิธีใดจงใจให้ความหวัง

สุวิทย์ มูลคำ (2548, น.21-22) ได้กล่าวถึงเทคนิคการวิเคราะห์ไว้ดังนี้ การคิดวิเคราะห์เป็นการใช้สมองซีกซ้ายเป็นหลัก เน้นคิดเชิงลึกจากเหตุไปสู่ผลเชื่อมโยงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล เชิงเงื่อนไข การจัดลำดับความสำคัญ และเชิงเปรียบเทียบ แต่เทคนิคที่ง่ายคือ 5 W 1H เป็นที่นิยมใช้คำตอบ What (อะไร) Where (ที่ไหน) When (เมื่อไร) Why (ทำไม) Who (ใคร)

How (อย่างไร) ชัดเจนในแต่ละเรื่อง ทำให้เกิดความครบถ้วนสมบูรณ์ นิยมใช้เทคนิคคำถามในช่วงต้นหรือช่วงเริ่มต้นการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้

วัชรา เล่าเรียนดี (2549, น.25 - 26) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมและพัฒนาคำถามไว้ดังนี้

1. จัดกิจกรรมแบบร่วมมือกันให้ทำกิจกรรมที่สมาชิกสามารถพูดคุยกันได้ดีทั่วถึง
2. จัดกิจกรรมให้แก้ปัญหามากกว่าการคิดคำนวณตามปกติ
3. จัดกิจกรรมที่ให้หาคำตอบได้หลากหลายมากกว่าการจัดกิจกรรมที่ให้หาคำตอบเพียงคำตอบเดียว
4. จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการใช้แก้ปัญหา ใช้ความคิด การปฏิบัติหลาย ๆ แบบเพื่อให้เรียนรู้อย่างมีความสุข
5. จัดกิจกรรมที่ไม่เฉพาะเจาะจงนักเรียนเพศใดเพศหนึ่ง
6. ใช้คำถามที่ส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง
7. ใช้วิธีวัดและประเมินผลหลาย ๆ วิธีที่สอดคล้องตามเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้

Bloom (1961, p. 56 อ้างถึงใน ประทีป ยอดเกตุ, 2550, น. 30) ได้จำแนกจุดมุ่งหมายของการศึกษาด้านการคิดตอนต้น และได้เรียงลำดับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นง่ายไปสู่พฤติกรรมที่ซับซ้อนมีอยู่ 6 ระดับชั้น ดังนี้ ระดับความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่าจากการศึกษาเทคนิคการสอนทางการคิดวิเคราะห์ สรุปได้ว่าเทคนิคในการสอนคิดวิเคราะห์ ครูผู้สอนจะต้องเข้าใจความคิดแบบวิเคราะห์ จึงนำไปสู่เทคนิคคำถาม “5W 1H” โดยการเปิดโอกาสให้เด็กตั้งคำถามตามเทคนิคดังกล่าวบ่อย ๆ จนเป็นนิสัยเป็นคนช่างคิด ช่างถามช่างสงสัย แล้วพฤติกรรมวิเคราะห์ก็จะเกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำความจริงในเรื่อง

จากแนวทางการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์สรุปได้ว่าการที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์สามารถใช้ได้หลากหลายวิธี ผู้สอนควรพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทุก ๆ ด้านของผู้เรียนฝึกฝนให้นักเรียนคิดในการจับประเด็น การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ การใช้เหตุผล การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การจำแนกแจกแจง การตีความข้อมูลที่ได้รับ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้สามารถประเมินและตัดสินใจเรื่องที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล เป็นความสามารถการคิดเชิงวิเคราะห์ที่นักเรียนสามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกเป็นส่วน ๆ ว่ามาจากอะไร มีองค์ประกอบอะไรประกอบขึ้นมาได้อย่างไร เชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างไร เพื่อค้นหา



สาเหตุที่แท้จริงของสิ่งที่เกิดขึ้น โดยการแตกสิ่งนั้นออกเป็นส่วนย่อย ๆ และแจกแจงรายละเอียดของส่วนประกอบย่อย ๆ ทั้งหมด อาจจะต้องจัดแยกเป็นหมวดหมู่ หรือตามลำดับความสำคัญเพื่อให้เห็นทุกองค์ประกอบอย่างครบถ้วน และตรวจสอบโครงสร้างของสิ่งนั้นเพื่อทำความเข้าใจว่าส่วนต่าง ๆ ในแต่ละส่วนย่อยนั้นประกอบกันขึ้นมาได้อย่างไร

### 5. การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

บลูม (Bloom, 1956, pp. 201-207) กล่าวว่า การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นจะต้องพิจารณาทั้ง 3 ด้าน ซึ่งประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการถามให้ค้นหามูลเหตุ ผลลัพธ์และความสำคัญของเรื่องราวนั้น ๆ โดยใช้ทักษะวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็นคำอนุมานหรือสมมติฐานวิเคราะห์ว่าตอนใดเป็นคำสรุปหรือคำอ้างอิงสนับสนุนวิเคราะห์ว่าข้อสรุปนั้นมีอะไรสนับสนุนวิเคราะห์หาข้อผิดพลาด

2. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ เป็นการถามให้ค้นคว้าว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวนั้นเกี่ยวพันกันอย่างไร พาดพิงอย่างไร ยึดทฤษฎีอะไรเป็นหลัก โดยพิจารณาว่าอะไรเป็นสาเหตุสิ่งนั้น ๆ เรื่องนั้น สิ่งใดเป็นผลของการกระทำนั้น บุคคลหรือบทความนั้นยึดหลักทฤษฎีใด บทความนี้มีข้ออนุมานใด คำกล่าวขยายสนับสนุนหรือคัดค้านอะไร ข้อสรุปยึดเหตุผลผลข้อไหน ของคู่ใดมีความสัมพันธ์กันมากน้อย ถ้าเกิดสิ่งนั้นสิ่งใดจะเกิดตามมายกเรื่องราวข้อเท็จจริงมาวิเคราะห์ว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกัน

3. การวิเคราะห์หลักการ เป็นการถามให้ค้นหาเรื่องราวนั้น ๆ อาศัยหลักการและระเบียบในการจัดโครงสร้างอย่างไร

การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (ลัวน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539, น. 149-154) คือ การวัดความสามารถในการพิจารณาแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือประสงค์สิ่งใด และส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด จะเห็นได้ว่าความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์จะต้องมีเหตุผลมาเกี่ยวข้องด้วยเสมอ การวิเคราะห์จึงต้องอาศัยพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ และด้านการนำไปใช้มาประกอบการพิจารณาการวัดความสามารถด้านการคิด วิเคราะห์แบ่งแยกย่อยออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวิเคราะห์มูลเหตุ ต้นกำเนิด ผลลัพธ์ และความสำคัญของเรื่องราวทั้งปวง เป็นการเปรียบเทียบว่าเหตุผลใดถูกต้องที่สุด ตัวอย่างคำถาม เช่น คณิตศาสตร์สาขาใดต้องใช้เหตุผลมากที่สุด

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้นต่างติดต่อเกี่ยวพันกันอย่างไร สอดคล้องหรือขัดแย้งกันอย่างไร ตัวอย่างคำถาม เช่น เพราะเหตุใดรัฐจึงโค้งตามแนวโน้มของโลก

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นความสามารถที่จะจับเค้าเงื่อนของเรื่องราวนั้นว่ายึดถือหลักการใด มีเทคนิคการเขียนอย่างไรจึงชวนให้คนอ่านมีมโนภาพหรือยึดหลักปรัชญาใดอาศัยหลักการใดเป็นสื่อสารสัมพันธ์เพื่อให้เกิดความเข้าใจ

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศ

ดลยา แต่งสมบุญ (2550) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริง โดยศึกษาผลการจัดกิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริงที่มีต่อการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้าน และเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังการใช้กิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริง กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 โรงเรียนวัดหนองจอก (ภักดีนรเศรษฐ) สำนักงานเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนกิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริงจำนวน 10 แผน และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนใน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุปอ้างอิง ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการคาดการณ์/พยากรณ์ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .778 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์ 5 ด้าน ระหว่างก่อนและหลังการทดลองกิจกรรม โดยใช้ t – test for dependent samples ผลการวิจัย พบว่า การใช้กิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริงมีผลต่อการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ ดังนี้ 1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริง มีคะแนนการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยในแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุปอ้างอิง ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการคาดการณ์/พยากรณ์สูงขึ้น 2. หลังการใช้กิจกรรมการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริง พบว่า นักเรียนมีการคิดวิเคราะห์ห้าด้าน ได้แก่ ด้านการจำแนก ด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการสรุปอ้างอิง ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านการคาดการณ์/พยากรณ์ และรวมทุกด้านสูงกว่าก่อนใช้กิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ทิษัมพร โตสำลี (2553) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นกรณีศึกษาของนักเรียนในโรงเรียนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สุราษฎร์ธานี เขต 3 จำนวน 35 คน หลังจากเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ คำถามปลายเปิดจำนวน 42 ข้อ โดยครอบคลุม 14 แนวคิดย่อย เรื่องพันธะเคมี วิเคราะห์ข้อมูลโดยตรวจสอบคำตอบนักเรียนในแต่ละข้อคำถาม แล้วนำข้อมูลมาจัดกลุ่มความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ถูกต้อง สมบูรณ์ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และไม่ถูกต้อง จากนั้นคำนวณหาค่าความถี่และร้อยละ ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หรืออยู่ในกลุ่มถูกต้องสมบูรณ์ โดยแนวคิดที่นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ได้มากที่สุด คือ แนวคิดเรื่องการเกิดพันธะโคเวเลนต์และชนิดของพันธะโคเวเลนต์ นอกจากนี้แนวคิดที่นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์หรืออยู่ในกลุ่มถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์มากที่สุด คือ แนวคิดเรื่องโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก

รุ่งทิภา หล้าแสนเมือง (2553) ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนรัตนบุรี อำเภอรัตนบุรี จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 50 คน ได้มาโดยการสุ่มกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน จำนวน 9 แผน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ผลการศึกษาค้นคว้า พบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.83/81.05 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.612 3) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน โดยรวมอยู่ในระดับมาก 5) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตอน พบว่า นักเรียนสามารถตรวจสอบความรู้เดิมและมีการแสวงหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง สามารถสำรวจและค้นหาความจริงโดยผ่านกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนมีส่วนร่วม

ในการช่วยเหลือกันระหว่างกลุ่มแสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรมที่ครูกำหนดให้ และสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

นุชากร คำประดิษฐ์ (2555) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นสมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นสมองเป็นฐาน และ 2) เปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนกับจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ที่มีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากห้องเรียนทั้งหมดจำนวน 11 ห้อง ด้วยวิธีจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมด้านจิตวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การทดสอบค่าคะแนนที (t-test) และสถิติค่าร้อยละ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นสมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีเกณฑ์ประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.88/75.10 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนได้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มคิดเป็นร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

ศิริวิมล หมวกทอง (2556) ศึกษาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ และเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ที่มีผลต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่ง สังกัดเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ แบบบันทึกหลังการ

จัดการเรียนรู้แบบฝึกหัดและอนุทินสะท้อนการเรียนรู้ ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาตามตัวบ่งชี้ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ โดยก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบถูกต้อง ในด้านการวิเคราะห์ความสำคัญ อยู่ในกลุ่มคำตอบไม่ถูกต้องในด้านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และอยู่ในกลุ่มคำตอบคลาดเคลื่อน ในด้านการวิเคราะห์หลักการแต่หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มคำตอบถูกต้องในทุกตัวบ่งชี้ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ 2. แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์มีดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ และขั้นสำรวจและค้นหา ควรใช้การสาธิตการทำกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจ
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุปและขั้นขยายความรู้ ควรเป็นกิจกรรมที่เน้นการทำงานกลุ่ม และนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และ
- 3) การจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น

วรรณิสา แต่งทรัพย์ (2556) ได้พัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดโดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะคือ 1) เพื่อศึกษาคุณภาพของเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด 2) เพื่อกำหนดเกณฑ์สำหรับการแปลความหมายคะแนนที่ได้จากเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด 3) เพื่อจัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด กลุ่มเป้าหมายในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จำนวน 49 คน วิธีการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด แล้วศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ แผนที่ความคิด และวิชาเคมี เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดองค์ประกอบของการคิดวิเคราะห์และเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ แล้วกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์ 2) สร้างเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิด 3) ตรวจสอบความตรงตามทฤษฎีโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเกณฑ์การให้คะแนน แผนการจัดการเรียนรู้ และเกณฑ์การแปลความหมายคะแนนที่กำหนด 4) นำเครื่องมือไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อตรวจสอบความเที่ยง ปรับปรุง

เครื่องมือ 5) กำหนดเกณฑ์การแปลความหมายคะแนน 6) สร้างคู่มือการใช้เครื่องมือ ผลการวิจัยพบว่า 1) เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีความตรงตามทฤษฎีโดยมีดัชนีความสอดคล้องอยู่ในช่วงระหว่าง 0.66-1.00 มีค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในของเครื่องมือเท่ากับ 0.92 เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นปรนัยและความสามารถในการนำไปใช้ 2) เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนจากเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สามารถแปลระดับการคิดวิเคราะห์ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของเครื่องมือที่กำหนดไว้ 3) คู่มือการใช้แบบวัดที่จัดทำขึ้นมีความเป็นปรนัย

จรรยาสมร เหลืองสมานกุล (2557) ได้การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้ 2.1) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องวัสดุรอบตัวเรา ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 2.2) เพื่อศึกษาทักษะทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 2.3) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 2.4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) แบบหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนและหลัง (The One Group Pretest – Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบมหามงคล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผนการเรียนรู้ 2) แบบประเมินทักษะทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ และ 4) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทดสอบค่าที่ (t – test) แบบ Dependent และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิจัย พบว่า 1. กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการ

สร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ประกอบด้วยขั้นตอน 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นให้ความรู้ 3) ขั้นแสวงหาความรู้ 4) ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล 5) ขั้นนำเสนอผลงาน 6) ขั้นสรุปผล 7) ขั้นประเมินผล และ 8) ขั้นนำความรู้ไปใช้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.86 /83.00 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80

2. ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์และ ความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้ 2.1) ผลการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องวัสดุรอบตัวเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) ทักษะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง 2.3) ความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า โดยภาพรวมอยู่ในระดับสูง และ 2.4) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะทาง วิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และนักเรียนมีความคิดเห็นว่าควรนำ กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเนื้อหาอื่นต่อไป

จรัญญา กานุสนธิ (2557) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี เมตตาคอกนิชัน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น โดยการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่ง หมายเพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเมตตาคอกนิชัน และการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น รายวิชาโลกดาราศาสตร์และอวกาศ เรื่อง เทคโนโลยีอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเมตตาคอกนิชัน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น รายวิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างกลุ่มที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเมตตาคอกนิชัน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 55 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบ กลุ่ม (Cluster Random Sampling) แล้วสุ่มกลุ่มทดลอง ได้นักเรียนห้อง 5/8 จำนวน 25 คน และ ห้อง 5/10 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเมตตาคอกนิชันและจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ 7 ขั้น ตามลำดับ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธี

เมตาคอกนิกซ์และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน รูปแบบละ 8 แผน รวมเวลาเรียนรูปแบบ 16 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิด เลือกรับตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.23 – 0.78 มีความเชื่อมั่นทั้ง ฉบับ (rcc) เท่ากับ 0.82 3) แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ชนิดเลือกรับตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.38 – 0.64 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.28 – 0.74 มีความเชื่อมั่น ทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.86 4) แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบมาตรา ส่วนประมาณค่า 5 ระดับมีค่าอำนาจจำแนก (rxy) ตั้งแต่ 0.36 – 0.68 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.89 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบ สมมุติฐานใช้ F-test (One-way MANOVA) ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วย กลวิธีเมตาคอกนิกซ์ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น รายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.79/74.32 และ 77.02/64.08 ตามลำดับ 2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิกซ์ และการจัดการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น รายวิชาโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.6782 และ 0.5058 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 67.82 และ 50.58 ตามลำดับ 3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย กลวิธีเมตาคอกนิกซ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยสรุปการจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิกซ์ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ 7 ชั้น ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิกซ์ จะช่วยเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อ วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น จึงสามารถนำการ จัดการเรียนรู้ดังกล่าว ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบ ผลสำเร็จยิ่งขึ้น

กมลชนก อินตะโมงค์ (2559) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและ การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการ เขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และการคิดวิเคราะห์ ทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น (7E) ร่วมกับการเขียน แผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง งานวิจัยนี้เป็นรูปแบบวิจัย เชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน



ประกอบด้วยขั้นตอนการวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Act) การสังเกต (Observe) และการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้เรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี จำนวน 51 คน เครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวน 7 แผน แบบทดสอบย่อยทำยวงจร แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา และแบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) วิเคราะห์ ข้อมูลเชิงบรรยายและใช้การวิเคราะห์คะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เพื่อตอบคำถามการวิจัย ผลการวิจัยพบว่า 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 55.93 2. การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูง เฉลี่ยร้อยละ 59.85

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างประเทศ

Nasseri (1986) ได้วิจัยพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาในรัฐแคนซัส โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือพัฒนาความเข้าใจของมโนทัศน์พื้นฐานที่สำคัญ ๆ ในวิชาเคมี และศึกษาพัฒนาการทางสติปัญญาการเรียนรู้การสอนที่ แนสเซอร์พัฒนาขึ้นนี้ได้รับการตรวจทั้งด้านเนื้อหา รูปแบบและเรื่องที่เกี่ยวข้องแล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ Oberlin และ Hay ใน Kansas ของประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์พื้นฐานได้เร็วและดีขึ้นกว่าการสอนแบบปกติหรือแบบบรรยายทั่ว ๆ ไป

Akar (2005) ศึกษาเรื่อง ผลของวิธีการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ต่อความเข้าใจเรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวัฏจักรการเรียนรู้ 5E กับแบบปกติ โดยแบ่งนักเรียนในกลุ่มควบคุมได้รับการสอนเคมีแบบปกติ ในขณะที่นักเรียนในกลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยการสอนตามรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5E เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้พื้นฐานของกรด - เบส ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) และการทดสอบค่าที (t-test Independent) ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E สูงกว่ากลุ่มที่เรียนรู้แบบวิธีปกติ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้และมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้น

Turkmen (2009) ศึกษาผลการใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ในการเรียนวิชา โลก ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวนทั้งหมด 97 คน ใช้ระยะเวลา 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ทั้งสิ้น 3 สัปดาห์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลการใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ในด้านความเข้าใจเกี่ยวกับวิชา โลก ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ และ 2) ศึกษาการพัฒนาผลการเรียนรู้โดยการเรียนโดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test Independent) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของกลุ่มที่เรียนโดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้สูงกว่ากลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติ

Duane Kiley (2011) ได้ทำการวิเคราะห์ระดับการดำเนินการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลในระดับชั้นมัธยมศึกษาและปัจจัยที่มีผลต่อการฝึกปฏิบัติ โดยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลคือการออกแบบและการใช้สอนเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนทุกคน ซึ่งภายในห้องเรียนที่มีความแตกต่างกันจะถูกปรับให้เข้ากับความต้องการของผู้เรียนรวมถึงการฝึกปฏิบัติได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีประสิทธิภาพในการสอนในจุดที่นักเรียนได้เรียนรู้ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดขอบเขตความแตกต่างระหว่างบุคคลของครูระดับชั้นมัธยมศึกษาและเลือกตัวแปรที่ส่งผลต่อการใช้การเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ได้มีการสำรวจครูเพื่อกำหนดขอบเขตการใช้กลยุทธ์การสอนที่แตกต่างกัน เน้นการประชุมเพื่อให้เกิดความเข้าใจในข้อมูลที่ได้รับ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติจากการสำรวจครูที่ใช้การจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลมีเพียง 1 ใน 7 ปัจจัยที่มีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการใช้จริง

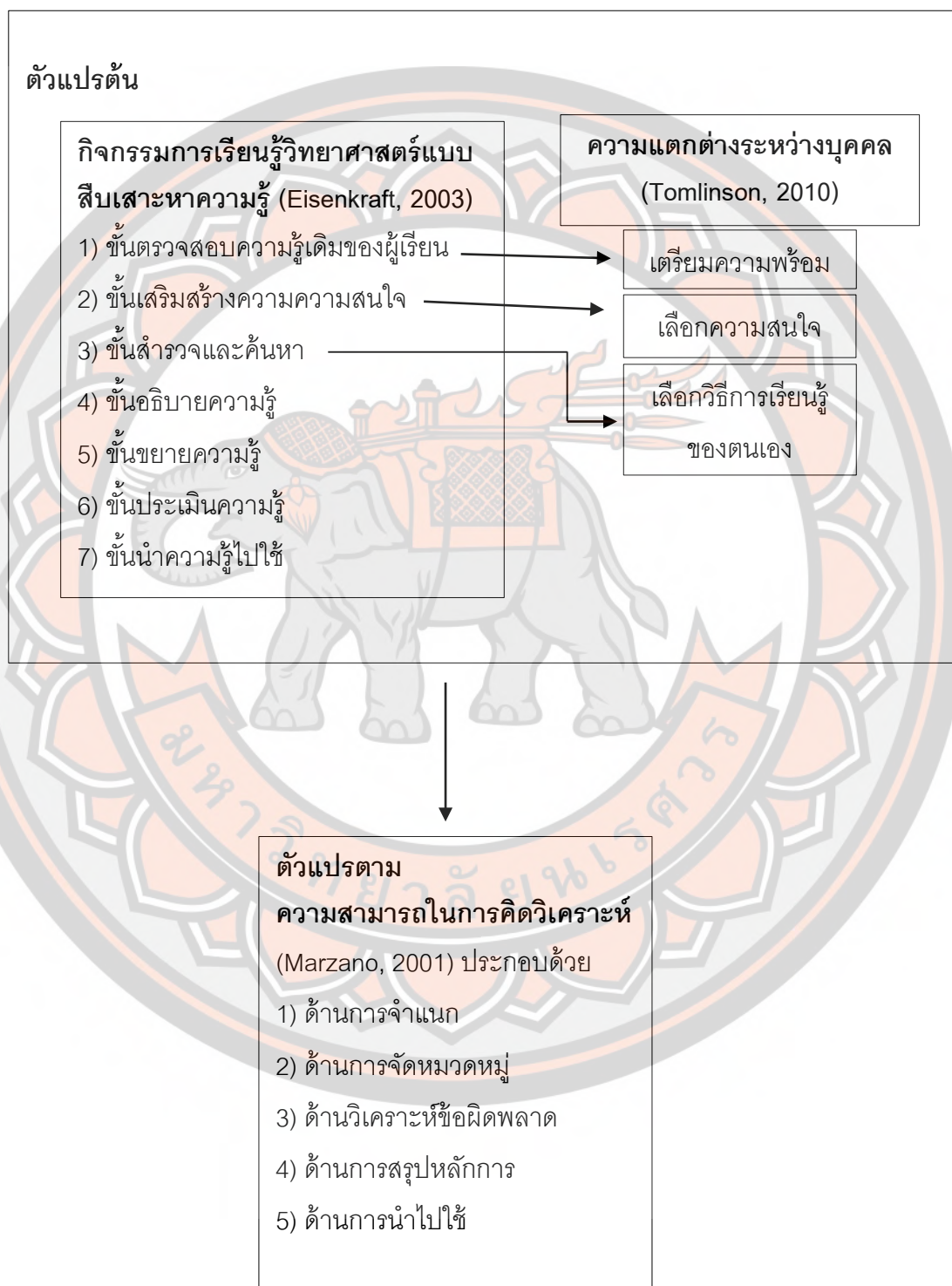
Marry Volesky Dosch (2011) ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลในระดับอุดมศึกษา วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระหว่างการเรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลกับวิธีการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาจิตวิทยาการศึกษา จำนวน 77 คน และส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาครู มหาวิทยาลัย Midwestern University ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลกับวิธีการสอนปกติมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักศึกษาที่เรียนรู้โดยวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลสามารถทำผลงานได้อย่างโดดเด่นทั้งจากการทำงานตามชิ้นงานที่ผู้สอนกำหนดและจากการทำแบบทดสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินชิ้นงาน และแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test Independent) และการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

Brian E. Scott (2012) ได้ทำการศึกษา ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลในห้องเรียนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้สร้างมาเพื่อวัดการสอนที่แตกต่างกันของการพัฒนาในแต่ละบุคคลของนักเรียน การศึกษามุ่งเน้นไปที่ความแตกต่างทางเพศและความถนัดของนักเรียนที่สูงกว่านักเรียนทั่วไป การศึกษาเป็นการออกแบบกึ่งทดลองโดยใช้วิชาในห้องเรียนของครูประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นโรงเรียนอยู่ชานเมืองที่มีเดสก์ท็อปได้ว่าการสอนที่แตกต่างกันไม่ได้มีประสิทธิผลโดยรวมในระดับนัยสำคัญ ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนสูงจะได้ผลประโยชน์อย่างมากเพราะได้รับการท้าทายในระดับสูง แต่นักเรียนทั่วไปจะไม่ได้รับผลประโยชน์นี้ใดใด การศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเรียนรู้ของเพศชายและเพศหญิง

Elizabeth Ann Keithley Sizemore (2015) ได้ทำการศึกษาปรากฏการณ์ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีพรสวรรค์และความสามารถสูงในวิชาที่เน้นคณิตศาสตร์ การศึกษาปรากฏการณ์นี้จะศึกษาเทคนิคที่แตกต่างกันในการนำไปใช้กับผู้เรียนที่มีพรสวรรค์และความสามารถสูง โดยผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้การเน้นคณิตศาสตร์ ในสิงคโปร์ โปรแกรมคณิตศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจถึงความแตกต่างของกระบวนการนั้น ได้ 6 ผู้เข้าร่วมในการทำแบบสอบถามปลายเปิด และได้สัมภาษณ์ตัวแทน 2 คนเพื่อสังเกตและให้สิ่งประดิษฐ์เพื่อการวิเคราะห์ศึกษา มีการแบ่งประเภทบทเรียนให้ครอบคลุม ผู้เข้าร่วมวิเคราะห์แหล่งข้อมูลผู้เรียนที่มีความหลากหลายตลอดชั้นการวางแผนและการนำไปใช้ เพื่อระบุระดับความพร้อมของผู้เรียนและความซับซ้อนของงานที่เหมาะสม มีการใช้กิจกรรมกลุ่มเพื่อความยืดหยุ่นที่จะตอบสนองต่อความต้องการแต่ละคนผ่านการแบ่งเนื้อหา ความหลากหลายในทรัพยากรและการประเมิน เช่นเดียวกับการพัฒนาเป้าหมายให้เชี่ยวชาญและเวลาในการวางแผนนั้นจำเป็นในการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

## กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 8 กรอบแนวคิดการวิจัย

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 การใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

**ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75**

#### แหล่งข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 การเพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75 ประกอบด้วย

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี) จำนวน 2 คน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่ฐานการศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 รายละเอียดดังนี้

2.1 ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพแบบ 1:1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุตรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่ฐานการศึกษา มัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 3 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ทำกิจกรรม

2.2 ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุตรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่ฐานการศึกษา มัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 12 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 4 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ

### **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

3. แบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4. แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์

### **ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1. กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 วิเคราะห์สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม มาตรฐาน ผลการเรียนรู้ และเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เน้นวิทยาศาสตร์ดังนี้

ตาราง 3 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม มาตรฐาน ผลการเรียนรู้ และ เวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เน้นวิทยาศาสตร์

ปริมาณสารสัมพันธ์	มาตรฐาน	ผลการเรียนรู้	จำนวน ชั่วโมง
1.ปฏิกิริยาเคมี	มาตรฐาน ว 5.2	8.แปลความหมายสัญลักษณ์ใน	5
2.สมการเคมี	เข้าใจการเขียนและ การดุลสมการเคมี	สมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมี ของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด	
3.การคำนวณปริมาณ สารในปฏิกิริยาเคมี	ปริมาณสัมพันธ์ใน ปฏิกิริยาเคมี อัตรา การเกิดปฏิกิริยา เคมี ส ม ด ล ใน ปฏิกิริยา เคมี สมบัติและปฏิกิริยา ของ กรด –เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า	9.คำนวณ ปริมาณ ของ สารใน ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับมวลสาร 10.คำนวณ ปริมาณ ของ สารใน ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับความ เข้มข้นของสารละลาย 11.คำนวณ ปริมาณ ของ สารใน ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับปริมาตร แก๊ส 12.คำนวณ ปริมาณ ของ สารใน ปฏิกิริยาเคมีหลายขั้นตอน	5
4.สารกำหนดปริมาณ	คว ม ร ู้ ไป ใช้ ประโยชน์	13.ระบุสารกำหนดปริมาณ และ คำนวณ ปริมาณ สารต่าง ๆ ใน ปฏิกิริยาเคมี	5
5.ผลได้ร้อยละ		14.คำนวณ ผล ได้ ร้อย ละ ของ ผลิตภัณฑ์ในปฏิกิริยาเคมี	

จากตารางวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม มาตรฐาน ผลการเรียนรู้ และเวลาเรียน หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ สอนทั้งหมด 5 เรื่อง ดังนี้ 1) ปฏิกิริยาเคมี 2) สมการเคมี 3) การคำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมี 4) สารกำหนดปริมาณ 5) ผลได้ร้อยละ ใช้เวลา ในการจัดกิจกรรมทั้งหมด 15 ชั่วโมง โดยใช้เวลาดทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมง ทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 17 ชั่วโมง

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม มาตรฐาน ผลการเรียนรู้  
เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4 เน้นวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ปริมาณสารสัมพันธ์	ผล การเรียนรู้	ความสามารถในการคิด วิเคราะห์	จุดประสงค์
1.ปฏิกิริยาเคมี 2.สมการเคมี	ข้อ 8	1.ด้านการจำแนก 2.ด้านการจัดหมวดหมู่ 3.ด้าน การวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด 4.ด้านการสรุปหลักการ 5.ด้านการนำไปใช้	1. นักเรียนสามารถเขียนและดุลสมการเคมี ของปฏิกิริยาเคมีบางชนิดเมื่อทราบสารตั้ง ต้นและผลิตภัณฑ์ 2. นักเรียนสามารถแปลความหมาย สัญลักษณ์ในสมการเคมี 3. นักเรียนสามารถระบุอัตราส่วนโดย โมลจากสมการเคมี
3.การคำนวณ ปริมาณสารใน ปฏิกิริยาเคมี	ข้อ 9-12	1.ด้านการจำแนก 2.ด้านการจัดหมวดหมู่ 3.ด้าน การวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด 4.ด้านการสรุปหลักการ 5. ด้านการนำไปใช้	1. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับมวลสาร 2. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของสารละลาย 3. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับปริมาตรแก๊ส 4. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างโมล มวล ความ เข้มข้น และปริมาตรของแก๊ส 5. คำนวณปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมี หลายขั้นตอน
4.สารกำหนด ปริมาณ 5.ผลได้ร้อยละ	ข้อ 13-14	1.ด้านการจำแนก 2.ด้านการจัดหมวดหมู่ 3.ด้าน การวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด 4.ด้านการสรุปหลักการ 5.ด้านการนำไปใช้	1. ระบุสารกำหนดปริมาณ 2. คำนวณปริมาณสารในปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับสารกำหนดปริมาณ 3. คำนวณผลได้ร้อยละของผลิตภัณฑ์ใน ปฏิกิริยาเคมี



จากตาราง วิเคราะห์จากผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ หน่วยย่อยการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เน้นวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1.2 ศึกษา วิเคราะห์องค์ประกอบ สาระสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ได้แก่ หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล และการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1.3 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ค้นหาคำตอบด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่โดยจะเน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความพร้อมต่อการเรียนรู้ 2) ความสนใจของผู้เรียน และ 3) วิธีการเรียนรู้ ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ประกอบด้วยกิจกรรมตรวจสอบความพร้อมก่อนเรียน (ความพร้อมด้านเนื้อหา) เพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมก่อนเรียนโดยจัดกิจกรรมกลุ่มให้แก่ผู้เรียน และกิจกรรมทบทวนความรู้เดิมเพิ่มเติมความรู้ให้ก่อนเรียนให้แก่ผู้เรียนเป็นขั้นตอนที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ของผู้เรียน เพื่อใช้เป็นการบอกถึงความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความพร้อมหรือไม่มีความพร้อมในการเรียนรู้ สำหรับผู้เรียนที่ขาดความพร้อมผู้สอนจะกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามโดยให้มีสอดคล้องกับเนื้อหาที่จะเรียนเพื่อเสริมความพร้อมในการเรียนให้แก่ผู้เรียน หากผู้สอนสังเกตความพร้อมของผู้เรียนแล้วพบว่า มีความพร้อมที่จะเรียนจึงดำเนินขั้นตอนต่อไป

2. ขั้นเสริมสร้างความสนใจ ประกอบด้วย กิจกรรม ทางเลือกที่น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรื่องที่ตนเองสนใจ โดยมีการกำหนดตัวเลือกมาให้แก่ผู้เรียน โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน เป็นขั้นตอนในการสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน โดยการใช้คำถามและคลิปวิดีโอที่สร้างความสนใจ แปลกตาแก่ผู้เรียน โดยเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และสร้าง

ความอยากรู้อยากเห็นให้แก่ผู้เรียนที่ขาดความสนใจ มีการใช้ประเด็นที่สำคัญในการกระตุ้นผู้เรียน และครูอาจใช้สื่อต่าง ๆ เพิ่มเติมเพื่อสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน

3. **ขั้นสำรวจและค้นหา** ประกอบด้วยกิจกรรมวิธีการเรียนรู้ของชั้น เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการเรียนรู้ของตัวเองให้การค้นหาคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีการวางแผน กำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครูกำหนดขอบเขตให้แก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนจะเป็นคนเลือกวิธีการเรียนรู้ที่ตนเองสนใจ และมีความอยากรู้ในการหาคำตอบ โดยผู้เรียนที่มีความพร้อมและความสนใจอยู่แล้ว จะให้ดำเนินการสำรวจและค้นหาคำตอบได้ ผู้สอนจะกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามที่น่าสนใจ หรือให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการสำรวจและค้นหาคำตอบ

4. **ขั้นอธิบายความรู้** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมาแลกเปลี่ยนความรู้จากสิ่งที่ตนเองหรือกลุ่มของตนเองได้เรียนรู้ภายในห้องเรียน โดยผู้สอนจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ดูแลผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา แบ่งปันความรู้ระหว่างเพื่อนสู่เพื่อน ครูผู้สอน

5. **ขั้นขยายความรู้** เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนสะท้อนและเติมเต็มให้กับผู้เรียนในเนื้อหาที่ขาดหาย หรือมีการเข้าใจความรู้อันผิดให้แก่ผู้เรียน โดยจะต้องเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียน ผู้สอนจะต้องเน้นการใช้คำถาม หรือการใช้เกมในการเชื่อมโยงและขยายความรู้ภายในห้องเรียน

6. **ขั้นประเมินความรู้** เป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด อย่างไร โดยการใช้แบบทดสอบ

7. **ขั้นนำความรู้ไปใช้** เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะนำความรู้ทั้งหมดที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือชีวิตประจำวัน โดยที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้แก่ผู้เรียนและกระตุ้นผู้เรียนให้สามารถนำความรู้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ ออกแบบและนำเสนอตามวิธีการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน

1.4 **จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้** ประกอบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 แผน รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้

1.4.1 **แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1** เรื่อง ปฏิกริยาเคมีและสมการเคมี จำนวน 5 ชั่วโมง

1.4.2 **แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2** เรื่อง การคำนวณปริมาณสาร จำนวน 5 ชั่วโมง

### 1.4.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สารกำหนดปริมาณและผลได้ร้อยละ จำนวน 5 ชั่วโมง

โดยในแต่ละแผนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย หัวเรื่องแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดหัวข้อเนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล การใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ค้นหาคำตอบด้วยตนเองมีขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียน ประกอบด้วยกิจกรรมตรวจสอบความพร้อมก่อนเรียน (ความพร้อมด้านเนื้อหา) เพื่อให้ผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมก่อนเรียนโดยจัดกิจกรรมกลุ่มให้แก่ผู้เรียน และกิจกรรมทบทวนความรู้เดิมเพิ่มเติมความรู้ให้ก่อนเรียนให้นักเรียนเป็นขั้นตอนที่ผู้สอนตรวจสอบความรู้ของผู้เรียน เพื่อใช้เป็นการบอกถึงความพร้อมในการเรียนรู้ของผู้เรียนว่ามีความพร้อมหรือไม่มีความพร้อมในการเรียนรู้

2. ขั้นเสริมสร้างความสนใจ ประกอบด้วย กิจกรรม ทางเลือกที่น่าสนใจ เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรื่องที่ตนเองสนใจ โดยมีการกำหนดตัวเลือกมาให้แก่ผู้เรียน โดยใช้เนื้อหาเดียวกัน เป็นขั้นตอนในการสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน โดยการใช้คำถามและคลิปวิดีโอที่สร้างความสนใจ แปลกตาแก่ผู้เรียน โดยเป็นการนำเข้าสู่บทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และสร้างความอยากรู้อยากเห็นให้แก่ผู้เรียนที่ขาดความสนใจ มีการใช้ประเด็นที่สำคัญในการกระตุ้นผู้เรียน และครูอาจใช้สื่อต่าง ๆ เพิ่มเติมเพื่อสร้างความสนใจให้แก่ผู้เรียน

3. ขั้นสำรวจและค้นหา ประกอบด้วยกิจกรรมวิธีการเรียนรู้ของฉัน เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกวิธีการเรียนรู้ของตนเองให้การค้นหาคำตอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีการวางแผน กำหนดแนวทางในการสำรวจตรวจสอบตามวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ครูกำหนดขอบเขตให้แก่ผู้เรียน โดยผู้เรียนจะเป็นคนเลือกวิธีการเรียนรู้ที่ตนเองสนใจ และมีความอยากรู้ในการหาคำตอบ โดยผู้เรียนที่มีความพร้อมและความสนใจอยู่แล้ว จะให้ดำเนินการสำรวจและค้นหาคำตอบได้ ผู้สอนจะกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามที่น่าสนใจ หรือให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการสำรวจและค้นหาคำตอบ

4. ขั้นอธิบายความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนมาแลกเปลี่ยนความรู้จากสิ่งที่ตนเองหรือกลุ่มของตนเองได้เรียนรู้ภายในห้องเรียน โดยผู้สอนจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง ดูแลผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา แบ่งปันความรู้ระหว่างเพื่อนสู่เพื่อน ครูผู้เรียน

5. ขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนสะท้อนและเติมเต็มให้กับผู้เรียนในเนื้อหาที่ขาดหาย หรือมีการเข้าใจความรู้อันผิดให้แก่ผู้เรียน โดยจะต้องเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียน ผู้สอนจะต้องเน้นการใช้คำถาม หรือการใช้เกมในการเชื่อมโยงและขยายความรู้ภายในห้องเรียน

6. ขั้นประเมินความรู้ เป็นขั้นตอนที่ตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง มากน้อยเพียงใด อย่างไร โดยการใช้แบบทดสอบ

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะนำความรู้ทั้งหมดที่เรียนรู้ไปประยุกต์ในสถานการณ์หรือชีวิตประจำวัน โดยที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้แก่ผู้เรียนและกระตุ้นผู้เรียนให้สามารถนำความรู้ไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ ออกแบบและนำเสนอตามวิธีการเรียนรู้และความสนใจของผู้เรียน

1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 คนและผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี) จำนวน 2 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

1.7 นำกิจกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เน้นวิทยาศาสตร์ มาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำกิจกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เน้นวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้วไปหาประสิทธิภาพกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่ฐานการศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 รายละเอียดดังนี้

1.8.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่ฐานการศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน

3 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อหาประสิทธิภาพ 1:1 โดยพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา เวลาที่ใช้ทำกิจกรรม

1.8.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตต์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตต์ สำนักงานเขตพื้นที่ฐานการศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 12 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 4 คน เพื่อหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก

1.9 นำข้อสรุปที่ได้จากการหาประสิทธิภาพ มาทำการปรับปรุงแก้ไข หลังจากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้อีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้นก่อนนำไปทดลองใช้จริง

1.10 จัดพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เน้นวิทยาศาสตร์เป็นเล่มที่สมบูรณ์พร้อมที่จะนำไปใช้จริง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุดรดิตต์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตต์ สำนักงานเขตพื้นที่ฐานการศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน

**2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์**

2.1 กำหนดจุดประสงค์ของการประเมิน คือเพื่อประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบของแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินและกำหนดรูปแบบของการประเมิน

2.3 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ท (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น.103) โดยส่วนที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่าจัดเป็น 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

สำหรับประเด็นการประเมินแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ประเมินรายละเอียดต่าง ๆ ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยในแต่ละแผนการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย หัวเรื่องแผนการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดหัวข้อเนื้อหาและเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ สาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ สมรรถนะสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ การใช้กิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล ส่วนที่เป็นปลายเปิดเป็นส่วนที่ให้ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมซึ่งอยู่ส่วนท้ายของแบบประเมิน

2.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความครอบคลุมของประเด็นในการประเมินและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ เพื่อให้ข้อเสนอแนะละเอียดปรับปรุงแก้ไข

2.5 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มาแก้ไขปรับปรุงเป็นแบบประเมินฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขต่อไป

### 3. แบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.1 ศึกษาทฤษฎี หลักการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีหาคุณภาพความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเทคนิคในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รวมถึงแนวทางการวัดและประเมินผลต่าง ๆ

3.2 วิเคราะห์ทฤษฎี หลักการ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องความสามารถในการคิดวิเคราะห์

3.3 กำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบตามระดับความสำคัญและจำนวนรายการประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รวมทั้งกำหนดจุดประสงค์ของการประเมินเพื่อนำไปกำหนดระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และพฤติกรรมที่แสดงในแต่ละรายการประเมิน

3.4 ดำเนินการสร้างแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งออกเป็นแบบเกณฑ์ย่อย คือ ประเมินโดยแยกเป็นรายการประเมิน และให้น้ำหนักคะแนนของแต่ละรายการประเมิน จำนวน 1 ชุด มีลักษณะการให้คะแนนเป็น 1 2 3 และ 4 และมีรายการประเมิน 5 ด้าน ดังนี้

### 3.4.1 ด้านการจำแนก

- 1) ด้านการจำแนกระหว่างเรียน
- 2) ด้านการจำแนกในทำการทดลอง

### 3.4.2 ด้านการจัดหมวดหมู่

- 1) ด้านการจัดหมวดหมู่ระหว่างเรียน
- 2) ด้านการจัดหมวดหมู่ในทำการทดลอง

### 3.4.3 ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด

- 1) ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดระหว่างเรียน
- 2) ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในทำการทดลอง

### 3.4.4 ด้านการสรุปหลักการ

### 3.4.5 ด้านการนำไปใช้

3.5 นำแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว  
เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญ  
ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 คนและ  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี) จำนวน 2 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบ  
ประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธี  
ของลิเคิร์ท โดยส่วนที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า จัดเป็น 5 ระดับดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.7 นำผลการประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความสามารถในการคิด  
วิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำในการ  
พิจารณาว่าแบบประเมินมีความเหมาะสม ต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบน  
มาตรฐานไม่เกิน 1.00

3.8 นำแบบประเมินมาปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่มีข้อบกพร่องตามคำแนะนำของ  
ผู้เชี่ยวชาญ

### 3.9 จัดพิมพ์แบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

## 4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย

4.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คู่มือครูและหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่จะสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหา

4.2 ศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเลือกใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย

4.3 สังเคราะห์เกณฑ์การแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของมาร์ซาโน (Marzano, 2001, pp. 71-83) เกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งกำหนดเป็นประเด็น 5 ประเด็นตามองค์ประกอบของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ได้แก่ 1) ด้านการจำแนก 2) ด้านการจัดหมวดหมู่ 3) ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด 4) ด้านการสรุปหลักการ 5) ด้านการนำไปใช้

4.4 เสนอเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ต่อผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รวมจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

4.5 กำหนดน้ำหนักคะแนนของแต่ละองค์ประกอบตามลำดับความสำคัญและจำนวนรายการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

4.6 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามจุดประสงค์การเรียนรู้และตามสัดส่วนที่ได้กำหนดในกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ ใช้จริง 17 ข้อ จากตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้และการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ดังนี้





## ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	1. ด้านการจำแนก		2. ด้านการจับคู่หมวดหมู่		3. ด้านการวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด		4. ด้านการสรุปหลักการ		5. ด้านการนำไปใช้		รวมจำนวนข้อ
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	
2.3 นักเรียน คำนวณ อัตราส่วนโดย โมด จากสมการ เคมีได้			1								1
3. การคำนวณปฏิกิริยาเคมี											
3.1 นักเรียน สามารถคำนวณ ปริมาณของสาร ในปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับมวล สารและปฏิกิริยา เคมีหลายขั้นตอน					4						4
3.2 นักเรียน สามารถคำนวณ ปริมาณของสาร ในปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับ ความเข้มข้นของ สารละลาย					2						2

ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	1.ด้านการจำแนก		2.ด้านการจัดหมวดหมู่		3.ด้านการวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด		4.ด้านการสรุปหลักการ		5.ด้านการนำไปใช้		รวมจำนวนข้อ
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	
3.3 นักเรียน สามารถคำนวณ ปริมาณของสาร ในปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับ ปริมาตรแก๊ส					2						2
4.สารกำหนดปริมาณ											
4.1 นักเรียน สามารถระบุสาร กำหนดปริมาณ	2										2
4.2 นักเรียน สามารถคำนวณ ปริมาณสารใน ปฏิกิริยาเคมีที่ เกี่ยวข้องกับสาร กำหนดปริมาณ					1						1

## ตาราง 5 (ต่อ)

จุดประสงค์ การเรียนรู้	1.ด้านการจำแนก		2.ด้านการจัดหมวดหมู่		3.ด้านการวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด		4.ด้านการสรุปหลักการ		5.ด้านการนำไปใช้		รวมจำนวนข้อ
	1.1	1.2	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	5.1	5.2	
5.ผลได้ร้อยละ											
5.1 นักเรียน สามารถคำนวณ ผลได้ร้อยละของ ผลิตภัณฑ์ใน ปฏิกิริยาเคมี					1						1
6. นักเรียน สามารถทำการ ทดลองปริมาณ สารสัมพันธ์	1		1		1		1		1		5
รวม	3	1	2	1	10	1	2	1	3	1	25

4.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา  
ตรวจสอบความถูกต้องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรึกษาอาจารย์ที่  
ปรึกษาแล้วไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ  
แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข เพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ และความสอดคล้องข้อคำถามกับจุดประสงค์  
การเรียนรู้ที่ต้องการวัด โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ที่เหมาะสมมีค่าตั้งแต่ 0.50  
ขึ้นไป เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกำหนดเกณฑ์  
การพิจารณา ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้  
 ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้  
 ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

4.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้สอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 39 คนที่ผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว

4.10 นำแบบทดสอบอัตนัยมาวิเคราะห์หาคุณภาพ วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบอัตนัยได้แก่ ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (r) แบบ Item Total Correlation (ปกรณธ์ ประจันบาน, 2552, น.176) ค่าอำนาจจำแนกที่ดีต้องมีค่าใกล้เคียง 1.0 จากนั้นคัดเลือกข้อสอบให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้และองค์ประกอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 17 ข้อ ซึ่งดัชนีค่าอำนาจจำแนกที่ได้อยู่ระหว่าง 0.30-0.85

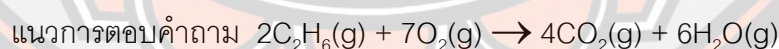
2) นำข้อสอบที่เลือกไว้ใน 1.10.1 มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น ใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (รัตนะ บัวสนธิ์, 2552, น. 93) โดยค่าความเชื่อมั่นมีค่าเท่ากับ 0.94

4.11 พิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้ในการทดลองต่อไปจัดพิมพ์แบบทดสอบเพื่อนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

**ตัวอย่างแบบทดสอบการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเกณฑ์การให้คะแนน**

### 1. ด้านการจำแนก

**คำชี้แจง** ดุลสมการเคมีต่อไปนี้ (2 คะแนน)



**เกณฑ์การให้คะแนน**

2 คะแนน หมายถึง ดุลสมการเคมีถูกต้อง

1 คะแนน หมายถึง ดุลสมการเคมีถูกต้อง แต่ไม่เขียนเครื่องหมายและ/หรือไม่เขียน

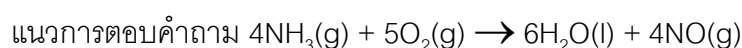
สถานะ

0 คะแนน หมายถึง ดุลสมการเคมีไม่ถูกต้อง

### 2. ด้านการจัดหมวดหมู่

**คำชี้แจง** เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้ (2 คะแนน)

แก๊สแอมโมเนียทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน ได้น้ำและแก๊สไนโตรเจนมอนอกไซด์



### เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน หมายถึง เขียนสมการเคมีถูกต้องและดุลสมการเคมีถูกต้องพร้อมทั้งเขียนเครื่องหมายและเขียนสถานะได้ถูกต้อง

1 คะแนน หมายถึง เขียนสมการเคมีถูกต้องและดุลสมการเคมีถูกต้อง แต่ไม่เขียนเครื่องหมายและ/หรือไม่เขียนสถานะ

0 คะแนน หมายถึง เขียนสมการเคมีไม่ถูกต้องและ/หรือดุลสมการเคมีไม่ถูกต้อง

### 3. ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด

**คำชี้แจง** จงตอบคำถามต่อไปนี้ (3 คะแนน)

ซิลเวอร์คลอไรด์มีโลหะเงินเป็นองค์ประกอบร้อยละ 75.24 โดยมวล นำโลหะเงินจำนวน 10.00 กรัม มาทำปฏิกิริยาในภาชนะปิดที่มีแก๊สคลอรีน เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดพบว่าเกิดซิลเวอร์คลอไรด์จำนวน 6.45 กรัม เหลือโลหะเงิน 5.15 กรัม และไม่มีแก๊สคลอรีนเหลืออยู่ในระบบ ในตอนเริ่มต้นปฏิกิริยามีแก๊สคลอรีนอยู่ในระบบกี่กรัม

แนวการตอบคำถาม

$$\text{ใช้โลหะเงินไป } 10.00 \text{ g} - 5.15 \text{ g} = 4.85 \text{ g}$$

จากกฎทรงมวล มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยา = มวลของสารหลังทำปฏิกิริยา

$$\text{มวลของ Ag} + \text{มวลของ Cl}_2 = \text{มวลของ AgCl}$$

$$4.85 \text{ g} + \text{มวลของ Cl}_2 = 6.45 \text{ g}$$

$$\text{มวลของ Cl}_2 = 6.45 \text{ g} - 4.85 \text{ g} = 1.60 \text{ g}$$

ดังนั้น ในตอนเริ่มต้นปฏิกิริยามีแก๊สคลอรีนอยู่ในระบบ 1.60 กรัม

### เกณฑ์การให้คะแนน

3 คะแนน หมายถึง ตอบครบทั้ง 3 องค์ประกอบคือ

1. จำแนกสารแต่ละชนิดได้ถูกต้อง

2. แสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง

3. สรุปภาพรวมของโจทย์ คำตอบและระบุหน่วยได้ถูกต้อง

2 คะแนน หมายถึง ตอบเพียง 2 องค์ประกอบได้ถูกต้อง

1 คะแนน หมายถึง ตอบเพียง 1 องค์ประกอบได้ถูกต้อง

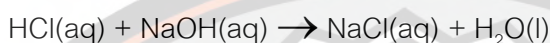
0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถตอบคำถามข้อนี้ได้

### 4. ด้านการสรุปหลักการ และ

### 5. ด้านการนำไปใช้

**คำชี้แจง** จงตอบคำถามต่อไปนี้ (4 คะแนน)

ผสมสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 1.50 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25.0 มิลลิลิตร กับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.800 โมลต่อลิตร ปริมาตร 40.0 มิลลิลิตร ปฏิริยาที่เกิดขึ้นเขียนแสดงได้ดังนี้



จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

แนวการตอบคำถาม ขั้นที่ 1 หาโมลของสารก่อนทำปฏิริยา

$$\begin{aligned} \text{โมลของ HCl ก่อนทำปฏิริยา} &= \frac{1.50 \text{ mol HCl}}{1000 \text{ mL sol}^n} \times 25.0 \text{ mL sol}^n \\ &= 0.0375 \text{ mol HCl} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{โมลของ NaOH ก่อนทำปฏิริยา} &= \frac{0.800 \text{ mol NaOH}}{1000 \text{ mL sol}^n} \times 40.0 \text{ mL sol}^n \\ &= 0.0320 \text{ mol NaOH} \end{aligned}$$

ขั้นที่ 2 หาสารกำหนดปริมาณ

$$\begin{aligned} \text{โมลของ NaOH ก่อนทำปฏิริยา} &= \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol HCl}} \times 0.0375 \text{ mol HCl} \\ &= 0.0375 \text{ mol NaOH} \end{aligned}$$

นั่นคือ เมื่อใช้ HCl 0.0375 โมล จะต้องใช้ NaOH 0.0375 โมล แต่มี NaOH 0.0320 โมล ดังนั้น NaOH เป็นสารกำหนดปริมาณ

**เกณฑ์การให้คะแนน**

2 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีการหาสารกำหนดปริมาณได้ถูกต้องและชัดเจน

1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีการหาสารกำหนดปริมาณได้ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน

0 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีการหาสารกำหนดปริมาณไม่ถูกต้อง

4.2 เมื่อปฏิริยาสิ้นสุดจะได้สารละลายโซเดียมคลอไรด์กี่โมลต่อลิตร

แนวการตอบคำถาม

ปริมาตรของสารละลายหลังผสมกัน = 25.0 mL + 40.0 mL = 65.0 mL

$$\begin{aligned} \text{ความเข้มข้นของสารละลาย NaCl} &= 0.0320 \text{ mol NaOH} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol HCl}} \times \frac{1}{65.0 \text{ mL sol}^n} \times \frac{1000 \text{ mL sol}^n}{1 \text{ L sol}^n} \\ &= 0.492 \text{ mol/L NaCl} \end{aligned}$$

ดังนั้น สารละลายเกลือแกงมีความเข้มข้น 0.492 โมลต่อลิตร

#### เกณฑ์การให้คะแนน

1 คะแนน หมายถึง แสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ไม่แสดงวิธีการคำนวณได้ถูกต้อง

4.3 เมื่อทดสอบสารละลายหลังสิ้นสุดปฏิกิริยากับกระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงินมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

#### แนวการตอบคำถาม

จากข้อ 4.1 สารกำหนดปริมาณคือ NaOH แสดงว่าเหลือ HCl ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด ดังนั้น เมื่อทดสอบด้วยกระดาษลิตมัสสีแดงจะไม่เปลี่ยนสี แต่จะเปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสสีน้ำเงินเป็นแดง

#### เกณฑ์การให้คะแนน

1 คะแนน หมายถึง สามารถเขียนอธิบายและให้เหตุผลได้ถูกต้อง

0 คะแนน หมายถึง ไม่สามารถเขียนอธิบายและให้เหตุผลได้

#### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การประเมินความเหมาะสมของแผนการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ มีชั้นตอนดังนี้

1.1 นัดหมายผู้เชี่ยวชาญในประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

1.2 ส่งแผนการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์และแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

1.3 รับแผนการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์และแบบประเมินความเหมาะสมของ



แผนการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

2.1 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ไปหาความเหมาะสมของภาษา การสื่อสาร เวลาที่ใช้ทำกิจกรรม โดยใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39 จำนวน 3 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 1 คน ที่ไม่ใช่ กลุ่มตัวอย่าง

2.2 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว เพื่อหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กและพิจารณาความเหมาะสมของภาษา การสื่อสาร เวลาที่ใช้ทำกิจกรรม โดยใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 12 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 4 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.3 จัดพิมพ์แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ฉบับสมบูรณ์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์ นำผลของการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนมาทำการวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์มาพิจารณาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยมีคะแนนการประเมินเหมาะสมและการแปลผล ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 121)

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  
 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก  
 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง  
 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย  
 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

การกำหนดเกณฑ์ในการแปลผล ดังนี้

- 4.51-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด  
 3.51-4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก  
 2.51-3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง  
 1.51-2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย  
 1.00-1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปและมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ คำนวณได้จากสูตรการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้เกณฑ์ E1/E2 ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธิ, 2552, หน้า 103)

E1 คือ ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้หรือผลที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ

$$E1 = \frac{\sum X_1}{N} \times 100$$

$\sum X_1$  คือ คะแนนรวมของทุกคนจากแบบฝึกหัดย่อยแต่ละชุด หรือผลการปฏิบัติแต่ละครั้ง

A คือ ผลรวมของคะแนนเต็มของจากแบบฝึกหัดย่อยแต่ละชุด หรือผลการปฏิบัติแต่ละครั้ง

N คือ จำนวนผู้เรียน

E2 คือ ประสิทธิภาพของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นภายหลังการใช้สิ้นสุดลงหรือผลสรุปรวม

$$E2 = \frac{\frac{\sum X_2}{N} \times 100}{B}$$

$\sum X_2$  คือ คะแนนรวมของทุกคนจากการทดสอบสรุปรวม

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกปฏิบัติหลังการใช้นวัตกรรม

N คือ จำนวนผู้เรียน

**ขั้นตอนที่ 2 การใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์**

การใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

#### **ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 39

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 39 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกการสุ่มอย่างง่าย มีหน่วยการสุ่มเป็นห้องเรียน

#### **แบบแผนการวิจัย**

ในการวิจัยครั้งนี้ใช้แนวคิดของการวิจัยและพัฒนา และใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวมีการวัดก่อนและหลัง (One group posttest only design) (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, 2557, น. 84) โดยมีแบบแผนการวิจัยดังนี้

---

ตัวแปรอิสระ

สอบหลัง

X

T2

---

เมื่อ x แทน กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

T2 แทน การสอบหลังใช้กิจกรรมการเรียนรู้

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในชั้นตอนนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ทดลอง และเครื่องเครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงการดำเนินการสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง
2. ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนการทดลองกับนักเรียนกลุ่มทดลองด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ฉบับก่อนเรียน
3. ดำเนินการสอนโดยการ ใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 15 ชั่วโมง ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยมีการจดบันทึกเหตุการณ์การเรียนรู้ตามกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยสังเกตพฤติกรรมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน
4. เมื่อสิ้นสุดการสอนโดยการ ใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับหลังเรียน เพื่อนำมาวิเคราะห์

เปรียบเทียบ และนำผลการศึกษาศักยภาพความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยการใช้ใบงานแบบฝึกหัดมาให้คะแนนและวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. นับความถี่ คำนวณค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนสอบหลังเรียน และวิเคราะห์เชิงเนื้อหา
2. เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one sample) กับเกณฑ์ร้อยละ 75

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการหาการประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ คำนวณได้จากสูตรการหาประสิทธิภาพของชุดการสอนโดยใช้เกณฑ์ E1/E2 ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธ์, 2552, หน้า 103)

E1 คือ ประสิทธิภาพด้านกระบวนการของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้หรือผลที่เกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ

$$E1 = \frac{\sum X_1}{N} \times 100$$

$\sum X_1$  คือ คะแนนรวมของทุกคนจากแบบฝึกหัดย่อยแต่ละชุด หรือผลการปฏิบัติแต่ละครั้ง

A คือ ผลรวมของคะแนนเต็มจากแบบฝึกหัดย่อยแต่ละชุด หรือผลการปฏิบัติแต่ละครั้ง

N คือ จำนวนผู้เรียน

E2 คือ ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ของนวัตกรรมการศึกษาที่เกิดขึ้นภายหลังการใช้สิ้นสุดลงหรือผลสรุปรวม

$$E2 = \frac{\sum X_2}{B} \times 100$$

$\sum X_2$  คือ คะแนนรวมของทุกคนจากการทดสอบสรุปรวม

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกปฏิบัติหลังการใช้นวัตกรรม

N คือ จำนวนผู้เรียน

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ปกรณั ประจันบาน, 2552, น. 228)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน ค่าคะแนนของนักเรียน

n แทน จำนวนคะแนนทั้งหมด

$\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนนักเรียน

ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (รัตนะ บัวสนธิ, 2552, น. 82)

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

เมื่อ  $\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (r) แบบ Item Total Correlation (ปกรณั ประจันบาน, 2552, น.176)

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

เมื่อ r แทน ดัชนีค่าอำนาจจำแนก

X แทน คะแนนรายข้อของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน

Y แทน คะแนนรวมทั้งฉบับที่หักออกด้วยคะแนนในข้อนั้นแล้ว

เกณฑ์พิจารณา ค่าอำนาจจำแนกที่ดีควรมีค่าใกล้เคียง 1.0

การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยการใช้สูตรของครอนบาค (ปกรณั ประจันบาน, 2552, น. 179) ดังนี้

$$\text{สูตร } \alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_c^2} \right]$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	$n$	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$S_1^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
	$S_2^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

สถิติที่ใช้เปรียบเทียบแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 75 คือ t-test แบบกลุ่มเดียว (t – test one sample) (ปกรณัม ประจันบาน, 2552, น.238)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S_x}{\sqrt{n}}}$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที่
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง
	$\mu$	แทน	เกณฑ์ที่กำหนด
	$S_x$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนกลุ่มทดลอง
	$n$	แทน	ขนาดของกลุ่มทดลอง

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบของตารางประกอบคำบรรยาย ซึ่งรายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75 ประกอบด้วย

1. ผลการสร้างและศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์
2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ผลการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์
2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 75



**ตอนที่ 1 ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75**

1. ผลการสร้างและศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งมี 7 ขั้นตอน ดังนี้

#### **ขั้นที่ 1 Elicitation : ทบทวนความรู้เดิม (เตรียมความพร้อมด้านเนื้อหา)**

กิจกรรม Readiness checking : ตรวจสอบความพร้อมก่อนเรียน (ความพร้อมด้านเนื้อหา) ใช้แบบวัดความพร้อมก่อนเรียนเรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ ใน 3 หัวข้อ ได้แก่ ปฏิกริยาเคมี และสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารในปฏิกริยาเคมี สารกำหนดปริมาณและผลได้ร้อยละ เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานด้านเนื้อหาของนักเรียนก่อนที่จะเริ่มเรียน จัดกลุ่มโดยคณะกลุ่มพร้อมและไม่พร้อมอยู่กลุ่มเดียวกันใช้กิจกรรมกลุ่มโดยการเล่นเกมนทบทวนความรู้เดิมและเพิ่มเติมความรู้ใหม่ก่อนเรียนบางส่วนให้นักเรียน เสริมแรงโดยการให้คะแนนหรือรางวัล

#### **ขั้นที่ 2 Engagement : สร้างเสริมความสนใจ**

กิจกรรม Interesting choice : ทางเลือกที่น่าสนใจ กำหนดสิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับเนื้อหาปฏิกริยาเคมีและสมการเคมี ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่พบเห็นได้โดยตัดคลิปสั้นๆ ในภาพยนตร์ชื่อดังที่มีความเกี่ยวข้องกับหัวข้อทั้ง 3 หัวข้อ (มี 5 ปฏิกริยาหรือ 5 คลิป) โดยให้แล้วเลือกมา 1 เรื่องที่สนใจ แล้วตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถในการหาคำตอบ เสริมแรงโดยการให้คะแนนหรือรางวัล

#### **ขั้นที่ 3 Exploration : สำรวจ/ค้นหาคำตอบตามวิธีการเรียนรู้ ประกอบด้วย**

กิจกรรม My Learning Profile : วิธีการเรียนรู้ของฉัน เลือกวิธีการเรียนรู้ตามความถนัดของตนเอง เตรียมวิธีการเรียนรู้ให้ด้วยกันทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การทดลองจริง ,การดูจากคลิปวิดีโอ (ศึกษา online) และ ดูการสาธิตจากเจ้าหน้าที่แลป ให้นักเรียนเลือกวิธีการเรียนรู้ในการสำรวจ/ค้นหาคำตอบโดยทั้ง 3 รูปแบบจะดำเนินไปพร้อมกัน

#### **ขั้นที่ 4 Explanation : อธิบายความรู้**

แต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายผลที่ได้ของแต่ละกลุ่ม นำเสนอตามความสนใจ โดยครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทางและกำกับดูแล

### ขั้นที่ 5 Elaborating : ขยายความรู้

กิจกรรมกลุ่มโดยการเล่นเกมนตอบคำถาม เสริมแรงโดยการให้คะแนนหรือรางวัล และทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม

### ขั้นที่ 6 Evaluation : ประเมินความรู้

ได้ทำการเก็บข้อมูลระหว่างทำกิจกรรมและหลังจากทำกิจกรรม บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนในการทำภาระงาน/ชิ้นงาน โดยนำมาตัดสินผลการเก็บข้อมูลผู้เรียนจะทำกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมการทำกิจกรรม และผลงานจากการทำกิจกรรม

### ขั้นที่ 7 Extension : การนำไปใช้

ผู้เรียนจะนำความรู้ทั้งหมดที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์หรือชีวิตประจำวัน โดยที่ครูสร้างสถานการณ์เกี่ยวกับเรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี ให้นักเรียนเลือกปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมีที่สนใจและสอดคล้องกับสถานการณ์ ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ตอบคำถาม

ตาราง 6 แสดงการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามความคิดของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมินด้าน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
<b>1. ขั้นที่ 1 Elicitation : ทบทวนความรู้เดิม</b>			
1.1 การเตรียมความพร้อมพื้นฐานก่อนเรียน	4.00	0.71	มาก
1.2 การทบทวนความรู้เดิม	4.20	0.45	มาก
1.3 การดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>2. ขั้นที่ 2 Engagement : สร้างเสริมความสนใจ</b>			
2.1 การสร้างสิ่งที่น่าสนใจให้มีความหลากหลาย	4.40	0.55	มาก
2.2 เทคนิคการสร้างความสนใจ	3.80	0.84	มาก
2.3 การดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	4.20	0.45	มาก

ตาราง 6 (ต่อ)

รายการประเมินด้าน	ระดับความ		เหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
<b>3. ขั้นที่ 3 Exploration : สำรวจ/ค้นหาคำตอบตามวิธีการเรียนรู้</b>			
3.1 ความหลากหลายของวิธีการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 การดำเนินกิจกรรมไปตามขั้นตอนอย่างเหมาะสม	4.20	0.45	มาก
3.3 สื่อการเรียนรู้เพียงพอ น่าสนใจ และเหมาะสม	4.40	0.89	มาก
3.4 การดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	4.80	0.45	มากที่สุด
<b>4. ขั้นที่ 4 Explanation : อธิบายความรู้</b>			
4.1 สร้างความพร้อมในการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย	4.00	0.71	มาก
4.2 นักเรียนเลือกการนำเสนอที่ตนเองสนใจ	4.40	0.55	มาก
4.3 นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายความรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>5. ขั้นที่ 5 Elaborating : ขยายความรู้</b>			
5.1 จัดกิจกรรมกลุ่ม เพิ่มเติมเนื้อหา	4.80	0.45	มากที่สุด
5.2 การดำเนินกิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>6. ขั้นที่ 6 Evaluation : ประเมินความรู้</b>			
6.1 การประเมินเหมาะสมกับเนื้อหาและเวลา	4.40	0.55	มาก
<b>7. ขั้นที่ 7 Extension : การนำไปใช้</b>			
7.1 นักเรียนเลือกสิ่งที่ตนสนใจในการนำไปใช้ในเนื้อหานั้นๆ	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>รวมเฉลี่ย</b>	<b>4.42</b>	<b>0.54</b>	<b>มาก</b>

จากตาราง 7 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D.=0.54)

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพ 1:1 ของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนจำนวน 3 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา และเวลา ที่ใช้ทำกิจกรรม ดังตาราง 7

**ตาราง 7 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพ 1:1 ของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 3 คน**

แผนที่	รายการที่ตรวจสอบ			การปรับปรุง
	ด้านเนื้อหา	ด้านภาษา	ด้านเวลา	
แผนที่ 1 เรื่อง	เนื้อหาเข้าใจ	มีการใช้ภาษาที่	เวลาในการ	ปรับการใช้
ปฏิกริยาเคมี	ง่าย มีการ	เข้าใจยาก อธิบายได้	ทำกิจกรรม	ภาษาให้เข้าใจ
และสมการเคมี	เรียบเรียงจาก	ไม่ชัดเจน ข้อความ	เหมาะสม	ง่ายขึ้น อธิบาย
	ง่ายและเพิ่ม	พิมพ์ถูกต้อง ชัดเจน		ชัดเจนขึ้น
	ระดับยากขึ้น	เข้าใจง่าย		
แผนที่ 2 เรื่อง	เนื้อหามีความ	มีการใช้ภาษาที่	เวลาในการ	ปรับเนื้อหาให้
การคำนวณ	ซับซ้อน แสดง	เข้าใจยาก อธิบายได้	ทำกิจกรรม	เข้าใจง่ายขึ้น
ปริมาณสารใน	ขั้นตอนและ	ชัดเจน ข้อความ	เหมาะสม	เรียงจาก
ปฏิกริยาเคมี	รายละเอียด	บางคำไม่ถูกต้อง		ซับซ้อนน้อย
	ชัดเจน	ไม่ค่อยชัดเจน และ		ไปมาก ปรับ
		เหมาะสม		การใช้ภาษาให้
				เข้าใจง่ายขึ้น
				อธิบายชัดเจน

ตาราง 7 (ต่อ)

แผนที่	รายการที่ตรวจสอบ			การปรับปรุง
	ด้านเนื้อหา	ด้านภาษา	ด้านเวลา	
				ชั้น ตรวจสอบ ข้อความให้ ถูกต้อง
แผนที่ 3 เรื่องสาร	เนื้อหา	มีการใช้ภาษาที่	เวลาในการ	ตรวจสอบ
กำหนดปริมาณ	เหมาะสม	เข้าใจง่าย อธิบายได้	ทำกิจกรรม	ความถูกต้อง
และผลได้ร้อยละ	เข้าใจง่าย	ชัดเจน ข้อความ	เหมาะสม	อีกครั้ง
	มีการแสดง รายละเอียด ชัดเจน	พิมพ์ถูกต้อง เข้าใจ ง่าย เหมาะสม		

ขั้นตอนสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน จำนวน 12 คน จำแนกเป็นเก่ง กลาง อ่อน อย่างละ 4 คน ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงผลการศึกษาประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็กของกิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่  
ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน  
จำนวน 12 คน

ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทำกิจกรรม ระหว่างเรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ (E1)			ร้อยละของคะแนนทดสอบเฉลี่ยหลัง เรียนด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E2)
แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	
75.00	78.75	75.33	75.21
รวมเฉลี่ยร้อยละ 76.39			
ประสิทธิภาพด้านกระบวนการ = 76.39			ประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ = 75.21
E1/E2 = 76.39/75.21			

จากตาราง 8 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่  
เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสาร  
สัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพของกระบวนการ  
เท่ากับ 76.39 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 75.21 นั่นคือ กิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ  
76.39/75.21 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น  
ความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสาร  
สัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. ผลการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรม  
การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

ตาราง 9 แสดงผลการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้  
ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	N	คะแนนเต็ม	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	ระดับ คุณภาพ
1) ด้านการจำแนก (Matching)	39	20	17.10	15.80	16.20	16.37	1.39	81.83	ดีมาก
2) ด้านการจัดหมวดหมู่ (Classification)	39	20	14.80	15.00	14.90	14.90	0.60	74.50	ดี
3) ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด (Error Analysis)	39	20	14.60	15.10	14.80	14.83	0.96	74.17	ดี
4) ด้านการสรุปหลักการ (Generalizing)	39	20	15.00	14.80	15.00	14.93	0.80	74.67	ดี
5) ด้านการนำไปใช้ (Specifying)	39	20	15.00	15.50	15.00	15.17	0.53	75.83	ดี
เฉลี่ยรวม	39	20	15.3	15.24	15.18	15.24	0.86	76.20	ดี

จากตาราง 10 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 15.24$ , S.D. = 0.86) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนกอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 16.37$ , S.D. = 1.39) และด้านการจัดหมวดหมู่ ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ด้านการสรุปหลักการ และด้านการนำไปใช้ อยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 14.90, 14.83, 14.93$  และ  $15.17$ , S.D. = 0.60, 0.96, 0.80 และ 0.53) ตามลำดับ โดยตัวอย่างในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ปฏิบัติเคมีและสมการเคมี ดังนี้

ขั้นที่ 1 Elicitation : ทบทวนความรู้เดิม (เตรียมความพร้อมด้านเนื้อหา)

กิจกรรม Readiness checking : ตรวจสอบความพร้อมก่อนเรียน (ความพร้อมด้านเนื้อหา) ใช้แบบวัดความพร้อมก่อนเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานด้านเนื้อหาของนักเรียนก่อนที่จะเริ่มเรียน โดยมีนักเรียน 17 คนที่มีความพร้อม และมีนักเรียน 22 คนที่มีความไม่พร้อมในการเรียน

จัดกลุ่มโดยคละกลุ่มพร้อมและไม่พร้อมให้อยู่กลุ่มเดียวกัน เพื่อทำสร้างความพร้อมให้กับนักเรียน โดยใช้กิจกรรมกลุ่มโดยการเล่นเกมนทบทวนความรู้เดิมและเพิ่มเติมความรู้ใหม่ก่อนเรียนบางส่วนให้แก่นักเรียน มีการเสริมแรงโดยการให้คะแนนหรือรางวัล และตรวจสอบความพร้อมอีกครั้ง

ขั้นที่ 2 Engagement : สร้างเสริมความสนใจ

กิจกรรม Interesting choice : ทางเลือกที่น่าสนใจ กำหนดสิ่งที่น่าสนใจเกี่ยวกับเนื้อหาปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี ยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่พบเห็นได้โดยตัดคลิปลั๊นๆ ในภาพยนตร์ชื่อดังที่มีความเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี (มี 5 ปฏิกริยาหรือ 5 คลิปล) โดยให้แล้วเลือกมา 1 เรื่องที่สนใจ โดยนักเรียนสามารถระบุสารเคมี (ด้านการจำแนก) ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกริยานี้ และจัดกลุ่มของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ได้ (ด้านการจัดหมวดหมู่) นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของปฏิกริยาดังกล่าวได้ (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด) จากนั้นตอบคำถามพร้อมกัน ภาพรวมส่วนมากนักเรียนจะช่วยกันตอบ





ภาพ 9 ผู้เรียนดูคลิปวิดีโอ แล้วช่วยกันตอบคำถาม

ขั้นที่ 3 Exploration : สำรวจ/ค้นหาคำตอบตามวิธีการเรียนรู้

กิจกรรม My Learning Profile : วิธีการเรียนรู้ของฉันเลือกวิธีการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมีตามความถนัดของตนเอง เตรียมวิธีการเรียนรู้ให้ด้วยกันทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การทดลองจริง , การดูจากคลิปวิดีโอ (ศึกษา online) และ ดูการสาธิตจากเจ้าหน้าที่แลป ให้นักเรียนเลือกวิธีการเรียนรู้ในการสำรวจ/ค้นหาคำตอบโดยทั้ง 3 รูปแบบจะดำเนินไปพร้อมกันในกิจกรรมนี้มีนักเรียน 28 ทำการทดลองจริง นักเรียน 8 คนดูการสาธิตจากเจ้าหน้าที่แลป และนักเรียน 3 คนที่ศึกษาจากคลิปวิดีโอ (ศึกษา online) โดยนักเรียนจะต้องออกแบบการทดลอง และวางแผนขั้นตอนการทดลองโดยการออกแบบการด้วยตนเอง มีหัวข้อดังนี้

1. อุปกรณ์/สารเคมีที่ใช้ โดยนักเรียนต้องระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้จากการทดลอง (ด้านการจำแนก)
2. ขั้นตอนการทดลองโดยให้นักเรียนวาดรูปหรือเขียนไดอะแกรมเป็นขั้นตอนให้เข้าใจ (ด้านการจัดหมวดหมู่) (ตั้งแต่ข้อ 5-7 ต้องทำการทดลองก่อนจึงสามารถตอบได้)
3. ผลการทดลอง
4. อภิปรายผลการทดลอง
5. สรุปผลการทดลอง



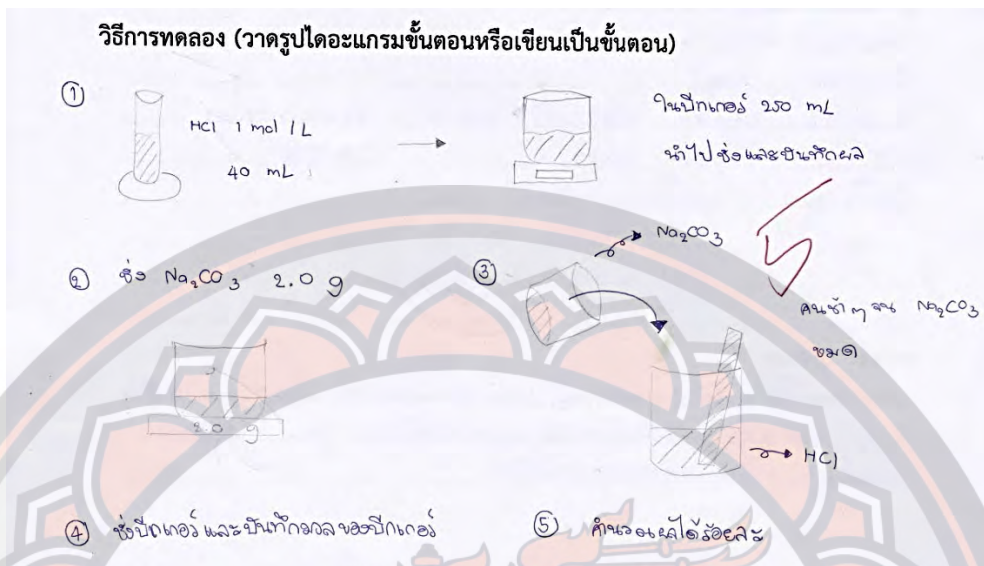
ภาพ 10 ผู้เรียนได้เลือกวิธีการเรียนรู้ให้ด้วยกันทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การทดลองจริง, การดูจากคลิปวิดีโอ (ศึกษา online) และ ดูการสาธิตจากเจ้าหน้าที่การทดลอง

#### อุปกรณ์และสารเคมี

1. โซเดียมคาร์บอเนต  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  .....
2. กรดไฮโดรคลอริก  $\text{HCl}$  1 mol/L .....
3. ฟองน้ำขนาด 50 mL .....
4. ขวดแก้วขนาด 250 mL .....
5. ฟิล์มพลาสติก .....

ภาพ 11 ผลงานผู้เรียนในด้านการจำแนก

จากตัวอย่างใบกิจกรรมการทดลองของนักเรียนจะเห็นว่า ภาพรวมนักเรียนส่วนมากทำได้ถูกต้องนักเรียนสามารถจำแนกอุปกรณ์การทดลองที่จะเลือกใช้ได้ โดยนักเรียนระบุถึงอุปกรณ์และสารเคมีในการทำการทดลอง นั่นคือการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนก



ภาพ 12 ผลงานนักเรียนในด้านการจัดหมวดหมู่

จากตัวอย่างใบกิจกรรมการทดลองของนักเรียนจะเห็นได้ว่า ภาพรวมนักเรียนส่วนมากทำได้ถูกต้องแสดงขั้นตอนการทดลองได้ชัดเจน มีการแสดงองค์ประกอบครบถ้วน เข้าใจง่าย และมีการจัดหมวดหมู่ของขั้นตอนอย่างเป็นระบบ นั่นคือการคิดวิเคราะห์ด้านการจัดหมวดหมู่

ผลการทดลอง

น้ำหนัก	ชั่ง
น้ำหนักของ HCl	142.05 g
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	2 g
น้ำหนักของน้ำ	146.18 g

วิเคราะห์ข้อผิดพลาดจากการทดลอง

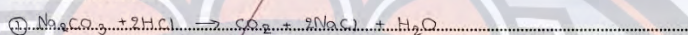
.....

.....

ภาพ 13 ผลงานนักเรียนในด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด

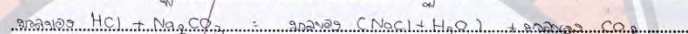
จากตัวอย่างใบกิจกรรมการทดลองของนักเรียนจะเห็นได้ว่า ภาพรวมนักเรียนบางส่วนทำได้ถูกต้อง มีการบันทึกผลได้ชัดเจน และออกแบบตารางในการบันทึกด้วยตนเอง สามารถบอกถึงการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของการทดลอง นั่นคือการคิดวิเคราะห์ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด

#### อภิปรายผลการทดลอง



② อธิบาย  $\text{CO}_2$  ที่เกิดขึ้นจากการทดลองโดยพิจารณาจากสมการเคมีที่

ทดลอง ส่วนที่ผลิตได้มีปริมาณ = ปริมาณสารตั้งต้นที่เติมปฏิกิริยา



$$142.05 + x \quad \quad \quad 142.18 \quad + \quad x$$

$$\text{สาร} \quad \text{CO}_2 \quad \quad \quad 142.05 - 142.18 \quad = \quad 0.13$$

③ ศึกษาสมการเคมีที่ผลิตได้ (จากสารที่เติมลงไป)



สาร  $\text{CO}_2$  : 0.04

ให้  $0.04 \times 44 = 1.76$   $\text{CO}_2 = 44 \times 0.04$

ให้  $0$   $0.0092$   $0.04$   $= 0.1316$

④ ผลที่ได้คือ = ผลที่ได้จริง  $\times 100$

ผลที่ได้จริง =  $0.1316 \times 100 = 13.16\%$

$0.1316$

#### สรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองที่ได้มีปริมาณที่มากกว่าที่คิดไว้ เนื่องจากมีการสูญเสียของสารบางส่วนไป

นั่นคือ ผลที่ได้จริง < ผลที่ได้คิดไว้ สาเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากมีการสูญเสียของสารบางส่วนไป

ที่ได้นั้นน้อยกว่าที่คิดไว้เนื่องจากมีการสูญเสียของสารบางส่วนไป

ภาพ 14 ผลงานนักเรียนในด้านการสรุปหลักการและการนำไปใช้

จากตัวอย่างใบกิจกรรมการทดลองของนักเรียนจะเห็นได้ว่า ภาพรวมนักเรียนส่วนมากทำได้ถูกต้อง การอภิปรายและสรุปผลการทดลองนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาอธิบายได้สอดคล้องกับผลที่ได้และแสดงขั้นตอนอย่างเป็นระบบ นั่นคือการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปหลักการและการนำไปใช้

ขั้นที่ 4 Explanation : อธิบายความรู้

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง (ด้านการสรุปหลักการ) และแลกเปลี่ยนความรู้ พบว่านักเรียนส่วนมากสามารถอธิบายให้กลุ่มอื่น ๆ ได้เข้าใจและสามารถเพิ่มเติมเนื้อหาให้แก่เพื่อนกลุ่มอื่นได้



ภาพ 15 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองและแลกเปลี่ยนความรู้

ขั้นที่ 5 Elaborating : ขยายความรู้

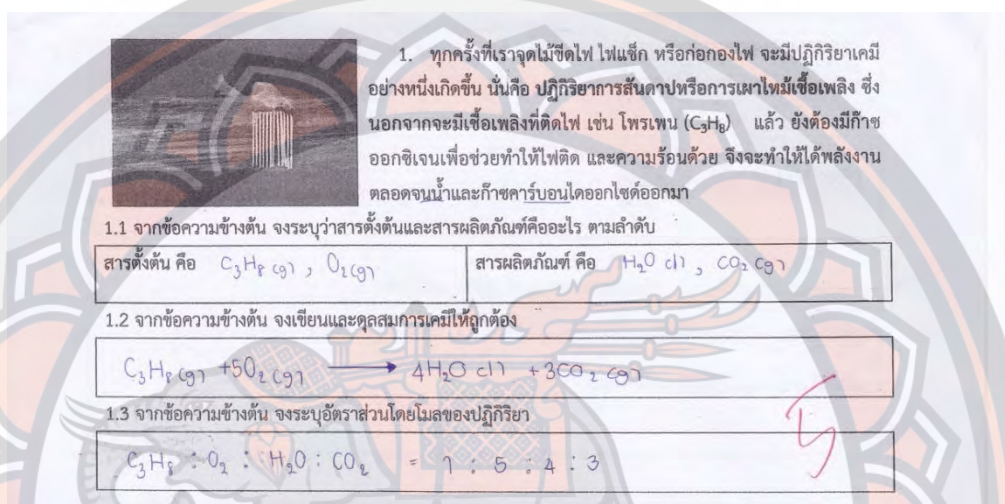
กิจกรรมกลุ่มโดยการเล่นเกมตอบคำถาม โดยจะเล่นเกมส์ “การดูแลสุขภาพเคมี” (ด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่และด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด) ให้นักเรียนจับกลุ่มกัน 3 คน เพื่อช่วยกันคิดคำตอบจากกิจกรรมนี้ มีนักเรียน 3 กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดโดยทุกกลุ่มทำคะแนนได้ผ่านทุกกลุ่ม จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติม



ภาพ 16 นักเรียนเล่นเกมส์ “การดูแลสุขภาพเคมี”

ชั้นที่ 6 Evaluation : ประเมินความรู้

ให้ทำใบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมการทำงานใบกิจกรรม และผลงานจากการทำ  
ใบกิจกรรม



1. ทุกครั้งที่เราจุดไม้ขีดไฟ ไฟแช็ก หรือท่อแก๊ส จะมีปฏิกิริยาเคมี  
อย่างหนึ่งเกิดขึ้น นั่นคือ ปฏิกิริยาการสันดาปหรือการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่ง  
นอกจากจะมีเชื้อเพลิงที่ติดไฟ เช่น โพรเพน ( $C_3H_6$ ) แล้ว ยังต้องมีก๊าซ  
ออกซิเจนเพื่อช่วยทำให้ไฟติด และความร้อนด้วย จึงจะทำให้ได้พลังงาน  
ตลอดจนน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

1.1 จากข้อความข้างต้น จงระบุสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คืออะไร ตามลำดับ

สารตั้งต้น คือ $C_3H_6(g)$ , $O_2(g)$	สารผลิตภัณฑ์ คือ $H_2O(l)$ , $CO_2(g)$
---------------------------------------	--

1.2 จากข้อความข้างต้น จงเขียนและดุลสมการเคมีให้ถูกต้อง

$C_3H_6(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4H_2O(l) + 3CO_2(g)$
---

1.3 จากข้อความข้างต้น จงระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยา

$C_3H_6 : O_2 : H_2O : CO_2 = 1 : 5 : 4 : 3$
--

ภาพ 17 ผลงานนักเรียน ตอบคำถามในด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่

ในชั้นที่ 6 เป็นการประเมินความรู้ที่ได้รับ โดยนักเรียนได้รับการฝึกความสามารถใน  
การคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน โดยนักเรียนสามารถระบุสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์จากการอ่าน  
ข้อความที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้องแสดงการคิดวิเคราะห์ด้านการจำแนก และนักเรียนจะนำความรู้ที่ได้  
ต่อยอดในข้อถัดไปโดยนักเรียนจะต้องจัดหมวดหมู่สารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์โดยการเขียนและ  
ดุลสมการเคมี พร้อมระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยา แสดงการคิดวิเคราะห์ด้านการจัด  
หมวดหมู่ ซึ่งนักเรียนโดยรวมทำได้ถูกต้อง

2. จากข้อความต่อไปนี้  
 A การเคี้ยวอาหาร    B การต้มน้ำเกิดความร้อน    C การสลายตัวของผงฟู    D การเกิดสนิมเหล็ก /  
 ข้อใดแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี พร้อมให้เหตุผล

A การเคี้ยวอาหาร => มีเอนไซม์ในน้ำลายช่วยย่อยแป้ง เป็นตัวอย่างปฏิกิริยา

C การสลายตัวของผงฟู => เอนไซม์ในน้ำลายช่วยย่อยแป้ง เป็นตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีสลายตัว CO<sub>2</sub> ออกมา

D การเกิดสนิมเหล็ก => เอนไซม์ในน้ำลายช่วยย่อยแป้ง เป็นตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีสลายตัว CO<sub>2</sub> ออกมา

เกิดการหมักก่อน

**ภาพ 18 ผลงานนักเรียนในด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและสรุปหลักการ**

จากข้อนี้เป็นการแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีโดยจะมี 1 ข้อที่ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนจะวิเคราะห์ว่าข้อใดไม่เกิดและให้เหตุผลประกอบ ซึ่งนักเรียนสามารถวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีที่ไม่แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้องและสามารถให้เหตุผลได้ถูกต้อง ชัดเจน แสดงการคิดวิเคราะห์ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาดและการสรุปหลักการ

3. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 8.4 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดแอสซิติค (CH<sub>3</sub>COOH) 20.0 กรัม ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น จงวิเคราะห์ว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลกี่กรัม หลังจากที่ปฏิกิริยาสิ้นสุดปรากฏว่ามีสารเหลืออยู่ 24.0 กรัม

$$\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{สารเหลือ}$$

กฎทรงมวล    8.4 + 20.0 = X + 24

มวล CO<sub>2</sub> = 28.4 - X + 24

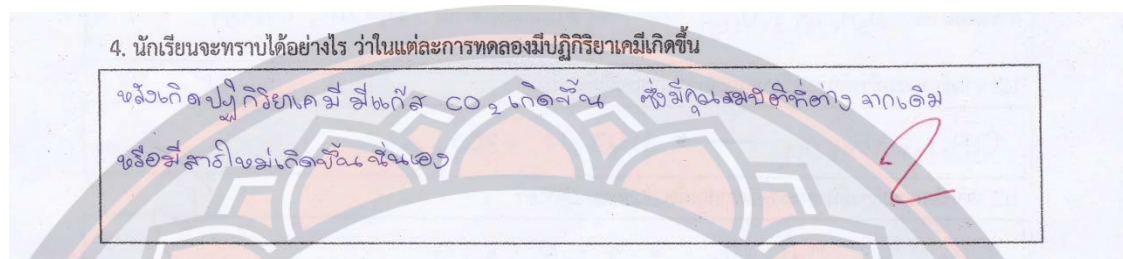
X = 28.4 - 24 = 4.4 g #

**ภาพ 19 ผลงานนักเรียนในด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด**

ขั้นที่ 7 Extension : การนำไปใช้

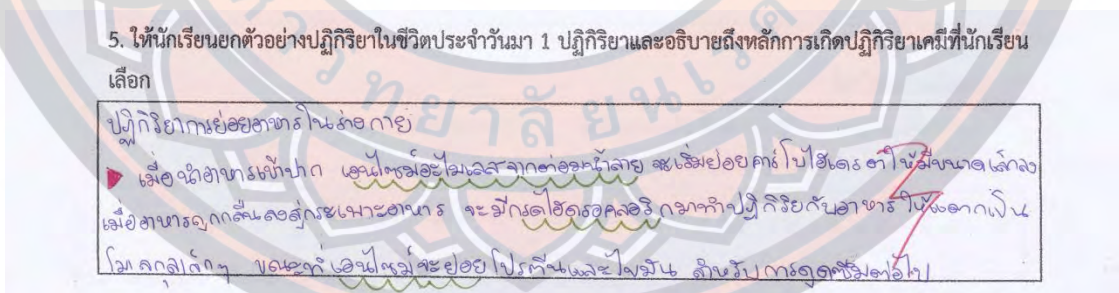
เป็นขั้นที่นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้รับมาตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยในข้อที่ 3 เป็นการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดจากปฏิกิริยาที่กำหนดมาให้ เมื่อนักเรียนได้ทำความเข้าใจแล้ว นักเรียนจะสามารถวิเคราะห์ถึงสิ่งที่โจทย์กำหนด และแสดงปฏิกิริยาได้ถูกต้อง นักเรียน

ส่วนมากแสดงการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดได้ถูกต้อง โดยมีการระบุขั้นตอนแสดงการคิดได้อย่างเป็นระบบ และครบถ้วน แสดงการคิดวิเคราะห์ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด



### ภาพ 20 ผลงานนักเรียนในด้านสรุปหลักการ

ในข้อที่ 4 นักเรียนจะได้เรียนเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมีมาแล้ว โดยจะสามารถอธิบายได้ถึงเกิดการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ โดยสามารถตอบได้ทั้งหมด 6 วิธีดังนี้ 1. สี (สารใหม่) 2. กลิ่น 3. ตะกอน 4. ฟองแก๊ส 5. เกิดการระเบิด หรือเกิดประกายไฟ 6. มีอุณหภูมิเปลี่ยน นักเรียนสามารถสรุปหลักการเกิดปฏิกิริยาและอธิบายสั้นๆ โดยนักเรียนส่วนมากสรุปหลักการเกิดปฏิกิริยาได้ถูกต้อง โดยนักเรียนสามารถอธิบายเป็นข้อความสั้นๆ เข้าใจง่าย แสดงการคิดวิเคราะห์ด้านการสรุปหลักการ



### ภาพ 21 ผลงานนักเรียนในด้านการนำไปใช้

ในข้อที่ 5 นักเรียนจะนำความรู้และประสบการณ์ของตนเองในตอบ โดยนักเรียนส่วนมากสามารถตอบได้ถูกต้องทุกคน ถูกต้อง แสดงการคิดวิเคราะห์ด้านการนำไปใช้

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลกับเกณฑ์ร้อยละ 75



ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน  
ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้น  
ความแตกต่างระหว่างบุคคลเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	% of Mean	t	Sig(1-tailed)
หลังเรียน	39	20	15.64	2.19	78.21	1.82 *	0.0380

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่าง  
ระหว่างบุคคล หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 15.64 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.21 และ  
เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนของนักเรียน  
สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## บทที่ 5

### บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75 ดังนี้

1.1 ผลการสร้างและศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล 7 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 Elicitation : ทบทวนความรู้เดิม (เตรียมความพร้อมด้านเนื้อหา) ขั้นที่ 2 Engagement : สร้างเสริมความสนใจ ขั้นที่ 3 Exploration : สำรวจ/ค้นหาคำตอบตามวิธีการเรียนรู้ ขั้นที่ 4 Explanation : อธิบายความรู้ ขั้นที่ 5 Elaborating : ขยายความรู้ ขั้นที่ 6 Evaluation : ประเมินความรู้ ขั้นที่ 7 Extension : นำไปใช้ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D.=0.54)

1.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 76.39/75.21 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

2.1 ผลการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X}$  = 15.24, S.D. = 0.86) โดยนักเรียนสามารถระบุสารเคมี (ด้านการจำแนก) ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา และจัดกลุ่มของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ได้ (ด้านการจัดหมวดหมู่) นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของการทดลองของปฏิกิริยาและวิเคราะห์ถึงปัญหาจากคำถาม (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด) นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายและสรุปผลการทดลองมีแลกเปลี่ยนความรู้ (ด้านการสรุปหลักการ) นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้รับมาตอบคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (ด้านการนำไปใช้)

2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำมาอภิปรายผลตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

1. ผลการสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ 75/75

1.1 ผลการสร้างและศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีจำนวน

กิจกรรมการเรียนรู้ 7 ชั้น ดังนี้ ชั้นที่ 1 Elicitation : ทบทวนความรู้เดิม (เตรียมความพร้อมด้านเนื้อหา) ประกอบด้วย กิจกรรม Readiness checking : ตรวจสอบความพร้อมก่อนเรียน (ความพร้อมด้านเนื้อหา) เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมพร้อมด้านเนื้อหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนจะต้องเตรียมความพร้อมก่อนเรียนทุกครั้ง โดยการใช้แบบทดสอบในการแบ่งผู้เรียนที่มีความพร้อมและไม่พร้อมเพื่อปรับให้ผู้เรียนพร้อมในการเรียน มีการทบทวนความรู้ของผู้เรียนเดิมและเพิ่มเติมความรู้ใหม่บางส่วนก่อนที่จะเริ่มเรียนรู้ ใช้กิจกรรมกลุ่มโดยผู้เรียนที่พร้อมจะอยู่กลุ่มเดียวกับผู้เรียนที่ไม่พร้อมเพื่อช่วยในการสร้างความพร้อมซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับ Carol Ann Tomlinson (2001, pp. 48-49) กล่าวว่า การเตรียมความพร้อมผู้สอนควรคำนึงเป็นอันดับแรก เพราะผู้เรียนในห้องเรียนมีความรู้ ทักษะ หรือความถนัดไม่เท่ากัน นักเรียนบางคนมีความสามารถในการเรียนรู้ได้ไวกว่าบางคนช้ากว่า ดังนั้นนักเรียนจะต้องรู้จักที่จะเรียนรู้ด้วยตัวเอง ในการตัดสินใจหรือขอความช่วยเหลือ และสอดคล้องกับ Eisenkraft (Eisenkraft, 2003) ที่กล่าวว่า ชั้นตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนจะเป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นฐานความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการสอนได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรจะเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนเนื้อหานั้น ๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2554, น. 50) กล่าวว่า ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ที่ว่ามนุษย์ทุกคนจะมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งใหม่โดยผ่านการซึมซับหรือดูดซึมประสบการณ์และปรับโครงสร้างทางเขาวนปัญญาที่มีอยู่เดิมให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ ชั้นที่ 2 Engagement : สร้างเสริมความสนใจ ประกอบด้วย กิจกรรม Interesting choice : ทางเลือกที่น่าสนใจ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยจัดกิจกรรมโดยการใช้ผู้เรียนได้เลือกเรื่องที่ตนเองสนใจ ซึ่งผู้วิจัยจะกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนเลือกแล้วตอบคำถาม สอดคล้องกับ Tomlinson (2001, pp. 55-57) ที่กล่าวว่า ความสนใจมีแนวโน้มที่จะพัฒนาให้นักเรียนเกิดแรงกระตุ้นในการแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนรู้สึกอยากเรียนมากขึ้นซึ่งมีการกระตุ้นด้วยคำถามและให้นักเรียนได้หาคำตอบด้วย ชั้นที่ 3 Exploration : สำรวจ/ค้นหาคำตอบตามวิธีการเรียนรู้ตัวเอง ประกอบด้วย กิจกรรม My Learning Profile : วิธีการเรียนรู้ของฉัน ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการเรียนรู้ในการสำรวจ/ค้นหาคำตอบให้นักเรียน 3 วิธีการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนเลือกวิธีการเรียนรู้ที่ตนเองถนัดและชอบมากที่สุดโดย Tomlinson (2003) กล่าวว่า วิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมของนักเรียนช่วยทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนดีขึ้น นักเรียนแต่ละคนจะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันไปตามเพศ วัฒนธรรม ความชอบทางปัญญา และวิธีการเรียนรู้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Gardner (n.d. อ้างถึงใน ทิศนา ขัมมณี, 2555, น. 85-90) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หรือการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับ

บริบททางวัฒนธรรมในแต่ละแห่งรวมทั้งความสามารถในการตั้งปัญหา เพื่อจะหาคำตอบและ  
 เพิ่มพูนความรู้ซึ่งจะช่วยในการสำรวจ/ค้นหาคำตอบให้แก่ผู้เรียน ขั้นที่ 4 Explanation : อธิบาย  
 ความรู้ ผู้เรียนได้นำเสนอความรู้ภายในกลุ่มและมีการแลกเปลี่ยนกับเพื่อนระหว่างกลุ่มโดยผู้วิจัย  
 ทำการพิจารณาองค์ความรู้หากมีการคลาดเคลื่อนจึงทำการปรับข้อมูลและสร้างองค์ความรู้ใหม่กับ  
 นักเรียน ขั้นที่ 5 Elaborating : ขยายความรู้ ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อเพิ่มเติมความรู้โดยการใช้  
 โจทย์เพิ่มเติมให้ผู้เรียนได้แข่งขันกันในการหาคำตอบและมีการให้รางวัลสำหรับผู้ทำได้เพื่อเป็น  
 การเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียน และขั้นที่ 6 Evaluation : ประเมินความรู้ ผู้วิจัย  
 ตรวจสอบองค์ความรู้นักเรียนโดยการทำแบบทดสอบย่อยในหัวข้อนั้น ๆ และสังเกตความสามารถ  
 ในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเพื่อเป็นข้อเสนอแนะและการปรับปรุงในครั้งต่อไป และ ขั้นที่ 7  
 Extension : การนำไปใช้ ยังมีการนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้โดยการตอบคำถามที่ต้องใช้องค์  
 ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ เช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ผู้เรียนต้องนำความรู้ที่ได้ในการตอบ  
 คำถามเกี่ยวกับปฏิกริยาในชีวิตประจำวัน ระบุสมการเคมี เขียนปฏิกริยา อธิบายหลัก ประโยชน์  
 และโทษ ผู้วิจัยได้ศึกษาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้  
 ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสาร  
 สัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ใน  
 ระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.62, S.D. = 0.52$ ) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้  
 ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 สาระและมาตรฐาน  
 การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระเพิ่มเติม วิชาเคมี สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้น  
 วิทยาศาสตร์ เอกสารวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้  
 การจัดการเรียนรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อนำมาวิเคราะห์และกำหนดกรอบของ  
 กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล แล้วจึง  
 สร้างกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

1.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหา  
 ความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง  
 ปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ พบว่ามีประสิทธิภาพ  
 76.39/75.21 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้า เอกสาร  
 ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความ  
 ต่างกันระหว่างบุคคล ทั้งความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้  
 ความหมายของความแตกต่างระหว่างบุคคล ตามที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี (2545, น. 76) กล่าวว่า การเน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิดลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้าอย่างเป็นระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมต่างถิ่นที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้ว ก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำ กิจกรรมการเรียนรู้เหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการ แก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการ เรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้ให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมจริยธรรมใน การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ มีเจตคติและค่านิยมที่เหมาะสมต่อ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ (2550, น. 39) กล่าวว่ากิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ได้นำเอาระเบียบวิธีทาง วิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ โดยผู้เรียนพยายามคิดค้นหาวิธีแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้ลำดับ ขั้นตอนวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาด้วยตนเอง อีกทั้งยังสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ (2551, น. 65) กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็นวิธีการแสวงหา ความรู้หรือค้นพบความรู้ หลักการหรือข้อเท็จจริง เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติและสิ่งต่าง ๆ ที่มี อยู่ในธรรมชาติของนักวิทยาศาสตร์ซึ่งได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง สอดคล้องกับแนวคิดของ Tomlinson (2010) กล่าวเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลว่า เป็นการเรียนการสอนที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อตอบสนองความต้องการการที่แตกต่างกันของผู้เรียนแต่ละคน เป็นการจัด ประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนโดยผู้สอนในฐานะผู้อำนวยความสะดวกในการ เรียนรู้และช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ รุ่งทิภา หล้าแสนเมือง (2553) ที่ได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.83/81.05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ นุชากร คำประดิษฐ์ (2556) ได้พัฒนาการจัด กิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสารละลาย ด้วยรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับ ทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นสมองเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.88/75.10

2. ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X}$  = 15.24, S.D. = 0.86) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดวิเคราะห์ ซึ่งในการพัฒนาการคิดวิเคราะห์นั้น ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง โดยครูผู้สอนคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสืบค้นด้วยตนเอง ได้มีส่วนร่วมในทุกกิจกรรม เป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัย พยายามหาข้อสรุป ทำให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ จนนำไปสู่กระบวนการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน เมื่อวิเคราะห์กิจกรรมและขั้นตอนต่าง ๆ ของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลจะพบว่าใน ขั้นที่ 1 Elicitation : ทบทวนความรู้เดิม (เตรียมความพร้อมด้านเนื้อหา) ประกอบด้วย กิจกรรม Readiness checking : ตรวจสอบความพร้อมก่อนเรียน (ความพร้อมด้านเนื้อหา) ผู้วิจัยสร้างความพร้อมในตัวผู้เรียนก่อนเพื่อให้นักเรียนเกิดแรงกระตุ้นในการเรียนทำให้มีกำลังใจในการเรียน ขั้นที่ 2 Engagement : สร้างเสริมความสนใจ ประกอบด้วย กิจกรรม Interesting choice : ทางเลือกที่น่าสนใจ ผู้วิจัยใช้คำถามและตัวเลือกสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เลือกตามความสนใจ และตอบคำถาม เพื่อให้นักเรียนได้สังเกต เปรียบเทียบความรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับความรู้เดิมของผู้เรียน และพยายามที่จะค้นหาคำตอบจากคำถามของผู้วิจัย ขั้นที่ 3 Exploration : สำรวจ/ค้นหาคำตอบตามวิธีการเรียนรู้ ประกอบด้วย กิจกรรม My Learning Profile : วิธีการเรียนรู้ของฉัน ผู้เรียนจะเลือกวิธีการค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง ผู้เรียนทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนและผู้เรียนกับผู้เรียนในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม ขั้นที่ 4 Explanation : อธิบายความรู้ ผู้วิจัยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ วิเคราะห์ถึงข้อผิดพลาดและปรับความรู้ใหม่ โดยผู้เรียนจะจำแนกและจัดเรื่องราวขององค์ความรู้ที่ได้รับและสามารถสรุปองค์ความรู้จากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ ขั้นที่ 5 Elaborating : ขยายความรู้ ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับสถานการณ์อื่น ๆ ขั้นที่ 6 Evaluation : ประเมินความรู้ ผู้วิจัยประเมินการเรียนรู้ที่หลากหลายให้แก่ผู้เรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน นักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับและขั้นที่ 7 Extension : การนำไปใช้ ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์

อื่น ๆ ต่อไป สอดคล้องกับ อติยศ สรรคบุรานุรักษ์, และ ศศิณัฐ สรรคบุรานุรักษ์ (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ควรตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน และทำความเข้าใจในความต้องการที่แตกต่างกันของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ตามความสามารถ ความพร้อม ความสนใจ และวิธีการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลผู้เรียนและตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ดี มีประสิทธิภาพ อันจะช่วยเสริมสร้างพัฒนาการความฉลาดต่าง ๆ ของผู้เรียนให้บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด อีกทั้งยังสอดคล้องกับ ศิริวิมล หมวกทอง (2556) กล่าวว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนคิดว่าช่วยพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ มีดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ และขั้นสำรวจและค้นหา ควรใช้การสาธิตการทำกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นขยายความรู้ ควรเป็นกิจกรรมที่เน้นการทำงานกลุ่ม และนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และ 3) การจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีส่วนร่วม และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเมื่อพิจารณาแนวทางการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ขั้น พบว่าแนวทางที่นักเรียนเขียนสะท้อนให้เห็นว่าเป็นแนวทางที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุดนั้นสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ ทั้งนี้เนื่องจากในการกิจกรรมจัดการเรียนรู้นั้น ครูจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์หรือ ใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ เพื่อให้นักเรียนพิจารณาข้อมูลในสถานการณ์ที่คลุมเครือและระบุประเด็นปัญหาแล้วร่วมกันวางแผนการศึกษาค้นคว้า จนสามารถแก้ปัญหาหรือค้นพบคำตอบของปัญหานั้นด้วยตนเอง ในกระบวนการสืบเสาะของนักเรียนตั้งแต่เริ่มศึกษาปัญหาจนกระทั่งค้นพบคำตอบของปัญหานั้น ครูจะต้องทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือนักเรียนโดยการถามคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนวางแผนการศึกษาค้นคว้าร่วมกัน ชี้นำให้นักเรียนพิจารณาความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งการถามคำถามเพื่อให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมมาวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป ผลการวิจัยนี้พบทำนองเดียวกับผลการวิจัยของกมลชนก อินตะโมงค์ (2559) ได้การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง พบว่า การคิดวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการเขียนแผนผังมโนทัศน์มีคะแนนพัฒนาการอยู่ในระดับสูงเฉลี่ยร้อยละ 59.85 จนทำให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล เรื่องปริมาณ



สารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการปฏิบัติจริง เน้นประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักการคิด ซึ่งสามารถใช้ได้หลากหลายวิธี ผู้สอนควรพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทุก ๆ ด้านของผู้เรียนฝึกฝนให้นักเรียนคิดในการจับประเด็น การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับ การใช้เหตุผล การหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผล การจำแนกแจกแจง การตีความข้อมูลที่ได้รับ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้สามารถประเมินและตัดสินใจเรื่องที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล อาจจัดแยกเป็นหมวดหมู่ หรือตามลำดับความสำคัญเพื่อให้เห็นทุกองค์ประกอบอย่างครบถ้วน และตรวจสอบโครงสร้างของสิ่งนั้นเพื่อทำความเข้าใจว่าส่วนต่าง ๆ ในแต่ละส่วนย่อยนั้นประกอบกันขึ้นมาได้อย่างไร สอดคล้องกับแนวคิดของ Eisenkraft (2003) ที่กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) มีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ สนุกกับการเรียน และสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้มาสร้างเป็นประสบการณ์ของตนเอง เน้นการถ่ายโอนความรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิม ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้เดิมทำให้ครูทราบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ ซึ่งจะช่วยให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับหัตยา โรจนวิรัตน์ (2561) กล่าวว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อปรับพื้นความรู้ก่อนที่จะเข้าสู่บทเรียน และมีการกระตุ้นความสนใจ โดยใช้คำถามหรือสถานการณ์รอบตัว เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด แล้วลงมือสำรวจตรวจสอบจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ นำเสนอ และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ค้นคว้าเพิ่มเติม จนเกิดความรู้ที่กว้างขวาง และเมื่อจบบทเรียนจะมีการทดสอบเป็นรายบุคคล เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจ และมีการจัดสถานการณ์ให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เพื่อสร้างเป็นความรู้ใหม่ที่เรียกว่า “การถ่ายโอนการเรียนรู้” ทำนองเดียวกันกับผลการวิจัยของจุฑาทพร วงศ์เกตู (2558) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคแผนผังความคิด เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลที่พัฒนาขึ้นนี้ ครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้นและให้คำแนะนำให้กับผู้เรียนอย่างใกล้ชิด คอยสนับสนุนกิจกรรมทุกกิจกรรมของผู้เรียน เช่น การเตรียมความพร้อมก่อนเรียนให้กับผู้เรียนในขั้นการทบทวนความรู้เดิม เพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมก่อนจะเรียนเนื้อหา นั้น ๆ การใช้คำถามหรือกิจกรรมกลุ่มให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้และเกิดการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ของผู้เรียน

1.2 จากผลการศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล พบว่าการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด ควรเป็นด้านที่ครูควรเพิ่มความสำคัญในการกระตุ้นส่งเสริมมากขึ้นโดยการใช้คำถามที่หลากหลาย หรือการให้นักเรียนจัดระบบความคิดเป็นลำดับขั้นตอน และวิเคราะห์ถึงสาเหตุข้อผิดพลาดในเรื่องนั้น ๆ

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ควรศึกษาประเด็นความแตกต่างระหว่างบุคคลให้มากขึ้น เช่น การเตรียมความพร้อมของผู้เรียน อาจทำให้มีวิธีการเตรียมความพร้อมที่หลากหลาย ขยายผลด้านการเตรียมความพร้อมให้ละเอียดกว่าเดิม หรือการสร้างเสริมความสนใจ อาจมีประเด็นในการเสริมสร้างความสนใจที่หลากหลายกว่าเดิม การเลือกวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มากกว่าเดิม เป็นต้น

2.2 พัฒนาวิธีการจัดการเรียนรู้หรือเทคนิคการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล ไปใช้ในการเรียนการสอนในเนื้อหากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์หรือสาขาอื่นต่อไป



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยพระนคร

## บรรณานุกรม

- กนกวรรณ แก้วชาอุณ. (2553). ผลการเรียนรู้และการคิดวิเคราะห์ กิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้  
ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เรื่อง การใช้โปรแกรมคำนวณชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
(การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโทบริหารบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- กมลชนก อินตะโมงค์. (2559). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาและการคิด  
วิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับ  
การเขียนแผนผังมโนทัศน์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 5. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน, 8(22), 173-185.
- กรมวิชาการ. (2544). กลวิธีการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับวิธีการเรียน (Learning style).  
กรุงเทพฯ: ครูสภา.
- กรมวิชาการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์  
ครูสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.  
กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551  
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์  
การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม  
ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงกลยุทธ์. กรุงเทพฯ: ชัดเชด มีเดีย.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2549). การคิดเชิงวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ชัดเชดมีเดีย.
- จรรย์สมร เหลืองสมานกุล. (2557). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริม  
ทักษะทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ของนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัย  
ศิลปากร.

- จรรย์ญา กานุสนธิ์. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- จันทร์เพ็ญ ภูโสภา. (2558). จิตวิทยาและการแนะแนวสำหรับครู. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัย ราชภัฏมหาสารคาม.
- จิราภรณ์ บุญประเสริฐ. (2550). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หน่วยการ เรียนรู้เรื่องไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- จุฑาทพร วงศ์เกตุ. (2558). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ เทคนิคแผนผังความคิด เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง สมการเชิง เส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ปริญญา โทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชนาธิป พรกุล. (2552). การออกแบบการสอน การบูรณาการ การอ่าน การคิดวิเคราะห์ และการเขียน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชนาธิป พรกุล. (2557). การสอนกระบวนการคิด ทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการ ศึกษา 5(1), 7-20.
- ชาติ แจ่มนุช. (2545). สอนอย่างไรให้คิดเป็น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เลียงเชียง.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2551). แนวคิดทางเลือกของนักเรียนในวิชาเคมี. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 19(2), 10-28.
- ณัฐวรรณ มั่นใจ. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว เค ดับเบิลยู ดี แอล เพื่อ ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 8(15-16), 90-97.
- ดร.ณิ รุจกรกานต์. (2553). แนวทางการพัฒนาหลักสูตรตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับ ปริญญาตรี สาขาพยาบาลศาสตร์. นนทบุรี: สภาการพยาบาล.

- ดลยา แต่งสมบุญ. (2551). การศึกษาผลการพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้กิจกรรมการ  
แสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเองประกอบการประเมินตามสภาพจริงสำหรับนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทวีชัย อมรศักดิ์ชัย. (2550). *เคมี 1*. กรุงเทพฯ: แมคกรอ-ฮิล.
- ทิตนา เขมมณี. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- ทิตนา เขมมณี. (2550). *รูปแบบการเรียนการสอน ทางเลือกที่หลากหลาย*. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา เขมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี  
ประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 15). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย. (2557). *สถิติเพื่อการวิจัย*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- นงเยาว์ แข่งเพ็ญแข และวิจิต ทองนุ้ย. (2529). *ความพร้อมในการเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุ  
สภาลาดพร้าว.
- นุชากร คำประดิษฐ์. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องสารละลายด้วย  
รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้สมองเป็นฐาน สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ชลบุรี:  
มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุปผชาติ ทัพหิกรณ์. (2541). *Constructionism คืออะไร*. กรุงเทพฯ: จีราวุธวิทยาลัย.
- ปกรณ ประจัญบาน. (2552). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์ (Research Methodology in  
social science)*. พิษณุโลก: รัตนสุวรรณการพิมพ์.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ชั้น. *วารสารวิชาการ*, 10(4),  
25-30.
- พิกุล นามปัดสา. (2558). *การประเมินความแตกต่างประสบการณ์และผลการเรียนรู้ เรื่อง  
สารและการเปลี่ยนแปลง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนมัธยมศึกษา  
ปีที่ 2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้  
แบบปกติ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
มหาสารคาม.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2560). *สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพฑูริย์ สุขศรีงาม. (2545). *ความเข้าใจเกี่ยวกับการสอนสืบเสาะ (Inquiry Approach)*.

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

เพ็ญศรี พิลาสันต์. (2551). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวิถีปกติ (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

มาลินี จุฑะรพ. (2537). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: อักษรวิพัฒน์.

รัตนะ บัวสนธ์. (2552). *การวิจัยและพัฒนาวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คำสมัย.

รุ่งทิศา หล้าแสนเมือง. (2553). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2539). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วรรณิสมา แต่งทรัพย์. (2556). *การพัฒนาเครื่องมือเพื่อการประเมินการคิดวิเคราะห์ในวิชาเคมีจากแผนที่ความคิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชรา เลาเรียนดี. (2549). *เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2544). *เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2554). *การพัฒนาความสามารถด้านการอ่านเชิงวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิชาภาษาไทย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดเทศบาลเมืองมหาสารคาม*. *วารสารการบริหารและการนิเทศการศึกษา*, 3(2), 28-36.

วีระ สุดสังข์. (2550). *การคิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ศิริวิมล หมวกทอง. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโนนสังกัฒเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 5. ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2559). รายงานประจำปี 2559. สืบค้น 28 กรกฎาคม 2562, จาก [https://www.niets.or.th/uploads/content\\_pdf/pdf\\_1503649895.pdf](https://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1503649895.pdf)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *คู่มือครูรายวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สกสค.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์สารและสมบัติของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: สกสค.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *คู่มือครูรายวิชาเคมี สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: สกสค.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ (ฉบับสมบูรณ์)*. กรุงเทพฯ: เปเปอร์พริ้นท์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2548). *การประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2549). *รายงานการสังเคราะห์ แนวคิดและวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.



- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2554). *แนวทางการส่งเสริมคุณค่าความแตกต่างระหว่างบุคคลและคุณลักษณะอันพึงประสงค์*. กรุงเทพฯ: รุ่งโรจน์อินเตอร์กรุ๊ป.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำลี รักสุทธี. (2553). *คู่มือการจัดทำสื่อ นวัตกรรมและแผนฯ ประกอบสื่อ นวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- สุดใจ เหล่าสุนทร. (2549). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: ศูนย์การพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2554). *จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2556). *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์ (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2547). *21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2550). *19 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2548). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). *ครบเครื่องเรื่องการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- หัตยา โรจน์วิรัตน์. (2561). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับเทคนิค STAD ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(3), 238-250.
- อติยศ สรรคบุรานุรักษ์ และศศิณัฐ์ สรรคบุรานุรักษ์. (2557). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 12(1-2), 39-48.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). *หลักการสอน (ฉบับปรับปรุง พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- เอนก พ.อนุกุลบุตร. (2547). การสอนให้คิดเป็น. *วารสารวงการศึกษา*, 1(4), 63-66.

- Akar, E. (2005). *Effectiveness of 5e learning cycle model on students' understanding of acid-base concepts* (Master's thesis). Ankara: Middle East Technical University.
- Bloom, B. S. (1961). *Taxonomy of educational objectives*. New York: David McKay.
- Bloom, B. S. (1976). *Human characteristic and school learning*. New York: McGraw-Hill book.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). Taxonomy of education objectives: The classification of educational goals. In *Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay.
- Brown, H. D. (2000). *Principle of language learning and teaching* (4th ed). New York: Longman.
- Cronbach, L. T. (1970). *Essentials of psychological test* (3rd ed.). New York: Harper and row.
- Dosch, M. V. (2011). *The course fit us: Differentiated instruction in the college classroom* (Doctoral dissertation). Grand Forks, ND: University of North Dakota.
- Duane, K. (2011). *Differentiated instruction in the secondary classroom: Analysis of the level of implementation and factors that influence practice*. Michigan: Western Michigan University Kalamazoo.
- Eggen, P., & Kuachak, D. (1996). *Strategies for teacher: Teaching content and thinking skills* (3th ed.). New York: allyn & Bacon.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*, 70(6), 56–59.
- Elizabeth, A. (2015). *A phenomenological study of differentiated instruction for fifth grade gifted and high ability learners through math in focus* (Doctoral dissertation). Lynchburg, VA.: Liberty University.
- Ennis, R. H. (1985). *A logical basis for measuring critical thinking skill*. N.P.: Educational Leadership.
- Gregory, G. H., & Chapman, C. (2007). *Differentiated instructional strategies: One size doesn't fit all* (2nd ed.). Thousand Oaks , C.A: Cowin Press.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of education*. New York: McGraw-Hill.

- Hall, T. (2002). *Differentiated instruction, effective classroom practices report*. Retrieved July 1, 2019 from <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/PDE1342/differentiated%20instruction.pdf>
- Johnstone, A. H. (1993). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. In D. Edwards, E. Scanlon, & D. West (Eds.), *Teaching, learning and assessment in science education* (p. 118). London: Paul Chapman Publishing.
- Jonassen, D. H. (1992). Evaluating constructivist learning. In T. M. Duffy (Ed.), *Constructivism and the technology of instruction*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Joyce, B., & Weil, M. (2009). *Model of teaching* (8th ed.). Englewood Cliffs, New York: Prentice-Hall.
- Kuslan, L. I., & Ston, A. H. (1969). *Teaching children science: An inquiry approach*. California: Wadsworth Publishing.
- Marzano, R. J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. California: Corwin Press.
- Mulroy, H., & Eddinger, K. (2003). *Differentiated and literacy*. N.P.: n.p.
- Nasseri, A. S. (1986). An introductory chemistry laboratory model incorporating learning cycle strategies for irainian high schools. *Dissertation Abstracts International*, 7, 1894-A.
- Piaget, J. (1972). Intellectual evolution for adolescence to adulthood. *Human Development*, 19, 1-12 .
- Russel, A. M. (1956). *The biotechnology revolution: An international perspective, bright*. Sussex: Wheat Sheaf.
- Scott, B. E. (2012). *The Effectiveness of differentiated Instruction in the elementary mathematics classroom*. Indiana: Ball state university Muncie.
- Sternberg, R. J. (1985). Teaching critical thinking, part 1 are we making critical mistake. *Phi Delta Kappan*, 67(3), 194-197.
- Subban, P. (2006). *A research basis supporting differentiated instruction*. Retrieved January 20, 2019, from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ854351.pdf>.

- Tomlinson, C. (1999). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiated instruction in mixed-ability classroom* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Tomlinson, C. A. (2010). *Differentiated and brain: How neuroscience supports the Learner-friendly classroom*. Bloomington, IN: Solution Tree Press.
- Tomlinson, C., Kaplan, S., Renzulli, J., Purcell, J., Leppien, J., & Burns, D. (2000). *The parallel curriculum*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Türkmen, H. (2009). An effect of technology based inquiry approach on the learning of "Earth, Sun, & Moon" subject. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10(1), 1.
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The developmental of higher psychological processes. In M. Cole, V. John–Steiner, S. Scribner & E. Suberman (Eds.), *The developmental of higher psychological processes*. London: Harvard University Press.
- Watson, G., & Glaser, E. M. (1964). *Watson glaser critical thinking, appraisal manual*. New York: Horcourt, Brace and World.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยพระนคร

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อัมรงค์ไสตถิสกุล  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน  
ดร.อังคณา อ่อนธานี  
อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี)  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ชัย ชะนนันท์  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี)  
นางสาววิตรี เรือนจันทร์  
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอุดรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุดรดิตถ์
5. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรีย์พร สว่างเมฆ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร อัมรงค์ไสตถิสกุล  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน  
ดร.อังคณา อ่อนธานี  
อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี)  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ชัย ชะนูนันท์  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
4. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ (เคมี)  
นางสาววิตรี เรือนจันทร์  
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอุตรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์
5. ผู้เชี่ยวชาญด้านวิจัยและประเมินผลการศึกษา  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอื้อมพร หลินเจริญ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ภาคผนวก ข แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
 วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล  
 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถ  
 ในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
 ที่เน้นวิทยาศาสตร์  
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้  
 วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถ  
 ในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้น  
 วิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ที่กำหนดให้หรือไม่  
 โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่าน โดยมี  
 คะแนนพิจารณาความคิดเห็น ดังนี้

- 5 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความ เหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้					
1.1 สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้					
2. ผลการเรียนรู้					
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้					
3. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม					
3.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้					
3.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					



รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>4. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>					
4.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้					
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม					
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และเจตคติ					
<b>5. กิจกรรมการเรียนรู้</b>					
5.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้					
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
5.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม					
5.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนและน่าสนใจ					
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินครบตามขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล					
5.7 ส่งเสริมความสนใจในการคิดวิเคราะห์					
5.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง					
<b>6. การวัดและประเมินผล</b>					
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม					
6.4 กำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่เข้าใจง่ายและเหมาะสม					
<b>7. สื่อและแหล่งเรียนรู้</b>					
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
7.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
7.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
7.4 เหมาะสมกับเวลาและวัยของผู้เรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

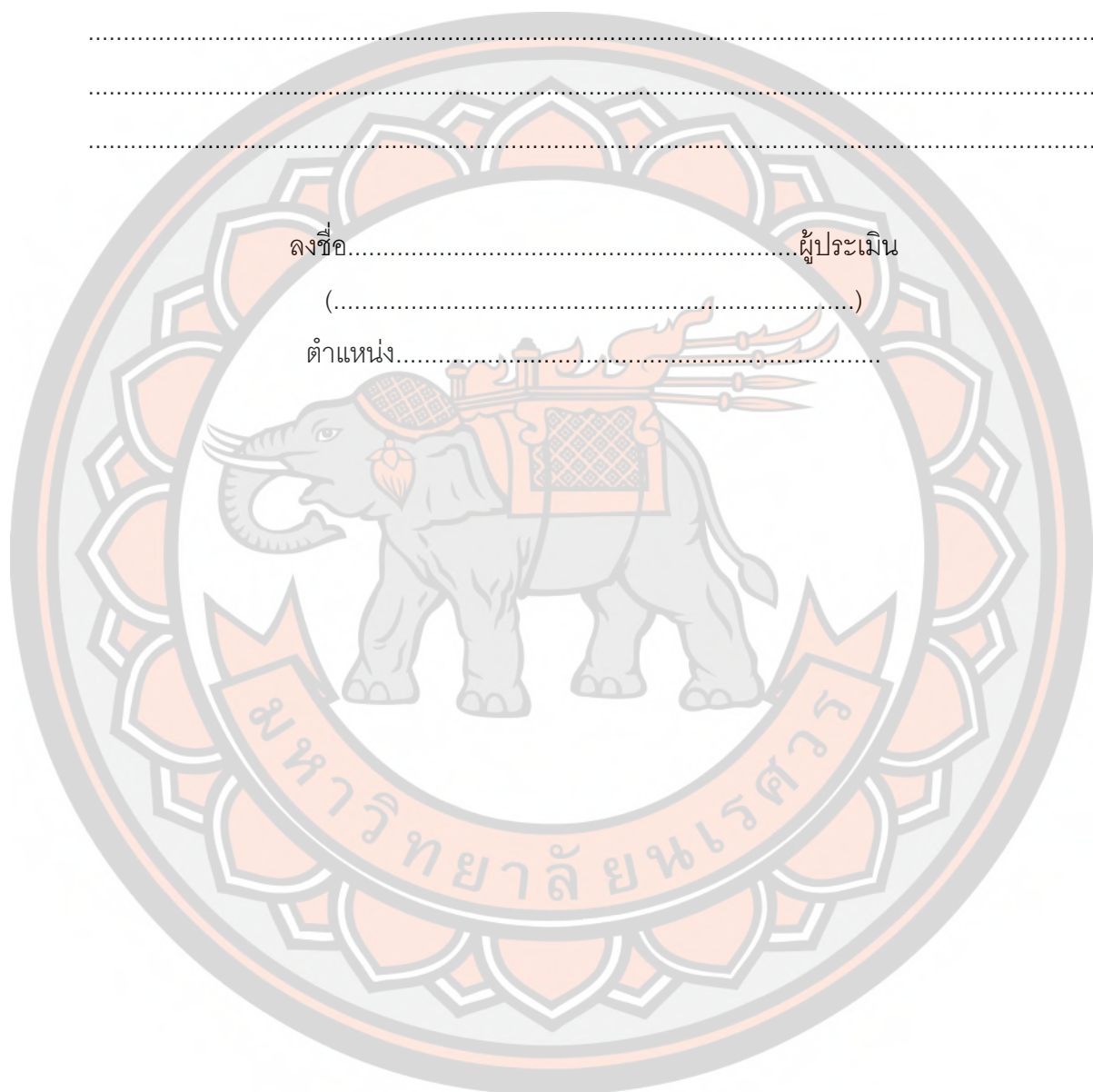
.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
(.....)  
ตำแหน่ง.....

ภาคผนวก ค ผลการพิจารณาความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆ ของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

ตาราง 11 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์โดยสำหรับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
<b>1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้</b>			
1.1 สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>2. ผลการเรียนรู้</b>			
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
<b>3. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม</b>			
3.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
<b>4. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>			
4.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ	4.80	0.45	มากที่สุด
<b>5. กิจกรรมการเรียนรู้</b>			
5.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	4.60	0.55	มากที่สุด
5.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนและน่าสนใจ	4.40	0.55	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินครบตามขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล	4.60	0.55	มากที่สุด
5.7 ส่งเสริมความสามารภในการคิดวิเคราะห์	4.40	0.89	มาก
5.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง	4.40	0.55	มาก
<b>6. การวัดและประเมินผล</b>			
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
6.4 กำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่เข้าใจง่ายและเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>7. สื่อและแหล่งเรียนรู้</b>			
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
7.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
7.4 เหมาะสมกับเวลาและวัยของผู้เรียน	4.40	0.55	มาก
<b>ผลรวมเฉลี่ย</b>	<b>4.62</b>	<b>0.52</b>	<b>มากที่สุด</b>

ตาราง 12 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อ  
ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์โดยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
จำนวน 5 ท่าน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการคำนวณปริมาณสาร

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
<b>1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้</b>			
1.1 สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>2. ผลการเรียนรู้</b>			
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>3. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม</b>			
3.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
<b>4. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>			
4.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ	4.80	0.45	มากที่สุด
<b>5. กิจกรรมการเรียนรู้</b>			
5.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	4.60	0.55	มากที่สุด
5.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนและน่าสนใจ	4.40	0.55	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินครบตามขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล	4.60	0.55	มากที่สุด
5.7 ส่งเสริมความสามารภในการคิดวิเคราะห์	4.40	0.89	มาก
5.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง	4.40	0.55	มาก
<b>6. การวัดและประเมินผล</b>			
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
6.4 กำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่เข้าใจง่ายและเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>7. สื่อและแหล่งเรียนรู้</b>			
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.89	มาก
7.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.40	0.89	มาก
7.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
7.4 เหมาะสมกับเวลาและวัยของผู้เรียน	4.40	0.55	มาก
<b>ผลรวมเฉลี่ย</b>	<b>4.57</b>	<b>0.58</b>	<b>มากที่สุด</b>

ตาราง 13 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้  
 วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อ  
 ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับ  
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์โดยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
 จำนวน 5 ท่าน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องสารกำหนดปริมาณและ  
 ผลได้ร้อยละ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้			
1.1 สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ผลการเรียนรู้			
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม			
3.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
4. จุดประสงค์การเรียนรู้			
4.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ	4.80	0.45	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	4.60	0.55	มากที่สุด
5.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 13 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนและน่าสนใจ	4.40	0.55	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินครบตามขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล	4.60	0.55	มากที่สุด
5.7 ส่งเสริมความสามารภในการคิดวิเคราะห์	4.40	0.89	มาก
5.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง	4.40	0.55	มาก
<b>6. การวัดและประเมินผล</b>			
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
6.4 กำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่เข้าใจง่ายและเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>7. สื่อและแหล่งเรียนรู้</b>			
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.89	มาก
7.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.40	0.89	มาก
7.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
7.4 เหมาะสมกับเวลาและวัยของผู้เรียน	4.40	0.55	มาก
<b>ผลรวมเฉลี่ย</b>	<b>4.57</b>	<b>0.58</b>	<b>มากที่สุด</b>



ตาราง 14 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อ  
ส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์โดยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ  
จำนวน 5 ท่าน โดยรวม 3 แผนการจัดการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
<b>1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้</b>			
1.1 สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยด้านที่ 1</b>	<b>4.60</b>	<b>0.55</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>2. ผลการเรียนรู้</b>			
2.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.67	0.51	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยด้านที่ 2</b>	<b>4.67</b>	<b>0.51</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>3. สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม</b>			
3.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.67	0.51	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.87	0.30	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยด้านที่ 3</b>	<b>4.77</b>	<b>0.41</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>4. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>			
4.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ครอบคลุมทั้งด้านความ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ	4.80	0.45	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยด้านที่ 4</b>	<b>4.67</b>	<b>0.51</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>5. กิจกรรมการเรียนรู้</b>			
5.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม	4.60	0.55	มากที่สุด
5.4 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด

ตาราง 14 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
5.5 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความชัดเจนและน่าสนใจ	4.40	0.55	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินครบตามขั้นตอนของวิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคล	4.60	0.55	มากที่สุด
5.7 ส่งเสริมความสามารภในการคิดวิเคราะห์	4.40	0.89	มาก
5.8 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างทั่วถึง	4.40	0.55	มาก
<b>เฉลี่ยด้านที่ 5</b>	<b>4.53</b>	<b>0.59</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>6. การวัดและประเมินผล</b>			
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.51	มากที่สุด
6.3 ใช้เครื่องมือวัดและประเมินผลได้อย่างเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
6.4 กำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผลที่เข้าใจง่ายและเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยด้านที่ 6</b>	<b>4.62</b>	<b>0.51</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>7. สื่อและแหล่งเรียนรู้</b>			
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.47	0.78	มาก
7.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.47	0.78	มาก
7.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
7.4 เหมาะสมกับเวลาและวัยของผู้เรียน	4.40	0.55	มาก
<b>เฉลี่ยด้านที่ 7</b>	<b>4.48</b>	<b>0.66</b>	<b>มาก</b>
<b>ผลรวมเฉลี่ย</b>	<b>4.58</b>	<b>0.56</b>	<b>มากที่สุด</b>

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหา  
 ความรู้ที่เน้นความแตกต่างระหว่างบุคคลเพื่อส่งเสริมความสามารถ  
 ในการคิดวิเคราะห์ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ สำหรับนักเรียน  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3	ปริมาณสารสัมพันธ์	เวลา 15 ชั่วโมง
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1	เรื่อง ปฏิริยาเคมีและสมการเคมี	เวลา 5 ชั่วโมง
รายวิชา เคมี มัธยมศึกษาปีที่ 4	ภาคเรียนที่ 2	จำนวน 1.5 หน่วยกิต
	ปีการศึกษา 2560	

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐานที่ 2. เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิริยาเคมี  
 อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีสมดุลในปฏิริยาเคมี สมบัติและปฏิริยาของกรด-เบส ปฏิริยารีดอกซ์  
 และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

8. แปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมี เขียนและดุลสมการเคมีของปฏิริยาเคมี  
 บางชนิด

สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

ปฏิริยาเคมี เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้นจากการจัดเรียงตัวใหม่ของอะตอม  
 ธาตุโดยจำนวนและชนิดของอะตอมธาตุไม่เปลี่ยนแปลงปฏิริยาเคมีเขียนแสดงได้ด้วยสมการเคมี  
 ซึ่งประกอบด้วยสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ ลูกศรแสดงทิศทางของการเกิดปฏิริยา และ  
 เลขสัมประสิทธิ์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่ดุลแล้ว นอกจากนี้อาจมีสัญลักษณ์แสดงสถานะของ  
 สาร หรือปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องในการเกิดปฏิริยาเคมี

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้/ความเข้าใจ (K)

1. นักเรียนเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิริยาเคมีบางชนิดได้
2. นักเรียนแปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีได้
3. นักเรียนคำนวณอัตราส่วนโดยโมลจากสมการเคมีได้
4. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างปฏิริยาเคมีได้
5. นักเรียนสามารถอธิบายปฏิริยาเคมีได้

### ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

1. นักเรียนมีความสามารถทำการทดลองกิจกรรมที่ 6.1
2. นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์

### ด้านเจตคติ (A)

1. นักเรียนมีมุ่งมั่นในการทำงาน
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ
3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

### สมรรถนะสำคัญ

ความสามารถในการคิด (คิดวิเคราะห์)

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มุ่งมั่นในการทำงาน
2. มีความรับผิดชอบ
3. ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

### กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอน	กิจกรรม
ชั่วโมงที่ 1	<p>5 นาที</p> <p>- ครูแนะนำตัว กล่าวทักทายนักเรียนและชี้แจงเกี่ยวกับรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ เนื้อหาที่จะเรียน เวลาเรียน ภาระงานแต่ละสัปดาห์ การเรียนรู้ ครูชี้แจงการเก็บคะแนนแต่ละครั้งให้นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนเกิดแรงกระตุ้นในการเรียนครั้งต่อไป</p> <p>Elicitation : ทบทวนความรู้เดิม (เตรียมความพร้อมด้านเนื้อหา) ตรวจสอบความพร้อมก่อนเรียน (ความพร้อมด้านเนื้อหา)</p> <p>15 นาที</p> <p>- ครูแจกแบบวัดความพร้อมก่อนเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานด้านเนื้อหาของนักเรียนก่อนที่จะเริ่มเรียน โดยให้เวลาทำแบบวัดความพร้อม 10 นาที จากนั้นครูเฉลยและให้นักเรียนสลับกับเพื่อนเพื่อตรวจแบบวัด และให้คะแนน</p>

ขั้นตอน	กิจกรรม
	<p>- ครูแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มพร้อม(สีน้ำเงิน) และไม่พร้อม(สีชมพู) โดยแบ่งตามคะแนนที่ได้ของนักเรียน : <u>กลุ่มพร้อม(สีน้ำเงิน) มีคะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไปกลุ่มไม่พร้อม(สีชมพู) มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 70</u></p> <p>20 นาที</p> <p>- ครูให้นักเรียนจับกลุ่มกลุ่มละ 3 คน โดยภายในกลุ่มต้องมีสีน้ำเงินและชมพูอยู่ด้วยกัน (หรือน้ำเงินล้วนกรณีที่สีชมพูน้อยกว่า) เพื่อเข้าสู่กิจกรรมทบทวนความรู้เดิม “ย้อนวันวานสารเคมี”</p> <p>- ครูอธิบายกิจกรรมทบทวนความรู้เดิม “ย้อนวันวานสารเคมี” (<b>ด้านการจำแนก</b>) (<b>ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด</b>) มีรายละเอียดดังนี้</p> <p>ครูจะให้แต่ละกลุ่ม ช่วยกันคิดคำตอบ โดยครูจะชูป้ายสารเคมี ปฏิริยาเคมี ที่นักเรียนควรรู้และเป็นพื้นฐานในการเรียนครั้งต่อไป เมื่อครูชูป้ายขึ้น ให้แต่ละกลุ่มช่วยกันคิด และให้ตัวแทนเขียนคำตอบแล้วมาส่งหน้าห้อง โดยมีการลำดับการส่งก่อน-หลัง (กลุ่มไหนตอบถูก +1 และส่งก่อน 5 ลำดับแรกจะ +1 ด้วยกรณีกลุ่มที่ส่งก่อน 5 ลำดับแรกแต่ตอบผิดจะได้ 0.5 กรณีส่งหลัง 5 ลำดับแรกแต่ตอบถูกจะได้ +1)</p> <p>- นักเรียนที่ได้ 3 ลำดับแรก ครูแจกส่วนลดดูหนังให้แก่นักเรียน เพื่อเป็นการสร้างกำลังใจในการเรียน</p> <p>- เมื่อครบแล้วครูเฉลยพร้อมทบทวนความรู้เพิ่มเติมให้กับนักเรียน เพื่อเป็นการเติมเต็มความรู้ให้นักเรียนก่อนเริ่มเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนทั้งหมดเข้าใจความหมายของปฏิริยาเคมีว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีสารใหม่เกิดขึ้น โดยชนิดและจำนวนอะตอมของธาตุไม่เปลี่ยนแปลง แล้วยกตัวอย่างปฏิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน เช่นปฏิริยาของกรดซัลฟูริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์คาร์บอนเตทไยลกรดเมื่อละลายน้ำ ปฏิริยาการเผาไหม้ของแก๊สโพรเพนในแก๊สหุงต้มและแสดงสมการเคมีของปฏิริยาดังกล่าว เพื่อชี้ให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของสูตรเคมีของสารตั้งต้นไปเป็นสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์ โดยอะตอมของธาตุทุกชนิดมีจำนวนเท่าเดิม แต่มีการจัดเรียงตัวใหม่</p>

ขั้นตอน	กิจกรรม
	<p>- เมื่อครูอธิบายครบแล้ว จึงให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อตรวจสอบความพร้อมก่อนเรียนของนักเรียน โดยการให้ทำแบบวัดความพร้อมอีกครั้งโดยจะมีข้อคำถามคล้ายกับที่นักเรียนได้ทำกิจกรรม</p> <p><b>Engagement : สร้างเสริมความสนใจ</b></p> <p>20 นาที</p> <p>- ครูให้นักเรียนจับกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน หรืออาจรวมกลุ่มข้างต้น ขึ้นอยู่กับนักเรียน</p> <p>- ครูตั้งคำถามว่า “นักเรียนมีความสามารถและความพร้อมในการใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง มากน้อยเพียงใด” จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกอุปกรณ์การทดลองชนิดใด ใ้ยากหรือยังสับสนในการใช้งานมากที่สุด 1 ชนิด ห้ามซ้ำกัน (มี 8 กลุ่ม) (<b>ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด</b>)</p> <p>- ครูให้นักเรียน ค้นคว้าหาวิธีการใช้ในสื่อออนไลน์เช่น YouTube Google wiki จากนั้น ให้นักเรียนสรุปวิธีการใช้สั้นๆ (<b>ด้านสรุปหลักการ</b>) ตามวิธีการจดจำของกลุ่มนักเรียน</p> <p>- ครูชี้แจงว่าครั้งถัดไป จะให้นักเรียนมาร่วมกันกับครูสาธิตการใช้อุปกรณ์การทดลอง</p>
ชั่วโมงที่ 2	<p><b>Engagement : สร้างเสริมความสนใจ</b></p> <p>20 นาที</p> <p>- ครูนำอุปกรณ์การทดลองทั้ง 8 ชนิดออกมาแจกแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอธิบายการใช้งานอุปกรณ์การทดลอง โดยครูจะแนวคำถามว่า (ตัวอย่างเช่น หลอดทดลอง) อุปกรณ์นี้มีชื่อภาษาอังกฤษว่าอะไร (ให้นักเรียนช่วยกันตอบ) ลักษณะการจับหลอดทดลองควรจับอย่างไร (ครูให้นักเรียนลองจับหลอดทดลอง จากนั้น หากจับผิดครูชี้แนะวิธีที่ถูก) (<b>ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด</b>) หากนักเรียนจับหลอดทดลองถูกแล้ว (ครูให้คำชมเชย) การเขย่าสารเคมีโดยใช้หลอดทดลองเป็นอย่างไร (ครูให้นักเรียนลองเขย่าหลอดทดลองโดยใช้น้ำเปล่าแทนสารเคมี นักเรียนที่เขย่าถูกต้องครูชมเชย หากทำผิดวิธี ครูชี้แนะให้นักเรียน) ตั้งคำถามเช่นนั้นจนครบ 8 อุปกรณ์ จึงดำเนินขั้นตอนถัดไป</p>

ขั้นตอน	กิจกรรม
	<p>30 นาที</p> <p>- ครูยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงที่พบเห็นได้โดยครูดัดคลิปสั้นๆ ในภาพยนตร์ชื่อดังที่มีความเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมีมาให้นักเรียนได้รับชม (มี 5 ปฏิกิริยาหรือ 5 คลิป) โดยให้แต่ละคนเมื่อได้ชมเสร็จแล้วเลือกมา 1 เรื่องที่ <b>ตนเองสนใจ</b> (นักเรียนจะมีคลิปที่ตัวเองสนใจมากที่สุด 1 คลิป) เช่น การเกิดสนิม แล้วตั้งคำถามให้กับนักเรียนว่า <b>ให้นักเรียนระบุสารเคมี (ด้านการจำแนก) ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยานี้ และจัดกลุ่มของสารตั้งต้นว่ามีสารใด สารผลิตภัณฑ์มีสารใด (ด้านการจัดหมวดหมู่) การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เป็นปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ สังเกตได้อย่างไร (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b></p> <p>ให้เวลานักเรียนได้ตอบคำถามเป็นเวลา 10 นาที นักเรียนที่เลือกปฏิกิริยาเดียวกันสามารถมาช่วยกันคิดได้ ซึ่งควรได้คำตอบว่า สารเคมีที่เกี่ยวข้องคือ เหล็ก ออกซิเจน การเกิดสนิมของเหล็กเป็นปฏิกิริยาเคมี สังเกตได้จากเหล็กเกิดการเปลี่ยนสี การจุดดอกไม้ไฟเป็นปฏิกิริยาเคมีสังเกตได้จากมีแสงสีต่าง ๆ เกิดขึ้น (โดยครูต้องอธิบายให้ครบทั้ง 5 คลิป)</p> <p>จากนั้นครูตั้งคำถามเพิ่มเติมว่าการเกิดปฏิกิริยาเคมีอาจสังเกตได้จาก <b>อะไรบ้าง (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b> ครูให้นักเรียนคิดจากนั้นควรตอบได้ว่า จากการเกิดฟองแก๊ส การเกิดตะกอน การเกิดกลิ่นการเปลี่ยนสี การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ</p> <p>- ครูตั้งคำถามว่า การต้มน้ำจนเดือดกลายเป็นไอน้ำเป็นปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ <b>เพราะเหตุใด (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b> จากนั้นให้นักเรียนระบุสารเคมีที่เกี่ยวข้อง (ด้านการจำแนก) บอกได้ว่ากลุ่มของสารตั้งต้นคือสารใด สารผลิตภัณฑ์คือสารใด (ด้านการจัดหมวดหมู่) ควรได้คำตอบว่า ไม่เป็นปฏิกิริยาเคมี แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เนื่องจากน้ำและไอน้ำเป็นสารเคมีชนิดเดียวกัน แต่สถานะต่างกัน จากนั้นครูอาจสาธิตหรือยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารละลายกรดและสารละลายเบส ซึ่งไม่สามารถสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลง</p> <p>แล้วตั้งคำถามว่านักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น ซึ่งควรตอบได้ว่า ต้องใช้เครื่องมือตรวจสอบ เช่น ใช้กระดาษ pH วัดค่า pH ดังนั้น</p>

ขั้นตอน	กิจกรรม
	<p>การจะระบุว่าการเปลี่ยนแปลงเป็นปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อาจไม่สามารถบอกได้ด้วยการสังเกต แต่ต้องทราบว่ามีการเกิดสารใหม่เกิดขึ้นหรือไม่</p> <p>10 นาที</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนแต่ละคนเลือกวิธีการศึกษาค้นคว้า (มี 3 รูปแบบได้แก่ การทดลองจริง ,การดูจากคลิปวิดีโอ(ศึกษา online) และ ดูการสาธิตจากเจ้าหน้าที่แลป) และวางแผนขั้นตอนการทดลองโดยการออกแบบการทดลอง</li> </ul> <p>6.1 ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนต้องกำหนดหัวข้อดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.ชื่อการทดลอง</li> <li>2.จุดประสงค์</li> <li>3.อุปกรณ์/สารเคมีที่ใช้ โดยนักเรียนต้องระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้จากการทดลอง (ด้านการจำแนก)</li> <li>4.ขั้นตอนการทดลองโดยให้นักเรียนวาดรูปหรือเขียนไดอะแกรมเป็นขั้นตอนให้เข้าใจ (ด้านการจัดหมวดหมู่) (ตั้งแต่ข้อ 5-7 ต้องทำการทดลองก่อนจึงสามารถตอบได้)</li> <li>5.ผลการทดลอง</li> <li>6.อธิบายผลการทดลอง</li> <li>7.สรุปผลการทดลอง</li> </ol>
ชั่วโมงที่ 3	<p>Exploration : สืบรวจ/ค้นหาคำตอบตามวิธีการเรียนรู้</p> <p>15 นาที</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ</li> <li>- ครูแสดงสมการข้อความและสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิด เช่น ปฏิกิริยาเคมีระหว่างผงฟูกับสารละลายกรดแอสติกในหัวข้อ 6.2 จากนั้นตั้งคำถามว่า สมการเคมีให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่างจากสมการข้อความอย่างไร ครูให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อความข้างต้น แล้วเปรียบเทียบความแตกต่าง (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</li> </ul> <p>ซึ่งควรตอบได้ว่า สมการเคมีมีข้อมูลของสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ และมีการระบุสถานะของสารโดยใช้สัญลักษณ์ในวงเล็บหลังสูตรเคมี ซึ่งใช้พื้นที่ในการเขียนน้อยกว่า และเป็นการเขียนที่เป็นสากล สามารถเข้าใจได้ตรงกัน</p>
	<p>30 นาที</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อนักเรียนเข้าใจถึงสมการเคมีที่เป็นสากลแล้ว ครูแจกใบกิจกรรมการทดลองให้แต่ละกลุ่ม และแจกใบออกแบบกิจกรรมการทดลองคืนให้แต่ละกลุ่มเพื่อเป็นแนวทางในการทดลอง</li> </ul>



ขั้นตอน	กิจกรรม								
	<p>- ครูชี้แจงนักเรียนว่า ในการสำรวจ/ค้นหาคำตอบนั้น ครูได้เตรียมวิธีการเรียนรู้ให้ด้วยกันทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การทดลองจริง ,การดูจากคลิปวิดีโอ(ศึกษา online) และ ดูการสาธิตจากเจ้าหน้าที่แลป โดยทั้ง 3 รูปแบบจะดำเนินไปพร้อมกัน โดยมีครูเป็นผู้กำกับดูแลนักเรียน</p> <p>- จากนั้นครูจึงให้นักเรียนแต่ละคนทำกิจกรรม 6.1 ตามลำดับขั้นตอน (ด้านการจัดหมวดหมู่) เพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมีระหว่างโซเดียมฟอสเฟตกับแบเรียมคลอไรด์โดยเข้าตามวิธีการเรียนรู้ที่เลือก</p>								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="550 824 805 896">การทดลองจริง</th> <th data-bbox="805 824 1069 896">การดูจากคลิปวิดีโอ (ศึกษา online)</th> <th data-bbox="1069 824 1372 896">การสาธิตจากเจ้าหน้าที่แลป</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="550 896 805 1220">           - ครูแจกอุปกรณ์ และ สารเคมีให้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้ออกแบบการทดลองครั้งก่อน            - จากนั้นครูจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม 6.1 ตามลำดับขั้นตอน (ด้านการจัดหมวดหมู่)         </td> <td data-bbox="805 896 1069 1220">           - ครูเปิดคลิปการทดลองกิจกรรมที่ 6.1 เพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมีระหว่างโซเดียมฟอสเฟตกับแบเรียมคลอไรด์จากสารเคมี/อุปกรณ์ที่นักเรียนได้เลือก         </td> <td data-bbox="1069 896 1372 1220">           - ครูเตรียมพื้นที่ให้นักเรียนในการสังเกตการณ์ทดลองจากเจ้าหน้าที่แลป □ ยมีการอธิบายจากเจ้าหน้าที่เป็นขั้นตอน         </td> </tr> </tbody> </table>	การทดลองจริง	การดูจากคลิปวิดีโอ (ศึกษา online)	การสาธิตจากเจ้าหน้าที่แลป	- ครูแจกอุปกรณ์ และ สารเคมีให้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้ออกแบบการทดลองครั้งก่อน - จากนั้นครูจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม 6.1 ตามลำดับขั้นตอน (ด้านการจัดหมวดหมู่)	- ครูเปิดคลิปการทดลองกิจกรรมที่ 6.1 เพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมีระหว่างโซเดียมฟอสเฟตกับแบเรียมคลอไรด์จากสารเคมี/อุปกรณ์ที่นักเรียนได้เลือก	- ครูเตรียมพื้นที่ให้นักเรียนในการสังเกตการณ์ทดลองจากเจ้าหน้าที่แลป □ ยมีการอธิบายจากเจ้าหน้าที่เป็นขั้นตอน		
การทดลองจริง	การดูจากคลิปวิดีโอ (ศึกษา online)	การสาธิตจากเจ้าหน้าที่แลป							
- ครูแจกอุปกรณ์ และ สารเคมีให้นักเรียนแต่ละกลุ่มที่ได้ออกแบบการทดลองครั้งก่อน - จากนั้นครูจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม 6.1 ตามลำดับขั้นตอน (ด้านการจัดหมวดหมู่)	- ครูเปิดคลิปการทดลองกิจกรรมที่ 6.1 เพื่อศึกษาปฏิกิริยาเคมีระหว่างโซเดียมฟอสเฟตกับแบเรียมคลอไรด์จากสารเคมี/อุปกรณ์ที่นักเรียนได้เลือก	- ครูเตรียมพื้นที่ให้นักเรียนในการสังเกตการณ์ทดลองจากเจ้าหน้าที่แลป □ ยมีการอธิบายจากเจ้าหน้าที่เป็นขั้นตอน							
	<p>15 นาที</p> <p>- หากมีเวลาเหลือ ครูสามารถให้นักเรียนไปศึกษาการทดลองจากวิธีการเรียนรู้อื่นๆได้ เพื่อเป็นการเพิ่มเติมให้นักเรียน</p> <p>- ครูคอยกำกับดูแลนักเรียนในการทำการทดลอง หากนักเรียนใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้องหรือไม่เข้าใจสามารถถามครูได้</p> <p>- ครูสังเกตนักเรียนขณะทำการทดลองในทุกๆ ขั้นตอน (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด) ตั้งแต่การระบุอุปกรณ์การทดลองให้สอดคล้องกับขั้นตอนการทดลอง (ด้านการจำแนก)</p> <p>การสังเกตการทดลอง การบันทึกผลการทดลอง การอภิปรายผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง</p> <p>- เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง (ด้านสรุปหลักการ) ภายในกลุ่มโดยใช้คำถามท้ายการทดลอง</p>								

ขั้นตอน	กิจกรรม
ชั่วโมงที่ 4	<p><b>Explanation : อธิบายความรู้</b></p> <p>20 นาที</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลอง (ด้านการสรุปหลักการ) โดยใช้คำถามท้ายการทดลอง โดยการระดมความคิดภายในกลุ่ม</li> <li>- จากนั้นครูให้แต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนกันโดยการอภิปรายผลการทดลอง (ด้านการสรุปหลักการ) ของแต่ละกลุ่ม ครูกระตุ้นให้นักเรียนทั้งห้องเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้กัน โดยการสลับกลุ่มกันหรือจับกลุ่มใหม่โดยไม่สนใจกลุ่มใหญ่ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้กัน</li> <li>- ครูทำหน้าที่สะท้อนความรู้จากที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนการอภิปรายผลการทดลอง ครูใช้คำถามโดยการถามตอบนักเรียนบางคนเพื่อตรวจสอบความรู้</li> <li>- ครูอธิบายเพิ่มเติมในส่วนที่นักเรียนได้รับไม่เพียงพอ เรื่องการเขียนสมการเคมีจากกิจกรรม 6.1 เกี่ยวกับการดุลสมการเคมี โดยการนำเลขสัมประสิทธิ์มาเติมหน้าสูตรเคมีของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ เพื่อให้จำนวนอะตอมของแต่ละธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน</li> <li>- ทั้งนี้ครูแสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างตัวเลขที่อยู่ในสูตรเคมีกับเลขสัมประสิทธิ์ว่า ตัวเลขที่อยู่ในสูตรเคมีบอกจำนวนอะตอมหรือไอออนในสูตรเคมีนั้น ๆ ส่วนเลขสัมประสิทธิ์บอกจำนวนโมลหรือจำนวนอนุภาคของสารนั้น ๆ ในสมการเคมี</li> <li>- จากนั้นครูแบ่งนักเรียนทั้งห้องโดยการสลับกลุ่มทั้งหมดเพื่อให้นักเรียนได้คละกันระหว่างกลุ่มใหญ่ โดยแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มละ 6-7 คน เพื่อเข้าสู่กิจกรรมถัดไป</li> </ul> <p><b>Elaborating : ขยายความรู้</b></p> <p>30 นาที</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนเล่นเกมส์แข่งกัน โดยจะเล่นเกมส์ “การดุลสมการเคมี” (ด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่และด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด) กติกาคือให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ดุลสมการเคมีที่ครูแจกให้จำนวน 5 สมการเคมี โดยนักเรียนจะสลับกันดุลสมการเคมีคนละ 1 สมการหากดุลเสร็จแล้วให้กลับไปต่อแถวจนครบทั้ง 5 สมการ คนสุดท้ายจะไปช่วยหากทำไม่เสร็จหากกลุ่มใดทำเสร็จก่อนให้ยกมือเพื่อแสดงลำดับการดุลสมการก่อนหลัง</li> </ul>

ขั้นตอน	กิจกรรม
	<p>จากนั้นนับคะแนน เพื่อชี้แจงผู้ชนะ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูอธิบายการคูณสมการเคมีว่าไม่มีลำดับขั้นตอนและวิธีที่เป็นกฎเกณฑ์แน่นอน แต่มีข้อแนะนำบางประการตามรายละเอียดในหนังสือเรียน พร้อมยกตัวอย่าง 1-3 ประกอบการอธิบายรวมทั้งอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการคูณสมการเคมีของปฏิกิริยาที่มีไอออนซึ่งต้องคำนึงถึงการดุลประจุไฟฟ้า</li> <li>- หลังเกมส์สิ้นสุดลง ครูมอบรางวัลให้แก่ผู้ชนะและทำโทษผู้แพ้โดยการให้กำลังใจ และอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติมอีกครั้ง เพื่อเป็นการสรุป</li> </ul> <p>10 นาที</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ครูให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอการเกิดไซเตียมคลอไรด์จากโลหะไซเตียมและแก๊สคลอรีน แล้วตั้งคำถามว่า <b>ถ้าให้สารตั้งต้นทำปฏิกิริยาเคมีที่อุณหภูมิห้อง ปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวจะเกิดขึ้นหรือไม่ (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b> ซึ่งควรตอบได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีจะไม่เกิดขึ้น จากนั้นตั้งคำถามเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนแสดงปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีมีอะไรบ้าง ซึ่งควรตอบว่า ความร้อน ความดัน ในสมการเคมีด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่เขียนแสดงไว้ที่ลูกศรตั้งตัวอย่างในตาราง 6.2 โดยครูอาจยกตัวอย่างสมการเคมีที่มีปัจจัยอื่น ๆ เพิ่มเติม และให้นักเรียนระบุสัญลักษณ์แก่สมการเคมีที่ครูยกตัวอย่าง และให้นักเรียนเขียนสมการเคมีพร้อมสัญลักษณ์ต่าง ๆ (ด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่)</li> <li>- ครูใช้คำถามนำว่า ในสมการเคมีที่ดุลแล้ว อะตอมของแต่ละธาตุในสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีจำนวนเท่ากัน <b>นักเรียนคิดว่ามวลของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร เพื่อนำเข้าสู่การคำนวณมวลรวมของสารก่อนทำปฏิกิริยาเคมีและมวลรวมของสารหลังเกิดปฏิกิริยาเคมี (ด้านการจำแนกและด้านการจัดหมวดหมู่)</b></li> <li>- ครูยกตัวอย่างสมการเคมีของปฏิกิริยาระหว่างโลหะไซเตียมกับแก๊สคลอรีนเกิดเป็นไซเตียมคลอไรด์ แล้วให้นักเรียนคำนวณมวลรวมของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จากเลขสัมประสิทธิ์ (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด) เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า มวลรวมของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์มีค่าเท่ากัน ซึ่งสอดคล้องกับกฎทรงมวล จากนั้นยกตัวอย่าง 4 เพื่อแสดงการคำนวณเกี่ยวกับการใช้กฎทรงมวลหามวลของสารที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยาเคมี</li> </ul>

ขั้นตอน	กิจกรรม
<p>ชั่วโมงที่ 5</p>	<p>- ครูชี้แจงเกี่ยวกับกิจกรรมในครั้งต่อไป จะให้ทำแบบทดสอบ เรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี เพื่อให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้</p> <p><b>Evaluation and : ประเมินความรู้</b></p> <p>10 นาที</p> <p>- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาเพื่อเกิดความเข้าใจอีกครั้ง จากนั้นครูแจกแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี</p> <p>- ครูให้นักเรียนทำแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี</p> <p><b>Extension : การนำไปใช้</b></p> <p>30 นาที</p> <p>- ครูให้นักเรียนเข้ากลุ่มกลุ่มละ 3 คน เพื่อให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกันและได้แลกเปลี่ยนความรู้กันมากขึ้น</p> <p>- ครูให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่ โดยไม่ให้ซ้ำกับที่ครูได้ยกตัวอย่างไป</p> <p>- นักเรียนทุกกลุ่มมีเวลา 10 นาที ในการ นำเรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี ประยุกต์ในชีวิตประจำวัน (ด้านการนำไปใช้) โดยการร่างออกแบบคร่าวๆ เกี่ยวกับ</p> <p>การระบุสารเคมีที่ใช้ (ด้านการจำแนก)</p> <p>เขียนสมการเคมีที่เลือก (ด้านการจัดหมวดหมู่)</p> <p>โดยจะต้องวิเคราะห์สมการเคมีถึงจำนวนอะตอมในสมการนั้นๆ และดุลสมการเคมี (ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</p> <p>การนำปฏิกิริยาเคมีนั้นไปประยุกต์อย่างไร (ด้านการนำไปใช้)</p> <p>และมีเวลากลุ่มละไม่เกิน 3 นาทีในการนำเสนอ</p> <p>20 นาที</p> <p>- ครูให้นักเรียนแต่ละคนอธิบายการประยุกต์เกี่ยวกับความรู้เรื่องนี้ลงในแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมีและทำต่อจากเดิมให้เสร็จเรียบร้อย พร้อมส่งภายในชั่วโมง ถ้านักเรียนบางคนทำไม่เสร็จให้ทำมาส่งในวันถัดไป</p>

## การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัด
<b>ด้านความรู้/ความเข้าใจ (K)</b>			
1. นักเรียนเขียนและดุลสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมีบางชนิดได้	ตรวจแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง	แบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
2. นักเรียนแปลความหมายสัญลักษณ์ในสมการเคมีได้	ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี	ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี	
3. นักเรียนคำนวณอัตราส่วนโดยโมลจากสมการเคมีได้			
4. นักเรียนสามารถยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีได้			
5. นักเรียนสามารถอธิบายปฏิกิริยาเคมีได้			
<b>ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)</b>			
1. นักเรียนมีความสามารถทำการทดลองกิจกรรมที่ 6.1	- สังเกตทักษะปฏิบัติการ	- แบบประเมินทักษะ	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
2. นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์	ทดลอง	ปฏิบัติการทดลอง	
	- สังเกตความสามารถในการคิดวิเคราะห์	- แบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75
<b>ด้านเจตคติ (A)</b>			
1. นักเรียนมีมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมิน	ผ่านเกณฑ์
2. นักเรียนมีความรับผิดชอบ	ของนักเรียนแต่	พฤติกรรม	ตั้งแต่ระดับ 3
3. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	ละกลุ่มระหว่างทำกิจกรรม		ขึ้นไป

### สื่อ/อุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้

1. แบบวัดความพร้อมก่อนเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี
2. คลิปวิดีโอการเรียนรู้อีกเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี
3. ภาพกิจกรรมการเรียนรู้อีกเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี
4. เอกสารประกอบการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี
5. แบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี
6. ใบกิจกรรมการทดลองที่ 6.1
7. อุปกรณ์การทดลอง

### บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

#### 1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

#### 2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

#### 3. แนวทางการแก้ปัญหา/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

ลงชื่อ.....ครูประจำรายวิชา

(.....)

## แบบวัดความพร้อมก่อนเรียนเรื่องปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

### 1. เขียนสูตรเคมีของสารเคมีต่อไปนี้

1.1 ทองแดง =.....

1.2 ซิลเวอร์ซัลไฟด์ =.....

1.3 แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ =.....

1.4 ไนโตรเจนไดออกไซด์ =.....

1.5 แอมโมเนีย =.....

1.6 โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต =.....

1.7 คาร์บอนเตตระคลอไรด์ =.....

1.8 แอมโมเนียมไฮโดรเจนฟอสเฟต =.....

1.9 โซเดียมฟอสเฟต =.....

1.10 แบริยมคลอไรด์ =.....

### 2. เติมคำต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

2.1 คาร์บอนไดออกไซด์ 1.50 โมล

มีมวลเท่ากับ.....กรัม

มีจำนวนอนุภาคเท่ากับ.....อนุภาค

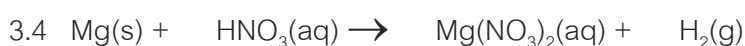
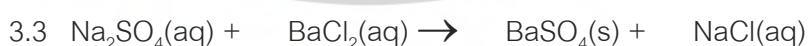
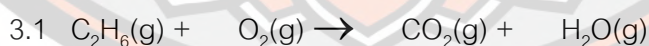
มีปริมาตรที่ STP เท่ากับ.....ลิตร

2.2 สารละลายแมกนีเซียมคลอไรด์ เข้มข้น 1.50 โมลต่อลิตร ปริมาตร 250 มิลลิลิตร

มีแมกนีเซียมไอออน.....โมล

มีคลอไรด์ไอออน.....โมล

### 3. ดุลสมการต่อไปนี้



## เอกสารประกอบการเรียนเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี

### กฎทรงมวล

กฎทรงมวลกล่าวว่า "มวลรวมของสารก่อนเกิดปฏิกิริยาจะเท่ากับมวลรวมของสารหลังเกิดปฏิกิริยา"

ตัวอย่าง ในปฏิกิริยา  $A + B \rightarrow C + D$

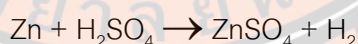
มวลรวมของ A กับ B ก่อนปฏิกิริยา = มวลรวมของ C กับ D หลังปฏิกิริยา

นำโซเดียมซัลเฟต ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 142 กรัม มาทำปฏิกิริยากับแบเรียมคลอไรด์ ( $\text{BaCl}_2$ ) 208 กรัม เกิดโซเดียมคลอไรด์ ( $\text{NaCl}$ ) 117 กรัม ถ้าการทดลองนี้เป็นไปตามกฎทรงมวล ปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดแบเรียมซัลเฟต ( $\text{BaSO}_4$ ) กี่กรัม

### การเขียนสมการเคมี

สมการเคมี คือกลุ่มสูตรทางเคมีของสารที่เขียนขึ้นเพื่ออธิบายหรือแทนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (ปฏิกิริยา) ของสารในอัตราส่วนต่ำสุดของจำนวนโมลของสารเหล่านั้น โดยเขียนสารที่เข้าทำปฏิกิริยากันซึ่งเรียกว่า **สารตั้งต้น (Reactants)** ไว้ทางด้านซ้าย และสารที่เกิดขึ้นใหม่ซึ่งเรียกว่า **สารผลิตภัณฑ์ (Products)** ไว้ทางด้านขวา ใช้เครื่องหมาย + คั่นระหว่างสารแต่ละชนิด และเขียน  $\rightarrow$  ไว้ระหว่างสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์

เช่น สังกะสี (Zn) ทำปฏิกิริยากับกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) แล้วได้สังกะสีซัลเฟต ( $\text{ZnSO}_4$ ) กับแก๊สไฮโดรเจน ( $\text{H}_2$ ) เขียนสมการได้ดังนี้



หลักในการเขียนสมการเคมี

1. ให้เขียนสูตรเคมีของสารตั้งต้นไว้ข้างซ้าย เขียนสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์ไว้ข้างขวา แล้วเขียนเครื่องหมาย  $\rightarrow$  ไว้ตรงกลาง

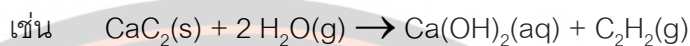
2. เมื่อเขียนสมการแสดงปฏิกิริยาแล้วให้หาสมการเคมีให้สมดุลด้วย คือทำให้จำนวนอะตอมของธาตุทุกชนิดทางซ้ายเท่ากับทางขวา โดยเติมตัวเลขข้างหน้าสูตรเคมีของสารนั้น ๆ

เช่น  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$  ไม่ถูกต้อง เพราะสมการนี้ไม่ดุล

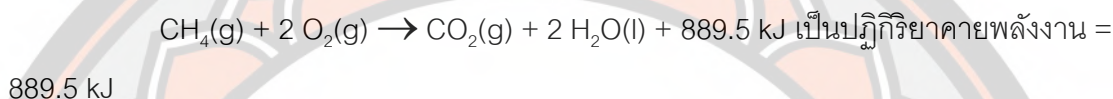
$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$  ถูกต้อง เพราะสมการนี้ดุลแล้ว



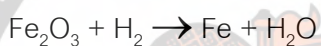
3. ในการเขียนสมการเคมีให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ควรบอกสถานะของสารแต่ละชนิดด้วยคือ ถ้าเป็นของแข็ง (Solid) ใช้ตัวย่อว่า "s" ถ้าเป็นของเหลว (liquid) ใช้ตัวย่อว่า "l" ถ้าเป็นแก๊ส (gas) ใช้ตัวย่อว่า "g" และถ้าเป็นสารละลายในน้ำ (aqueous) ใช้ตัวย่อว่า "aq"



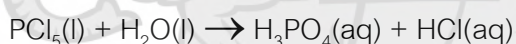
4. การเขียนสมการเคมีบางครั้ง อาจแสดงพลังงานของปฏิกิริยาเคมีด้วย เช่น



จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้



จงดุลสมการเคมีต่อไปนี้



### บทเรียนที่ 1 ปฏิกิริยาเคมี

คือ กระบวนการที่เกิดจากการที่สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสารใหม่ขึ้นมาซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม การเกิดปฏิกิริยาเคมีจำเป็นต้องมีสารเคมีตั้งต้น 2 ตัวขึ้นไป (เรียกสารเคมีตั้งต้นเหล่านี้ว่า "สารตั้งต้น" หรือ reactant) ทำปฏิกิริยาต่อกัน และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติทางเคมี ซึ่งก่อตัวขึ้นมาเป็นสารใหม่ที่เรียกว่า "ผลิตภัณฑ์" (product) ซึ่งสารผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติทางเคมีที่เปลี่ยนไปจากเดิม

หลังจากการเกิดปฏิกิริยาเคมีอะตอมทั้งหมดของสารตั้งต้นไม่มีการสูญหายไปไหนแต่เกิดการแลกเปลี่ยนจากสารหนึ่งไปสู่อีกสารหนึ่งซึ่งจะเห็นได้จากผลรวมของอะตอมของสารตั้งต้นจะเท่ากับผลรวมของอะตอมของผลิตภัณฑ์

### ปฏิกิริยาเคมีแบ่งออกได้ 5 ชนิด ได้แก่

1. ปฏิกิริยาการรวมตัว  $\text{A} + \text{Z} \rightarrow \text{AZ}$
2. ปฏิกิริยาการสลายตัว  $\text{AZ} \rightarrow \text{A} + \text{Z}$
3. ปฏิกิริยาการแทนที่เชิงเดี่ยว  $\text{A} + \text{BZ} \rightarrow \text{AZ} + \text{B}$
4. ปฏิกิริยาการแทนที่เชิงคู่  $\text{AX} + \text{BZ} \rightarrow \text{AZ} + \text{BX}$

## 5. ปฏิกิริยาสะเทิน $HX+BOH \rightarrow BX + HOH$

### ข้อสังเกตการเกิดปฏิกิริยา

สารใหม่ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาเคมี สังเกตได้ดังนี้

1. สี เช่น สารเดิมไม่มีสีเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีสีใหม่เกิดขึ้น (สารใหม่)
2. กลิ่น เช่น เกิดกลิ่นฉุน กลิ่นเหม็น กลิ่นหอม
3. ตะกอน เช่น สารละลายเลด (II) ไนเตรต และโพแทสเซียมไอโอไดด์ เป็นของเหลวใส ไม่มีสี เมื่อผสมกันแล้วเกิดตะกอนสีเหลือง
4. ฟองแก๊ส เช่น กรดไฮโดรคลอริก ผสมกับหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนตเกิดฟองแก๊ส
5. เกิดการระเบิด หรือเกิดประกายไฟ เช่น ใสโลหะโซเดียมลงในน้ำจะเกิดประกายไฟขึ้น
6. มีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ซึ่งสารโดยทั่วไปเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ความร้อนควบคู่ไปด้วยเสมอ

### หมายเหตุ การเปลี่ยนแปลงต่อไปนี้เกิดปฏิกิริยาเคมีแน่นอน

1. การสันดาป หมายถึง การที่สารทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจน
  2. การหมัก เช่น การหมักแป้งเป็นน้ำตาล
  3. กระบวนการเมแทบอลิซึม (ปฏิกิริยาในสิ่งมีชีวิต) เช่น การย่อยอาหาร
- การหายใจ เป็นต้น
4. การถลุงแร่ การเกิดสนิม ปฏิกิริยาในแบตเตอรี่

### ปฏิกิริยาเคมีพื้นฐาน

ปฏิกิริยาเคมีต่างๆ อาจเกิดขึ้นได้เร็วหรือช้าต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของปฏิกิริยา เช่น การระเบิดของดินปืน จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็วมาก เพราะใช้เวลาไม่ถึงนาที การลุกไหม้ของเชื้อเพลิง เช่น ก๊าซหุงต้ม และน้ำมันเบนซิน ก็จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้เร็ว การลุกไหม้ของถ่านหรือของไม้ จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเร็วปานกลาง การเนาเปื่อยของผัก ผลไม้ จัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นค่อนข้างช้า การเกิดสนิมของเหล็กจัดว่าเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นช้ามาก เป็นต้น

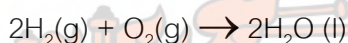
ปฏิกิริยาเคมีที่มีความสำคัญทางด้านอุตสาหกรรมก็เกี่ยวข้องกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่นเดียวกัน ปฏิกิริยาเหล่านี้ให้ผลผลิตที่มีผลต่อสภาวะเศรษฐกิจของประเทศ จึงจำเป็นที่จะต้องผลิตให้ได้จำนวนมากและต้นทุนต่ำ ซึ่งก็คือต้องได้ผลผลิตมากที่สุดในเวลาอันน้อยที่สุดนั่นเอง ในการนี้จึงจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา เรียนรู้สภาวะต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุม

การผลิต หรือสภาวะต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมการเกิดปฏิกิริยา ต้องทราบว่าปัจจัยอะไรบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้าได้อย่างไร เป็นต้น

### ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาและกลไกของปฏิกิริยา

1. **การเกิดปฏิกิริยาเคมี** หมายถึง การที่สารสร้างพันธะเคมีต่อกันแล้วได้สารใหม่ที่มีสมบัติต่างไปจากสารเดิม อาจสังเกตได้จากการเกิดตะกอน การเกิดก๊าซ การเปลี่ยนสี และความเป็นกรด-เบสของสารเปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น

ตัวอย่างที่ 1 ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สออกซิเจน ได้นำเป็นผลิตภัณฑ์ซึ่งเขียนแทนสมการดังนี้



### 2. การเขียนสมการเคมี

สมการเคมี เขียนขึ้นเพื่อแสดงสูตรหรือสัญลักษณ์ของสารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยาพอดีกัน และสารที่เกิดจากปฏิกิริยา

#### องค์ประกอบของสมการเคมี

1. สารตั้งต้น (reactant) หมายถึง สารเดิมก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือสารที่เข้าทำปฏิกิริยากัน อาจมีสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดเขียนสูตรหรือสัญลักษณ์ไว้ทางซ้ายของสมการ

2. เครื่องหมายลูกศรเครื่องหมายลูกศรเขียนเพื่อแสดงทิศทางการเปลี่ยนแปลง เขียนไว้ระหว่างสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์

3. สารผลิตภัณฑ์ (product) หมายถึง สารที่เกิดจากปฏิกิริยาหรือสารใหม่ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลง อาจมีสารเพียงชนิดเดียวหรือมากกว่า 1 ชนิดก็ได้ เขียนสูตรหรือสัญลักษณ์ไว้ทางขวาของสมการเคมี

#### 4. การบอกสถานะของสารในสมการเคมี

สมการเคมีที่สมบูรณ์ต้องบอกสถานะหรือสภาวะของสารในปฏิกิริยาดังนี้

ของแข็ง (solid) = (s)

ของเหลว (liquid) = (l)

แก๊ส (gas) = (g)

สารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย (aqueous) = (aq)

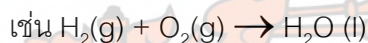
### ตัวอย่างสมการเคมี

“หินปูนทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดไฮโดรคลอริกได้สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์” เขียนแทนด้วยสมการเคมี ดังนี้

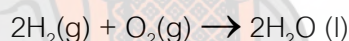


### 3. การดุลสมการเคมี

การดุลสมการเคมี เป็นการนำตัวเลขที่เหมาะสมเติมลงข้างหน้า สัญลักษณ์หรือสูตรเคมีในสมการ เพื่อให้จำนวนอะตอมในแต่ละธาตุของสารตั้งต้นเท่ากับจำนวนอะตอมของธาตุนั้นๆ เดียวกันในผลิตภัณฑ์



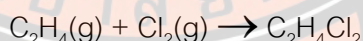
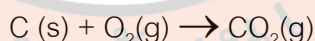
สมการที่ดุลแล้วคือ



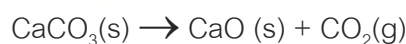
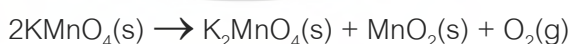
### 4. ชนิดของปฏิกิริยาเคมี

แบ่งชนิดของปฏิกิริยาเคมีอย่างง่ายได้ดังนี้

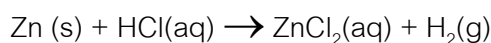
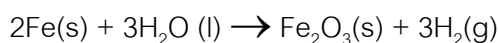
1. ปฏิกิริยาการรวมตัว (combination reaction) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดการรวมตัวของสารตั้งต้นตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป อาจได้สารผลิตภัณฑ์เพียงชนิดเดียวหรือมากกว่าหนึ่งชนิดก็ได้ เช่น



2. ปฏิกิริยาการสลายตัว (decomposition reaction) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่สารประกอบสลายตัวหรือแตกตัวออกเป็นองค์ประกอบย่อยเป็นธาตุหรือสารประกอบ เมื่อได้รับความร้อน เช่น



3. ปฏิกิริยาการแทนที่ (displacement reaction) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่มีการแทนที่ไอออนหรืออะตอมในสารประกอบด้วยไอออนหรืออะตอมของอีกธาตุหนึ่ง เช่น

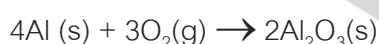


## 5. ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน

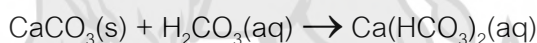
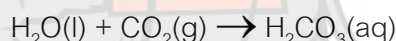
1. การผุกร่อนของโลหะเช่น การผุกร่อนเนื่องจากการเกิดสนิม การเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียม เป็นต้น การเกิดสนิมของเหล็กเกิดจากเหล็กสัมผัสกับน้ำและออกซิเจนในอากาศ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้



การเกิดออกไซด์ของอะลูมิเนียมเกิดจากอะลูมิเนียมรวมกับออกซิเจนในอากาศ ดังสมการ



2. การผุกร่อนของหินปูนเนื่องจากการกรดการผุกร่อนของหินปูนซึ่งมีแคลเซียมคาร์บอเนต ( $\text{CaCO}_3$ ) เป็นองค์ประกอบ เมื่อถูกน้ำฝนที่ละลายแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาดังนี้

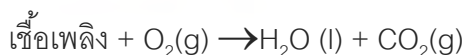


แคลเซียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเป็นสารละลายใสเมื่อถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็น  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  และ  $\text{CO}_2$  ซึ่งเป็นกระบวนการเกิดหินงอกและหินย้อยตามถ้ำต่าง ๆ



3. การเผาไหม้เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากสารรวมกับออกซิเจนได้พลังงานความร้อนและแสงสว่าง สารที่เกิดจากการเผาไหม้จัดเป็นสารประเภทเชื้อเพลิง ซึ่งส่วนใหญ่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ

การเผาไหม้อย่างสมบูรณ์เป็นการเผาไหม้ของสารที่มีเชื้อเพลิงที่ได้น้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสารผลิตภัณฑ์ เช่น



การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์

เป็นการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ แล้วมีปริมาณของก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ จะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ( $\text{CO}$ ) น้ำ และ คาร์บอนไดออกไซด์

### ปัจจัยที่มีผลต่อการเผาไหม้

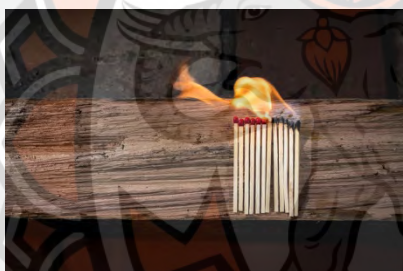
1. เชื้อเพลิง
2. ความร้อน
3. ก๊าซออกซิเจน
4. ปฏิริยาของกรดกับเบส

ปฏิริยาที่กรตรวมกับเบสได้สารผลิตภัณฑ์ที่เป็นเกลือกับน้ำ เรียกปฏิริยานี้ว่า ปฏิริยาสะเทิน เขียนแทนด้วยสมการดังนี้ กรด + เบส  $\rightarrow$  เกลือ + น้ำ



### แบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปฏิริยาเคมีและสมการเคมี

จงตอบคำถามต่อไปนี้



1. ทุกครั้งที่เราจุดไม้ขีดไฟ ไฟแช็ก หรือก่อกองไฟ จะมีปฏิริยาเคมีอย่างหนึ่งเกิดขึ้น นั่นคือ ปฏิริยาการสันดาปหรือการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งนอกจากจะมีเชื้อเพลิงที่ติดไฟ เช่น โพรเพน ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) แล้ว ยังต้องมีก๊าซออกซิเจนเพื่อช่วยทำให้ไฟติด และความร้อนด้วย จึงจะทำให้ได้พลังงาน

ตลอดจนน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

1.1 จากข้อความข้างต้น จงระบุว่าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คืออะไร ตามลำดับ

(ด้านการจำแนก)

สารตั้งต้น คือ (1คะแนน)	สารผลิตภัณฑ์ คือ (1คะแนน)
----------------------------	------------------------------

1.2 จากข้อความข้างต้น จงเขียนและดุลสมการเคมีให้ถูกต้อง (ด้านการจัด

หมวดหมู่)

	(2คะแนน)
--	----------

1.3 จากข้อความข้างต้น จงระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิริยา (ด้านการจัด

หมวดหมู่)

	(1คะแนน)
--	----------

2. จากข้อความต่อไปนี้

A การเคี้ยวอาหาร B การต้มน้ำเกิดความร้อน C การสลายตัวของผงฟู D การเกิดสนิมเหล็ก

ข้อใดแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี พร้อมให้เหตุผล **(ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)**

(2คะแนน)

3. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 8.4 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดแอสติก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 20.0 กรัม ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น **จงวิเคราะห์ว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลกี่กรัม** หลังจากทำปฏิกิริยาสิ้นสุดปรากฏว่ามีสารเหลืออยู่ 24.0 กรัม **(ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)**

(2คะแนน)

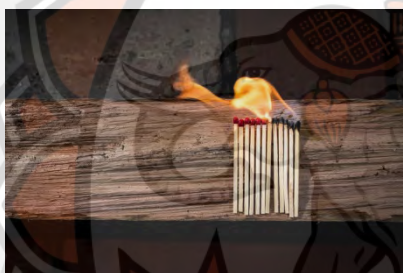
4. นักเรียนจะทราบได้อย่างไร ว่าในแต่ละการทดลองมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น **(ด้านการสรุปหลักการ)**

(3คะแนน)

5. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันมา 1 ปฏิกิริยาและอธิบายถึง  
หลักการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนเลือก (ด้านการนำไปใช้)

(3คะแนน)

แนวทางการให้คะแนนแบบวัดการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและสมการเคมี  
จงตอบคำถามต่อไปนี้



1. ทุกครั้งที่เราจุดไม้ขีดไฟ ไฟแช็ก หรือถ่านก๊อกลไฟ จะมี  
ปฏิกิริยาเคมีอย่างหนึ่งเกิดขึ้น นั่นคือ ปฏิกิริยาการสันดาป  
หรือการเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งนอกจากจะมีเชื้อเพลิงที่ติด  
ไฟ เช่น โพรเพน ( $C_3H_8$ ) แล้ว ยังต้องมีก๊าซออกซิเจนเพื่อช่วย  
ทำให้ไฟติด และความร้อนด้วย จึงจะทำให้ได้พลังงาน  
ตลอดจนน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

1.1 จากข้อความข้างต้น จงระบุว่าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คืออะไร ตามลำดับ

(ด้านการจำแนก)

สารตั้งต้น คือ โพรเพน ออกซิเจน ตอบครบทั้ง 2 ชนิด ได้ 1 คะแนน ตอบเพียง 1 ชนิด ได้ 0.5 คะแนน ไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน (1คะแนน)	สารผลิตภัณฑ์ คือ น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตอบครบทั้ง 2 ชนิด ได้ 1 คะแนน ตอบเพียง 1 ชนิด ได้ 0.5 คะแนน ไม่ตอบ ได้ 0 คะแนน (1คะแนน)
--	---



1.2 จากข้อความข้างต้น จงเขียนและดุลสมการเคมีให้ถูกต้อง (**ด้านการจัดหมวดหมู่**)



เขียนสมการถูกต้อง ดุลสมการถูกต้อง ระบุตัวทำปฏิกิริยา (heat/ความร้อน) ของสารถูกต้อง ได้ 2 คะแนน

เขียนสมการถูกต้อง ดุลสมการถูกต้อง ไม่ระบุตัวทำปฏิกิริยา (heat/ความร้อน) ของสาร ได้ 1 คะแนน

เขียนสมการถูกต้อง ดุลสมการไม่ถูกต้อง ระบุตัวทำปฏิกิริยา (heat/ความร้อน) ของสารถูกต้อง ได้ 1 คะแนน

เขียนสมการไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

(2คะแนน)

1.3 จากข้อความข้างต้น จงระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยา (**ด้านการจัดหมวดหมู่**)

1 : 5 : 3 : 4

ระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยาถูกต้อง ได้ 1 คะแนน

ระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยาไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

(1คะแนน)

2. จากข้อความต่อไปนี้

A การเคี้ยวอาหาร B การต้มน้ำเกิดไอร้อน C การสลายตัวของผงฟู D การเกิดสนิมเหล็ก

ข้อใดแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี พร้อมให้เหตุผล (**ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด**)

แนวการตอบ

A C และ D แสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากสารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสารใหม่ขึ้นมาซึ่งมีคุณสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม A การเคี้ยวอาหารเกิดการย่อยโดยน้ำลายในปาก C การสลายตัวของผงฟูได้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมา และ D การเกิดสนิมเหล็กเป็นการเปลี่ยนคุณสมบัติของเหล็กโดยการออกซิไดส์

ส่วน B การต้มน้ำเกิดความร้อน เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวไปเป็นแก๊ส โดยมีพลังงานความร้อนในการเปลี่ยนสถานะ

ตอบครบทั้ง 3 ข้อพร้อมให้เหตุผลสอดคล้องกัน ได้ 2 คะแนน

ตอบครบทั้ง 3 ข้อแต่ไม่ให้เหตุผลประกอบหรือให้เหตุผลไม่สอดคล้องกันได้ 1 คะแนน

ตอบไม่ครบ 3 ข้อได้ 0 คะแนน

(2คะแนน)

3. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต 8.4 กรัม ทำปฏิกิริยากับสารละลายกรดแอสติก ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) 20.0 กรัม ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้น **จงวิเคราะห์ว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวลกี่กรัม** หลังจากทำปฏิกิริยาลิ้นสุดปรากฏว่ามีสารเหลืออยู่ 24.0 กรัม (**ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด**)

จากกฎทรงมวล

มวลของสารก่อนทำปฏิกิริยา = มวลของสารหลังทำปฏิกิริยา

มวลของ  $\text{NaHCO}_3$  + มวลของ  $\text{CH}_3\text{COOH}$  = มวลของสารที่เหลือ + มวลของ  $\text{CO}_2$

$8.4 \text{ g} + 20.0 \text{ g} = 24.0 \text{ g} + \text{มวลของ } \text{CO}_2$

มวลของ  $\text{CO}_2 = 8.4 \text{ g} + 20.0 \text{ g} - 24.0 \text{ g}$

$= 4.4 \text{ g}$

ดังนั้น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นมีมวล 4.4 กรัม

แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล คำนวณถูกต้อง ได้ 2 คะแนน

แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล คำนวณไม่ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน

แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ไม่มีเหตุผล คำนวณไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

(2คะแนน)

4. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าในแต่ละการทดลองมีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น (**ด้านการสรุปหลักการ**)

แนวการตอบ

ในกาทดลองจะสามารถสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงได้ทั้งหมด 6 วิธีดังนี้

1. สี เช่น สารเดิมไม่มีสีเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมี จะมีสีใหม่เกิดขึ้น (สารใหม่)
2. กลิ่น เช่น เกิดกลิ่นฉุน กลิ่นเหม็น กลิ่นหอม
3. ตะกอน เช่น สารละลายเลด (II) ไนเตรต และโพแทสเซียมไอโอไดด์ เป็นของเหลวใส ไม่มีสี เมื่อผสมกันแล้วเกิดตะกอนสีเหลือง
4. ฟองแก๊ส เช่น กรดไฮโดรคลอริก ผสมกับหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนตเกิดฟองแก๊สขึ้น
5. เกิดการระเบิด หรือเกิดประกายไฟ เช่น ใสโลหะโซเดียมลงในน้ำจะเกิดประกายไฟขึ้น
6. มีอุณหภูมิเปลี่ยน ซึ่งสารโดยทั่วไปเมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกิดการเปลี่ยนแปลง พลังงาน ความร้อนควบคู่ไปด้วยเสมอ

ตอบถูกต้องมากกว่า 3 คำตอบ อธิบายเหตุผลประกอบ ได้ 3 คะแนน

ตอบถูกต้องมากกว่า 3 คำตอบ แต่ไม่อธิบายเหตุผลประกอบ ได้ 2 คะแนน

ตอบถูกต้อง แต่น้อยกว่า 3 คำตอบ อธิบายเหตุผลประกอบ ได้ 1 คะแนน

ตอบไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

(3คะแนน)

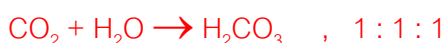
5. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันมา 1 ปฏิกิริยา พร้อมเขียนและดุลสมการเคมี ระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยา และอธิบายถึงหลักการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนเลือก (**ด้านการนำไปใช้**)

ตัวอย่างการให้คะแนน

**ปฏิกิริยาในน้ำอัดลม**

ตอบปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันมา 1 ปฏิกิริยา ได้ 1 คะแนน

ไม่ตอบปฏิกิริยาในชีวิตประจำวัน ได้ 0 คะแนน



เขียนสมการเคมีถูกต้อง ดุลสมการเคมีถูกต้อง ระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยาถูกต้อง

ได้ 1 คะแนน

เขียนสมการเคมีถูกต้อง ดุลสมการเคมีถูกต้อง แต่ระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยาไม่ถูกต้อง  
ได้ 0.5 คะแนน

เขียนสมการเคมีถูกต้อง ดุลสมการเคมีไม่ถูกต้อง และระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยาไม่  
ถูกต้อง ได้ 0.5 คะแนน

เขียนสมการเคมีไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

ในน้ำอัดลมประกอบด้วยน้ำ กรดคาร์บอนิก คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำตาลหรือสารให้รสหวาน  
ในกระบวนการทำน้ำอัดลม จะมีการอัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปเพื่อให้มันละลายในน้ำโดย  
การเพิ่มความดัน เนื่องจากในสภาพปกติก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ซึ่งเมื่อ  
คาร์บอนไดออกไซด์รวมกับน้ำแล้วก็จะกลายเป็นกรดคาร์บอนิก แต่เมื่อบรรจุภัณฑ์ถูกเปิดออก  
เมื่อไรความดันภายในจะลดลง และกรดคาร์บอนิกที่ไม่เสถียรก็จะแตกตัวออกเป็น  
คาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ

อธิบายหลักการได้ถูกต้อง ได้ 1 คะแนน

อธิบายหลักการไม่ถูกต้องได้ 0 คะแนน

(3คะแนน)

ภาคผนวก จ แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความสามารถในการคิด  
วิเคราะห์

แบบประเมินความเหมาะสมของแบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์  
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมิน  
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีความเหมาะสมตามองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ  
ที่กำหนดให้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย  $\checkmark$  ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็น  
ของท่าน โดยมีคะแนนพิจารณาความคิดเห็น ดังนี้

- 5 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง รายการประเมินมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความ เหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>1. รายการประเมิน</b>					
1.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
1.2 มีความถูกต้องตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
1.3 มีความครบถ้วน					
1.4 การให้นำหนักคะแนนของแต่ละรายการประเมิน					
<b>2. เกณฑ์การให้คะแนน</b>					
2.1 สอดคล้องกับรายการประเมิน					
2.2 เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสมกับพฤติกรรม					
2.3 เกณฑ์การให้คะแนนเป็นไปตามลำดับของน้ำหนักคะแนน 4 ช่อง คะแนน					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
3. เกณฑ์การประเมิน					
3.1 สอดคล้องกับรายการประเมิน					
3.2 สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนน					
3.3 การกำหนดระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดวิเคราะห์					
3.4 เกณฑ์การประเมินเข้าใจง่ายและเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

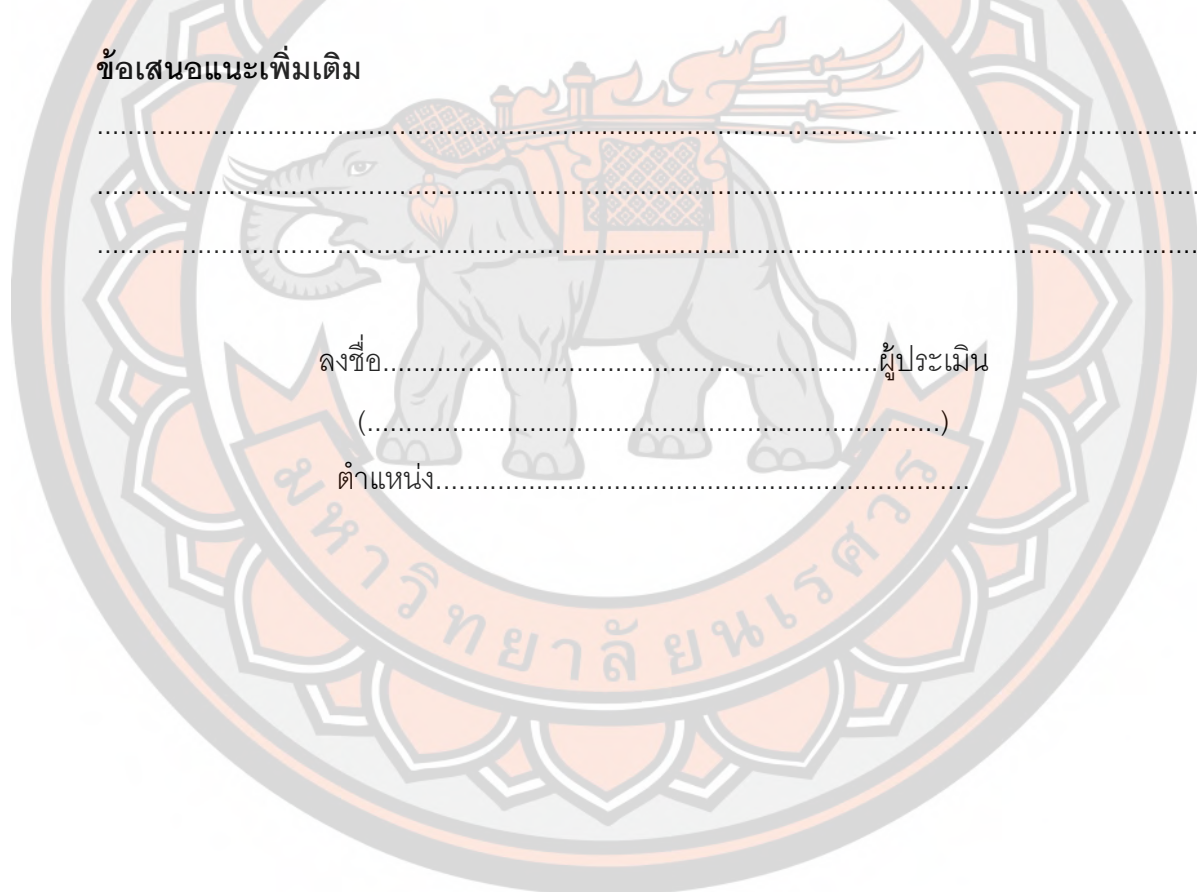
.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....



ภาคผนวก จ ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมินความสามารถในการคิด  
วิเคราะห์

ตาราง 15 ผลการพิจารณาความเหมาะสมของแบบประเมินความสามารถในการคิด  
วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
<b>1. รายการประเมิน</b>			
1.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
1.2 มีความถูกต้องตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
1.3 มีความครบถ้วน	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 การให้นำหนักคะแนนของแต่ละรายการประเมิน	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.60</b>	<b>0.52</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>2. เกณฑ์การให้คะแนน</b>			
2.1 สอดคล้องกับรายการประเมิน	4.20	0.84	มาก
2.2 เกณฑ์การให้คะแนนมีความเหมาะสมกับพฤติกรรม	4.00	0.71	มาก
2.3 เกณฑ์การให้คะแนนเป็นไปตามลำดับของน้ำหนัก คะแนน 4 ช่องคะแนน	4.20	0.45	มาก
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.13</b>	<b>0.66</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>3. เกณฑ์การประเมิน</b>			
3.1 สอดคล้องกับรายการประเมิน	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนน	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 การกำหนดระดับคุณภาพของความสามารถในการ คิดวิเคราะห์	4.60	0.55	มากที่สุด
3.4 เกณฑ์การประเมินเข้าใจง่ายและเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>	<b>4.60</b>	<b>0.55</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ผลรวมเฉลี่ย</b>	<b>4.47</b>	<b>0.57</b>	<b>มาก</b>

ภาคผนวก จ แบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

แบบประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

กลุ่มที่ ..... สมาชิกในกลุ่ม

1..... เลขที่ .....

2..... เลขที่ .....

3..... เลขที่ .....

4..... เลขที่ .....

รายการประเมินความสามารถในการคิด วิเคราะห์	เกณฑ์การให้ คะแนน				น้ำหนัก คะแนน	คะแนน รวม
	4	3	2	1		
						100
1.ด้านการจำแนก					3	
1.1 ด้านการจำแนกระหว่างเรียน						
1.2 ด้านการจำแนกในทำการทดลอง					2	
2.ด้านการจัดหมวดหมู่					3	
2.1 ด้านการจัดหมวดหมู่ระหว่างเรียน						
2.2 ด้านการจัดหมวดหมู่ในทำการทดลอง					2	
3.ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด						
3.1 ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดระหว่าง เรียน					3	
3.2 ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดในทำการ ทดลอง					2	
4.ด้านการสรุปหลักการ					3	
4.1 ด้านการสรุปหลักการระหว่างเรียน						
4.2 ด้านการสรุปหลักการในทำการทดลอง					2	
5.ด้านการนำไปใช้					5	
รวม					25	



### เกณฑ์การประเมิน

พิจารณาจากคะแนนรวม ซึ่งใช้เกณฑ์กำหนดระดับคุณภาพของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

ช่วงคะแนนรวม	ระดับคุณภาพ
ได้คะแนน 80 ขึ้นไป	ดีมาก
ได้คะแนน 60-79	ดี
ได้คะแนน 40-59	พอใช้
ได้คะแนนต่ำกว่า 40	ปรับปรุง

ระดับ 1 (ปรับปรุง)     ระดับ 2 (พอใช้)     ระดับ 3 (ดี)     ระดับ 4 (ดีมาก)

\*นักเรียนต้องได้ตั้งแต่ระดับ 3 ขึ้นไป จึงจะผ่านเกณฑ์

ผ่านเกณฑ์     ไม่ผ่านเกณฑ์

### เกณฑ์การประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
1.ด้านการจำแนก 1.1 ด้านการจำแนก ระหว่างเรียน	นักเรียนสามารถจำแนกสารเคมีจากข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนสามารถจำแนกสารเคมีจากข้อมูลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถจำแนกสารเคมีจากข้อมูลได้ถูกต้องบางส่วน และ ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถจำแนกสารเคมีจากข้อมูลได้
1.2 ด้านการจำแนก ในทำการทดลอง	นักเรียนสามารถระบุสารเคมี/อุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้องครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุสารเคมี/อุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุสารเคมี/อุปกรณ์ในการทดลองได้ ถูกต้องบางส่วน และ ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถระบุสารเคมี/อุปกรณ์ในการทดลองได้

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
<b>2.ด้านการจัดหมวดหมู่</b> <b>2.1 ด้านการจัดหมวดหมู่ระหว่างเรียน</b>	นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้อง สามารถเขียนและดุลปฏิกิริยาเคมีตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้อง สามารถเขียนและดุลปฏิกิริยาเคมีระบุอัตราส่วนโดยโมลได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้อง สามารถเขียนและดุลปฏิกิริยาเคมีระบุอัตราส่วนโดยโมลได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียนสามารถจัดกลุ่มสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้องแต่ สามารถเขียนและดุลปฏิกิริยาเคมีระบุอัตราส่วนโดยโมลถูกต้อง บางส่วนและไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่สามารถจัดกลุ่มสารตั้งต้นกับสารผลิตภัณฑ์ สามารถเขียนและดุลปฏิกิริยาเคมี ระบุอัตราส่วนโดยโมล ครบถ้วน
<b>2.2 ด้านการจัดหมวดหมู่ในทำการทดลอง</b>	นักเรียนสามารถจัดลำดับขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสมตามลำดับขั้นตอน	นักเรียนสามารถจัดลำดับขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง ตามลำดับขั้นตอน	นักเรียนสามารถจัดลำดับขั้นตอนการทดลองได้ถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนไม่สามารถจัดลำดับขั้นตอนการทดลองได้ ถูกต้อง
<b>3.ด้านวิเคราะห์ข้อผิดพลาด</b> <b>3.1 ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาดระหว่างเรียน</b>	นักเรียนคำนวณเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง แสดงการวิเคราะห์ไม่ครบถ้วน	นักเรียนคำนวณเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง แต่แสดงการวิเคราะห์ไม่ครบถ้วน	นักเรียนคำนวณเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีได้ถูกต้อง บางส่วน และ	นักเรียนไม่สามารถคำนวณเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีได้

รายการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
	วิเคราะห์ ครบถ้วน		แสดงการ วิเคราะห์ไม่ ครบถ้วน	
3.2 ด้าน การวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด ในทำการ ทดลอง	นักเรียน สามารถระบุ ข้อผิดพลาด จากการ ทดลองได้ อย่าง สมเหตุสมผล และบันทึกผล ตามที่ตั้ง ใจจริง ครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุข้อผิดพลาด จากการทดลองได้และบันทึกผล ตามที่ตั้งใจได้จริง แต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียน สามารถระบุ ข้อผิดพลาด จากการ ทดลองได้ และไม่บันทึก ผลตามที่ สังเกตได้จริง และไม่ ครบถ้วน	นักเรียนไม่ สามารถระบุ ข้อผิดพลาด จากการ ทดลองและ ไม่บันทึกผล ตามที่ตั้ง ใจจริง
4.ด้านกร สรุปหลักการ 4.1 ด้าน การสรุป หลักการ ระหว่างเรียน	นักเรียน สามารถระบุ หลักการ สำคัญหรือ แนวคิดใน เนื้อหาความรู้ เกี่ยวกับ ปฏิกิริยาเคมี ในบริบท ต่าง ๆ ได้ ถูกต้องและ ครบถ้วน	นักเรียนสามารถระบุหลักการ สำคัญหรือแนวคิดในเนื้อหาความรู้ เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีในบริบท ต่าง ๆ ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	นักเรียน สามารถระบุ หลักการ สำคัญหรือ แนวคิดใน เนื้อหาความรู้ เกี่ยวกับ ปฏิกิริยาเคมี ในบริบท ต่าง ๆ ได้ ถูกต้อง บางส่วนและ ไม่ครบถ้วน	นักเรียนไม่ สามารถระบุ หลักการ สำคัญหรือ แนวคิดใน เนื้อหาความรู้ เกี่ยวกับ ปฏิกิริยาเคมี ในบริบท ต่าง ๆ ได้

รายการ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
4.2 ด้าน การสรุป หลักการใน ทำการ ทดลอง	นักเรียน สามารถ สรุปผล การทดลองได้ ถูกต้อง ครบถ้วน และ อธิบายผล การทดลองได้ เหมาะสม	นักเรียนสามารถสรุปผลการทดลอง ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน และ อธิบายผลการทดลองได้	นักเรียน สามารถ สรุปผล การทดลองได้ บางส่วนและ ไม่ครบถ้วน และอธิบาย ผลการ ทดลองได้ บางส่วน	นักเรียนไม่ สามารถ สรุปผล การทดลอง และอธิบาย ผลการ ทดลองได้
5.ด้านกร นำไปใช้	นักเรียน สามารถ ยกตัวอย่าง ปฏิบัติาเคมี ในชีวิตประจำวัน ได้โดยไม่ซ้ำ ผู้อื่นและระบุ รายละเอียด ของปฏิบัติา นั้น ๆ ได้ ครบถ้วน	นักเรียนสามารถยกตัวอย่าง ปฏิบัติาเคมีในชีวิตประจำวันได้ โดยไม่ซ้ำผู้อื่นแต่ระบุรายละเอียด ของปฏิบัติานั้น ๆ ได้ไม่ครบถ้วน	นักเรียน สามารถ ยกตัวอย่าง ปฏิบัติาเคมี ในชีวิต ประจำวันได้ แต่ซ้ำผู้อื่น และสามารถ ระบุ รายละเอียด ของปฏิบัติา นั้น ๆ ได้อย่าง ครบถ้วน	นักเรียนไม่ สามารถ ยกตัวอย่าง ปฏิบัติาเคมี ในชีวิต ประจำวันได้

ภาคผนวก ข แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์กับ  
จุดประสงค์การเรียนรู้  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาว่าแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แต่ละข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓  
ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์สอดคล้องกับ  
จุดประสงค์การเรียนรู้จริง

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์สอดคล้องกับ  
จุดประสงค์การเรียนรู้จริง

คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ไม่สอดคล้องกับ  
จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ข้อที่	คะแนน การ พิจารณา		
		+	0	-
นักเรียนแปล ความหมาย สัญลักษณ์ ในสมการ เคมีได้	1. “การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่ เกิดขึ้นในพืช โดยพืชจะดูดกลืนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์มาใช้ เพื่อเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้เป็นอาหาร (กลูโคส) ของ พืช และมีผลพลอยได้คือ ออกซิเจน ออกมา ปฏิกิริยานี้เกี่ยวข้องกับ ชีวิตประจำวันของเราโดยตรง เพราะนี่คือกระบวนการผลิตอาหารที่ สำคัญของโลก อีกทั้งยังเป็นการเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ เป็นก๊าซออกซิเจนที่เราสามารถใช้หายใจด้วย” จากข้อความข้างต้น จงระบุว่าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คือ อะไร ตามลำดับ ( <b>ด้านการจำแนก</b> )	1	0	1

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ข้อที่	คะแนน การ พิจารณา	
นักเรียนเขียน และดุล สมการเคมี ของปฏิกิริยา เคมีบางชนิด ได้	2. จากข้อความข้างต้น จงเขียนและดุลสมการเคมีให้ถูกต้อง ( <b>ด้าน การจัดหมวดหมู่</b> )		
3.นักเรียน คำนวณ อัตราส่วน โดยโมลจาก สมการเคมี ได้	3. จากข้อความข้างต้น จงระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยา ( <b>ด้านการจัดหมวดหมู่</b> )		
นักเรียน สามารถ คำนวณ ปริมาณของ สารใน ปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้อง กับปริมาตร แก๊ส	4. ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าพืชจะต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์กี่ลิตร ที่ STP จึงสามารถสังเคราะห์กลูโคสได้ 36.0 กรัม ( <b>ด้านการวิเคราะห์ ข้อผิดพลาด</b> )		
นักเรียน สามารถ อธิบาย ปฏิกิริยา	5. จากข้อความต่อไปนี้  A การย่อยอาหาร                      B น้ำแข็งละลาย  C การระเหิดของลูกเหม็น          D การทำขนมปัง  ข้อใดแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี อธิบายพร้อมให้เหตุผล ( <b>ด้านการ สรุปหลักการ</b> )		

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ข้อที่	คะแนน การ พิจารณา	
เคมีได้	6. ลักษณะการเกิดปฏิกิริยาจากการทดลองของสารแต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไร <b>(ด้านการสรุปหลักการ)</b>		
นักเรียน สามารถ ยกตัวอย่าง ปฏิกิริยาเคมี ได้	7. ยกตัวอย่างปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันมา 1 ปฏิกิริยา พร้อมเขียนและดุลสมการเคมี ระบุอัตราส่วนโดย โมลของปฏิกิริยา และอธิบายถึงหลักการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนเลือก <b>(ด้านการนำไปใช้)</b>		
นักเรียน สามารถ คำนวณ ปริมาณของ สารใน ปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้อง กับมวลสาร	8. ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าจะใช้อากาศกี่กรัม เพื่อไม่ให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมในการเผาไหม้ถ่านหิน 12.0 กรัม ถ่านหินประกอบด้วยคาร์บอนร้อยละ 95.0 และส่วนประกอบอื่นที่ไม่เกิดการเผาไหม้ร้อยละ 5.0 โดยมวล กำหนดให้อากาศมีแก๊สออกซิเจนเป็นองค์ประกอบร้อยละ 23.0 โดยมวล <b>(ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b>		
นักเรียน สามารถ คำนวณ ปริมาณของ สารใน ปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้อง กับปริมาตร แก๊ส	จากปฏิกิริยาต่อไปนี้ $4\text{FeS}_2(\text{s}) + 11\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 8\text{SO}_2(\text{g})$ 9. ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าจะต้องใช้แก๊สออกซิเจนกี่ลิตรที่ STP จึงจะทำปฏิกิริยาพอดีกับ ไอร์ออน(IV) ซัลไฟด์ 0.500 กิโลกรัม <b>(ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b>		

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ข้อที่	คะแนน การ พิจารณา	
นักเรียน สามารถ คำนวณ ปริมาณของ สารใน ปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้อง กับมวลสาร	10. ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าจะเกิดไฮดรอกไซด์ของไอออน(III)ออกไซด์กี่กิโลกรัม <b>(ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b>		
นักเรียน สามารถ คำนวณ ปริมาณของ สารใน ปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้อง กับความ เข้มข้นของ สารละลาย	11. ปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะทองแดงและสารละลายซิลเวอร์ไนเทรต เขียนแสดงได้ดังนี้ (สมการยังไม่ดุล) $\text{Cu(s)} + \text{AgNO}_3 \text{ (aq)} \rightarrow \text{Ag(s)} + \text{Cu(NO}_3)_2 \text{ (aq)}$ ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าถ้าหากใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเทรตเข้มข้น 2.50 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5.0 ลิตรทำปฏิกิริยาพอดีกับทองแดง จะได้โลหะเงินกี่กิโลกรัม <b>(ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b>		
นักเรียน สามารถ คำนวณ ปริมาณของ สารใน ปฏิกิริยาเคมี ที่เกี่ยวข้อง กับความ เข้มข้นของ สารละลาย	12. ให้นักเรียนวิเคราะห์ปริมาณของสารละลายกรดซัลฟิวริก ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) เข้มข้น 0.50 โมลต่อลิตร ที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาพอดีกับโซเดียมคาร์บอเนต 4.235 กรัม ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นสารละลาย โซเดียมซัลเฟต น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ <b>(ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b>		
นักเรียน สามารถ คำนวณ ปริมาณของ สารใน ปฏิกิริยาเคมี หลาย	13. ซิลิคอนที่ใช้ในชิ้นส่วนของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ มีขั้นตอนการผลิตเพื่อให้ได้ซิลิคอนบริสุทธิ์ดังสมการ (สมการยังไม่ดุล) $\text{SiO}_2\text{(s)} + \text{C(s)} \rightarrow \text{Si(s)} + \text{CO(g)} \quad \text{----- (1)}$ $\text{Si(s)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \rightarrow \text{SiCl}_4\text{(l)} \quad \text{----- (2)}$ $\text{SiCl}_4\text{(l)} + \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{Si(s)} + \text{HCl(g)} \quad \text{----- (3)}$ หากบริษัทแห่งหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการผลิตคอมพิวเตอร์ ต้องการใช้ซิลิคอน 100.0 กิโลกรัม นักเรียนจะมีวิธีการวิเคราะห์การ		



จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ข้อที่	คะแนน การ พิจารณา	
ขั้นตอน	<p>ผลิตโดยใช้คาร์บอนอย่างไร <b>(ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b></p> <p>14. เมื่อนำสารตัวอย่างหินปูน (<math>\text{CaCO}_3</math>) 1.00 กิโลกรัม มาเผาจะเกิดการสลายตัวอย่างสมบูรณ์ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีมวลเท่ากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้แก๊สโพรเพน (<math>\text{C}_3\text{H}_8</math>) 120 กรัม อย่างสมบูรณ์ ให้นักเรียนวิเคราะห์หรือยละโดยมวลของแคลเซียมคาร์บอเนตในสารตัวอย่างมีค่าเท่าใด <b>(ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)</b></p> <p>สมการเคมีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)</p> $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$		
ระบุสาร กำหนด ปริมาณ	<p>คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (chlorofluorocarbon, ย่อ: CFC) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีแต่ธาตุคาร์บอน คลอรีน ไฮโดรเจนและฟลูออรีน เป็นอนุพันธ์ของมีเทนและอีเทนที่ระเหยเป็นไอได้รวดเร็ว ซีเอฟซียังรู้จักกันในชื่อการค้า <b>ฟรียอน</b> การผลิตสารซีเอฟซีถูกยกเลิกไปตามพิธีสารมอนทรีออลเนื่องจากมีปริมาณของฟรียอนเกินร้อยละ 30 ฟรียอน-12 (<math>\text{CCl}_2\text{F}_2</math>) เคยเป็นสารที่ใช้ทำความเย็นในตู้เย็นเตรียมได้จากปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้</p> $3\text{CCl}_4(\text{l}) + 2\text{SbF}_3(\text{l}) \rightarrow 3\text{CCl}_2\text{F}_2(\text{l}) + 2\text{SbCl}_2(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ <p>ถ้าเตรียมปฏิกิริยาเคมีโดยใช้คาร์บอนเตตระคลอไรด์ 150.0 กรัม กับแอนติโมนีไตรฟลูออไรด์ 100.0 กรัม</p> <p>15. สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ <b>(ด้านการจำแนก)</b></p>		

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ข้อที่	คะแนน การ พิจารณา		
<p>คำนวณ ปริมาณสาร ในปฏิกิริยา เคมีที่ เกี่ยวข้องกับ สารกำหนด ปริมาณ คำนวณ ผลได้ร้อยละ ของ ผลิตภัณฑ์ใน ปฏิกิริยาเคมี</p>	<p>16. ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าฟร็อน-12 ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าไร และ ให้นักเรียนวิเคราะห์ร้อยละผลได้ของฟร็อน-12 (<b>ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด</b>)</p>			
<p>นักเรียน สามารถ อธิบาย ปฏิกิริยาเคมี ได้</p>	<p>17. จากการวิเคราะห์ร้อยละผลได้ของฟร็อน-12 เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ อย่างไร (<b>ด้านการนำไปใช้</b>)</p>			
<p>ระบุสาร กำหนด ปริมาณ</p>	<p>เมทิลเบนโซเอต เป็นของเหลวไม่มีสีที่ไม่ละลายในน้ำ แต่ตรงข้ามกับตัวทำละลายอินทรีย์ เมทิลเบนโซเอตมีกลิ่นดี และมันถูกใช้ในน้ำหอม นอกจากนี้ยังพบการใช้เป็นเป็นตัวทำละลายสำหรับเซลลูโลสอีเทอร์ เซลลูโลสเอสเทอร์ ยางสังเคราะห์ และยางส่วนใหญ่ ใช้ในส่วนผสมของเครื่องเทศกลิ่นกระดังงาเทียมและน้ำหอมผสมสบู่นอกจากนี้ในการผลิตของชนิดกุหลาบสาระสำคัญ เสริมฟอกย้อมเส้นใยโพลี เป็นตัวทำละลายสำหรับการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์เมทิลเบนโซเอต เป็นดังสมการเคมีต่อไปนี้</p>			

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ข้อที่	คะแนน การ พิจารณา		
	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2(\text{aq}) + \text{CH}_4\text{O}(\text{aq}) \rightarrow \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_2(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ <p>เมื่อผสมสารละลายกรดเบนโซอิกเข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 250 มิลลิลิตร กับเมทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 โดยปริมาตร (ความหนาแน่น 0.79 กรัมต่อมิลลิลิตร) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร และเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาปริมาณ 10 มิลลิลิตร</p> <p>18. สารใดคือสารกำหนดปริมาณ(<b>ด้านการจำแนก</b>)</p>			
คำนวณ ผลได้ร้อยละ ของ ผลิตภัณฑ์ใน ปฏิกิริยาเคมี	<p>19. ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าเมทิลเบนโซเอตที่สังเคราะห์ได้ตามทฤษฎีมีมวลกี่กรัม (<b>ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด</b>)</p> <p>และถ้าสังเคราะห์เมทิลเบนโซเอตได้ 28.9 กรัม ให้นักเรียนวิเคราะห์ผลได้ร้อยละของปฏิกิริยานี้มีค่าเท่าใด (<b>ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด</b>)</p>			
นักเรียน สามารถ อธิบาย ปฏิกิริยาเคมี ได้	<p>20. เมทิลเบนโซเอต มีผลอย่างไรต่อสิ่งแวดล้อม (<b>ด้านการนำไปใช้</b>)</p>			
นักเรียน สามารถทำ การทดลอง ปริมาณสาร สัมพันธ์ได้ โดยมี ความสมารถ ในการคิด	<p>ให้นักเรียนทดลองผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาเคมีระหว่างผงฟูและน้ำส้มสายชู</p> <p>21. ให้นักเรียนระบุสารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ (<b>ด้านการจำแนก</b>)</p> <p>22. ให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการทดลอง (เช่น เขียนเป็นขั้นตอน, วาดไดอะแกรม, วาดรูปแสดงขั้นตอน เป็นต้น) และเขียนและดุลสมการนี้ (<b>ด้านการจัดหมวดหมู่</b>)</p> <p>23. ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อผิดพลาดจากการทดลองนี้และให้นักเรียนแสดงการวิเคราะห์ผลได้ร้อยละมีค่าเท่าใด(<b>ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด</b>)</p>			

จุดประสงค์ การเรียนรู้	แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ข้อที่	คะแนน การ พิจารณา		
วิเคราะห์	24. มวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามทฤษฎีอะมวลที่หาได้จาก การทดลองนี้ แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร <b>(ด้านการสรุปหลักการ)</b>			
	25. หากทำการวัดความเป็นกรด-เบสจากสารละลายที่ได้ นักเรียน คิดว่าสารละลายที่เกิดจะมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร <b>(ด้านการ นำไปใช้)</b>			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง.....

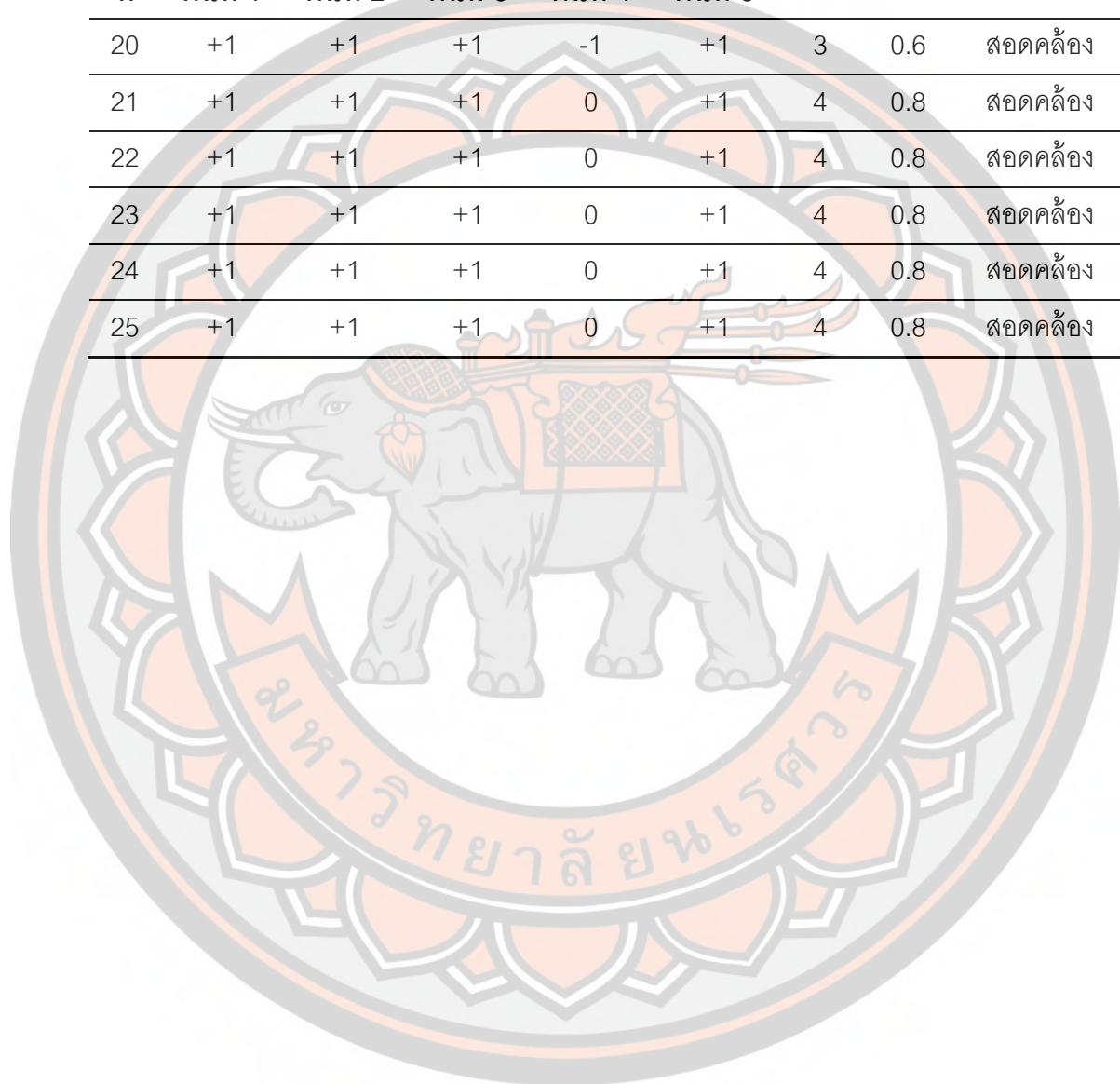
ภาคผนวก ฅ ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้  
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

ตาราง 16 ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้  
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ โดยผู้เชี่ยวชาญ  
 จำนวน 5 ท่าน

ข้อ ที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
4	+1	+1	0	0	+1	3	0.6	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.6	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.6	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.6	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.6	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
16	+1	+1	0	0	+1	3	0.6	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.6	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
19	+1	+1	0	0	+1	3	0.6	สอดคล้อง

ตาราง 16 (ต่อ)

ข้อ ที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
20	+1	+1	+1	-1	+1	3	0.6	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	สอดคล้อง



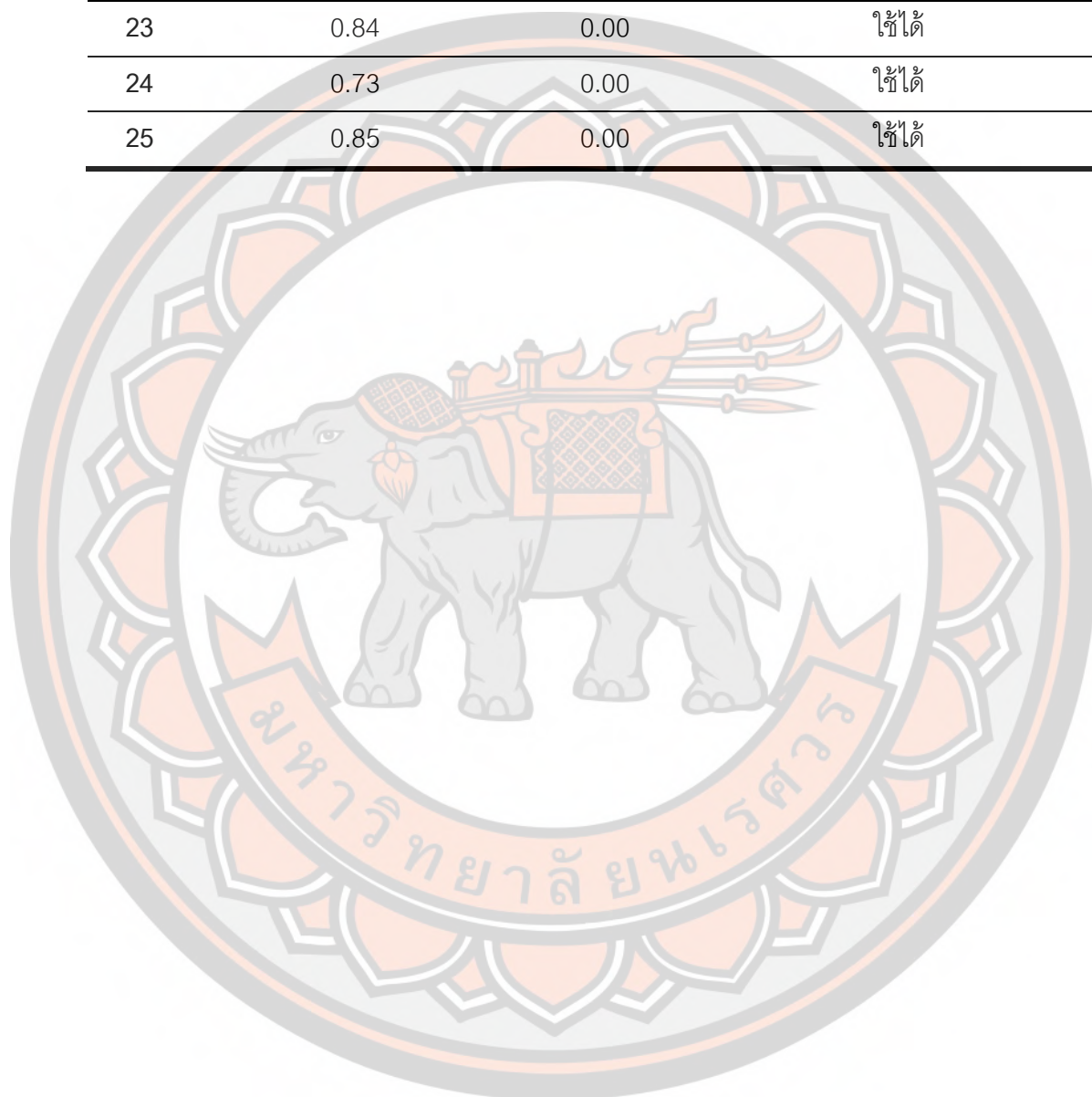
ภาคผนวก ญ ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (r) แบบ Item Total Correlation ของแบบวัด  
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ตาราง 17 ดัชนีค่าอำนาจจำแนก (r) แบบ Item Total Correlation ของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 25 ข้อ

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	sig	แปลผล
1	0.61	0.00	ใช้ได้
2	0.46	0.00	ใช้ได้
3	0.64	0.00	ใช้ได้
4	0.84	0.00	ใช้ได้
5	0.84	0.00	ใช้ได้
6	0.77	0.00	ใช้ได้
7	0.75	0.00	ใช้ได้
8	0.79	0.00	ใช้ได้
9	0.84	0.00	ใช้ได้
10	0.69	0.00	ใช้ได้
11	0.71	0.00	ใช้ได้
12	0.73	0.00	ใช้ได้
13	0.8	0.00	ใช้ได้
14	0.77	0.00	ใช้ได้
15	0.57	0.00	ใช้ได้
16	0.51	0.00	ใช้ได้
17	0.6	0.00	ใช้ได้
18	0.59	0.00	ใช้ได้
19	0.33	0.04	ใช้ได้
20	0.58	0.00	ใช้ได้
21	0.84	0.00	ใช้ได้
22	0.84	0.00	ใช้ได้

## ตาราง 17 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	sig	แปลผล
23	0.84	0.00	ใช้ได้
24	0.73	0.00	ใช้ได้
25	0.85	0.00	ใช้ได้





ภาคผนวก ฎ ผลการคัดเลือกแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 ข้อ และ  
ค่าความเชื่อมั่น

ตาราง 18 ผลการคัดเลือกแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์ จำนวน 17 ข้อ และ  
ค่าความเชื่อมั่น

ข้อที่	ข้อสอบที่เลือก	ค่าอำนาจจำแนก	sig	แปลผล
1	1	0.61	0.00	ใช้ได้
2	2	0.46	0.00	ใช้ได้
3	3	0.64	0.00	ใช้ได้
4	4	0.84	0.00	ใช้ได้
5	5	0.84	0.00	ใช้ได้
6	6	0.77	0.00	ใช้ได้
7	7	0.75	0.00	ใช้ได้
8	11	0.71	0.00	ใช้ได้
9	14	0.77	0.00	ใช้ได้
10	15	0.57	0.00	ใช้ได้
11	16	0.51	0.00	ใช้ได้
12	17	0.6	0.00	ใช้ได้
13	21	0.84	0.00	ใช้ได้
14	22	0.84	0.00	ใช้ได้
15	23	0.84	0.00	ใช้ได้
16	24	0.73	0.00	ใช้ได้
17	25	0.85	0.00	ใช้ได้

ค่าความเชื่อมั่น มีค่าเท่ากับ 0.94

ภาคผนวก ก แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นวิทยาศาสตร์

แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์  
เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ (คะแนนส่วนที่ 1 เต็ม 20 คะแนน)

1. “การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) เป็นปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในพืช โดยพืชจะดูดกลืนพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์มาใช้เพื่อเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำให้เป็นอาหาร (กลูโคส) ของพืช และมีผลพลอยได้คือ ออกซิเจน ออกมา ปฏิกิริยานี้เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราโดยตรง เพราะนี่คือกระบวนการผลิตอาหารที่สำคัญของโลก อีกทั้งยังเป็นการเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นก๊าซออกซิเจนที่เราสามารถใช้หายใจด้วย”

1.1 จากข้อความข้างต้น จงระบุว่าสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์คืออะไร ตามลำดับ

	(1คะแนน)
--	----------

1.2 จากข้อความข้างต้น จงเขียนและดุลสมการเคมีให้ถูกต้อง

	(1คะแนน)
--	----------

1.3 จากข้อความข้างต้น จงระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยา

	(1คะแนน)
--	----------

1.4 ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าพืชจะต้องใช้คาร์บอนไดออกไซด์กี่ลิตร ที่ STP จึงสามารถสังเคราะห์กลูโคสได้ 36.0 กรัม

	(2คะแนน)
--	----------

2. จากข้อความต่อไปนี้

A การย่อยอาหาร

B น้ำแข็งละลาย

C การระเหิดของลูกเหม็น

D การทำขนมปัง

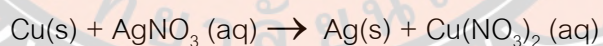
ข้อใดแสดงการเกิดปฏิกิริยาเคมี อธิบายพร้อมให้เหตุผล

(2คะแนน)

3. การเกิดปฏิกิริยาจากการทดลอง (6.1,6.2,6.3) ของสารแต่ละชนิดมีลักษณะอย่างไร ยกตัวอย่างมา 1 ตัวอย่าง

(2คะแนน)

4. ปฏิกิริยาเคมีระหว่างโลหะทองแดงและสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต เขียนแสดงได้ดังนี้ (สมการยังไม่ดุล)

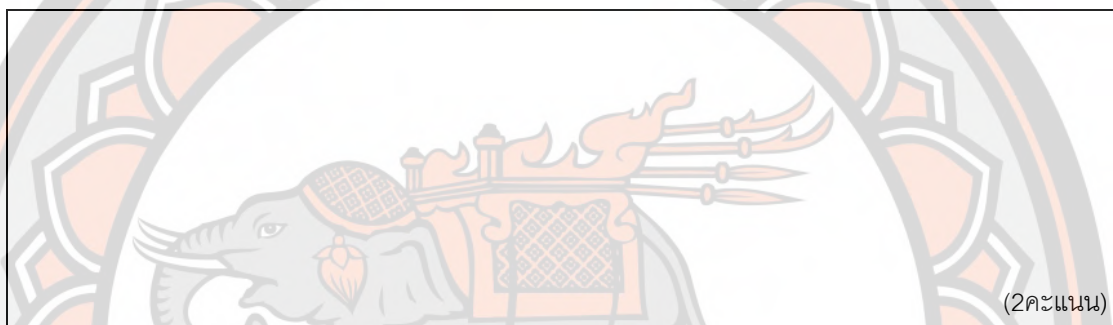
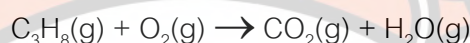


ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าถ้าหากใช้สารละลายซิลเวอร์ไนเตรตเข้มข้น 2.50 โมลต่อลิตร ปริมาตร 5.0 ลิตรทำปฏิกิริยาพอดีกับทองแดง จะได้โลหะเงินกี่กิโลกรัม

(2คะแนน)

5. เมื่อนำสารตัวอย่างหินปูน ( $\text{CaCO}_3$ ) 1.00 กิโลกรัม มาเผาจะเกิดการสลายตัวอย่างสมบูรณ์ได้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีมวลเท่ากับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้แก๊สโพรเพน ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) 120 กรัม อย่างสมบูรณ์ ให้นักเรียนวิเคราะห์หรือหาค่าโดยมวลของแคลเซียมคาร์บอเนตในสารตัวอย่างมีค่าเท่าใด

สมการเคมีของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้ (สมการเคมียังไม่ดุล)



(2 คะแนน)

6. คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (chlorofluorocarbon, ย่อ: CFC) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีแต่ธาตุคาร์บอน คลอรีน ไฮโดรเจนและฟลูออรีน เป็นอนุพันธ์ของมีเทนและอีเทนที่ระเหยเป็นไอได้รวดเร็ว ซีเอฟซียังรู้จักกันในชื่อการค้า **ฟรียอน** การผลิตสารซีเอฟซีถูกยกเลิกไปตามพิธีสารมอนทรีออลเนื่องจากมีปริมาณของฟรียอนเกินร้อยละ 30 ฟรียอน-12 ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ) เคยเป็นสารที่ใช้ทำความเย็นในตู้เย็น เตรียมได้จากปฏิกิริยาเคมีต่อไปนี้



ถ้าเตรียมปฏิกิริยาเคมีโดยใช้คาร์บอนเตตระคลอไรด์ 150.0 กรัม กับแอนติโมนีไไตรฟลูออไรด์ 100.0 กรัม

6.1 สารใดเป็นสารกำหนดปริมาณ

(1 คะแนน)

6.2 ให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าฟร็อน-12 ที่เกิดขึ้นมีมวลเท่าไร และวิเคราะห์หรือยลผลได้ของฟร็อน-12 หากสังเคราะห์ฟร็อน-12 ได้ 87.93 กรัม



(3คะแนน)

6.3 จากการวิเคราะห์หรือยลผลได้ของฟร็อน-12 เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่อย่างไร

(1คะแนน)

7. ยกตัวอย่างปฏิกิริยาในชีวิตประจำวันหรือปฏิกิริยาที่นักเรียนคุ้นเคย มา 1 ปฏิกิริยา พร้อมเขียนและดุลสมการเคมี ระบุอัตราส่วนโดยโมลของปฏิกิริยา และอธิบายถึงหลักการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่นักเรียนเลือก พอสังเขป

(2คะแนน)

8. ให้นักเรียนทดลองผลได้ร้อยละของปฏิกิริยาเคมีระหว่างผงฟูและน้ำส้มสายชู  
(คะแนนส่วนที่ 2 เต็ม 20 คะแนน)

8.1 ให้นักเรียนระบุสารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ (ด้านการจำแนก)

(2คะแนน)

8.2 ให้นักเรียนเขียนขั้นตอนการทดลอง (เช่น เขียนเป็นขั้นตอน, วาดไดอะแกรม, วาดรูปแสดงขั้นตอน เป็นต้น) และเขียนและดุลสมการนี้ (ด้านการจัดหมวดหมู่)

(2คะแนน)

8.3 ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อผิดพลาดจากการทดลองนี้และให้นักเรียนแสดงการวิเคราะห์ผลได้ร้อยละมีค่าเท่าใด (ด้านการวิเคราะห์ข้อผิดพลาด)

(2คะแนน)

8.4 มวลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ตามทฤษฎีมวลที่หาได้จากการทดลองนี้แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร (ด้านการสรุปหลักการ)

(2คะแนน)

8.5 หากทำการวัดความเป็นกรด-เบสจากสารละลายที่ได้ นักเรียนคิดว่าสารละลายที่เกิดขึ้นจะมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร (ด้านการนำไปใช้)

(2คะแนน)



ประวัติผู้วิจัย

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล

โคมศักดิ์ อ่อนวัง

วัน เดือน ปี เกิด

16 มีนาคม 2537

ที่อยู่ปัจจุบัน

283 หมู่ 4 ตำบลคิ่งตะเภา อำเภอเมือง  
จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2559

กศ.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยนเรศวร

