



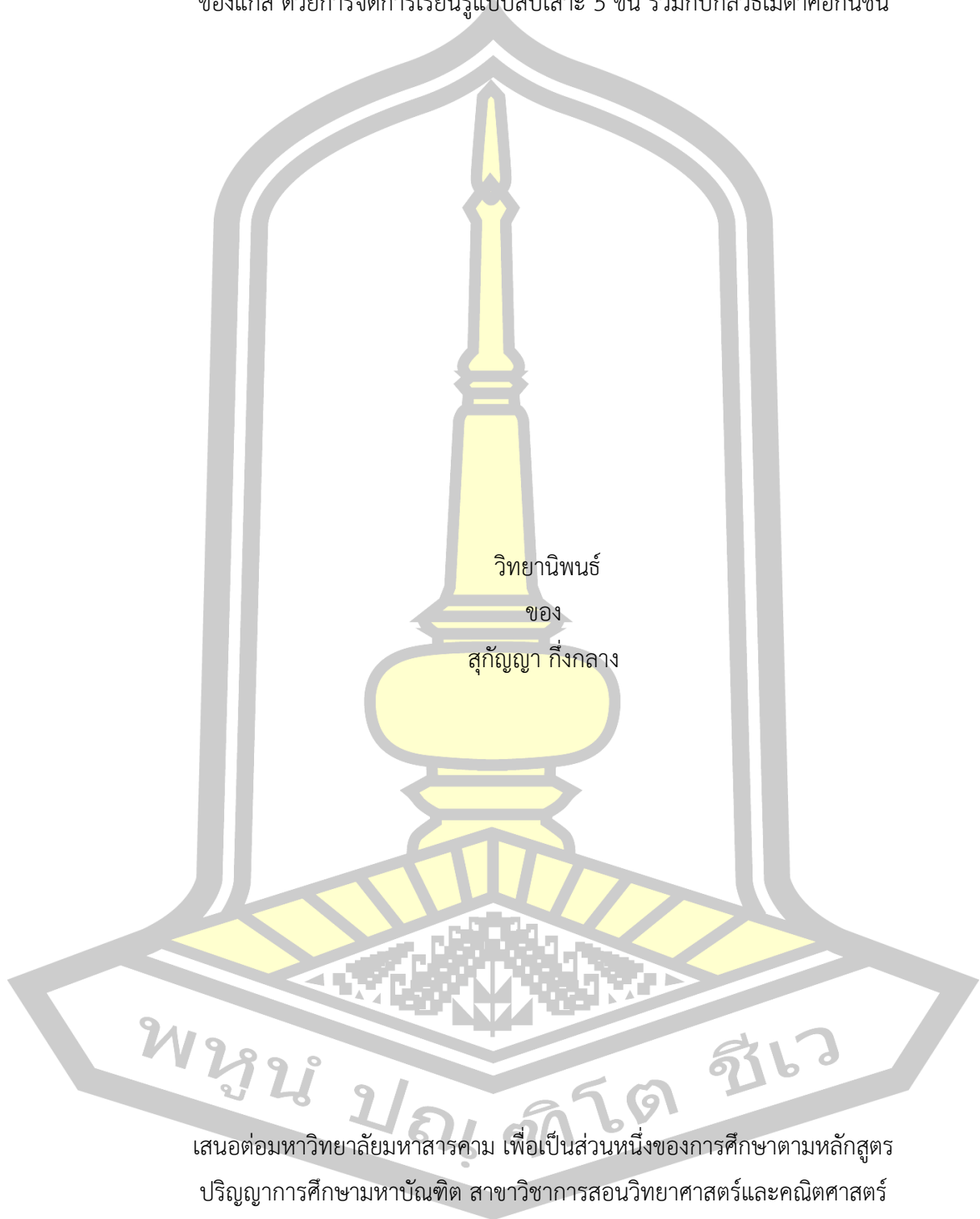
การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติ  
ของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

วิทยานิพนธ์  
ของ  
สุกัญญา กิ่งกลาง

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์  
กุมภาพันธ์ 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติ  
ของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

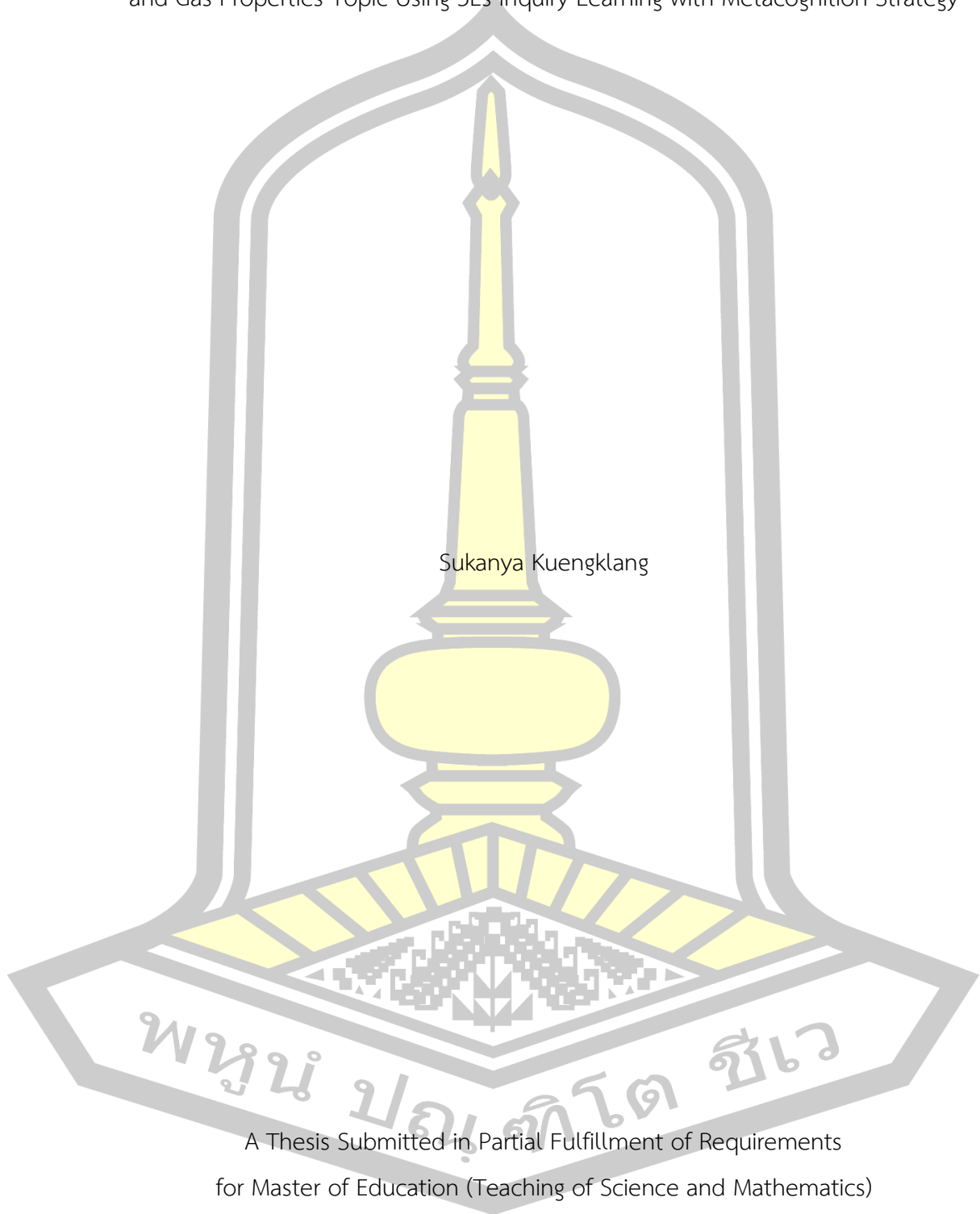


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

กุมภาพันธ์ 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Word Problem Solving Ability of Mattayomsuksa 5 Students in Gas  
and Gas Properties Topic Using 5Es Inquiry Learning with Metacognition Strategy



Sukanya Kuengklang

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Education (Teaching of Science and Mathematics)

February 2021

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา  
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. กัญญารัตน์ โคจร )

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อ. ดร. มังกร ศรีสะอาด )

.....กรรมการ

(อ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ )

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง )

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย  
มหาสารคาม

.....  
(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ )

.....  
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับ กลวิธีเมตาคอกนิชัน		
<b>ผู้วิจัย</b>	สุกัญญา กิ่งกลาง		
<b>อาจารย์ที่ปรึกษา</b>	อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด		
<b>ปริญญา</b>	การศึกษามหาบัณฑิต	<b>สาขาวิชา</b>	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
<b>มหาวิทยาลัย</b>	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	<b>ปีที่พิมพ์</b>	2564

### บทคัดย่อ

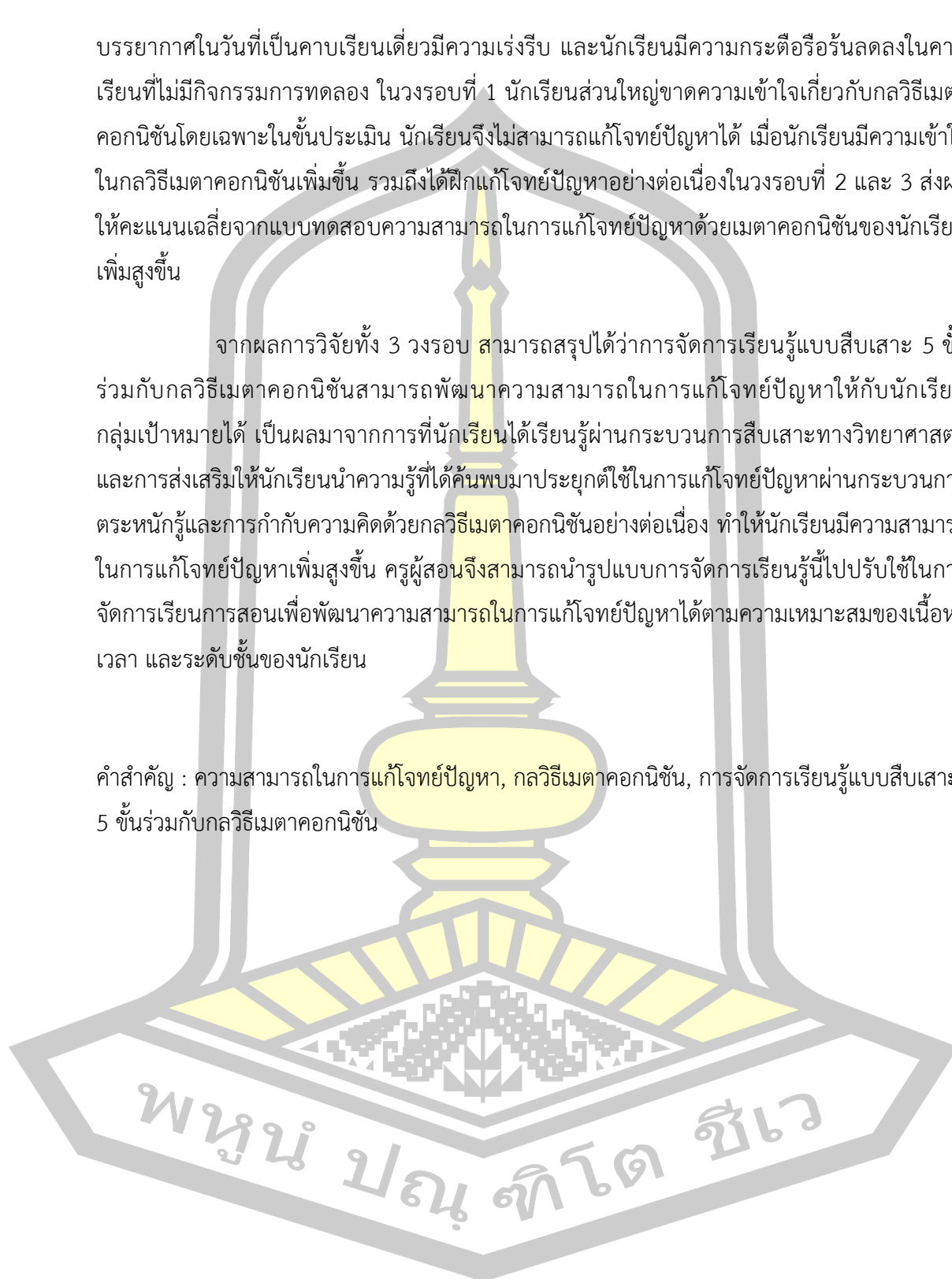
การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน จากโรงเรียนผดุงนารี ดำเนินการวิจัยทั้งหมด 3 วงรอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส จำนวน 7 แผน 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา จำนวน 3 ชุด 3) แบบสัมภาษณ์ ใช้หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ ดำเนินการ 3 ครั้ง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตีความและสรุปในรูปของการบรรยายโดยอาศัยข้อมูลจากการสัมภาษณ์ บันทึกหลังการสอน และชิ้นงานของนักเรียน

ผลการวิจัยในวงรอบที่ 1 มีนักเรียนจำนวน 5 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 20.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 10.54 ในวงรอบที่ 2 มีนักเรียนจำนวน 15 คนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 62.5 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีคะแนนเฉลี่ยคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 12.80 ในวงรอบที่ 3 มีนักเรียนจำนวน 24 คนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 14.96 ผลการสะท้อนข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับ รวมถึงพึงพอใจที่ได้มีส่วนร่วมในชั้นเรียน แต่

บรรยากาศในวันที่เป็นคาบเรียนเดี่ยวมีความเร่งรีบ และนักเรียนมีความกระตือรือร้นลดลงในคาบเรียนที่ไม่มีกิจกรรมการทดลอง ในวงรอบที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกลวิธีเมตาคอกนิชันโดยเฉพาะในชั้นประเมิน นักเรียนจึงไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในกลวิธีเมตาคอกนิชันเพิ่มขึ้น รวมถึงได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาอย่างต่อเนื่องในวงรอบที่ 2 และ 3 ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเมตาคอกนิชันของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น

จากผลการวิจัยทั้ง 3 วงรอบ สามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้ เป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ และการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นพบมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านกระบวนการตระหนักรู้และการกำกับความคิดด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันอย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มสูงขึ้น ครูผู้สอนจึงสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา เวลา และระดับชั้นของนักเรียน

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา, กลวิธีเมตาคอกนิชัน, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน



<b>TITLE</b>	Development of Word Problem Solving Ability of Mattayomsuksa 5 Students in Gas and Gas Properties Topic Using 5Es Inquiry Learning with Metacognition Strategy		
<b>AUTHOR</b>	Sukanya Kuengklang		
<b>ADVISORS</b>	Mangkorn Srisa-ard , Ph.D.		
<b>DEGREE</b>	Master of Education	<b>MAJOR</b>	Teaching of Science and Mathematics
<b>UNIVERSITY</b>	Maharakham University	<b>YEAR</b>	2021

#### ABSTRACT

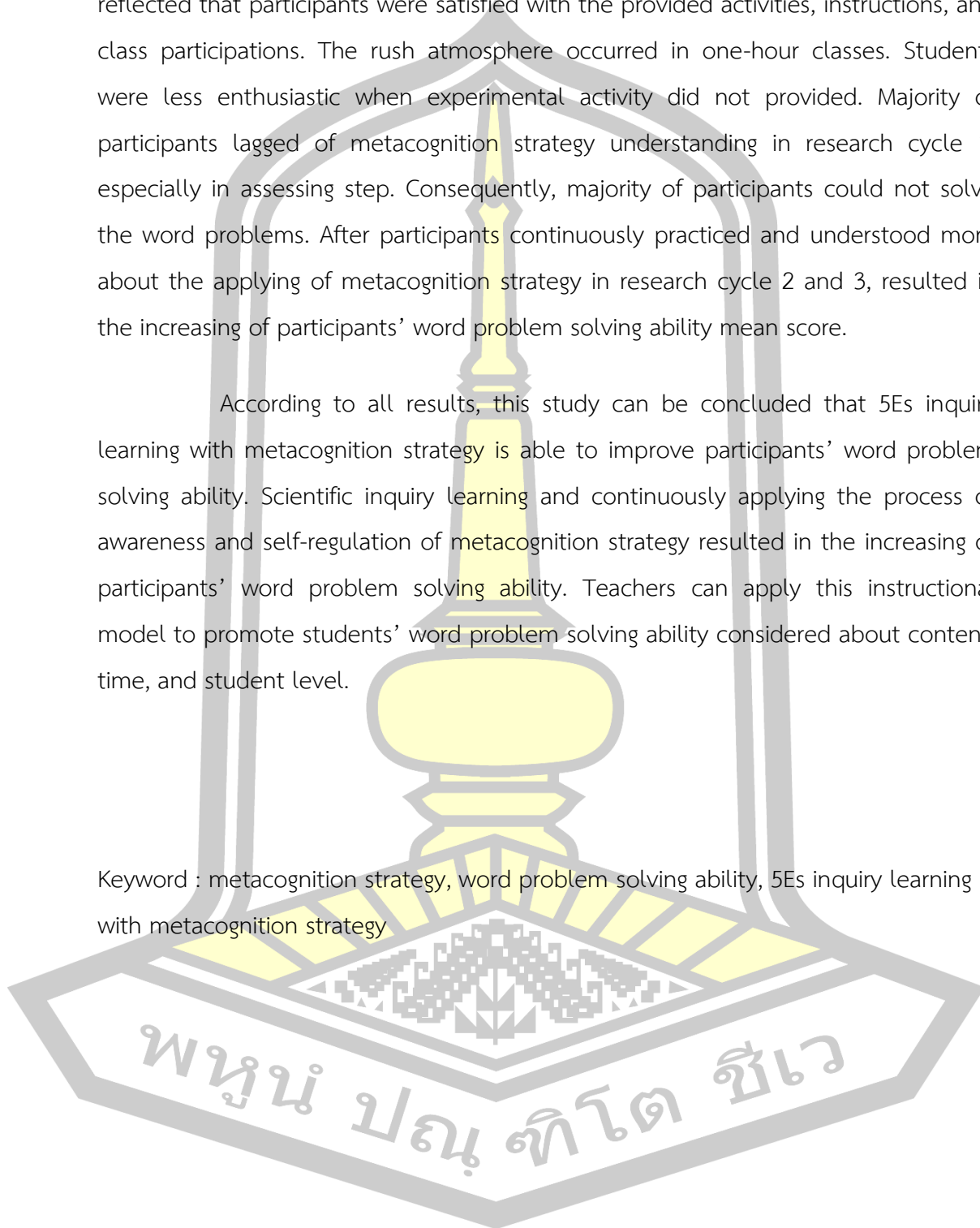
This classroom action research aimed to develop Mattayomsuksa 5 students' word problem solving ability in topic of "Gas and Gas Properties" in order to overcome 70 percent criteria of full score, using 5Es inquiry learning with metacognition strategy. The participants of this study were 24 Mattayomsuksa 5 students of Phadungnaree School. There were 3 action research cycles. Research instruments were composed of 1) 7 lesson plans of 5Es inquiry learning with metacognition strategy in topic of Gas and Gas Properties 2) 3 problem solving ability tests 3) interviewing forms implemented in 3 action research cycles. Descriptive statistics e.g., mean, percentage, and standard deviation were used to analyzed quantitative data. Whereas, qualitative data analysis was operated by Interpretation and conclusion into descriptive article. Qualitative data were collected from the interviews, teaching notes written after instruction, and assignments.

Findings of action research cycle 1 revealed that there were 5 participants (20.83%) passed 70 percent criteria of full score. Mean score of participants' word problem solving ability was 10.54. In action research cycle 2, there were 15 participants (62.5%) passed 70 percent criteria of full score. Mean score of participants' word problem solving ability was 12.80. In action research cycle 3, there were 24 participants (100%) passed 70 percent criteria of full score. Mean score of

participants' word problem solving ability was 14.96. Qualitative information reflected that participants were satisfied with the provided activities, instructions, and class participations. The rush atmosphere occurred in one-hour classes. Students were less enthusiastic when experimental activity did not provided. Majority of participants lagged of metacognition strategy understanding in research cycle 1, especially in assessing step. Consequently, majority of participants could not solve the word problems. After participants continuously practiced and understood more about the applying of metacognition strategy in research cycle 2 and 3, resulted in the increasing of participants' word problem solving ability mean score.

According to all results, this study can be concluded that 5Es inquiry learning with metacognition strategy is able to improve participants' word problem solving ability. Scientific inquiry learning and continuously applying the process of awareness and self-regulation of metacognition strategy resulted in the increasing of participants' word problem solving ability. Teachers can apply this instructional model to promote students' word problem solving ability considered about content, time, and student level.

Keyword : metacognition strategy, word problem solving ability, 5Es inquiry learning with metacognition strategy





## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือของอาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ให้คำปรึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบทุกท่าน ไม่ว่าจะเป็น ผศ.ดร. กัญญารัตน์ โคจร อ.ดร. กัญญารัตน์ สอนสุภาพ และ ผศ.ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง ที่ให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ประสาท เนืองเฉลิม ผศ.ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ ผศ.ดร. บรรจบ วันโน ผศ.ดร. อรณัฐ วราอัศวปติ ศรีสะอาด และ นางวิระวรรณ เจริญศักดิ์ ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้ ภายใต้โครงการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.)

และสุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการสถานศึกษา และคณะครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนผดุงนารีทุกท่าน ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

สุกัญญา กิ่งกลาง

พูน ปณ ทิโต ชีเว

## สารบัญ

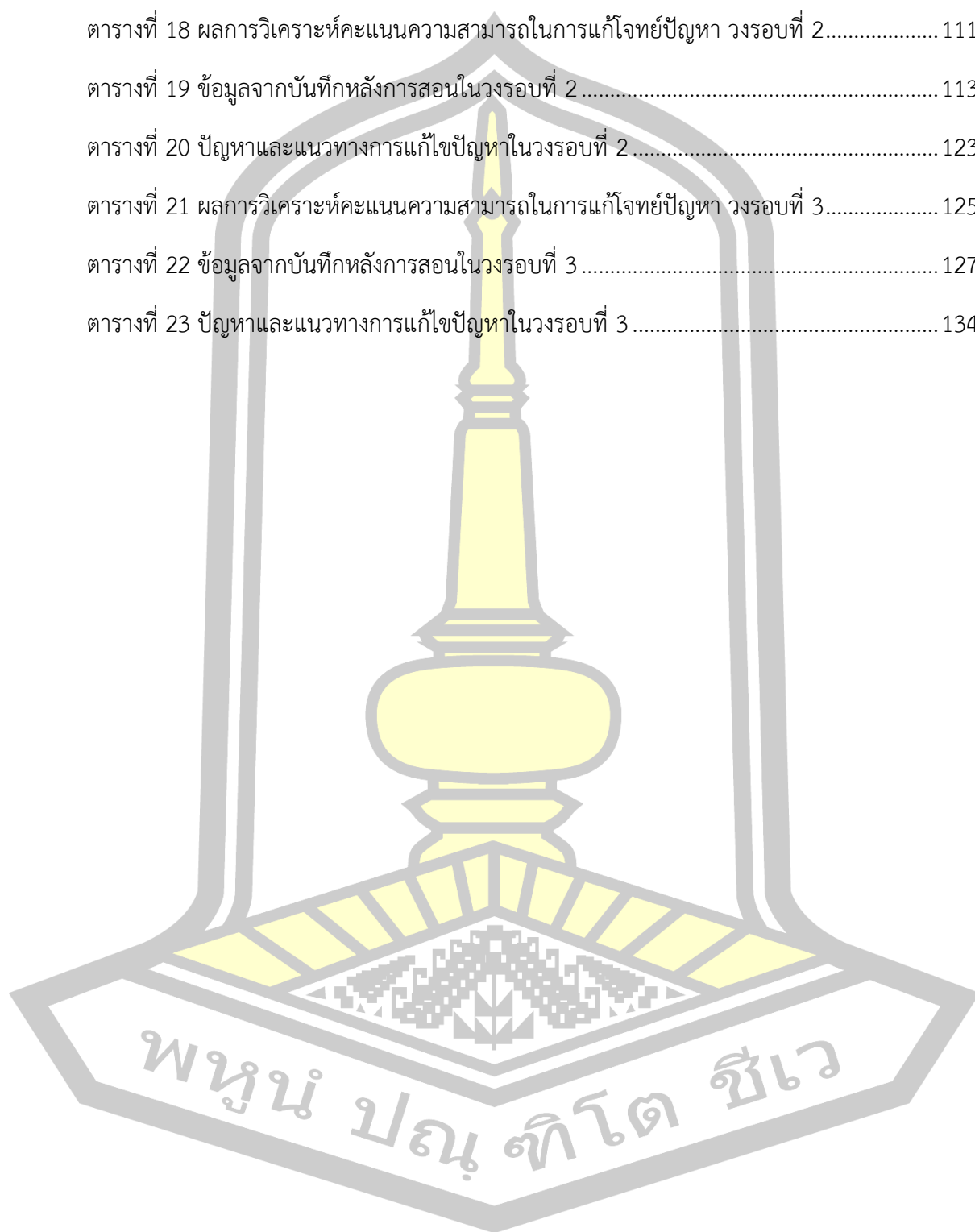
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	8
เมตาคอกนินซ์.....	14
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น.....	29
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินซ์.....	37
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	42
วิจัยปฏิบัติการ.....	54
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	65

ขอบเขตการวิจัย .....	65
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	67
รูปแบบของการวิจัย .....	68
วิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ .....	70
การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	83
การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล .....	90
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	90
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	92
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	92
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	92
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....	135
ความมุ่งหมายของงานวิจัย .....	135
สรุปผล .....	135
อภิปรายผล .....	136
ข้อเสนอแนะ .....	142
บรรณานุกรม .....	145
ภาคผนวก .....	154
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	155
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	161
ภาคผนวก ค ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และผลการพิจารณาคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	198
ภาคผนวก ง ตัวอย่างชิ้นงานของนักเรียน และตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาของนักเรียน .....	219
ประวัติผู้เขียน .....	226

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ประเภทและลักษณะของเทคนิคการรู้คิด (Nickerson, 1985).....	21
ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน กิจกรรม และการแสดงออกตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน .....	38
ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเม ตาคอกนิชัน ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันตามแนวคิดของ Beyer (1997) และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น .....	51
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน .....	66
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ .....	67
ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ใน การจัดการเรียนรู้.....	71
ตารางที่ 7 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ .....	75
ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา.....	76
ตารางที่ 9 แสดงโจทย์ปัญหาของแบบทดสอบชุดที่ 1 – 3.....	78
ตารางที่ 10 ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา .....	80
ตารางที่ 11 แสดงประเด็นและลักษณะของคำถามที่ใช้ในแบบสัมภาษณ์.....	81
ตารางที่ 12 แสดงผลการพิจารณาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์.....	83
ตารางที่ 13 แสดง Action Plan ของงานวิจัยปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน.....	87
ตารางที่ 14 คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ในวงรอบที่ 1-3 .....	93
ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบที่ 1.....	95
ตารางที่ 16 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงรอบที่ 1 .....	97

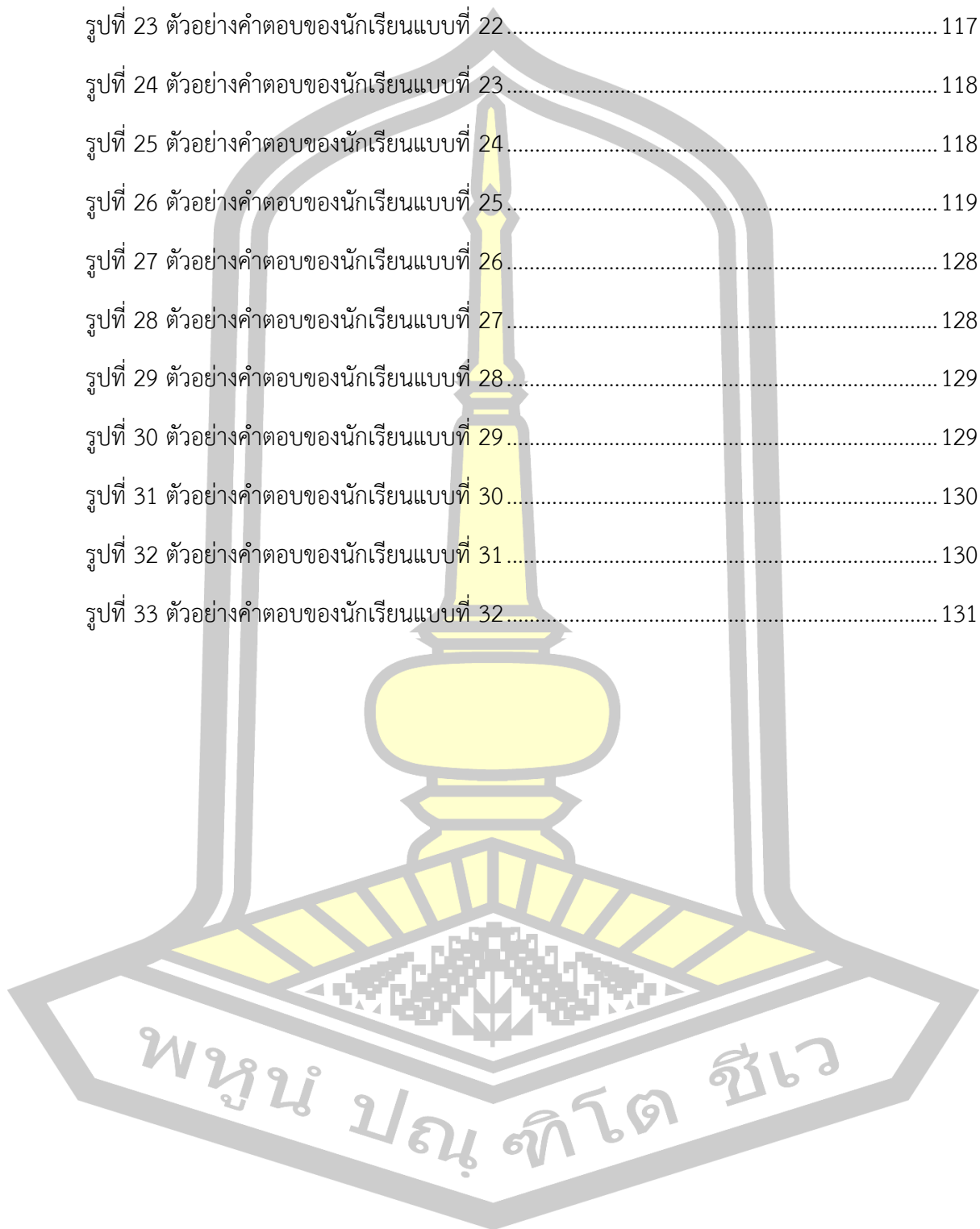
ตารางที่ 17 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงรอบที่ 1 .....	109
ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบที่ 2.....	111
ตารางที่ 19 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงรอบที่ 2 .....	113
ตารางที่ 20 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงรอบที่ 2 .....	123
ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบที่ 3.....	125
ตารางที่ 22 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงรอบที่ 3 .....	127
ตารางที่ 23 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงรอบที่ 3 .....	134



## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 วัฏจักรการสืบเสาะ 5 ชั้น .....	32
รูปที่ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 1 .....	99
รูปที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 2 .....	99
รูปที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 3 .....	99
รูปที่ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 4 .....	100
รูปที่ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 5 .....	100
รูปที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 6 .....	100
รูปที่ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 7 .....	101
รูปที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 8 .....	102
รูปที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 9 .....	102
รูปที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 10 .....	103
รูปที่ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 11 .....	103
รูปที่ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 12 .....	104
รูปที่ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 13 .....	104
รูปที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 14 .....	105
รูปที่ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 15 .....	114
รูปที่ 17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 16 .....	115
รูปที่ 18 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 17 .....	115
รูปที่ 19 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 18 .....	116
รูปที่ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 19 .....	116
รูปที่ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 20 .....	116

รูปที่ 22 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 21 .....	117
รูปที่ 23 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 22 .....	117
รูปที่ 24 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 23 .....	118
รูปที่ 25 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 24 .....	118
รูปที่ 26 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 25 .....	119
รูปที่ 27 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 26 .....	128
รูปที่ 28 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 27 .....	128
รูปที่ 29 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 28 .....	129
รูปที่ 30 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 29 .....	129
รูปที่ 31 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 30 .....	130
รูปที่ 32 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 31 .....	130
รูปที่ 33 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 32 .....	131



## บทที่ 1 บทนำ

### ภูมิหลัง

ในปัจจุบันนี้โลกของเรามีการเปลี่ยนแปลงในหลายๆ ด้านอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีทางการสื่อสาร เทคโนโลยีทางวัสดุศาสตร์ หรือเทคโนโลยีอวกาศ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการผลิตอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกรวดสบายในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ แต่ปัจจัยพื้นฐานที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ล้วนมีพื้นฐานมาจากการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยความรู้จากสาขาฟิสิกส์ ชีววิทยา โลก ดาราศาสตร์ และเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) มีความสำคัญในสาขาเคมี จะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโดยเฉพาะในด้านการอุปโภคและบริโภค เช่น อุตสาหกรรมปิโตรเลียม ยารักษาโรค เครื่องดื่ม เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ นอกจากนี้ความรู้ ทางด้านเคมียังช่วยให้สามารถอธิบายปรากฏการณ์หรือการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ได้ เช่น การเกิดลูกเห็บ การแช่ผักผลไม้ด้วยน้ำปูนใส การหายใจ การเผาไหม้ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาทางด้านเคมีจึงนับว่ามีความสำคัญ และควรส่งเสริมให้เยาวชนที่อยู่ในวัยเรียนได้รับความรู้และเข้าใจพื้นฐานทางด้านเคมีที่ถูกต้อง โดยต้องเริ่มต้นจากครูผู้สอนซึ่งต้องจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในโมทัศน์ทางเคมี สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน รวมถึงสามารถเชื่อมโยงความรู้ที่หลากหลายให้เกิดเป็นความรู้แบบองค์รวมได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2546)

วิชาเคมี เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง และสมบัติของสาร และการเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งประกอบไปด้วยระดับมหภาค อนุภาค และสัญลักษณ์ ซึ่งมีความเป็นนามธรรม ไม่สามารถสังเกตด้วยตาได้ และยากต่อการทำความเข้าใจ (Gabeel, 1999) และเนื้อหาที่มีความซับซ้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเคมีคำนวณ เพราะนักเรียนจะต้องแก้โจทย์ปัญหาที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และทักษะการคำนวณ นำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหา (Osborne and Collins, 2000) และจากการที่ผู้วิจัยทำหน้าที่ในการจัดการเรียนการสอน รายวิชาเคมี 2 ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเคมีคำนวณ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ณ โรงเรียนผดุงนารี จังหวัดมหาสารคาม ผู้วิจัยพบปัญหาที่เกิดขึ้นในเบื้องต้นจากการจัดการเรียนการสอน คือ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถทำโจทย์ปัญหาได้ สามารถระบุข้อมูลที่เกี่ยวกับโจทย์ได้เท่านั้น แต่ไม่สามารถลงมือกระทำการแก้โจทย์อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่ง



คำตอบ และเมื่อนักเรียนชั้นเรียนนี้สอบกลางภาค คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในชั้นเรียนนี้ คือ 5.2 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของโรงเรียน เมื่อพิจารณาลักษณะของข้อสอบกลางภาค ผู้วิจัยพบว่าข้อสอบทุกข้อมีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหา ที่ต้องอาศัยทั้งความรู้เคมี และทักษะการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหาในข้อสอบ จากประเด็นปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การหาสูตรโมเลกุลและสูตรอย่างง่าย จำนวน 2 ข้อ แบบอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ของ Beyer โดยผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมีแล้ว ไปวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มดังกล่าว ในภาคเรียนที่ 1/2563 ผลที่ได้ คือ นักเรียนจำนวน 24 คน มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ต่ำกว่าร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 80 ของนักเรียนทั้งหมดที่เข้ารับการทดสอบ ผู้วิจัยจึงเห็นความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

กลวิธีหนึ่งที่ใช้กันแพร่หลายและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลากหลายวิชา คือ กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นกลวิธีที่ช่วยให้นักเรียนใช้ควบคุมกระบวนการทางความคิด เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2544) ขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันแบ่งย่อยๆ ได้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) วางแผนแก้ปัญหา (Planning) ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และตั้งเป้าหมายในการแก้โจทย์ ตลอดจนออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา 2) กำกับการแก้ปัญห (Monitoring) ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องแสดงวิธีทำ หรือลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ 3) ประเมินการแก้ปัญห (Assessing) ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องมองย้อนกลับไปตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอน และคำตอบที่ได้มา ถูกต้องและสอดคล้องกับเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ (Beyer, 1997) กลวิธีนี้สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีลำดับขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นได้ (อัจริยา สีหามาตย์, 2009) และยังทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีที่ต่อรายวิชา (ศิริรักษา นามโน, 2560) และสามารถสร้างความพึงพอใจในการเรียนให้กับนักเรียนได้ (อุษา ชมพูปฤกษ์, 2561) แต่การจะนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ยังจำเป็นต้องอาศัยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถช่วยส่งเสริมให้การนำกลวิธีไปใช้นั้นประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

รูปแบบการจัดการเรียนรู้หนึ่ง ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปสำหรับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยวิธีต่างๆ มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ถึงวิธีการที่จะใช้สติปัญญาของตนเองในการแก้ปัญห โดยการใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาอย่างมีระบบระเบียบ ผู้เรียนจะได้ความรู้จากการคิดวิเคราะห์ (ทศนา แคมมณี, 2557) และได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาไปด้วยพร้อม

ๆ กัน ซึ่งประกอบด้วย 5 ชั้น คือ 1) ชั้นสร้างความสนใจ 2) ชั้นสำรวจและค้นหา 3) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ชั้นขยายความรู้ และ 5) ชั้นประเมิน เมื่อนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นมาใช้จัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนแล้ว ผู้วิจัยคาดว่าจะส่งผลให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ มีความสนใจในกิจกรรมการเรียนและลงมือปฏิบัติกิจกรรมจนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนสามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ แต่กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ยังขาดขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงสนใจนำกลวิธีเมตาคอกนิชันมาเสริมเข้าไปในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นในชั้นขยายความรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้เป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่เดิมทีในชั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนได้นำความรู้ที่ค้นพบไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ เพื่อให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น การที่นักเรียนได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอนด้วยกระบวนการติดตามและควบคุมความคิดของกลวิธีเมตาคอกนิชัน จะสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ รวมถึงส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จดจำได้ถาวร และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น (ทิตนา แชนณี, 2560) ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันแล้ว ผู้วิจัยคาดว่านักเรียนจะสามารถเรียนรู้และสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้นโดยอาศัยกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของกลวิธีเมตาคอกนิชัน

จากหลักการเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจการทำวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เพื่อให้ นักเรียนได้นำองค์ความรู้หรือหลักการที่นักเรียนค้นพบด้วยตนเองไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเคมีได้อย่างมีลำดับขั้นตอน

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊ส และสมบัติของแก๊ส ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

## ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้ ดังนี้

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ที่ต้องการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ในรายวิชาเคมี
2. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ที่จะนำการจัดการกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการส่งเสริม หรือพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา รายวิชาเคมี

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 24 คน โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่ำกว่าร้อยละ 70 แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มดังกล่าว เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 2 ข้อ

### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

- 1) ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
- 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส

### 3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้

### 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้เริ่มดำเนินการสังเกตชั้นเรียนในภาคเรียนที่ 2/2562 และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในภาคเรียนที่ 1/2563 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 1 ปีการศึกษา และใช้เวลาเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งสิ้น 11 ชั่วโมง

## นิยามศัพท์เฉพาะ

### 1. กลวิธีเมตาคอกนิกซ์

กลวิธีเมตาคอกนิกซ์ (Metacognitive Strategy) หมายถึง กลวิธีที่จะทำให้นักเรียนสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้กระบวนการควบคุมความคิด และการตระหนักรู้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องการระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธี หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้แก้โจทย์ปัญหา แล้ววางแผน ออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

### 2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาในสถานการณ์หนึ่งๆ โดยอาศัยกระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหา ทั้งการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การวางแผน การดำเนินการและตรวจสอบผลที่ได้จนนำไปสู่การแก้ไขโจทย์ปัญหานั้นๆ ได้ เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิกซ์ตามแนวคิดของ Beyer (1997) เป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องการระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธี หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้แก้โจทย์ปัญหา แล้ววางแผน ออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์

ขั้นที่ 3 การประเมิน นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

### 3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติ สืบเสาะสืบค้นจนสามารถเกิดความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ เป็นการที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ในสิ่งที่จะเรียน อาจกระตุ้นด้วยคำถาม หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อกำหนดประเด็นในการเรียนรู้ที่อาจมีความเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิม

ขั้นที่ 2 สืบเสาะและค้นหา เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือศึกษาค้นคว้า หรือทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน หรือหาคำตอบด้วยตนเอง มีการจดบันทึกข้อมูลที่ค้นพบ และทำการสรุป โดยมีครูคอยจัดหาแหล่งการเรียนรู้ให้

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนได้แบ่งปันสิ่งที่ค้นพบโดยการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ โดยอธิบายหลักการหรือข้อสรุปตามที่ได้ค้นพบ แล้วครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายและทำการสรุปร่วมกันเพื่อให้หลักการสมบูรณ์ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้นำข้อสรุปหรือหลักการที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดกว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของตนเองด้วยการทำแบบทดสอบ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการของตนเอง และครูทำหน้าที่วัดและประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียน พร้อมหาหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการ เปลี่ยนแปลงความคิดหรือพฤติกรรม

### 4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติ สืบเสาะสืบค้นจนสามารถเกิดความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองได้ และส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหากระบวนการควบคุมความคิด และการตระหนักรู้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ในสิ่งที่จะเรียน ด้วยคำถาม หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามเพื่อกำหนดประเด็นในการเรียนรู้ที่อาจมีความเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิม

ขั้นที่ 2 สืบเสาะและค้นหา นักเรียนต้องเป็นผู้ลงมือศึกษาค้นคว้า หรือทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน หรือหาคำตอบด้วยตนเอง โดยต้องมีการจดบันทึกข้อมูลที่ค้นพบ และทำการสรุป และครูคอยจัดหาแหล่งการเรียนรู้ให้

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนแบ่งปันสิ่งที่ค้นพบโดยการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ อธิบายถึงหลักการหรือข้อสรุปตามที่ได้ค้นพบ แล้วครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายและทำการสรุปร่วมกันเพื่อให้หลักการสมบูรณ์ถูกต้อง และครูชี้แนะหรืออธิบายเพิ่มเติมหากนักเรียนไม่สามารถร่วมกันสรุปได้อย่างสมบูรณ์ จากนั้นครูนำเสนอและสาธิตการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันผ่านโจทย์ปัญหาตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ ครูจัดสถานการณ์หรือโจทย์ปัญหาใหม่ให้นักเรียนจะนำข้อสรุปหรือหลักการที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องการระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธี หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้แก้โจทย์ปัญหา แล้ววางแผน ออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์

ขั้นที่ 3 การประเมิน นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดกว้างขวางขึ้น และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

ขั้นที่ 5 ประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของตนเองด้วยการทำแบบทดสอบ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาใช้ประเมินพัฒนาการของตนเอง และครูทำหน้าที่วัดและประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียนพร้อมหาหลัก ฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการ เปลี่ยนแปลงความคิดหรือพฤติกรรม

พหุ ประถมศึกษา

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เมตาคอกนิชัน
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
6. วิจัยปฏิบัติการ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

### หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กำหนดและเผยแพร่ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และความรู้ ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมาย ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติวิทยาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษา ค้นคว้า และคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

รายวิชาเคมี เป็นวิชาหนึ่งในสาระเพิ่มเติมที่ผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์จะได้ศึกษาเกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี โดยประกอบไปด้วย 3 สาระ ดังนี้

1. เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเขียนและดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจหลักการปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

#### 1.4 รายวิชาเพิ่มเติม เคมี 3

##### 1) คำอธิบายรายวิชา

เคมี เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส โดยใช้กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลุสแซก กฎรวมแก๊ส กฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สในอุดมคติ คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สผสมโดยใช้กฎความดันย่อยของดาลตัน ศึกษาทฤษฎีจลน์ของแก๊ส การแพร่และการคำนวณอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม ศึกษาปรากฏการณ์หรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรมโดยใช้สมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊ส

ศึกษาปรากฏการณ์เปลี่ยนแปลงของสารในปฏิกิริยาเคมี คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ศึกษาทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ผลของความ



เข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม

ศึกษาความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล คำนวณค่าคงที่สมดุลและความเข้มข้นของสารที่สมดุลของปฏิกิริยาที่มีขั้นตอนเดียวและหลายขั้นตอน ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล และค่าคงที่สมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอ สมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิดและการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

## 2) ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก
2. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎรวมแก๊ส
3. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
4. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดาลตัน
5. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ของเกรแฮม
6. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่างๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
7. ทดลองและเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
8. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา
9. เขียนแผนภาพและอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
10. ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

11. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยา
12. ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันและหรืออุตสาหกรรม
13. ทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล
14. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสภาวะสมดุล
15. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
16. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล
17. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
18. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวนโดยใช้หลักของเลอชาเตลิเอ
19. ยกตัวอย่างและอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม



## 3) โครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติม เคมี 3

## โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว30223

ชื่อวิชา เคมี3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จำนวนหน่วยกิต 1.5

จำนวนชั่วโมง 60

ภาคเรียนที่ 1/2563

ระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ 5

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)		น้ำหนัก คะแนน
-	-	ชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับสาระสำคัญของรายวิชา กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและกติกาในชั้นเรียน ชี้แจงรายละเอียดการวัดผลและการประเมินผล	-	1		-
1	แก๊ส	ความสัมพันธ์ของปริมาตร ความดันและอุณหภูมิของ แก๊สทฤษฎีจลน์ของแก๊ส	ข้อที่ 1	2	15	1
		กฎของบอยล์		1		1
		กฎของชาร์ล		1		1
		กฎเกย์-ลูสแซก		1		1
		กฎรวมแก๊ส	ข้อที่ 2	2		1
		กฎอวอกาโดร	ข้อที่ 3	1		1
		กฎแก๊สอุดมคติ		2		2
		กฎความดันย่อยของดาลตัน	ข้อที่ 4	1		2
		กฎการแพร่ของเกรแฮม	ข้อที่ 5	2		2
นำเสนอตัวอย่างการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติ และกฎต่างๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์หรือ การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม	ข้อที่ 6	2	4			

พูน ปณ ติโต ชีเว

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ผลการ เรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)		น้ำหนัก คะแนน
2	อัตรการ เกิดปฏิกิริ- ยาเคมี	การเปลี่ยนแปลงของสารในปฏิกิริยาเคมี	ข้อที่ 7	2	17	2
		การคำนวณอัตรการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ข้อที่ 8	3		2
		ทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตรการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ข้อที่ 9	2		2
		ผลของความเข้มข้นต่ออัตรการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ข้อที่	2		2
		ผลของพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นมีต่ออัตรการเกิดปฏิกิริยาเคมี	10-11	2		2
<b>สอบกลางภาค</b>				<b>3</b>	<b>20</b>	
2	อัตรการ เกิดปฏิกิริ ยาเคมี	ผลของอุณหภูมิมีต่ออัตรการเกิดปฏิกิริยาเคมี	ข้อที่ 10-11	2		2
		ผลของตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตรการเกิดปฏิกิริยาเคมี		2		2
		การนำไปใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม	ข้อที่ 12	2		3
3	สมดุลเคมี	ความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล	ข้อที่ 13-14	4	21	5
		การคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่มีขั้นตอนเดียว	ข้อที่ 15	3		4
		การคำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุลของปฏิกิริยาที่มีขั้นตอนเดียว	ข้อที่ 16	3		4
		การคำนวณค่าคงที่สมดุลและความเข้มข้นของของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน	ข้อที่ 17	4		5
		ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลตามหลักของเลอชาเตอลิเอ	ข้อที่ 18	4		5
		สมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม	ข้อที่ 19	3		4
<b>สอบปลายภาค</b>				<b>3</b>	<b>20</b>	
<b>รวม</b>				<b>60</b>	<b>100</b>	

## เมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน เป็นการรู้คิดของบุคคล ตามทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประเมินข้อมูลของคลอสไมเนอร์ ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสติปัญญา โดยให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำงานของสมอง ซึ่งได้รับความนิยมนับตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 จนถึงปัจจุบัน คลอสไมเนอร์ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองว่ามีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังในการเรียนรู้ของมนุษย์เปรียบได้กับการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยมีซอฟต์แวร์ เป็นสิ่งที่ใช้ควบคุมการทำงานเปรียบได้กับการรู้คิดของบุคคล และฟราเวลล์ เป็นผู้เรียก การรู้คิดของบุคคลนี้ว่า เมตาคอกนิชัน หลังจากนั้นจึงได้มีผู้สนใจศึกษาการพัฒนาเมตาคอกนิชันเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

### 1. ความหมายของการรู้คิด (Metacognition)

การรู้คิดมีความหมายที่หลากหลายและกว้างขวางแตกต่างกันไปตามแนวคิดของนักวิชาการซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

Brown และ Smiley (1977) ได้อธิบายความหมายของเมตาคอกนิชันไว้ว่าเป็นการรู้ที่เราู้ในสิ่งใด และเข้าใจในสิ่งใด ทั้งนี้เป็นผลมาจากบุคคลพยายามควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งกล่าวได้ว่า เป็นความสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองหรือเป็นการคิดเกี่ยวกับการคิด (Thinking About Thinking)

Flavell (1979) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิดและสิ่งต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตน อาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็นกิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายมีทิศทางหรือที่เรียกว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิด (Cognition About Cognition)

Costa (1984) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันไว้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะวางแผน กำหนดกลวิธีการสำหรับสร้างข้อมูลที่จำเป็น เพื่อที่จะรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการคิดและกลวิธีที่กำหนดขึ้นในขณะที่ทำการแก้ปัญหา และจะสามารถที่จะประเมินผลสิ่งที่เกิดจากการคิด

O'Malley และคณะ (1985) ได้กล่าวไว้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การคิดเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ การวางแผน การตรวจสอบและการประเมินผลของการกระทำของตนเอง หลังการทำกิจกรรมนั้นแล้ว

Cross และ Paris (1988) อธิบายว่า คำว่า เมตาคอกนิชัน มีความหมายครอบคลุมกิจกรรมทางปัญญาในประเด็นกว้าง ๆ 2 ประเด็นด้วยกัน คือ

### 1. ความรู้จักการประเมินพหุปัญญาของตนเอง

## 2. การจัดการกับความคิดของตนเอง

ในด้านความรู้จากการประเมินตนเองเกี่ยวกับพุทธิปัญญาของตนเองนั้น (Knowledge About Cognition) จำแนกออกเป็น 3 ลักษณะ คือ ความรู้เชิงปัจจัย หมายความว่าปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลความรู้เชิงกระบวนการ ซึ่งหมายถึงรู้ว่าจะประยุกต์ใช้ทักษะต่างๆ ได้อย่างไร และความรู้ในเชิงเงื่อนไข เป็นความเข้าใจในเรื่องของโอกาส นั่นคือรู้ว่าเมื่อไรควรใช้กลวิธีหนึ่งกลวิธีใดในการจัดการกับความคิดของตนเอง (Self - management of one's Thinking) ซึ่งครอบคลุมถึงทักษะต่างๆ 3 ประเภท ได้แก่ การประเมินสภาพการณ์เบื้องต้น (Evaluation) การวางแผน (Planning) และการกำกับตนเอง (Regulation)

การอธิบายความหมายของเมตาคอกนิชันของ Cross และ Paris ที่กล่าวมาแล้วนั้นว่า สอดคล้องกับการอธิบายก่อนหน้านี้ (Brown และ Smiley, 1977 ; Flavell, 1979) นั่นคือ เมตาคอกนิชันได้รับการอธิบายเป็น 2 ส่วน คือ ความรู้เกี่ยวกับพุทธิปัญญา (Knowledge About Cognition) และการควบคุมพุทธิปัญญาของตน (Regulation of Cognition)

Alexander, Schallert และ Hare (1991) กล่าวว่า การรู้คิด หมายถึง การมีความรู้เกี่ยวกับความรู้ของตนเอง (Knowledge about Knowledge) หรือการคิดเกี่ยวกับการคิดของตน (Thinking about Thinking)

Elawar (1992) เมตาคอกนิชันเป็นแง่มุมหนึ่งของการคิดวิจารณ์ญาณและครอบคลุมความสามารถของบุคคลในอันที่จะพัฒนากระบวนการอันเป็นระบบในระหว่างการแก้ปัญหา และ ทบทวนและประเมินความสำเร็จของกระบวนการคิดของตนเอง

Beyer (1997) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชันเป็นความคิดในระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมีความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล และการควบคุมหน้าที่ในการสั่งการ และนิสัยที่จะควบคุมกระบวนการเรียนรู้ของตนเองระหว่างการเรียน

Hennessey (1999) ได้กำหนดลักษณะของบุคคลที่มีการรู้คิดไว้ดังนี้

1. มีความตระหนักรู้ในสาระของความคิดของตนเอง
2. มีความตระหนักรู้ในสาระของความเข้าใจของตนเอง
3. มีการควบคุม-กำกับกระบวนการคิดของตนเองอย่างจริงจัง
4. มีความพยายามควบคุมกระบวนการคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับการเรียนรู้ใหม่
5. มีการใช้กลวิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับช่วยให้คนอื่นจัดระเบียบวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้

เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์ (2535) ได้กล่าวถึงเมตาคอกนิชันไว้อย่างกว้างๆ ว่าเป็น ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหรือกิจกรรมทางปัญญา หรืออาจจะเป็นการกำกับ (Regulate) กิจกรรมทางปัญญา การเรียกชื่อว่าเป็นอภิปัญญา (Metacognition) นั้นก็เพราะเป็นความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ

กล่าวโดยสรุป เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หมายถึง การรู้คิด การตระหนักรู้ (Awareness) เกี่ยวกับความรู้กระบวนการคิดของบุคคล หรือการที่บุคคลมีความรู้ความเข้าใจใน กระบวนการคิดของตน สามารถที่จะควบคุมและตรวจสอบการคิดและผลที่เกิดจากการคิดของตนเอง ได้อย่างมีเป้าหมายและมีทิศทาง ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวางแผน การกำกับติดตาม และการ ประเมิน ในการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ทำงานจนสำเร็จ โดยกระบวนการเหล่านี้ทำให้การคิดมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. องค์ประกอบของการรู้คิด (Metacognition)

Flavell (1979) กล่าวว่า การรู้คิดประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับการคิด (Metacognitive Knowledge) หมายถึง การมีความรู้ เกี่ยวกับกระบวนการคิด เป็นความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับความคิดของตนเองหรือความคิดทั่วไป ความรู้เกี่ยวกับตัวแปรของบุคคลซึ่งได้แก่ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนรู้และจัดกระทำข้อมูล ข้อเสนอเทศความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของตนเองนอกจากนี้ยังหมายความรวมถึงกระบวนการ กำกับควบคุมการจัดการที่มุ่งไปสู่การได้มาซึ่งข้อเสนอเทศเกี่ยวกับกระบวนการคิดความรู้เกี่ยวกับการรู้ คิดแบ่งออกเป็น 3 ประเภทย่อยดังนี้

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับตัวแปรส่วนบุคคล (Knowledge about Person Variables) หมายถึง ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์และกระบวนการจัดกระทำข้อเสนอเทศ ตลอดจนความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนของตนเอง เช่น การรู้ว่าการอ่านหนังสือในห้องสมุดช่วยให้ เกิดความรู้ความเข้าใจดีกว่าการอ่านหนังสือที่บ้านหรือที่โรงเรียนการรู้ว่ตนเองมีความจำดีมาก

- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับตัวแปรของงาน (Knowledge about Tasks Variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของงาน ประเภทของกระบวนการที่ต้องการใช้การทำงานต่างๆ เช่น เราว่าต้องใช้เวลาในการอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการ อ่านนวนิยายวัตถุที่จัดไว้เป็นประเภททำให้จดจำได้ง่ายและนานกว่าวัตถุที่ยังไม่จัดประเภท

- 1.3 ความรู้เกี่ยวกับตัวแปรของยุทธศาสตร์ (Knowledge about Strategy Variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับยุทธศาสตร์ในการคิดและยุทธศาสตร์การรู้คิด (Metacognitive Strategies) ตลอดจนความรู้ที่เป็นเงื่อนไขในการนำยุทธศาสตร์ดังกล่าวไปใช้เมื่อใดที่ไหนและอย่างไร เช่นการมีความรู้เกี่ยวกับยุทธศาสตร์ในการท่องจำการจัดประเภทสิ่งต่างๆ การมีความรู้หรือการ ท่องจำหมวดหมู่หรือประเภทช่วยให้จดจำได้นานกว่าการท่องจำแต่ละสิ่งๆ

2. ประสบการณ์หรือการควบคุมการรู้คิด (Metacognitive Experiences or Regulation) หรือยุทธศาสตร์การรู้คิด (Metacognitive Strategies) หมายถึง การใช้ยุทธศาสตร์การรู้คิดหรือการควบคุมการรู้คิดซึ่งเป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอนที่บุคคลใช้ในการควบคุมกิจกรรมการคิดและการทำให้เกิดหลักการหรือความเข้าใจว่าเป้าหมายทางสติปัญญาจะต้องประสบความสำเร็จตามที่คาดหวังไว้กระบวนการเหล่านี้ช่วยให้บุคคลสามารถควบคุมและตรวจสอบการเรียนรู้ เช่น การวางแผน (Planning) การจัดสรรแหล่งทรัพยากร (Resource Allocation) การกำกับดูแล (Monitoring) การตรวจสอบ (Checking) การค้นหาและการแก้ไขข้อบกพร่อง ผิดพลาด (Error Detection and Correction) อย่างไรก็ตามความรู้ที่จะจัดเป็นลักษณะของการรู้คิดได้ถ้าใช้ความรู้นั้นในลักษณะของการเป็นยุทธศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ทำงานสำเร็จแล้วเช่นนักเรียนใช้ความรู้ในการวางแผนตัวสอบวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะกล่าวว่าข้าพเจ้ารู้ตัวดีว่าข้าพเจ้า (ตัวแปรส่วนบุคคล) มีความยุ่งยากหรือมีปัญหาเกี่ยวกับคำศัพท์ที่เรียน (ตัวแปรงาน) ดังนั้นผมจะต้องตอบคำถามคำนวณก่อนและตอบคำถามเรื่องคำศัพท์ทีหลัง (ตัวแปรยุทธศาสตร์) เป็นต้น การมีความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งและระบุให้รู้ว่าตนเองมีความเก่งหรืออ่อนอย่างไรและรู้ธรรมชาติของงานที่จะทำโดยไม่มีการทำกิจกรรมที่ใช้ข้อมูลดังกล่าวสำหรับการตรวจสอบ กำกับ และแก้ไขการเรียนรู้ จะถือว่ายังไม่เกิดการรู้คิด โดยทั่วไปความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดและการควบคุมการรู้คิดมีความเกี่ยวข้องกับการใช้กลวิธี บุคคลที่รู้ว่าจะงานที่ทำความยากลำบาก จะทำให้บุคคลนั้นควบคุมกระบวนการคิดของตนเองอย่างรอบคอบ บุคคลที่สามารถควบคุมกระบวนการคิดของตนเองได้จะนำไปสู่การมีความรู้ว่าจะงานชนิดใดมีความง่าย และงานชนิดใดมีความยากในการทำ เป็นต้น

Paris และ Winograd (1990) กล่าวว่าไว้ว่าการรู้คิด ประกอบไปด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้

1. การมีความรู้และการควบคุมตนเอง (Knowledge and Control of Self) หมายถึงการมีความตระหนักรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้การกำกับ ควบคุมการเรียนรู้โดยอาศัยการมีข้อผูกพัน (Commitment) เจตคติ (Attitude) และความตั้งใจ (Attention) โดยเจตคติมีบทบาทสำคัญในการควบคุมตนเองอย่างรู้คิด บุคคลที่ประสบความสำเร็จในการทำงาน จะเห็นคุณค่าของการเกิดความสำเร็จที่เป็นผลมาจากการใช้ความพยายาม ความอดุสาหะ ส่วนความตั้งใจมีส่วนให้บุคคลเข้าใจว่าระดับความพึงพอใจในการทำงานแต่ละอย่างจะแตกต่างกันไป จึงปรับความสนใจให้สอดคล้องกับงานที่จะทำได้ความสามารถในการควบคุมความตั้งใจมีความสัมพันธ์กับการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การมีความรู้และการควบคุมกระบวนการ (Knowledge and Control of Processes) แบ่งออกเป็น
  - 2.1 ประเภทของความรู้ (Types of Knowledge) ความรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่



- 1) ความรู้ข้อเท็จจริง (Declarative Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงแนวคิดของการทำงาน
- 2) ความรู้กระบวนการ/วิธีการ (Procedural Knowledge) เป็นความรู้ในการนำยุทธศาสตร์ต่างๆ ไปใช้ในการปฏิบัติงาน
- 3) ความรู้เงื่อนไข (Conditional Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับการนำยุทธศาสตร์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์ในช่วงเวลาแบบใดซึ่งจะทำให้เกิดผลดีที่สุดหรือมีความรู้ว่ายุทธศาสตร์ใดจะใช้เมื่อใดอย่างไรจึงจะเกิดผลงานที่ดีที่สุด

## 2.2 การควบคุมจัดการพฤติกรรม (Executive Control of Behavior)

ประกอบด้วย การประเมินผล (Evaluation) การวางแผน (Planning) และการกำกับควบคุม (Regulation) ซึ่งจะทำให้เกิดการควบคุมพฤติกรรมการทำงานเพื่อก่อให้เกิดความสำเร็จในงานที่ทำ ในการประเมินผลมุ่งการประเมินความรู้ความเข้าใจในงานที่ทำ แหล่งทรัพยากร และเป้าหมายของตนอย่างต่อเนื่อง ในการวางแผนเกี่ยวข้องกับการเลือกยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการทำงานแต่ละอย่าง ต้องอาศัยการมีความรู้ข้อเท็จจริงและความรู้เงื่อนไขส่วนการกำกับ-ควบคุม ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการควบคุมการทบทวน-ตรวจสอบกระบวนการต่างๆ ที่ใช้เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้

Brown และคณะ (1983) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน ประกอบไปด้วยความรู้ในเมตาคอกนิชัน และประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน เป็นส่วนของความรู้ตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร โดยแบ่งตัวแปรของความรู้ในเมตาคอกนิชันเป็น 3 ด้าน ดังนี้
  - 1.1 ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคลโดยทั่วไปมีอยู่ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ หรือในการทำงาน
  - 1.2 ตัวแปรด้านงาน หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการปฏิบัติงานของบุคคลนั้น ๆ
  - 1.3 ตัวแปรด้านกลวิธี คือ ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสม ที่จะใช้ในการทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

Wells (2000) แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบ่งได้เป็น ดังนี้
  - 1.1 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่ชัดเจน (Explicit Metacognitive Knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก และสามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้
  - 1.2 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่ไม่ชัดเจน (Implicit Metacognitive Knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก แต่ไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน เป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์ ในวิธีการที่หลากหลาย

3. กลวิธีควบคุมเมตาคอกนิชัน คือ คำตอบของบุคคลขณะที่มีการควบคุมกิจกรรม ต่าง ๆ ของระบบทางปัญญา

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Experiences) ซึ่งแบ่งออกเป็น  
.21 การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าตนเองว่าจะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย

.22 การกำกับ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่า เป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสม ความถูกต้อง ลำดับของขั้นตอนและวิธีการที่เลือกใช้

.23 การประเมิน (Evaluating) เป็นความคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผนการ ตรวจสอบขั้นตอน และประเมินผลลัพธ์

โดยสรุปแล้ว เมตาคอกนิชันประกอบด้วย 2 ส่วน โดยส่วนแรกคือ ความตระหนักรู้ (Awareness) ตรงกับความรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Knowledge) ซึ่งหมายถึง ความรู้เกี่ยวกับ กระบวนการคิด รู้ถึงทักษะ กลวิธีแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนที่สอง คือ การกำกับตนเอง (Self-regulation) ตรงกับประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Experiences) ซึ่งได้แก่วิธีการที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการคิดเริ่มตั้งแต่การ กำหนดเป้าหมาย ตลอดจนการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย การประเมินและการตรวจสอบกระบวนการ คิดให้บุคคลดำเนินการตามขั้นตอนหรือวิธีการปฏิบัติจนกระทั่งประสบความสำเร็จ

### 3. เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive Moves or Techniques)

Nickerson และคณะ (1985) กล่าวว่า เทคนิคการรู้คิดสามารถช่วยให้นักเรียนใช้การรู้ คิดได้อย่างเหมาะสม เรียกว่า ทักษะการรู้คิด (Metacognitive Skills) ซึ่งเป็นคุณภาพของยุทธศาสตร์ ที่ช่วยให้นักเรียนใช้ควบคุมทั้งความรู้และทักษะอื่นๆ โดยทั่วไปที่นิยมใช้มี 3 ประเภทคือ

3.1 ความสามารถเข้าใจได้ (Intelligibility) เป็นความสามารถในการสะท้อนเชิง นามธรรมเกี่ยวกับสาระของการคิดของตนเองเช่นการใช้คำถามว่า “สิ่งนี้มีความหมายต่อข้าพเจ้า หรือไม่อย่างไร” หรือ “ข้าพเจ้าเข้าใจสิ่งนี้หรือไม่อย่างไร” การถามดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน เนื่องจากช่วยให้นักเรียนมีพื้นฐานกรอบความคิดที่จะใช้กระตุ้นกระบวนการรู้คิดของตนเองได้เมื่อมี การประเมินความสามารถในการเข้าใจแนวคิดใหม่ๆ นักเรียนจะสะท้อนแนวความคิดของตนเอง แนวคิดของผู้ปกครองหรือแนวคิดของครูโดยนักเรียนถามว่า “แนวทางที่บุคคลนี้คิดเกี่ยวกับแนวคิด ของเขาสามารถช่วยให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจแนวคิดนั้นได้หรือไม่” จะเห็นว่าความสามารถเข้าใจได้ใช้ ประโยชน์ได้ทั้งระดับส่วนบุคคล (Intra-Personal) และระดับระหว่างบุคคล (Inter-Personal) โดยทำ หน้าที่สะท้อนตนเองและสะท้อนระหว่างบุคคลหรือกลุ่มนักเรียน

3.2 ความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง (Wide-Applicability) เป็นความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้เกี่ยวกับการคิดของตนเองในบริบทหนึ่งไปใช้ในบริบทอื่นๆ โดยต้องการสร้างความเชื่อมโยงและการตรวจสอบบทบาทของการสะท้อนผ่านทางประสบการณ์ นักเรียนถามตนเองว่า “แนวความคิดนี้สามารถช่วยให้ข้าพเจ้าเรียนรู้เข้าใจในการเรียนรู้เรื่องอื่นได้หรือไม่” หรือ “ประสบการณ์ในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนของข้าพเจ้าสามารถช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจแนวคิดใหม่นี้ได้หรือไม่” อย่างไรก็ตามยังมีความสับสนระหว่างการถ่ายโอน (Transfer) กับการนำไปใช้ (Application) การนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการถ่ายโอนโดยการถ่ายโอนเป็นการรู้จักความเหมือนหรือคล้ายคลึงกันระหว่างบริบท 2 บริบทและหนึ่งไปใช้ในบริบทใหม่ (Georghiades, 2000) ดังนั้นการนำไปใช้อย่างกว้างขวางจึงเป็นตัวเร่ง (Catalyst) สำหรับการถ่ายโอน

3.3 ความสามารถเชื่อถือได้ (Plausibility) ใช้ประโยชน์ในการทดสอบความเชื่อของตน ในแนวคิดหนึ่งจากแนวคิดเลือกอีกจำนวนหนึ่งการรู้คิดประเภทนี้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนใช้คำถามตนเองว่า “ข้าพเจ้าควรจะเชื่อความคิดนี้อย่างจริงจังได้หรือไม่” ในการทดสอบความเชื่อมั่นในแนวคิดหนึ่งนักเรียนอาจจะเสาะแสวงหาหลักฐานที่คิดค้นหรือแย้งกับแนวคิดดังกล่าวเพื่อให้นักเรียนจะเกิดความตระหนักรู้ในตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้เขาจะสงสัยในสิ่งที่เรียนรู้และสงสัยเกี่ยวกับแนวคิดที่ตนเองมีความเข้าใจได้เทคนิคการรู้คิดทั้ง 3 ประเภทมีลักษณะดังตารางที่ 1



ตารางที่ 1 ประเภทและลักษณะของเทคนิคการรู้คิด (Nickerson, 1985)

เทคนิคการรู้คิด	บริบท	ลักษณะคำถาม
1. ความสามารถ เข้าใจได้ (Intelligibility)	ภายในบุคคล (Intra-Personal)	- แนวคิดนี้ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้หรือไม่ - ส่วนใดของแนวคิดนี้ที่ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้ - มีส่วนใดของแนวคิดนี้ที่ทำให้ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้
	ระหว่างบุคคล (Inter-Personal)	- ส่วนใดของแนวคิดของนาย A ที่ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้ - มีส่วนใดที่ข้าพเจ้าควรเพิ่มเติมให้กับแนวคิดนี้แล้วทำให้ข้าพเจ้าเข้าใจได้
2. ความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง (Wide-Applicability)	ภายในบุคคล (Intra-Personal)	- แนวคิดนี้สามารถช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจแนวคิดอื่นอื่นได้อย่างไร - มีส่วนใดของแนวคิดนี้ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับแนวคิดอื่นที่ข้าพเจ้าเรียนรู้มาแล้ว - แนวคิดทั้ง 2 มีลักษณะพื้นฐานใดบ้างที่เกี่ยวข้องกัน
	ระหว่างบุคคล (Inter-Personal)	- แนวคิดของนาย A สามารถช่วยให้ข้าพเจ้าคิดเกี่ยวกับแนวคิดอื่นที่พูดถึงได้อย่างไร
3. ความสามารถ - แนวคิดนี้เป็นจริง หรือไม่เชื่อถือได้ (Plausibility) ภายใน บุคคล (Intra- Personal)	ภายในบุคคล (Intra-Personal)	- ข้าพเจ้าควรเชื่อแนวคิดนี้หรือไม่ - แนวคิดนี้เป็นจริงหรือไม่
	ระหว่างบุคคล (Inter-Personal)	- ข้าพเจ้าควรเชื่อแนวคิดของนาย A หรือไม่ - แม้ว่าแนวคิดนี้ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้แต่มีส่วนใดบ้างที่น่าจะเป็นจริง - มีส่วนใดของแนวคิดนี้ที่เชื่อถือได้

Barbara และ John (2005) กล่าวว่า กลยุทธ์เมตาคอกนิชัน สามารถทำให้การเรียนรู้ง่ายขึ้นโดยมีลักษณะและแนวทางในการนำไปใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. การตั้งคำถาม ในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีการตั้งคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนกระบวนการเรียนรู้หรือเทคนิคการเรียนรู้ของนักเรียน ถ้านักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ให้ตั้งคำถามเกี่ยวกับหน้าที่ที่นักเรียนช่วยเหลือกลุ่ม
2. การสนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิดเป็นรายบุคคลทั้งในระหว่างและหลังการเรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์และสรุปเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเองให้ได้
3. การสนับสนุนให้นักเรียนมีการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สนใจเรียนรู้ด้วยตนเอง และสนับสนุนให้นักเรียนค้นหาคำตอบเองเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น
4. มีการสอนเทคนิคเมตาคอกนิชันที่ใช้ในชั้นเรียนโดยตรงเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในตัวเทคนิคและสามารถนำไปใช้ได้
5. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างกลยุทธ์การเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชันได้ด้วยตนเอง
6. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยตรงจากผู้เชี่ยวชาญ จะช่วยให้นักเรียนสามารถรับการถ่ายทอดกลยุทธ์การเรียนรู้เมตาคอกนิชันได้โดยตรงจากผู้เชี่ยวชาญ
7. การส่งเสริมให้มีการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้กลยุทธ์เมตาคอกนิชันผ่านการอภิปรายกลุ่ม และเรียนรู้จากสมาชิกในกลุ่ม
8. ส่งเสริมให้มีการคิดออกเสียง สนับสนุนให้นักเรียนพูดหรือแสดงออกถึงสิ่งที่คิด กระบวนการทำงานระหว่างลงมือปฏิบัติ เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ระหว่างทำงาน และเพิ่มการตระหนักรู้ของนักเรียน
9. การกระตุ้นให้เกิดการอธิบาย อาจจะใช้การพูดหรือเขียน จะสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาความเข้าใจของตนเองได้
10. การเปิดโอกาสให้นักเรียนผิดพลาด เพื่อให้นักเรียนได้เห็นสาเหตุของข้อผิดพลาดของตนเองและเรียนรู้จากข้อผิดพลาดนั้นได้

กล่าวโดยสรุป ลักษณะของการนำเทคนิคการรู้คิดไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนนั้น ประกอบด้วยลักษณะหรือเทคนิคย่อยๆ หลายประการ แต่ละองค์ประกอบหรือเทคนิคย่อยๆ เหล่านี้ยังคงเน้นการรู้เท่าทัน กำกับและติดตามความคิด ได้แก่ การสะท้อนความคิดในแต่ละขั้นตอนการทำงาน สะท้อนความคิดด้วยการแสดงออกไม่ว่าจะเป็นการเขียนหรือการพูด การตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานเมื่อแสดงออกถึงสิ่งที่คิด โดยอาศัยการตั้งคำถาม ทั้งจากครูและนักเรียนที่สามารถนำไปสู่เป้าหมายในการเรียนรู้

#### 4. ความสำคัญ/ประโยชน์ของการรู้คิด

การรู้คิดมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนหลายประการดังต่อไปนี้

Ertmer และ Newby (1996) กล่าวว่า นักเรียนที่มีทักษะในการใช้ยุทธศาสตร์การรู้คิดจะมีความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น และสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระด้วยตนเอง นำไปสู่การเป็นเจ้าของความรู้ (Ownership) ได้เมื่อนักเรียนตระหนักว่าตนเองสามารถติดตามงานตามความต้องการทางสติปัญญา และสามารถค้นพบโลกแห่งข้อสนเทศใหม่ได้อย่างรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก

Hartman (1998) กล่าวว่า การรู้คิดมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการคิดวิจรณ์ญาณและการแก้ปัญหา เนื่องจากมีผลต่อการได้มาซึ่งความเข้าใจและการนำไปใช้จากสิ่งต่างๆ ที่ได้จากการเรียนรู้

Forgaty (2002) กล่าวว่า ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนมีรูปแบบที่จำเป็นสำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้ ไม่เพียงเพื่อการเตรียมตัวสอบแต่เพื่อการดำรงชีวิตต่อไป และไม่ใช่เพียงแค่จดจำสิ่งต่างๆ ได้แต่สามารถมีและใช้เหตุผล รวมถึงสามารถใช้หลักตรรกศาสตร์ได้ตลอดชีวิต

กล่าวโดยสรุป ประโยชน์ของการรู้คิด คือ ช่วยให้เป็นคนที่มีความตระหนักรู้ รู้เท่าทันความคิดของตนเอง ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและทำให้เป็นคนมีเหตุผล มีความสามารถในการติดตามความคิดในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาในเรื่องที่ซับซ้อนได้

#### 5. กลวิธีเมตาคอกนิชันกับการแก้โจทย์ปัญหา

Davidson (1994) กล่าวว่า การแก้โจทย์ปัญหามีพื้นฐานมาจากการแก้ปัญหาทั่วไปจึงและได้เสนอแนะวิธีการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหหรือโจทย์ปัญหาว่าประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การระบุและนิยามปัญหา (Identifying and Defining the Problem) ในการแก้ปัญหานั้น บุคคลจำต้องระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และเป้าหมายในการแก้ปัญหานั้น ขั้นแรกของการนิยามปัญหาคือการลงรหัส (Code) เพื่อเก็บลักษณะสำคัญของปัญหาลงไว้ในความจำระยะสั้นและการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังกล่าวจากความจำระยะยาวขึ้นมาหลังจากนั้นผู้แก้ปัญหาก็ต้องระบุให้ได้ว่าสิ่งใดรู้แล้วสิ่งใดยังไม่รู้และโจทย์ถามอะไร

2. การสร้างตัวแทนปัญหา (Representing the Problem) เมื่อระบุปัญหาได้แล้ว ต้องสร้างความสัมพันธ์ของปัญหาของสิ่งที่รู้ สิ่งที่ยังไม่รู้ และสิ่งที่โจทย์ถามจากตรงนี้ข้อมูลอาจจะถูกเพิ่มเข้ามาหรือถูกนำออกไป และถูกตีความจากสถานการณ์เดิมแล้วถูกเก็บไว้ในความจำ

3. การวางแผนการแก้ปัญห (Planning How to Proceed) การวางแผนนี้จะรวมถึงการแบ่งปัญหาย่อยๆ จากนั้นจึงค่อยๆ ดำเนินการแก้ปัญหเป็นลำดับไป ในการวางแผนจำต้องมีการเลือกกระบวนการพื้นฐานในทางกลวิธีเพื่อใช้ในการแก้ปัญห

4. การประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluating the Problem) ในขั้นตอนนี้ บุคคลที่แก้ปัญหาจำเป็นต้องใส่ใจกับสิ่งที่ทำไปแล้ว สิ่งที่กำลังจะทำและสิ่งที่ควรจะทำต่อไป การประเมินผลการแก้ปัญหาคือการที่บุคคลควบคุมตัวแทนภายในของปัญหาที่ตนสร้างขึ้นมาในตอนแรก และยังคงสร้างต่อไปเพื่อทำความเข้าใจและบางครั้งจำเป็นต้องใช้กลวิธีใหม่เมื่อกลวิธีเดิมที่ใช้ทำให้การแก้ปัญหาไม่สำเร็จ

Beyer (1997) ได้ศึกษากลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาและได้แบ่งกลวิธีเมตาคอกนิชันออกเป็น 3 กลวิธีย่อยดังนี้

1. วางแผนแก้ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหาพิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กับประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหามา กำหนดว่าจะแก้โจทย์ปัญหานั้นด้วยวิธีใดและอย่างไรก่อนที่จะทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปประกอบด้วย

1.1 กำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการพิจารณาโจทย์ว่าสิ่งที่โจทย์ให้หาสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้และเลือกข้อมูลจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด

1.3 เรียงลำดับวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการนำวิธีการหรือขั้นตอนที่เลือกมาลำดับเป็นขั้นตอนย่อยๆ ทำให้สะดวกต่อการแก้โจทย์ปัญหาและตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

1.4 การเดาอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และวิธีการแก้ไขได้

1.5 ประเมินหรือทำนายผลลัพธ์ที่ต้องการเป็นการคาดคะเนคำตอบที่ต้องการ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบคำตอบ

2. กำกับการแก้โจทย์ปัญหา (Monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไปพร้อมกับการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งประกอบด้วย

2.1 กำกับเป้าหมายการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการกำกับถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการขณะทำการแก้โจทย์ปัญหา

2.2 กำกับวิธีและขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้โจทย์ปัญหาโดยการกำกับถึงสิ่งต่อไปนี้

1) รู้ว่าแก้โจทย์ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2) ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

3) เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปอย่างเหมาะสม

4) รู้ข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

5) รู้วิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3. ประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ประกอบด้วย

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้โจทย์ปัญหาแล้ว สามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ ตามที่ได้ตั้งไว้หรือไม่

3.2 พิจารณาความถูกต้องของผลลัพธ์ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ด้วยวิธีการใดหรือขั้นตอนใดเพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ เป็นการมองย้อนกลับไปวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใดเพื่อจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นในขณะแก้ปัญหาแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

3.4 ประเมินการแก้ไขอุปสรรคและข้อผิดพลาดเป็นการอภิปรายถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้โจทย์ปัญหาแล้ววิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงเพื่อเป็นการลดปัญหาและอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นในครั้งต่อไป

3.5 พิจารณาประสิทธิภาพและความสำเร็จเป็นการพิจารณาถึงวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ทำให้การแก้ปัญหามีความถูกต้องแน่นอนประสบความสำเร็จได้เพียงใด

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้สรุปขั้นตอนในกลวิธีเมตาคอกนิชันตามแนวคิดของเบเยอร์ (1997) ไว้ 3 ขั้นตอนหลัก โดยมีองค์ประกอบย่อยในแต่ละขั้นดังนี้

1. ขึ้นวางแผนประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

- 1) บอกสิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้
- 2) บอกข้อมูลอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา
- 3) บอกค่าและข้อความสำคัญในโจทย์ปัญหา
- 4) บอกเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ดังนี้

- 1) กลวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Test)
- 2) กลวิธีการวาดภาพ (Draw a Picture)
- 3) กลวิธีสร้างตาราง (Make a Table)



- 4) กลวิธีการสร้างรายการ (Make a List)
- 5) กลวิธีเขียนแผนภาพ (Draw a Diagram)
- 6) กลวิธีใช้การใช้เหตุผล (Use Reasoning)
- 7) กลวิธีค้นหาแบบแผน (Look for a Pattern)
- 8) กลวิธีแก้ปัญหที่ง่ายขึ้นกว่าเดิมหรือแยกโจทย์ปัญหาเป็นส่วนๆ (Simplify or Break into Parts)

9) กลวิธีทำย้อนกลับ (Work Backward)

- 1.3 เรียงลำดับขั้นตอนตามกลวิธีที่ได้เลือกไว้
2. ขั้นตอนการกำกับ
  - 2.1 กำหนดเป้าหมายไว้ในใจ
  - 2.2 กำกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้
3. ขั้นตอนการประเมิน
  - 3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย
  - 3.2 ตรวจสอบคำตอบที่ได้
  - 3.3 ตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา
  - 3.4 บอกปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะที่แก้โจทย์ปัญหา

กล่าวโดยสรุป กลวิธีเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักๆ คือ 1) ขั้น

วางแผน นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้แล้วกำหนดเป้าหมาย เพื่อเริ่มออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยเริ่มจากการระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนด การตัดสินใจเลือกหลักการที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้แก้โจทย์ปัญหา แล้วออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์อย่างเป็นลำดับขั้นตอน รวมถึงคาดเดาอุปสรรคและคำตอบที่คาดว่าจะได้ 2) ขั้นกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามที่ได้ออกแบบไว้ทีละขั้นเพื่อนำไปสู่เป้าหมายการแก้โจทย์หรือคำตอบของโจทย์ปัญหา 3) ขั้นประเมิน นักเรียนจะต้องมองย้อนกลับไปตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ นำไปสู่การแก้โจทย์ หรือนำไปสู่คำตอบที่สอดคล้องกับโจทย์หรือไม่ รวมถึงประเมินปัญหาและอุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเมตาคอกนิชันที่มีนักการศึกษาหลายท่านนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สามารถสรุปได้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นการแก้โจทย์ปัญหาโดยอาศัยกระบวนการควบคุมทางความคิด และการตระหนักรู้เพื่อให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการสอนจัดการเรียนรู้ เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์

ปัญหา โดยอาศัยขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันตามแนวคิดของ Beyer (1997) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธี หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แล้ววางแผน ออกแบบ ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

#### 6. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ (2544) กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันไว้ ดังนี้

##### บทบาทของผู้สอน

1. ควรฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวางแผน โดยการวิเคราะห์เป้าหมาย วิเคราะห์โจทย์ และการกำหนดเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหาให้ได้

2. ควรฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลวิธีต่างๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ เช่น กลวิธีเดาและตรวจสอบ กลวิธีวาดภาพ กลวิธีสร้างตาราง เป็นต้น เพื่อแจกแจงคำตอบที่เป็นไปได้ หรือแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อมูลจากโจทย์จนได้คำตอบ

3. ฝึกให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นขั้นเป็นตอนตามแผนที่วางไว้ และตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

4. ฝึกให้ผู้เรียนสามารถกำกับ ควบคุม และตรวจสอบความคิดของตนโดยการกำหนดเป้าหมายเอาไว้และกำกับควบคุมวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนที่เลือกเอาไว้

5. ฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินความคิดของตนเองได้โดยการประเมินความสำเร็จของเป้าหมาย ตรวจสอบคำตอบและขั้นตอนในการปฏิบัติ

##### บทบาทของผู้เรียน

1. ควรฝึกการอ่านเพื่อทำการวิเคราะห์ และระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ถามให้ได้เพื่อกำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา

2. ควรฝึกวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา และฝึกการตัดสินใจเลือกกลวิธีที่เหมาะสม รวมถึงการเลือกใช้หลักการที่เกี่ยวข้องที่จะนำมาใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหา

3. ควรฝึกการกำกับและควบคุมกระบวนการคิด กระบวนการทำงานโดยกำหนดเป้าหมายเอาไว้ในใจ แล้วลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้

4. ควรฝึกการประเมินความคิดของตนเองโดยการตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้มา

พาสนา จุฬรัตน์ (2556) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนในการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันไว้ ดังนี้

บทบาทของผู้สอน

1. ควรฝึกให้นักเรียนสามารถระบุให้ชัดเจนว่า “สิ่งไหนหรืออะไรที่ผู้เรียนรู้แล้ว และสิ่งไหนหรืออะไรที่ผู้เรียนยังไม่รู้”

2. ควรอธิบายกระบวนการคิดในการวางแผนแก้ปัญหา โดยสาธิตให้นักเรียนเห็นจริงในสถานการณ์จำลอง หลังจากนั้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด และอภิปรายเกี่ยวกับวิธีคิดหรือกระบวนการคิดของแต่ละคน

3. ควรฝึกให้ผู้เรียนเขียนอนุทินเกี่ยวกับการใช้ความคิดหรือการคิด โดยให้ผู้เรียนเขียนบันทึกวิธีคิด บันทึกข้อควรระวัง ปัญหา/อุปสรรคและความยากลำบากที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นการสะท้อนความคิดของผู้เรียนเอง

4. ควรฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนฝึกการวางแผนและกำกับตนเองในการเรียนรู้ เพราะถ้าคนอื่นจัดการให้ ผู้เรียนก็จะไม่สามารถพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองได้

5. ควรฝึกให้ผู้เรียนสรุปกระบวนการคิดที่ใช้เมื่อกระทำกิจกรรมต่างๆ เสร็จแล้ว โดยให้ผู้เรียนได้อภิปรายกระบวนการคิดที่ใช้

6. ควรฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการประเมินตนเองเกี่ยวกับการคิดของตน โดยให้นักเรียนค่อยๆ ฝึกคิดทีละน้อย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกผ่อนคลาย มีอิสระ จากนั้นผู้เรียนจะสามารถเชื่อมโยงและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้

บทบาทของผู้เรียน

1. ผู้เรียนจะต้องระบุให้ได้ว่า “สิ่งไหนหรืออะไรที่รู้แล้ว และสิ่งไหนหรืออะไรที่ยังไม่รู้”

2. ควรฝึกคิด และอภิปรายเกี่ยวกับวิธีคิดหรือกระบวนการคิดของตนเองเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ผู้สอนจัดให้

3. ควรฝึกการเขียนอนุทินเกี่ยวกับการใช้ความคิด หรือการคิดของตนเอง โดย การบันทึกวิธีคิด บันทึกข้อควรระวัง ปัญหา/อุปสรรคและความยากลำบากที่เกิดขึ้นเพื่อเป็นการสะท้อนความคิดของตนเอง

4. ควรฝึกการวางแผนและกำกับตนเองในการเรียนรู้เพื่อเป็นการพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตัวของผู้เรียนเอง

5. เมื่อทำกิจกรรมต่างๆ เสร็จแล้ว ควรฝึกสรุปกระบวนการคิดที่ใช้ในการทำกิจกรรม โดยการอภิปรายเกี่ยวกับการบวนการคิดของตนเองเพื่อให้เกิดการตระหนักรู้เกี่ยวกับการควบคุมความคิด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไปได้

6. ฝึกประเมินการคิดของตนเอง โดยเริ่มต้นจากการฝึกเล็กน้อย แล้วค่อยๆ เพิ่มการฝึกขึ้นเพื่อให้สามารถเชื่อมโยงและนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไปได้

กล่าวโดยสรุป บทบาทที่ผู้สอนควรกระทำในการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน คือ การจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้กระบวนการทางความคิดในการกำหนดสิ่งที่รู้ สิ่งที่ไม่รู้ แล้วสาธิตกระบวนการทางความคิดในการวางแผนการแก้ปัญหา การกำกับและควบคุมกระบวนการทางความคิด ฝึกให้นักเรียนได้ประเมินกระบวนการคิด ฝึกการบันทึกและการอภิปรายกระบวนการทางความคิดของตนเองให้ได้ บทบาทของนักเรียน ได้แก่ การฝึกใช้กระบวนการทางความคิดโดยเริ่มจากการกำหนดสิ่งที่รู้ และสิ่งที่ไม่รู้ จากนั้นทำการวางแผนในการแก้ปัญหาโดยมีการกำกับและควบคุมกระบวนการทางความคิดของตนเอง เมื่อลงมือทำแล้วต้องรู้จักประเมินกระบวนการทางความคิดของตนเอง จดบันทึกปัญหา อุปสรรคที่พบ แล้วทำการอภิปรายการบวนการคิดของตนเองให้ได้

### การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

#### 1. ความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านเรียกชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น การเรียนรู้แบบสืบสวน การสืบเสาะหาความรู้ การสืบสวนสอบสวน ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมาย ดังนี้

ภพ เลหาไพบุรณ์ (2542) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง และมีประสบการณ์โดยตรง โดยครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้ช่วยหรืออำนวยความสะดวกให้นักเรียน

พิมพ์นธ์ เตชะคุปต์ (2544) ให้ความหมายของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ หรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย ซึ่งวิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะนี้ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมในสภาพการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ไว้ว่า เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบหนึ่งซึ่งช่วยพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง คือ ความคิดวิจารณ์ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และการคิดแก้ปัญหา

วิวัฒน์ ชัตติยะมาน และอมลวรรณ วีระธรรมโม (2549) กล่าวว่า การสอบแบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะต้องกระตุ้นผู้เรียนด้วยการตั้งคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือความแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการหรือวิธีการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์อื่นๆ ได้

กล่าวโดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้อย่างมีเหตุผลเป็นขั้นตอน ผ่านการสำรวจ สังเกตสร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ สืบค้นและเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับความรู้เดิมของผู้เรียนและให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม แลกเปลี่ยน และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลร่วมกัน

## 2. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

นักการศึกษาหลายท่านได้กำหนดรูปแบบ หรือขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530) ได้แบ่งขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและการตั้งสมมติฐาน (Orientation and Hypothesis) ปัญหาคือสิ่งที่จะต้องศึกษาเพื่อให้ได้คำตอบ เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ต้องจัดสถานการณ์ กิจกรรมหรือเงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหาข้อขัดใจ (Conceptual Conflicts) ขึ้นในตัวผู้เรียน ซึ่งเป็นขั้นที่ทำให้ผู้เรียนได้สืบเสาะต่อไปว่าอะไรคือปัญหา หรือปัญหานั้นจะอธิบายว่าอย่างไร ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องคิดพิจารณา หรือสังเกตสภาพของปัญหา ในการตั้งสมมติฐานหรือคาดคะเนคำตอบของปัญหาในเบื้องต้น

2. ขั้นสำรวจค้นคว้าหรือขั้นปฏิบัติการ (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องค้นหาเหตุผลหาข้อมูล เพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ครูต้องไม่ตอบปัญหาหรือบรรยายให้ฟัง หากจำเป็นต้องตอบปัญหาโดยไม่มีทางเลือก ให้ใช้วิธีการคำถามเพื่อให้นักเรียนได้ข้อคิดของตนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3. ขั้นอภิปรายและสรุปผล (Discussion and Conclusion) เมื่อรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจค้นคว้าหรือปฏิบัติการแล้ว ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายถึงผลที่ได้เพื่อโยงไปสู่สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเป็นความจริงมากน้อยเพียงใด หากสมมติฐานนั้นเป็นความจริงให้สรุปเป็นหลักการต่อไป

4. ขั้นการนำไปใช้ (Application) เมื่อสรุปเป็นนิยามหรือหลักการต่างๆ แล้ว ผู้สอนจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดว่าสิ่งที่สืบเสาะได้นั้น สามารถนำไปใช้ได้อย่างไร หรือนำไปผสมผสานกับความรู้อื่นๆ ที่ได้เรียนมาแล้วให้เป็นโครงสร้างของความรู้ใหม่ได้อย่างไร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กำหนดให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น หรือ 5E ประกอบด้วย 5 ขั้นดังนี้

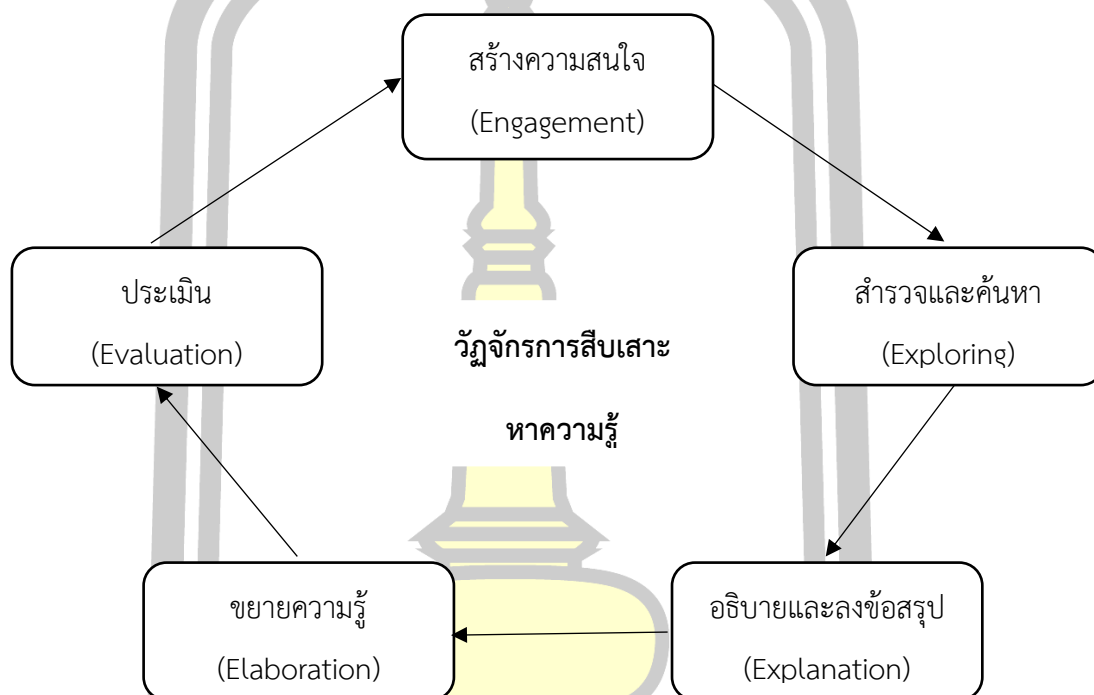
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้ออกมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ดำเนินการเป็นวงจรที่ต่อเนื่อง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ดังภาพประกอบ 1



รูปที่ 1 วัฏจักรการสืบเสาะ 5 ขั้น

สาโรช โศภิตรักษ์ (2546) ได้เสนอรูปแบบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. กระตุ้นให้ผู้เรียนมองเห็นปัญหา ผู้สอนพูดคุยกับผู้เรียนให้ผู้เรียนเกิดคำถาม และเปิดโอกาสโดยอาจจะสร้างสถานการณ์ เช่น การทดลองเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ดู ให้นักเรียนดูสื่อ ใดๆ หนึ่ง เช่น สไลด์ประกอบคำบรรยาย วิดีทัศน์ ของจริง รูปภาพ หรือเรื่องเล่าเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้ฟัง จากนั้นผู้เรียนช่วยกันตั้งสมมติฐานในสาเหตุของปัญหาเหล่านั้น
2. ขั้นสืบสวนสอบสวน ผู้เรียนกำหนดแนวทางในการค้นคว้าหาคำตอบเหล่านั้นโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรจะมีแนวทางหลากหลาย จากนั้นผู้เรียนทำการรวบรวมข้อมูล และทำการบันทึกข้อมูล บางครั้งอาจจะมีการเพิ่มเติม เช่น การสำรวจ การศึกษานอกสถานที่ การสัมภาษณ์ การปฏิบัติภาคสนาม เป็นต้น

3. ขั้นทดสอบสมมติฐาน เมื่อผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลหรือผลที่ได้จากการสืบสวนสอบสวนนั้นแล้ว นักเรียนต้องทำการสรุปเพื่อตอบสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้ตั้งแต่ตอนแรกว่าข้อสรุปนั้นสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่

4. ขั้นสรุปคำตอบ ผู้เรียนและผู้สอนช่วยกันสรุปคำตอบ

5. ขั้นนำไปใช้ ผู้เรียนและผู้สอนวิเคราะห์ข้อสอบที่เกิดขึ้นแล้วช่วยกันอภิปรายว่าจะนำไปใช้ในสถานการณ์ที่ตั้งไว้อย่างไร

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทำให้ผู้เรียนสนใจในบทเรียน ควรมีการเชื่อมโยงประสบการณ์หรือความรู้เดิมกับบทเรียนปัจจุบันและควรเป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนจดจ่อกับสิ่งที่จะศึกษา สงสัย อยากรู้ อยากเห็น และต้องการศึกษาความรู้อย่างลึกซึ้ง

2. การสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ร่วมกันในการสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะโดยการให้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมการสำรวจและค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นของผู้เรียนแต่ละคน

3. การอธิบาย เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดที่ได้จากการสำรวจและค้นหา ครูควรให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้อภิปรายและเปลี่ยนความคิดเห็นกันเกี่ยวกับหัวข้อหรือทักษะที่เรียนรู้ ให้ผู้เรียนได้ใช้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ โดยครูควรชี้แนะรายละเอียดในการสรุปและอธิบาย ท้ายที่สุดผู้เรียนจะสามารถอธิบายความคิดรวบยอดได้อย่างเข้าใจ โดยเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิมและสิ่งที่ได้เรียนรู้เข้าด้วยกัน

4. การขยายความรู้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ยืนยันและขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการ รวมถึงชี้แนะให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อให้มีทักษะกระบวนการเพิ่มขึ้น

5. การประเมิน ขั้นนี้ผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน ครูคอยกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และเป็นขั้นที่ครูจะได้ประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติ สำรวจสืบค้นจนสามารถเกิดความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ยึดถือแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้



ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ เป็นการที่ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทำให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ในสิ่งที่จะเรียน อาจกระตุ้นด้วยคำถาม หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน กระตุ้นให้นักเรียนตั้งคำถามเพื่อกำหนดประเด็นในการเรียนรู้ที่อาจมีความเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิม

ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นหา เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือศึกษาค้นคว้า หรือทำการทดลอง เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน หรือหาคำตอบด้วยตนเอง มีการจดบันทึกข้อมูลที่ค้นพบ และทำการสรุป โดยมีครูคอยจัดหาแหล่งการเรียนรู้ให้

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนได้แบ่งปันสิ่งที่ค้นพบโดยการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ โดยอธิบายหลักการหรือข้อสรุปตามที่ได้ค้นพบ แล้วครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายและทำการสรุปร่วมกันเพื่อให้หลักการสมบูรณ์ถูกต้อง

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้นำข้อสรุปหรือหลักการที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่เพื่อเพิ่มความรู้อุณหภูมิความเข้าใจในความคิดรวบยอดกว้างขวางขึ้น

ขั้นที่ 5 ประเมิน เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของตนเองด้วยการทำแบบทดสอบ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาประเมินพัฒนาการของตนเอง และครูทำหน้าที่วัดและประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียน พร้อมหาหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีพัฒนาการ เปลี่ยนแปลงความคิดหรือพฤติกรรม

### 3. บทบาทของครูผู้และนักเรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น

#### 3.1 บทบาทของครูผู้สอน

Callahan (1991) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ไว้ดังนี้

1. เลือกประเด็นที่น่าสนใจ ตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดและหาคำตอบ
2. แนะนำมากกว่าบอกให้นักเรียนทำตาม
3. ระหว่างที่นักเรียนหาคำตอบ ครูควรวินิจฉัยคำแนะนำเพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบโดยการหาความชัดเจนของปัญหา
4. พยายามสร้างบรรยากาศในชั้นเรียนที่เป็นการส่งเสริมการคาดเดา การตั้งข้อสงสัยและการคิดแก้ปัญหา
5. สนับสนุนให้นักเรียนตั้งสมมติฐานและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบสมมติฐานด้วยตนเอง
6. ช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์และประเมินความคิดของตนเอง โดยเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายในชั้นเรียน และพยายามคิดโดยไม่มีการจำกัดความคิดนักเรียน

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540) กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะ 5 ชั้นไว้ว่า ครูคือผู้ที่จัดสถานการณ์ จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษา ค้นคว้า เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่างๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ ดังนี้

1. วางแผนและจัดหาอุปกรณ์เพื่อสร้างสถานการณ์สำหรับการเรียนรู้ในชั้นเรียน กำหนดเวลาและขั้นตอนในการสอน
2. สังเกตความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะเริ่มบทเรียน หรือการปฏิบัติกิจกรรม ต่างๆ
3. สร้างปัญหาเพื่อนำไปสู่การค้นคว้า โดยพยายามให้นักเรียนระบุหรือนิยามปัญหา ให้ชัดเจน
4. มอบหมายให้นักเรียนกำหนดวิธีการแก้ปัญหาและการวางแผนที่จะแก้ปัญหาให้ ลุล่วงด้วยตนเอง
5. แนะนำการใช้อุปกรณ์ หรือข้อควรระวังที่เกี่ยวข้องกับการทำกิจกรรมในชั้นเรียน
6. ใช้คำถามที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ และฝึกใ้ นักเรียนตั้งคำถาม ครูไม่จำเป็นต้องรีบตอบแต่แนะแนวทางให้นักเรียนสามารถค้นหาคำตอบได้ด้วย ตัวเอง
7. สังเกตลำดับขั้นตอนในการคิดของนักเรียนและทำการแนะนำเมื่อเห็นว่าจำเป็น และกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเองแทนที่จะแนะนำทั้งหมด
8. หากพบว่านักเรียนประสบปัญหาที่ยากเกินไป นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาเองได้ ให้ครูผู้สอนช่วยเหลือโดยการเป็นสมาชิกคนหนึ่งในกลุ่มเพื่อร่วมแก้ปัญหา กับนักเรียน
9. ควรให้กำลังใจนักเรียนมากกว่าการวิพากษ์วิจารณ์หรือการลงโทษ
10. พยายามชี้ให้นักเรียนตระหนักถึงข้อดีของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดย ให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองเพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น

สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้แนะนำบทบาท ของครูในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ 5 ชั้น ดังนี้

1. คอยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด ตั้งคำถาม และพยายามสร้างแรงจูงใจแก่นักเรียน เมื่อนักเรียนทำงานสำเร็จ ต้องมีการเสริมแรงตลอดเวลา
2. คอยกำกับและควบคุมการทำกิจกรรมต่างๆ ของนักเรียนเพื่อฝึกให้นักเรียน ทำงานอย่างมีระเบียบ และดำเนินกิจกรรมอย่างถูกต้อง

3. คอยสร้างบรรยากาศให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น อยากที่จะคิด ค้นหาคำตอบ  
อยู่เสมอ

4. เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย ครูต้องคอยสังเกตและให้คำแนะนำแนวทางในการแก้ไข  
ปัญหา

5. ควรใช้คำถามเพื่อชี้ให้นักเรียนได้คิดตามจนนำไปสู่การแก้ปัญหา

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายและลงข้อสรุปหรือข้อคิดเห็นก่อนครูทำการสรุป

7. พยายามหาวิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อมาช่วยให้นักเรียนรู้ และเข้าใจได้มาก

ยิ่งขึ้น

กล่าวโดยสรุป บทบาทของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ 5 ขั้น  
คือการเป็นผู้อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบกิจกรรมหรือจัด  
สถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง คอยชี้แนะ และกระตุ้นเมื่อเห็นว่าจำเป็นเพื่อเป็นการ  
ชี้ให้นักเรียนได้คิดและค้นพบความรู้หรือข้อสรุปที่ถูกต้อง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายและลง  
ข้อสรุปก่อนที่ครูจะบอกข้อเท็จจริง

### 3.2 บทบาทของนักเรียน

Trowbridge และ Bybee (1996) กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนที่สอดคล้องกับการ  
เรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ดังนี้

1. ผู้เรียนแสดงความสนใจ หรือการตั้งคำถาม หรือในขั้นการสร้างความสนใจ เช่น  
ทำไมสิ่งนี้ถึงเกิดขึ้น ฉันได้เรียนรู้อะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งนี้

2. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม ทดสอบการคาดคะเนและสมมติฐาน  
พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น บันทึกการสังเกตและ  
ให้ข้อคิดเห็น และลงข้อสรุปในขั้นสำรวจและค้นหา

3. ในขั้นสรุปและอภิปราย นักเรียนจะต้องอธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้มา  
จากขั้นก่อนหน้า ฟังคำอธิบายของคนอื่นและคิดวิเคราะห์พร้อมกับการคิดวิเคราะห์ตาม พยายามทำ  
ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ครูอธิบายที่ได้อ้างอิงจากกิจกรรมที่ปฏิบัติมาแล้ว และใช้ข้อมูลที่ได้จากการ  
บันทึกหรือสังเกตในการอธิบาย

4. ในขั้นขยายความรู้ นักเรียนต้องใช้ข้อมูลหรือข้อสรุปที่ได้จากขั้นก่อนหน้ามา  
ประกอบการตัดสินใจ หรือประยุกต์ใช้การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ หรืออาจเป็นสถานการณ์ที่  
คล้ายคลึงกับสถานการณ์เดิม

5. การประเมินผล โดยผู้เรียนตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกต หลักฐานและ  
คำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ  
ประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง ถามคำถามเพื่อให้มีการตรวจสอบต่อไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นไว้ดังนี้

พยายามค้นพบสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง

1. ใช้หลักการต่างๆ ใช้ทักษะการสังเกต การใช้เครื่องมือ การดำเนินการทดลอง
2. การบันทึกข้อมูล การอภิปรายและการสรุป ซึ่งนำไปสู่การคิดและหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

3. แสดงความรู้สึกและความคิดเห็นอย่างมีอิสระและมีเหตุผล

4. พutschักถามหรือโต้แย้งในสิ่งที่นักเรียนเชื่อมั่นและมีเหตุผล

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2561) กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นไว้ว่า ต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ให้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบเห็น แล้วสรุปเป็นมโนคติหรือหลักการต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ค้นพบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น นักเรียนจะต้องแสดงความสนใจที่จะเรียนรู้ มีการตั้งคำถามหรือสมมติฐาน แล้วลงมือค้นหาเรียนรู้ หรือตรวจสอบสมมติฐาน แล้วทำการอภิปราย และลงข้อสรุปด้วยตัวเองอย่างมีเหตุมีผลโดยอ้างอิงจากข้อมูลที่ได้มา และสามารถประเมินความเข้าใจทักษะหรือความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้วยตัวเองได้

### การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยมีความสนใจการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยการนำเอาขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหากลวิธีเมตาคอกนิชันสอดแทรกเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ในขั้นการอธิบายและสรุป และขั้นขยายความรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนมีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นลพดับขั้นตอนชัดเจนในชั้นเรียน และเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้



ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลยุทธ์เมตาออกนิจัน กิจกรรม และการแสดงออกตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลยุทธ์เมตาออกนิจัน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น	ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลยุทธ์เมตาออกนิจัน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลยุทธ์เมตาออกนิจัน
1. <b>ขั้นสร้างความสนใจ</b> - นำเข้าสู่บทเรียนด้วยคำถามหรือสถานการณ์เพื่อให้ นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมและกระตุ้นให้นักเรียนสนใจ ในประเด็นที่จะศึกษา - ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจเพื่อร่วมกันทำ กิจกรรมที่ครูจัดสรรให้		<b>ขั้นสร้างความสนใจ</b> - นำเข้าสู่บทเรียนด้วยคำถามหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนได้ ทบทวนความรู้เดิมและกระตุ้นให้นักเรียนสนใจในประเด็นที่จะ ศึกษา - ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามความสมัครใจเพื่อร่วมกันทำกิจกรรมที่ ครูจัดสรรให้
2. <b>ขั้นสำรวจและค้นหา</b> - นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมเพื่อสำรวจและค้นหายภายใน กลุ่มตามประเด็นที่กำหนด - นักเรียนในกลุ่มร่วมกันตรวจสอบข้อมูลอภิปรายข้อมูลและ ทำการสรุป และบันทึกผลการทำกิจกรรมและข้อสรุปลงใบ กิจกรรมที่ครูแจกให้		<b>ขั้นสำรวจและค้นหา</b> - นักเรียนร่วมกันทำกิจกรรมเพื่อสำรวจและค้นหายภายในกลุ่ม ตามประเด็นที่กำหนด - นักเรียนในกลุ่มร่วมกันตรวจสอบข้อมูลอภิปรายข้อมูลและทำ การสรุป และบันทึกผลการทำกิจกรรมและข้อสรุปลงใบกิจกรรม ที่ครูแจกให้

ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชัน กิจกรรม และการแสดงออกตามขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนินชัน (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น	ขั้นตอนในการแก้ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนินชัน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชัน
<p>3. อธิบายและลงข้อสรุป</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการสำรวจและค้นหาคำตอบ</li> <li>เรียน 2-3 กลุ่มตามความสมัครใจ</li> <li>- นักเรียนทั้งห้องร่วมกันอภิปรายและสรุปเพื่อให้ได้ข้อความรู้ที่</li> <li>ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกทั้งในส่วนการ</li> <li>ในสถานการณ์เสนอ ตลอดจนการอภิปรายและสรุป หากนักเรียนไม่สามารถ</li> <li>นักเรียนไม่สามารถลงข้อสรุปให้สมบูรณ์ได้ ให้ครูคอยชี้แนะ</li> </ul>	<p>ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้ปัญหา นักเรียนจะตั้ง</p> <p>วิเคราะห์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมี</p> <p>วางแผนในการแก้ปัญหา โดยจะต้องระบุข้อมุขที่</p> <p>โจทย์ใหม่ ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสิ่งไม่เกี่ยวข้อง</p> <p>หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้ปัญหา แล้ว</p> <p>วางแผน ออกแบบขั้นตอนในการแก้ปัญหา</p> <p>ขั้นที่ 2 การแก้ปัญหาและความมั่นใจว่าจะต้องลงมือ</p> <p>แก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้ว่าเป็น</p> <p>ลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือ</p> <p>คำถามของโจทย์</p> <p>ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา นักเรียน</p> <p>จะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ปัญหาว่ามี</p> <p>ความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง</p> <p>ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่</p>	<p>3. อธิบายและลงข้อสรุป</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการสำรวจและค้นหาคำตอบ</li> <li>เรียน 2-3 กลุ่มตามความสมัครใจ</li> <li>- นักเรียนทั้งห้องร่วมกันอภิปรายและสรุปเพื่อให้ได้ข้อความรู้ที่</li> <li>ถูกต้องสมบูรณ์โดยมีครูคอยอำนวยความสะดวกทั้งในส่วนการ</li> <li>นำเสนอ ตลอดจนการอภิปรายและสรุป หากนักเรียนไม่สามารถ</li> <li>ลงข้อสรุปให้สมบูรณ์ได้ ให้ครูคอยชี้แนะ</li> <li>- ครูนำเสนอตัวอย่างการแก้ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนินชัน</li> <li>เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาให้แก่นักเรียน</li> </ul>

ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชัน กิจกรรม และการแสดงออกตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนินชัน (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น	ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนินชัน	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชัน
<p>4. <b>ขั้นขยายความรู้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนฝึกนำองค์ความรู้ที่ได้จากขั้นอธิบายและลงข้อสรุปมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาสถานการณ์ใหม่</li> <li>- นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของการนำหลักการมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยกลวิธีเมตาคอกนินชันด้วยตนเอง</li> <li>- ครูให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง และให้นักเรียนนักเรียนบางส่วนยังไม่สมบูรณ์</li> <li>- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยเพื่อให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์</li> </ul>	<p><b>ขั้นที่ 1</b> การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมีตารางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสิ่งไม่เกี่ยวข้องกลวิธี หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แล้ววางแผน ออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา</p> <p><b>ขั้นที่ 2</b> การกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์</p> <p><b>ขั้นที่ 3</b> การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่</p>	<p>4. <b>ขั้นขยายความรู้</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนฝึกนำองค์ความรู้ที่ได้จากขั้นอธิบายและลงข้อสรุปมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาสถานการณ์ใหม่ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนินชัน</li> <li>- นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องของการนำหลักการมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยกลวิธีเมตาคอกนินชันด้วยตนเอง</li> <li>- ครูให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง และให้นักเรียนนักเรียนบางส่วนยังไม่สมบูรณ์</li> <li>- ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยเพื่อให้ให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์</li> </ul>

ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ซึ่งร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชั้น กิจกรรม และการแสดงออกตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนินชั้น (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น	ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนินชั้น	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชั้น
5. ชั้นประเมิน - นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจตนเองจากการทำแบบทดสอบย่อย - ครูนำนักเรียนเฉลยแบบทดสอบย่อยเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบถึงระดับการเรียนรู้ของตนเอง		5. ชั้นประเมิน - นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจตนเองจากการทำแบบทดสอบย่อย - ครูนำนักเรียนเฉลยแบบทดสอบย่อยเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบถึงระดับการเรียนรู้ของตนเอง



## ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

### 1. ความหมายของโจทย์ปัญหา

ราชบัณฑิตยสถาน (2525) ให้ความหมายของโจทย์ปัญหาไว้ว่า เป็นข้อสงสัย สิ่งที่ยาก จะเข้าใจ สิ่งที่ไม่รู้ หรือคำถามอันได้แก่โจทย์ในแบบฝึกหัดหรือข้อสอบเพื่อประเมินผล

รศนา อัจชะกิจ (2539) กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง เหตุการณ์ที่ยุ่งยากที่จะต้อง แก้ไขหรือสภาวะการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ หรือเหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ตรงตามคาดหวังโดยไม่ทราบสาเหตุ รวมถึงการที่มนุษย์ไม่รู้จักวิธีทำอย่างไรจึงจะบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดและเหตุการณ์ในอนาคตที่มี แนวโน้มว่าจะเป็นไปไม่ตรงตามประสงค์

หน่วยศึกษานิเทศก์ (2545) ให้ความหมายของ โจทย์ปัญหา ไว้ว่าเป็นโจทย์ที่มีข้อความ เป็นภาษาหนังสือ เรื่องราว หรือเป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาคำตอบหรือผลลัพธ์ได้ทันที ต้องหาคิด หรือ ค้นหาวิธีการในการหาคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข โดยต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาเอง และต้องแปลความหมาย วิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหา ก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

ดังนั้น โจทย์ปัญหาคือ ข้อความที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์โจทย์ เพื่อการวางแผนในการแก้ โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

### 2. ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้นิยามของความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1989) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหา ว่าเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้ ทักษะ และความเข้าใจที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้าในการ ตอบสนองต่อความต้องการในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย เริ่มต้นโดยการเผชิญหน้ากับสถานการณ์นั้นๆ และเมื่อได้คำตอบแล้ว นักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป

Doktor et al. (2016) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ ว่า เป็นกระบวนการในการดำเนินการเพื่อค้นหาคำตอบด้วยวิธีการที่เหมาะสม โดยจำเป็นต้องอาศัย วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ

ฉันทากร ช่วยทุกข์เพื่อน (2559) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ การดำเนินการในการหาคำตอบ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญา ความสนใจ ความพร้อม ประสบการณ์ และสภาพแวดล้อมของแต่ละบุคคล

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ความสามารถในการดำเนินการหาคำตอบด้วยวิธีการที่เหมาะสมโดยอาศัยกระบวนการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ และขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ระดับความสนใจ ทักษะ ความพร้อมส่วนบุคคล เมื่อได้คำตอบแล้วต้องสามารถสังเคราะห์ความรู้เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ต่อไปได้

### 3. อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา

Brueckner และ Grossnickle (1974) ได้กล่าวถึงอุปสรรคในการทำโจทย์ปัญหาของนักเรียน ไว้ดังนี้

1. นักเรียนไม่สามารถเข้าใจโจทย์ปัญหาทั้งหมดหรือบางส่วนเนื่องจากขาดประสบการณ์และขาดความเข้าใจในโจทย์ปัญหา
2. นักเรียนบกพร่องในการอ่านและทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
3. นักเรียนไม่สามารถคิดคำนวณได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากนักเรียนลืมนิยามหรือไม่เคยเรียนมาก่อน
4. นักเรียนขาดความเข้าใจกระบวนการและวิธีการของโจทย์ปัญหา จึงทำให้หาคำตอบโดยการเดาสุ่ม
5. นักเรียนขาดความรู้ในเรื่องกฎเกณฑ์และสูตร
6. นักเรียนขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนอธิบาย
7. นักเรียนไม่ทราบความสัมพันธ์เชิงปริมาณวิเคราะห์ อาจมีสาเหตุมาจากการเรียนรู้ศัพท์เพียงจำนวนจำกัด หรือขาดความเข้าใจหลักเกณฑ์ต่างๆ
8. นักเรียนขาดความสนใจ
9. ระดับสติปัญญาของนักเรียนต่ำเกินไป
10. ขาดการฝึกฝนในการทำ โจทย์ปัญหา

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2537) ได้เสนอการวิธีการในการช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดี ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้แก้โจทย์ปัญหาจำนวนมาก และให้นักเรียนได้ฝึกอยู่บ่อยๆ
2. ฝึกให้นักเรียนได้แก้ปัญหาที่มีความท้าทาย น่าสนใจ และนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน
3. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้กลวิธีในการแก้ปัญหา หรือการแก้โจทย์ปัญหา

ดังนั้น อุปสรรคที่ทำให้นักเรียนขาดความสามารถในการแก้ปัญหาที่อยู่ด้วยกันหลายประการ ได้แก่ การขาดทักษะในการอ่าน ทำให้ไม่เข้าใจโจทย์ และไม่มีความเข้าใจกฎ หรือสูตรที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนเพื่อแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบได้ การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน ผู้สอนจะต้องฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสฝึกแก้โจทย์ปัญหาอยู่บ่อยๆ โดยที่โจทย์ปัญหานั้นจะต้องมีความท้าทายและมีความหมายต่อนักเรียน และต้องฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้กฎวิธีหรือเทคนิคในการแก้โจทย์ปัญหา

#### 4. องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

สุนีย์ เหมาะะประสิทธิ์ (2533) กล่าวว่า ความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นความสามารถขั้นสูงที่สลับซับซ้อน จำเป็นต้องอาศัยการบูรณาการด้านต่างๆ ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถในการอ่าน
2. ความสามารถในการคิดคำนวณขั้นพื้นฐาน
3. ความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา
4. ความสามารถในการหาวิธีแก้โจทย์ปัญหา

พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน (2552) กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเอาไว้ว่าจะต้องมีส่วนประกอบดังนี้

1. การสำรวจและค้นหาวิธีทางต่างๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา และพิจารณาว่าข้อมูลที่ต้องการหาและข้อมูลใดที่เป็นประโยชน์
2. สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ปัญหาปัจจุบันและประสบการณ์การแก้โจทย์ปัญหาเดิมที่ผ่านมาได้
3. การฝึกปฏิบัติตามโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหา
4. สามารถตรวจสอบการคำนวณ รู้จักการประมาณและการตรวจสอบผลการ

คำนวณว่าถูกต้องหรือไม่

สุนันท์ สินธพานนท์ และคณะ (2555 ; อ้างอิงจาก Maoren, 1987) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของแต่ละบุคคลแตกต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบต่อไปนี้

1. สติปัญญา ผู้มีสติปัญญาดี จะมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้โจทย์ปัญหา
3. ความพร้อมในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ๆ โดยเป็นความพร้อมที่มาจากประสบการณ์เดิมที่เคยแก้โจทย์ปัญหามาก่อน
4. การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสม

จากแนวคิดข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบไปด้วยหลายส่วน ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการอ่าน การทำความเข้าใจสิ่งที่อ่าน ทักษะการคิดคำนวณ การรู้จักวิเคราะห์โจทย์แล้ววางขั้นตอนในการแก้โจทย์รวมถึงการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ระดับสติปัญญา และแรงจูงใจของแต่ละบุคคล

#### 5. ข้อคำนึงในการสอนแก้โจทย์ปัญหา

น้อมศรี เคท (2537) กล่าวว่า การจะสอนให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดี ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงหลักการ 8 ข้อ ดังนี้

1. ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ว่าโจทย์ปัญหานั้นๆ กำหนดอะไรมาให้บ้าง และโจทย์ต้องการทราบอะไร จะใช้สิ่งที่โจทย์ให้อย่างไรเพื่อนำไปสู่คำตอบ
2. ต้องสอนให้นักเรียนรู้จักเขียนประโยค สัญลักษณ์หลังจากวิเคราะห์โจทย์ตามความเข้าใจของตัวเอง
3. การรู้จักใช้สื่อประกอบในการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน
4. ต้องสอนให้นักเรียนมีทักษะในการอ่าน เพราะโจทย์ปัญหาประกอบด้วยทั้งตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ นักเรียนจึงจำเป็นต้องมีทักษะในการอ่านเพื่อที่จะสามารถทำความเข้าใจรวมถึงวิเคราะห์และตีความโจทย์ได้
5. ต้องสอนให้นักเรียนมีทักษะในการคำนวณ เพราะในการแก้โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้สมการ ทักษะการคำนวณ ไม่ว่าจะเป็นการบวก ลบ คูณ หาร จะช่วยให้นักเรียนหาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้
6. สอนให้นักเรียนรู้จักการประมาณค่าคำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
7. สอนให้นักเรียนรู้จักแก้โจทย์ปัญหาหลากหลายวิธี เพราะโจทย์ปัญหาหนึ่ง อาจมีขั้นตอนในการนำไปสู่คำตอบได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของแต่ละคน
8. ครูต้องรู้จักเลือกโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปสอน โดยต้องคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้
  - 8.1 โจทย์ปัญหานั้นสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนหรือไม่
  - 8.2 สถานการณ์ในโจทย์ต้องสามารถใช้สื่อของจริง หรือสื่อจำลองได้
  - 8.3 เนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหาควรเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ
  - 8.4 ไม่ควรใช้คำฟุ่มเฟือยในโจทย์ปัญหา และควรใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2546) กล่าวว่าสิ่งที่ครูควรคำนึงถึงในการสอนแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่

1. นักเรียนต้องได้ฝึกทักษะการคิดคำนวณเพื่อให้สามารถเกิดความคิดต่อไปได้ด้วยตัวนักเรียนเอง ครูอาจให้คำแนะนำหรือชี้แนะแนวทาง แต่ไม่ใช่การบอกหรือลอกแบบฝึกหัดของคนอื่น

2. มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา

3. โจทย์ปัญหาควรเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนและมีความหลากหลายแตกต่างกัน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลายและนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

4. โจทย์ปัญหาที่นำมาใช้สอน สามารถแก้ได้หลายวิธี

เพิ่มรุช บุษปมาตนะ (2550) ได้เสนอข้อควรคำนึงในการสอนเพื่อช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเอาไว้ ดังนี้

1. ควรเลือกโจทย์ปัญหาที่สถานการณ์มีความเกี่ยวข้องกับหรือนักเรียนมีความคุ้นเคยดี อยู่แล้ว

2. เลือกโจทย์ปัญหาที่สถานการณ์ในโจทย์เป็นสิ่งที่นักเรียนกำลังเผชิญอยู่

3. เลือกโจทย์ปัญหาที่ใช้ภาษาเข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจน เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียนเพื่อสร้างความคุ้นเคยในการเริ่มแก้โจทย์ปัญหา

4. สถานการณ์ในโจทย์ปัญหาควรสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน สามารถใช้สื่อจำหรือ หรือสื่อจริงประกอบการสอนได้

5. สร้างโจทย์เป็นโคลง กลอน เพื่อให้มีความเหมาะสมกับเรื่องใกล้ตัวหรือ สถานการณ์

6. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งโจทย์ คำถาม และคิดหาคำตอบ รวมถึงการเสนอ แนวทางในการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

6.1 การรู้จักสร้างบรรยากาศในการแก้โจทย์ปัญหา

6.2 การรู้จักสอนบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นๆ

6.3 ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

กล่าวโดยสรุป ในการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น การเลือกโจทย์ปัญหา โดยครูผู้สอนควรเลือกโจทย์ปัญหาที่ สถานการณ์ในโจทย์นั้นเกี่ยวข้องกับนักเรียน และเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน การเลือกโจทย์ปัญหาที่สามารถแก้โจทย์

ได้หลากหลายวิธี เพื่อฝึกให้นักเรียนรู้จักแก้ปัญหาได้หลากหลาย โจทย์ปัญหานั้นควรมีข้อความหรือภาษาเหมาะสมกับวัยของนักเรียน ครูผู้สอนต้องใช้สื่อประกอบการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา และต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้อ่านโจทย์เพื่อทำการวิเคราะห์โจทย์ วางแนวทางในการแก้โจทย์จนกระทั่งลงมือทำงานได้คำตอบ สุดท้ายต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้ตรวจสอบคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ตามกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

#### 7. การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นกระบวนการเพื่อนำไปสู่การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีนักการศึกษาหลายท่าน กล่าวถึงแนวทางในการวัดความสามารถในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเอาไว้ดังนี้

Gok (2010) ได้สรุปข้อบ่งชี้ในการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเอาไว้ดังนี้

1. การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยนักเรียนจะต้องแยกแยะและเข้าใจประเด็นปัญหาอย่างถูกต้อง มีการตรวจสอบ ติความทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของตนเองจนเข้าใจว่าข้อมูลใดจำเป็น ข้อมูลใดไม่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหา แล้วดำเนินการเขียนแผนภาพ หรือปริมาณที่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้น ระบุสัญลักษณ์ของปริมาณที่ต้องการหา หลักการหรือแนวคิดที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

2. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นกระบวนการเชิงปริมาณ เริ่มจากการดำเนินการแก้ในส่วนย่อยจนครบทั้งหมดแล้วนำเอาปริมาณมาแทนค่าลงในสมการเพื่อคำนวณหาคำตอบ

3. การตรวจสอบ ซึ่งเป็นการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ Docktor et al. (2016) ได้ระบุประเด็นเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัย โดยกำหนดไว้ดังนี้

1. การใช้องค์ความรู้ในการอธิบาย เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับมโนทัศน์ ความเข้าใจโจทย์ปัญหาโดยการพิจารณาจากการเขียนระบุสิ่งที่ทราบค่า สิ่งไม่ทราบค่า และระบุสัญลักษณ์ของสิ่งที่โจทย์ถาม รวมถึงอธิบายแนวคิด หรือหลักการที่เกี่ยวข้องหรือเป็นประโยชน์

2. การเลือกหลักการที่จำเป็นในสถานการณ์ของโจทย์ปัญหา และเลือกหลักการที่ใช้ในการหาคำตอบโดยการเขียนสัญลักษณ์ของปริมาณที่ต้องการและสมการที่ใช้

3. การประยุกต์ที่เฉพาะทาง เพื่อประเมินการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่ความสัมพันธ์ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา และแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างชัดเจน

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้โจทย์ปัญหา เพื่อประเมินความถูกต้องเหมาะสมในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ได้ลงมือเพื่อหาคำตอบ

5. ความสมเหตุสมผลของการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการประเมินความสมเหตุสมผลตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายในการหาคำตอบ

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547) ได้เสนอว่า การวัดและประเมินแบบวัดความสามารถแก้ปัญหามีประสิทธิภาพแบบนั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้ชัดเจนที่สุด
2. เลือกเครื่องมือวัดให้สอดคล้องและเหมาะสมกับข้อมูลที่จะวัด
3. ใช้เทคนิคการวัดหลากหลายวิธี
4. ศึกษาจุดเด่น จุดด้อยของเครื่องมือวัดแต่ละชนิด เพื่อให้ใช้ได้ถูกวิธี

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องมีเหมาะสมตามความสามารถของผู้เรียน มีการตั้งเกณฑ์ในการวัดให้เหมาะสมกับสถานการณ์ และต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ คือ 1) การวัดความเข้าใจโจทย์ปัญหา ในขั้นตอนนี้ จะต้องมีการอ่านเพื่อทำการวิเคราะห์โจทย์แล้วระบุเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา ตัวแปรที่ทราบค่า หลักการหรือความรู้ที่จะใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหา และเลือกใช้วิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา 2) การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาโดยอาศัยการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน 3) การตรวจสอบการแก้โจทย์ปัญหาทั้งคำตอบและขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

8. การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาการนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน และได้กล่าวถึงแนวทางในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันไว้ดังนี้

Montaque (1992) กล่าวว่า ในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน จะต้องประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

1. การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (self-instruction) เป็นส่วนที่นักเรียนจะต้องตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา และใช้ประสบการณ์เดิมมากำหนดกลยุทธ์หรือวิธีการที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาปัจจุบัน

2. การตั้งคำถามหรือการกำหนดเป้าหมาย (self-questioning) เป็นส่วนที่นักเรียนต้องกำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา หรือการระบุคำถามของโจทย์เพื่อให้เกิดการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบ

3. การกำกับและควบคุม (self-monitoring) เป็นส่วนที่นักเรียนต้องลงมือกระทำการแก้โจทย์ปัญหาตามแผนของตนเองเพื่อให้ได้คำตอบตามที่นักเรียนกำหนดเอาไว้ พร้อมทั้งตรวจสอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่

Azizah และคณะ (2019) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี ด้วยการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันว่าจะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

1. การวางแผน (planning) ซึ่งมีขั้นตอนย่อย คือ การกำหนดเป้าหมาย ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา และตัดสินใจเลือกวิธีการหรือกำหนดกลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหา

2. การกำกับควบคุม (monitoring) คือ การลงมือแก้โจทย์ปัญหาโดยมีการกำกับตามขั้นตอนตามแผนที่วางเอาไว้

3. การประเมินผล (evaluation) ประกอบได้ด้วยการประเมินความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาว่าได้ลงมือแก้โจทย์ตามขั้นตอนที่วางแผนเอาไว้ถูกต้องหรือไม่ รวมถึงเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่

Haeruddin และคณะ (2020) กล่าวถึงเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ว่าต้องมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ

1. การวัดความรู้เชิงอภิปัญญา (metacognitive knowledge) คือ นักเรียนจะต้องรู้เมื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหาแล้ว ว่าจะต้องใช้หลักการใด หรือวิธีการใดในการแก้โจทย์ปัญหา รู้วิธีการที่จะใช้ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

2. การวัดการตรวจสอบอภิปัญญา (metacognitive monitoring) ประกอบไปด้วย การวางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา แล้วลงมือแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นติดตามการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองเพื่อตรวจสอบและประเมินผลการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง แล้วปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่ผิดพลาด

พูนุ ปณุกิตโต ชิว



กล่าวโดยสรุป การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1) การวางแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา แล้วระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา มีการกำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา ตัดสินใจเลือกวิธีการหรือหลักการที่จะใช้แก้โจทย์ปัญหา และมีการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา 2) การกำกับควบคุม นักเรียนต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามแผนหรือขั้นตอนที่วางแผนไว้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ 3) การประเมินผล คือการตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหารวมถึงคำตอบเพื่อประเมินความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาว่าถูกต้องและสอดคล้องกับเป้าหมายแล้วหรือไม่

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกกลวิธีเมตาคอกนิชันในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่อ้างอิงตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ตามแนวคิดของ Beyer (1997) ซึ่งมีการกล่าวถึงเพียงขั้นตอนที่ต้องใช้การดำเนินการเพื่อแก้โจทย์ปัญหานั้น โดยประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา 2) การกำกับและควบคุม 3) การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา โดยทั้ง 3 ขั้นตอนนี้ มีความสอดคล้องกับเอกสารที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ว่าจะต้องประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1) การวางแผน 2) การกำกับควบคุม 3) การประเมินผล ดังนั้นแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ที่มีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของ Beyer จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ โดยในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ดังแสดงในตารางต่อไปนี้



ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันตามแนวคิดของ Beyer (1997) และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

องค์ประกอบในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน	ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน	ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาในแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
<p>1. การวางแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจ โจทย์ปัญหา แล้วระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา มีการกำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา ตัดสินใจเลือกวิธีการหรือหลักการที่จะใช้แก้โจทย์ปัญหา และมีการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา</p>	<p>นิชิตตามแนวคิดของ Beyer (1997)</p> <p>ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องวิเคราะห์ โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมาย และมีกรวางแผนในการแก้ โจทย์ปัญหา โดยจะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธี หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการ แก้ไขปัญหา แล้ววางแผน ออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ ปัญหา</p>	<p>1. ขั้นการวางแผน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้</li> <li>- ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม</li> <li>- ระบุสูตรหรือหลักการที่ใช้</li> <li>- วางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา</li> </ul>
<p>2. การกำกับควบคุม นักเรียนต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตาม แผนหรือขั้นตอนที่วางแผนไว้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือ บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้</p>	<p>ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์</p>	<p>2. ขั้นกำกับและควบคุม</p> <p>แสดงวิธีแก้โจทย์ปัญหา</p>
<p>3. การประเมินผล คือการตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ ปัญหา รวมถึงคำตอบเพื่อประเมินความสำเร็จในการแก้โจทย์ ปัญหาว่าถูกต้องและสอดคล้องกับเป้าหมายแล้วหรือไม่</p>	<p>ขั้นที่ 3 การประเมินผลการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้อง ตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้อง หรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง ตรงตามเป้าหมายที่ วางไว้หรือไม่</p>	<p>3. ขั้นประเมิน</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา</li> <li>- ตรวจสอบคำตอบ</li> </ul>

## 8. พฤติกรรมการเรียน

### 8.1 ความหมายของพฤติกรรมการเรียน

Brown and Holtzman (1965) ได้กล่าวเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเรียน หมายถึง พฤติกรรมการเรียนที่แสดงออกอย่างสม่ำเสมอเกี่ยวกับการใช้เวลาเรียน ได้แก่ การรู้จักใช้เวลาได้อย่างเหมาะสมในการเรียน การทำงาน และ วิธีการเรียน ได้แก่ การรู้จักใช้วิธีการเรียนอย่างถูกต้อง มีการวางแผน เตรียมงานก่อนลงมือทำ รู้จักแหล่งข้อมูลที่ต้องการทราบ ทำงานด้วยความมีระเบียบ

Cranston and McCort (1985) ได้กล่าวเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเรียนว่า หมายถึง เจตคติของผู้เรียนที่มีต่อการเรียน การสอน ผู้สอนและสัมพันธ์กับเพื่อน และวิธีการเรียนของผู้เรียนที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า

ทิพย์วรรณ สุขใจรุ่งวัฒนา (2552) ได้กล่าวเกี่ยวกับพฤติกรรมในการเรียน หมายถึง การปฏิบัติตนหรือการกระทำที่แสดงออกทางการเรียนของนักเรียนที่ปฏิบัติเป็นประจำทั้งในและนอกห้องเรียน ก่อนและหลังเรียนเพื่อให้เข้าใจบทเรียน และเพื่อส่งเสริมพัฒนาการเรียนของตนเอง

จากความหมายของพฤติกรรมการเรียนข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าพฤติกรรมการเรียน คือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกสม่ำเสมอในการเรียนรู้ ที่สามารถสังเกตได้ว่าผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบข้างอย่างไร มีพัฒนาการในการเรียนรู้อย่างไร และมีเจตคติในการเรียนรู้อย่างไร

### 8.2 การสังเกตพฤติกรรมการเรียนในการแก้ปัญหา

Wilczenski (2001) ได้ทำการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนจากกระบวนการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียน โดยสังเกตกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้ดังนี้

1. พฤติกรรมที่เื้อต่อกระบวนการกลุ่ม นักเรียนมีส่วนร่วมในสร้างปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อชี้แจงปัญหาหรือแลกเปลี่ยนกลยุทธ์

2. พฤติกรรมที่เบี่ยงเบนไปจากกระบวนการกลุ่ม นักเรียนบางส่วนไม่ให้ความสนใจ มีการขัดจังหวะขณะสื่อสาร

Gulacar, Bowman, & Feakes (2013) ได้ทำการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนในการแก้ปัญหา โดยสังเกตจากตัวแปรที่สังเกตได้ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนมีเวลาการอ่านทำความเข้าใจกับปัญหา
2. นักเรียนทำการวิเคราะห์หลังจากขั้นทำความเข้าใจในปัญหา

3. นักเรียนเขียนระบุ แยกแยะ วิธีการแก้ปัญหาจากคำถามในตอนต้น และมีกา  
ดำเนินการแก้ปัญหา

4. นักเรียนมีการตรวจสอบคำตอบว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่

สมทรง สุวพานิช (2549) ได้เสนอวิธีการสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาที่จะช่วยให้ครู  
ศึกษาพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหานักเรียนได้อย่างชัดเจน ซึ่งครูควรพิจารณาพฤติกรรมนักเรียนใน  
ประเด็นต่อไปนี้

1. นักเรียนได้อ่านปัญหาอย่างระมัดระวังหรือไม่
2. นักเรียนแต่ละคนเริ่มแก้ปัญหอย่างไร
3. นักเรียนได้นำยุทธวิธีหรือพยายามที่จะใช้เทคนิคกระบวนการที่ครูสอนไว้มาใช้  
หรือไม่
4. ได้พยายามใช้วิธีอื่นหรือไม่ เมื่อวิธีแรกล้มเหลว
5. นักเรียนมีจิตใจแน่วแน่นมั่นคงในการประยุกต์ใช้วิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา
6. มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการขาดความระมัดระวังเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามี เกิดขึ้น  
เมื่อไรและทำไม

7. นักเรียนมีความอดทนตั้งใจในการพยายามแก้ปัญหานานเท่าใด

8. นักเรียนขอความช่วยเหลือเร็วขนาดไหน

9. นักเรียนใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาแบบไหนบ่อยที่สุด

10. ใช้สื่อของจริงช่วยหรือไม่

จิตรา แก้วชัย (2553) ได้สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน ประกอบไปด้วย

1. พฤติกรรมการตอบคำถามของนักเรียน
2. พฤติกรรมการทำงานอย่างเป็นระบบ มีการวางแผนในการปฏิบัติงาน
3. พฤติกรรมด้านความรับผิดชอบและความร่วมมือ ตรงต่อเวลา
4. พฤติกรรมด้านความซื่อสัตย์

จากการกล่าวถึงการสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การสังเกต  
พฤติกรรมในการแก้ปัญห ควรประกอบไปด้วยการสังเกตพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการใน  
การแก้ปัญหา ได้แก่ การสังเกตว่านักเรียนมีการอ่านเพื่อทำการวิเคราะห์โจทย์หรือไม่ เมื่ออ่านโจทย์  
แล้วสามารถกำหนดเป้าหมาย วางแผนการแก้โจทย์หรือแก้ปัญหหรือเลือกแนวทางที่เหมาะสมในการ  
แก้ปัญหาได้หรือไม่ จากนั้นนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหอย่างไร ตลอดจนนักเรียนสามารถตรวจสอบ  
ความถูกต้องของผลลัพธ์ได้หรือไม่

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้การสังเกตชั้นเรียนในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วบันทึกผลการ  
จัดการเรียนรู้ในบันทึกหลังการสอน โดยบันทึกพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาที่

นักเรียนแสดงออกในชั้นเรียนเป็นภาพรวมในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ร่วมกับการวิเคราะห์ลักษณะคำตอบของนักเรียนจากชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อนำไปสะท้อนปัญหาที่นักเรียนพบในการนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงนำไปสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปัญหาที่ควรปรับปรุงในวงรอบการวิจัยต่อไป

## วิจัยปฏิบัติการ

### 1. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Henry และ Kemmis (1985) กล่าวว่า การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่ใช่การนำเอาวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอน โดยการตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐาน สรุปและตีความจากข้อมูลเพียงเท่านั้น แต่การวิจัยเชิงปฏิบัติการจะเกี่ยวข้องกับบุคคลและการพัฒนาเพื่อเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ซึ่งจะเป็นระบบที่หมุนไปเรื่อยๆ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งตัวผู้ทำวิจัยและสถานการณ์แวดล้อม

Kemmis และ McTaggart (1988) อธิบายไว้ว่า วิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการรวบรวมปัญหาจากการสะท้อนการปฏิบัติการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนา หาหลักการเหตุผล และวิธีการปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้รูปแบบหรือแนวทางไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานนั้นๆ และเป็นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานนั้นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับภาวะของสังคมและสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

ทวีป ศิริรัศมี (2537) ได้อธิบายไว้ว่า วิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มุ่งนำหลักการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะอย่าง ไม่ได้มุ่งเพื่อนำไปใช้กับสภาพการณ์โดยทั่วไปนอกจากสภาพการณ์ที่ศึกษา เป็นการวิจัยที่ง่ายและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานจริง

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537) ได้อธิบายว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการดำเนินการแบบวงจรมันไดเวียน (spiral) เป็นการศึกษาเพื่อแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติงานจริงมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและพัฒนาคุณภาพของงานที่กำลังปฏิบัติอยู่ และข้อมูลที่ได้ระหว่างดำเนินงานจะเป็นข้อมูลที่นำไปปรับแก้ไขในขั้นตอนถัดไป

ประพนธ์ เจียรกุล (2539) ได้อธิบายว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลไปปรับปรุงเฉพาะหน้าหรือนำไปปรับปรุงงานในหน้าที่ของตนหรือทั้งหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งที่เฉพาะเจาะจง ไม่ได้มุ่งที่จะนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้ในกรณีทั่ว ๆ ไป

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็น กระบวนการรวบรวมสภาพปัญหาแล้วศึกษาค้นคว้าเพื่อค้นหาวิธีการปรับปรุงหรือวิธีการพัฒนา คุณภาพงานที่ปฏิบัติอยู่ให้ดีกว่าเดิมโดยเป็นการแก้ปัญหาอย่างเฉพาะเจาะจง

## 2. ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

สมคิด พุคามี (2539) อธิบายไว้ว่า การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึงการ ค้นคว้าหาข้อมูลด้วยวิธีการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้นำมาแก้ปัญหาการจัดการเรียน การสอนในชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้ทำวิจัย มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติและ รวบรวมข้อมูล และขั้นที่ 3 ขั้นทบทวนและประเมินผลเพื่อปรับแผน

กรมวิชาการ (2542) อธิบายไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนคือกระบวนการที่ครู ศึกษาค้นคว้า เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนการสอนที่ตนรับผิดชอบโดยการพัฒนาการเรียนการ สอนอย่างเป็นระบบ

ประวิต เอรวารธรรม (2542) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนว่า เป็นการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ เพื่อแก้ปัญหาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน หรือพฤติกรรม การเรียนและคิดวิเคราะห์เพื่อพัฒนานวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอน

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544) อธิบายไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน คือการใช้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการค้นคว้าเพื่อสร้างความรู้ใหม่และสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางการศึกษา โดย ผลจากการค้นพบจะเป็นแนวทางนำไปจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนานักเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ตามเป้าหมาย และเป็นการพัฒนาตัวครูผู้สอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุง และพัฒนาการเรียน การสอน

สุวิมล ว่องวานิช (2548) อธิบายไว้ว่า การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน พัฒนาหรือส่งเสริมการ เรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน สามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิง ปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึง การวิจัยที่กระทำโดยครูผู้สอนเพื่อแก้ไขปัญหาในการจัดการเรียนการ สอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยมุ่งพัฒนาทั้งตัวผู้เรียนและผู้สอน

## 3. รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis และ McTaggart (1988) ได้กำหนดรูปแบบการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan) เป็นขั้นที่จะต้องกำหนดรายละเอียดของแผนงานว่าใครเป็น ผู้กระทำ มีกลวิธีการสอนอย่างไร ทำเมื่อไหร่ รวมทั้งการวางแผนในการสังเกตและควบคุมการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น กำหนดกลวิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

2. ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
3. ขั้นเก็บข้อมูลการสังเกต (Observe) สังเกตและบันทึกผลการสังเกต
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) สะท้อนสิ่งที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2538) กำหนดรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าประกอบด้วย

1. ขั้นวางแผน (Planning) วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครู นักเรียน วิชาและสิ่งแวดล้อม แล้วออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้
2. ขั้นปฏิบัติการ (Acting) นำแผนการจัดการเรียนการสอนไปใช้ในชั้นเรียน
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observing) เก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflecting) สะท้อนผลการปฏิบัติ สรุปสิ่งที่ทำได้ดี และสิ่งที่เป็นปัญหา

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล (2549) ได้กำหนดรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan) หาปัญหา สาเหตุ หาวิธีการแก้ปัญหาวิธีการสอน รวบรวมข้อมูลและวางแผนการสร้างเครื่องมือการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สร้างเครื่องมือ และวางแผนการสอน
2. ขั้นปฏิบัติและรวบรวมข้อมูล (Act and Observe) วางแผนการวัดผลความรู้พื้นฐาน วัดความรู้พื้นฐาน วางแผนการปรับพื้นฐาน ปรับพื้นฐาน และวิเคราะห์ผล วางแผนการสอน
3. ทบทวนและประเมินผลเพื่อปรับแผน (Reflect: Review & Evaluate)

สุวิมล ว่องวานิช (2548) กล่าวว่า รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan) วางแผนหลังจากวิเคราะห์และกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการ
2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) ปฏิบัติตามแผนงานที่กำหนด
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) สังเกตผลที่เกิดขึ้นหลังจากการปฏิบัติงาน
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) สะท้อนผลหลังจากการปฏิบัติงานให้ผู้มีส่วนรวมได้วิพากษ์วิจารณ์ และนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขต่อไป

จากรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้น สามารถสรุปได้ว่ารูปแบบของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข ปรึกษาผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งออกแบบเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) วิเคราะห์ผลเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหาให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

#### 4. ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kurt (1946) ได้อธิบายลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ ดังนี้

1. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือกัน (Participation and collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีส่วนร่วมสำคัญและมีบทบาทเท่าเทียมกันในทุกขั้นตอนของกระบวนการทำวิจัย
2. เน้นการปฏิบัติ (Action orientation) การวิจัยรูปแบบนี้ใช้การปฏิบัติ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา
3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical function) การวิเคราะห์การปฏิบัติอย่างลึกซึ้งจากที่สังเกตได้จะนำไปสู่การตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเพื่อการปรับแผนการปฏิบัติ
4. ใช้วงจรการปฏิบัติตามแนวคิดของ Kemmis และ McTaggart คือ การวางแผน (Planning) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflecting) ตลอดจนการปรับปรุงผล (Replanning) เพื่อนำไปปฏิบัติในวงจรถัดไปจนกว่าจะได้รูปแบบของการปฏิบัติที่พึงพอใจ

Kemmis และ McTaggart (1988) ได้กำหนดรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่มุ่งเน้นพัฒนางานที่ปฏิบัติอยู่แล้วเป็นปกติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและนำไปสู่การพัฒนาหรือแก้ปัญหาในองค์กร โดยนำเสนอปรัชญาในรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบบันไดเวียน (active research spiral) ซึ่งมีเนื้อหา ดังนี้

1. เป็นรูปแบบการวิจัยที่ผู้วิจัยเข้าไปมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ
2. มีคณะผู้วิจัย และการลงมติ
3. มีจุดประสงค์การวิจัยเพื่อการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนางานในหน้าที่
4. มีระบบการดำเนินงานเป็นวงจร คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกตและการสะท้อนผล
5. เป็นรูปแบบที่ไม่ยึดติด ไม่มีกฎเกณฑ์การทำวิจัยจนเกินไป มุ่งแก้ปัญหาเพื่อการเปลี่ยนแปลงเป็นสำคัญ ขึ้นอยู่กับคณะผู้ดำเนินการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2538) ได้เสนอลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา (Action research) ดังนี้



1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and Collaboration)

ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีบทบาทสำคัญในทุกกระบวนการของการวิจัย

2. เน้นการปฏิบัติการ (Action orientation) เป็นการวิจัยที่มีการปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา

3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) การวิเคราะห์การปฏิบัติการอย่างลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการปฏิบัติการ

4. ใช้วงจรการปฏิบัติการ (the action research spiral) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนได้แก่ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflecting)

สุวิมล ว่องวานิช (2548) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียนเอาไว้ว่า

1. มีการดำเนินงานที่เป็นวงจรต่อเนื่อง
2. มีกระบวนการทำงานแบบมีส่วนร่วม
3. เป็นกระบวนการที่เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานปกติ เพื่อให้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้จริง

จากลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการมีลักษณะสำคัญ ได้แก่ เป็นการวิจัยที่อาศัยความร่วมมือกัน เป็นการวิจัยที่เน้นการปฏิบัติเพื่อการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนา ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ผลการปฏิบัติการเพื่อปรับปรุงแผนการปฏิบัติการ และใช้วงจรปฏิบัติการที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ซึ่งเป็นการสำรวจสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข ปรึกษาผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งออกแบบเครื่องมือ ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) เป็นขั้นที่ใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูล และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) ที่ต้องทำการวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหาให้เพื่อให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

5. วิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2529) ได้เสนอว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้นประกอบด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย 5 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การกำหนดคำถาม หรือเป้าหมายของการวิจัย
2. การวางแผนการทำการวิจัย หรือ การเขียนโครงการวิจัย (Research proposal)
3. การรวบรวมข้อมูล ซึ่งรวมถึงการสร้างเครื่องมือ
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

### 5. การสรุปผล และแปลความหมายของผลการวิจัย

จากวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่า วิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ระบุปัญหาที่พบในชั้นเรียน
2. เลือกปัญหาที่สำคัญที่ครูสามารถแก้ไขได้เองเพื่อใช้เป็นปัญหาวิจัย
3. ระบุแนวทางหรือวิธีแก้ปัญหา
4. กำหนดชื่อเรื่องและวัตถุประสงค์ของการวิจัย
5. เลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการดำเนินการวิจัย
6. ลงมือแก้ไขปัญหตามกระบวนการที่วางแผนไว้
7. รวบรวมข้อมูลเป็นระยะๆ ในระหว่างการแก้ปัญหา
8. สรุปผลการวิจัยและแปลความหมายของผลการวิจัย
9. เขียนรายงานวิจัยในชั้นเรียน

เมื่อผู้วิจัยระบุปัญหาที่พบในชั้นเรียนได้แล้ว ผู้วิจัยจะต้องกำหนดแนวทางที่ใช้ในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนและช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในตนเองในระดับที่สมบูรณ์

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2538) เสนอไว้ว่า กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีขั้นตอนดังนี้

1. พิจารณาปัญหาที่ต้องการจะศึกษา ผู้วิจัยจะต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่จะศึกษาอย่างชัดเจน ปัญหาที่จะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องมีทฤษฎีรองรับในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น การวิเคราะห์สภาพของปัญหา (Thematic concern) ต้องครบ 4 องค์ประกอบต่อไปนี้ คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับครู นักเรียน เนื้อหาวิชาและสภาพแวดล้อม
2. เลือกปัญหาสำคัญที่เป็นสาระควรแก่การศึกษาวิจัย เลือกโดยอาศัยทฤษฎีมาร่วมพิจารณาลักษณะของปัญหา แล้วสร้างสมมติฐาน (Hypothesis) ของการวิจัย
3. เลือกเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยที่จะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้โดยเครื่องมือที่ใช้จะมี 2 ลักษณะคือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เช่น อุปกรณ์การเรียนการสอนแบบฝึกหัด เป็นต้น และเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติ เช่น แบบทดสอบแบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น
4. บันทึกแต่ละขั้นตอนของการวิจัยอย่างละเอียด ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้า และอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการ คือ ในขั้นตอนของ วางแผนงาน การปฏิบัติการ การสังเกต และการสะท้อนการปฏิบัติการ เก็บสะสมข้อบันทึกไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติการต่อไป และเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์หาคำตอบของสมมติฐาน

5. วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมไว้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่ามีความถูกต้อง แสดงรายละเอียดอธิบายสถานการณ์ จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อที่เหมาะสมเปรียบเทียบข้อแตกต่าง และความคล้ายคลึงของข้อมูลแต่ละประเภทโดยวิเคราะห์วิจารณ์กับกลุ่มผู้วิจัย

6. ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มผู้วิจัยได้พิจารณาไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุผลและวิธีแก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์

กิตติพร ปัญญาภิญโญผล (2549) ได้เสนอว่ากระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. กำหนดปัญหา
    - 1.1 ระบุปัญหาต่างๆ ที่ครูพบในชั้นเรียน
    - 1.2 กำหนดปัญหาและสาเหตุที่ครูสามารถแก้ไขได้เอง
    - 1.3 ระบุแนวทางหรือวิธีแก้ปัญหา
    - 1.4 กำหนดชื่อเรื่องและวัตถุประสงค์ของการวิจัย
  2. ลงมือแก้ไขปัญหตามทีระบุในข้อ 1.3
  3. รวบรวมข้อมูลเป็นระยะ ๆ ในระหว่างการแก้ปัญหาทั้งข้อมูลย่อย ๆ และผลรวมยอดที่เกิดจากการแก้ปัญหา(การรวบรวมข้อมูลแบบต่างๆ และเครื่องมือวิจัย)
  4. วิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของข้อมูลที่รวบรวมได้ในข้อ 3
  5. สรุปผลที่ได้จากข้อ 2, 3 และ 4 ว่าผลการแก้ไขเป็นอย่างไร มีข้อมูลหลักฐานเพียงพอ ในการสรุปและตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย
  6. เขียนรายงานวิจัยในชั้นเรียน
- งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยยึดถือรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการตามรูปแบบของ Kemmis และ McTaggart ที่มุ่งเน้นพัฒนางานเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและนำไปสู่การพัฒนาหรือแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน มีรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบบันไดเวียน (active research spiral) ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) ขั้นสะท้อนผล (Reflect)

พูน ปณ กิโต ชเว

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. งานวิจัยภายในประเทศ

สิริเกศ หมัดเจริญ (2554) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 34 คน ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เมื่อสิ้นสุดการวิจัย พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.95 ของคะแนนเต็มและมีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มคิดเป็นร้อยละ 73.53 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ 2) ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อสิ้นสุดการสอนทุกวงจรโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.35 ของคะแนนเต็มและมีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มคิดเป็นร้อยละ 70.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นั่นคือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เรื่องเสียงของนักเรียนได้

วราภรณ์ เกลี้ยงกลั่น (2557) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการ ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 8 แผน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสะท้อนผลการปฏิบัติ ได้แก่ แบบบันทึกกระบวนการแก้ปัญหาวิชาเคมี และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา วิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมีที่เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ผลวิจัยพบว่า 1) คะแนนทักษะการแก้ปัญหาวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นการวางแผน มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 37 คน คิดเป็นร้อยละ 92.5 ของนักเรียนทั้งหมด ชั้นการกำกับควบคุม มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 55 ของนักเรียนทั้งหมด ชั้นการประเมิน มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.5 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน มีนักเรียนจำนวน 12 คน ที่ผ่านเกณฑ์ คือร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 30 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

ศิริภา นามโน (2560) ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน กลุ่มเป้าหมาย ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้าสถิต 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ แบบอัตนัย 2 ข้อ จำนวน 3 ชุด 3) แบบสังเกตความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เป็นลักษณะแบบไม่มีโครงสร้าง 4) แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีวงจรการปฏิบัติ 3 วงจร สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการพรรณนาวิเคราะห์ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ได้ตั้งไว้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เป็นจำนวน 11 39 และ 43 คนตามลำดับ นักเรียนจำนวน 18 คน มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับมากที่สุด นักเรียน 22 คนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับมาก และนักเรียนจำนวน 3 คนคนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับปานกลาง

อุษา ชมพูปฤกษ์ (2561) ทำการศึกษากการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลยุทธ์เมตาคอกนิชัน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 41 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์เมตาคอกนิชัน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบ

วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบอัตนัย (4) แบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการเรียน รายวิชาฟิสิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบค่าที ผลการพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.32/78.04 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75ที่ตั้งไว้ 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน รายวิชาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6626 หรือผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 66.26 3) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชัน มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

วิรัตน์ ชันเขต และคณะ (2562) ทำการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 32 คน มีจุดประสงค์เพื่อมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และ เฮลเลอร์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของ เฮลเลอร์และเฮลเลอร์เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ร้อยละ 51.58 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง และส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาสูงขึ้นร้อยละ 71.04 ซึ่งมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Kabit และ Ghani (2008) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเรียนของ นักเรียนกับองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ได้แก่ การวางแผนในการจัดการข้อมูลการตรวจสอบ ความเข้าใจ แผนการแก้ปัญหา และการประเมิน และมีการตรวจสอบถึงความตระหนักในเมตาคอกนิชันกับนักเรียนทุกเพศและทุกปีการศึกษา ในโรงเรียนมัธยมที่เมือง Kuchig เครื่องมือที่ใช้ในการวัดเมตาคอกนิชันเป็นของ Schraw และ Dennison ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเรียนกับเมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก ความตระหนัก ในเมตาคอกนิชันระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างกัน

ในความตระหนักในเมตาคอกนิชันระหว่างเพศชายและเพศหญิงในทุกชั้นปีและพบว่าแรงจูงใจมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในหลักสูตร

Kipnis และ Mara (2008) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่าในขณะที่ปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง นักเรียนได้ฝึกความสามารถในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวของพวกเขาเองโดยมีหลากหลายระยะของขั้นตอนการเรียนรู้ ผลการวิเคราะห์จากการสัมภาษณ์ชี้ให้เห็นว่านักเรียนที่เข้าร่วมในงานวิจัยนี้ได้แสดงความรู้ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ในการปฏิบัติกิจกรรมในแบบทดสอบ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบเชิงปฏิบัติการที่ใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้สามารถช่วยให้นักเรียนมีโอกาสฝึกทักษะปฏิบัติการเรียนรู้แบบ Metacognitive ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ผ่านกระบวนการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้อย่างกว้างขวาง

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่า กลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายเนื้อหาทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การแก้โจทย์ปัญหา พัฒนาการรู้คิด การคิดเชิงเหตุผลอย่างมีคุณภาพ ช่วยให้นักเรียนตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล รวมถึงสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ในการเรียน และสามารถนำมาใช้จัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคต่างๆ ในการส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาได้ งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจทำการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน



### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ในรายวิชาเคมี เรื่อง แก๊ส และสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. ขอบเขตการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. รูปแบบของการวิจัย
4. วิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ
5. ขั้นตอนดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การจัดการกระทำกับข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนผดุงนารี อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 24 คน โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่ำกว่าร้อยละ 70 แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย 2 ข้อ ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน แสดงดังตารางต่อไปนี้

พูนุ ปณุกิตโต ชีเว



ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน

เลขที่	คะแนน (12)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (12)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน
1ก	4.60	38.33	ไม่ผ่าน	1ข	9.30	77.50	ผ่าน
2ก	4.10	34.17	ไม่ผ่าน	2ข	4.10	34.17	ไม่ผ่าน
3ก	4.60	38.33	ไม่ผ่าน	3ข	4.60	38.33	ไม่ผ่าน
4ก	8.60	71.67	ผ่าน	4ข	5.10	42.50	ไม่ผ่าน
5ก	5.60	46.67	ไม่ผ่าน	5ข	4.10	34.17	ไม่ผ่าน
6ก	7.10	59.17	ไม่ผ่าน	6ข	4.60	38.33	ไม่ผ่าน
7ก	4.80	40.00	ไม่ผ่าน	7ข	8.60	71.67	ผ่าน
8ก	4.30	35.83	ไม่ผ่าน	8ข	5.10	42.50	ไม่ผ่าน
9ก	5.10	42.50	ไม่ผ่าน	9ข	9.10	75.83	ผ่าน
10ก	9.30	77.50	ผ่าน	10ข	4.10	34.17	ไม่ผ่าน
11ก	5.10	42.50	ไม่ผ่าน	11ข	8.60	71.67	ผ่าน
12ก	5.60	46.67	ไม่ผ่าน	12ข	4.10	34.17	ไม่ผ่าน
13ก	4.10	34.17	ไม่ผ่าน	13ข	4.10	34.17	ไม่ผ่าน
14ก	4.10	34.17	ไม่ผ่าน	14ข	4.60	38.33	ไม่ผ่าน
15ก	4.10	34.17	ไม่ผ่าน	15ข	5.10	42.50	ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 4 แสดงจำนวนนักเรียนที่เข้ารับการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีทั้งสิ้น 30 คน ผลการทดสอบ พบว่านักเรียนจำนวน 24 คน ที่เข้ารับการทดสอบ มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาค่ากว่าร้อยละ 70 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 83.33 ของนักเรียนทั้งหมด ดังนั้น กลุ่มเป้าหมายที่ต้องได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจึงเป็นนักเรียนในชั้นเรียนนี้จำนวน 24 คน

## 2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เนื้อหาที่อ้างอิงจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วยการเรียนรู้ แก๊สและสมบัติของแก๊ส จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้

### 3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยนี้เริ่มดำเนินการสังเกตชั้นเรียนในภาคเรียนที่ 2/2562 และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในภาคเรียนที่ 1/2563 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 1 ปีการศึกษา และใช้เวลาเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 11 ชั่วโมง

### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมในงานวิจัยนี้ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยแบ่งจำนวนแผนในแต่ละวงรอบตามความเหมาะสมของเนื้อหาได้ดังนี้  
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ

วงรอบ ที่	แผนฯ ที่	สาระการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง) / แผนฯ	เวลา(ชั่วโมง) / วงรอบ
1	1	กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล	2	3
	2	กฎของเกย์-ลูสแซก	1	
2	3	กฎรวมแก๊ส	2	5
	4	กฎอวอกาโดร	1	
	5	กฎแก๊สอุดมคติ	2	
3	6	กฎความดันย่อยของดาลตัน	1	3
	7	กฎการแพร่ของเกรแฮม	2	

2. แบบทดสอบสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส แบบอัตนัยจำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ ใช้ในการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แล้วในแต่ละวงรอบ

3. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้วิจัยได้รับข้อมูลย้อนกลับ โดยจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ

## รูปแบบของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยปฏิบัติการ (Action Research) ที่ใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา รายวิชา เคมี 3 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วย 3 วงรอบ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

### วงรอบที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เป็นการวางแผนที่นำไปสู่การปฏิบัติเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ โดยจะทำการสำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาเพื่อเสาะหาแนวทางในการแก้ปัญหาโดยทำการศึกษาดำรง ทฤษฎี แนวคิด เพื่อวางแผนวิธีการแก้ปัญหา และสร้างเครื่องมือที่จะใช้แก้ปัญหา ดังกล่าว

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) เป็นการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้วางแผนไว้ในขั้นที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) เป็นการติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อมๆ กับขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ คือในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ร่วมกับสังเกตชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เป็นการสะท้อนแนวคิด และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต บันทึกหลังการสอน ชิ้นงานของนักเรียน และผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ว่าได้ดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ และใช้เป็นแนวทางนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงาน ปรับปรุงกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งที่ผ่านไปแล้วและนำไปปรับปรุงสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 ต่อไป

### วงรอบที่ 2

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) นำเอาผลการสะท้อนจากวงรอบที่ 1 มาปรับปรุงการจัดกิจกรรมหรือแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้ว

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) ติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อมๆ กับขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ คือในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้น

ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ร่วมกับสังเกตชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) สะท้อนแนวคิด และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต บันทึกหลังการสอน ชิ้นงานของนักเรียน และผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ว่าได้ดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ เป็นการส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้เรียนรู้หรือเข้าใจจุดอ่อนและจุดแข็งของแผนการจัดการเรียนรู้ และใช้เป็นแนวทางนำไปสู่การปรับแผนการดำเนินงาน ปรับปรุงกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งที่ผ่านไปแล้วและนำไปปรับปรุงสำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ในรอบที่ 3 ต่อไป

#### วงรอบที่ 3

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) นำเอาผลการสะท้อนจากวงรอบที่ 2 มาปรับปรุงการจัดกิจกรรมหรือแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Act) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ปรับปรุงแล้ว

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe) ติดตามผลการปฏิบัติ โดยผู้วิจัยจะดำเนินการไปพร้อมกับขั้นตอนการลงมือปฏิบัติ คือในระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยจะเก็บรวบรวมข้อมูลที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ของนักเรียนโดยใช้เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ร่วมกับสังเกตชั้นเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) สะท้อนแนวคิด และผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสังเกต บันทึกบันทึกหลังการสอน ชิ้นงานของนักเรียน และผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ว่าได้ดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ แล้วทำการรวบรวมข้อมูลทั้ง 3 วงรอบเพื่อทำการอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

พูน ปณ ทิโต ชีเว

## วิธีการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ในรายวิชาเคมี 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร ประกอบด้วย หลักการ จุดมุ่งหมายของหลักสูตร สาระสำคัญ มาตรฐานตามสาระหลัก มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น สาระการเรียนรู้ช่วงชั้น ผลการเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนตามแนวทางของหลักสูตรแกนกลางและหลักสูตร โรงเรียนผดุงนารี

1.2 ศึกษากระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทำโดยการวิเคราะห์จากมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น เพื่อกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนมีหรือบรรลุ โดยมีทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ

1.3 กำหนดสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลา ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 6



ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วงรอบ ที่	แผนการจัด การเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	1	กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล	กฎของบอยล์ กล่าวว่าเมื่ออุณหภูมิ (T) และมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊ส (V) จะแปรผกผันกับความดัน $P_1 V_1 = P_2 V_2$ กฎของชาร์ล กล่าวว่าเมื่อมวลและความดันของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊ส (V) จะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน (T) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันแก๊สตามกฎของบอยล์ และระหว่งปริมาตรกับอุณหภูมิของแก๊สตามกฎของชาร์ล (K) 2. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาตรหรือความดันแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ และปริมาตรหรืออุณหภูมิโดยใช้กฎของชาร์ล (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)	2
	2	กฎของเกย์-ลูสแซก	กฎของเกย์-ลูสแซก กล่าวว่าเมื่อปริมาตรและมวลคงที่ ความดันแก๊ส (P) แปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน (T) $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิของแก๊สตามกฎของเกย์-ลูสแซก (K) 2. นักเรียนสามารถคำนวณความดันหรืออุณหภูมิโดยใช้กฎของเกย์-ลูสแซก (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)	1

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนการจัดการ การเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2	3	กฎรวมแก๊ส	ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) อุณหภูมิ (T) และปริมาตร (V) ของแก๊สเมื่อมวลคงที่ สามารถอธิบายและแสดงความสัมพันธ์ได้ด้วยกฎรวมแก๊สที่มีรากฐานมาจากกฎของบอยล์และกฎของชาร์ล $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร ความดันและอุณหภูมิของแก๊สเมื่อมวลคงที่ (K) 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตร ความดันหรืออุณหภูมิของแก๊สที่สภาวะต่างๆ ตามกฎรวมแก๊ส (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)	2
	4	กฎอวกาศไคโร	กฎอวกาศไคโร กล่าวว่าที่อุณหภูมิและความดันคงที่ ปริมาตรของแก๊ส (V) ใดๆ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับจำนวน (n) โมลของแก๊สนั้นๆ $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$	1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตร และจำนวนโมลของแก๊สโดยใช้กฎอวกาศไคโร (K) 2. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาตรหรือจำนวนโมลของแก๊สโดยใช้กฎอวกาศไคโร (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)	1
	5	กฎแก๊สอุดมคติ	กฎแก๊สอุดมคติ แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความดัน (P) ปริมาตร (V) จำนวนโมล (n) และ อุณหภูมิ (T) ของแก๊สที่มีพฤติกรรมเป็นไปตามทฤษฎีจลน์ของแก๊ส $PV = nRT$	1. นักเรียนสามารถอธิบายสมการสถานะของแก๊สหรือกฎแก๊สอุดมคติได้ (K) 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความดัน ปริมาตร จำนวนโมลหรืออุณหภูมิของแก๊สอุดมคติ (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)	2

ตารางที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนการจัดการ การเรียนรู้ที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	6	กฎความดันย่อย ของดาลตัน	<p>กฎความดันย่อยของดาลตัน กล่าวว่าความดันของแก๊สผสมของแก๊สที่ไม่ทำปฏิกิริยากันมีค่าเท่ากับผลรวมของความดันของแก๊สแต่ละชนิดที่ประกอบองค์ประกอบ</p> $P_{\text{รวม}} = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎความดันย่อยของดาลตันที่ไม่ทำปฏิกิริยาต่อกัน (K)</li> <li>2. นักเรียนสามารถคำนวณหาความดันรวมหรือความดันย่อยของแก๊สผสมโดยใช้กฎความดันย่อยของดาลตัน (P)</li> <li>3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)</li> </ol>	1
7	7	กฎการแพร่ของ เกรแฮม	<p>กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม กล่าวว่าที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน จำนวนโมเลกุลของแก๊สที่แพร่ผ่านต่อหนึ่งหน่วยเวลาหรืออัตราการแพร่ผ่านของแก๊สแปรผกผันกับรากที่สองของมวลต่อ</p> $\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎการแพร่ของเกรแฮมได้ (K)</li> <li>2. นักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราการแพร่ มวลโมเลกุลและความหนาแน่นของแก๊สโดยอาศัยกฎการแพร่ของเกรแฮมได้ (P)</li> <li>3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)</li> </ol>	2



1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันตามวงจรปฏิบัติการ จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และระยะเวลาที่กำหนด แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหาและกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีรายนามดังนี้

1) รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม การศึกษาศุภบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผศ. ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ ครุศาสตร์ดุขบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) ผศ. ดร. บรรจบ วันโน วิทยาศาสตร์ดุขบัณฑิต สาขาเคมี ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเคมี

4) ผศ. ดร. อรณัฐ วราอัสวปติ ศรีสะอาด ปริญญาดุขบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

5) นางวิระวรรณ เจริญศักดิ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

1.6 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชุม ศรีสะอาด, 2553)

คะแนนเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย

คะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

นำผลการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป ซึ่งค่าเฉลี่ยจากการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แสดงดังตารางต่อไปนี้ ตารางที่ 7 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
1	4.50	มาก
2	4.49	มาก
3	4.49	มาก
4	4.55	มากที่สุด
5	4.43	มาก
6	4.54	มากที่สุด
7	4.56	มากที่สุด

1.7 นำคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในส่วนของกิจกรรมในขั้นสำรวจและค้นหา ในกิจกรรมการทดลองเรื่องกฎของอาโวกาโดร ให้เปลี่ยนการขังสารเป็นการตวงสารแทน เพื่อให้นักเรียนสามารถทำการทดลองได้สะดวกขึ้น และปรับปรุงการนำเสนอกลวิธีเมตาคอกนิชันในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป โดยการระบุบทบาทครูของครูให้มีรายละเอียดที่ชัดเจน เพื่อให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันของงานวิจัย

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ แต่ละชุดมีคะแนนเต็ม 18 คะแนน โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน และเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวทางของกลวิธีเมตาคอกนิชัน

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัยจำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ โดยพิจารณาและสร้างตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน

ขั้นที่ 2 ขั้นกำกับและควบคุม

ขั้นที่ 3 การประเมิน

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ ดังนี้

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอน	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	น้ำหนักคะแนน
1. ขั้นการวางแผน	1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ หรือระบุผิด</li> <li>- ระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มาถูกต้อง แต่ระบุไม่ครบ</li> <li>- ระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มาถูกต้อง และครบถ้วน</li> </ul>	0 1 2	2
	1.2 การระบุคำถามของโจทย์ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่ระบุคำถามของโจทย์</li> <li>- ระบุคำถามของโจทย์ผิด</li> <li>- ระบุคำถามของโจทย์ถูกต้อง</li> </ul>	0 1 2	
	1.3 การระบุสูตร หรือหลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่ระบุสูตร หรือ หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา</li> <li>- ระบุสูตร หรือ หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ถูกต้อง</li> <li>- ระบุสูตร หรือ หลักการในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์</li> </ul>	0 1 2	
	1.4 การออกแบบขั้นตอน หรือ การวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา</li> <li>- ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่เป็นลำดับชัดเจน</li> <li>- ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน</li> </ul>	0 1 2	
2. ขั้นกำกับและควบคุม	การแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบหรือวางแผนเอาไว้ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้</li> <li>- แสดงวิธีทำ แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้</li> <li>- แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ออกแบบเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน</li> </ul>	0 1 2	2

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา (ต่อ)

ขั้นตอน	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	น้ำหนักคะแนน
3. ขั้นตอนประเมิน	3.1 การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่มีการเขียนอธิบาย หรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา</li> <li>- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง</li> <li>- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง</li> </ul>	0	2
	3.2 การตรวจสอบคำตอบ <ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่มีการเขียนอธิบาย หรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ</li> <li>- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ แต่ไม่ชัดเจนและไม่สอดคล้องกับคำตอบที่ถูกต้อง</li> <li>- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับคำตอบที่ถูกต้อง</li> </ul>	0 1 2	

## เกณฑ์คะแนน

นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบ = ผ่านเกณฑ์

นักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบ = ไม่ผ่านเกณฑ์

โดยแบบทดสอบแต่ละชุดถูกสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละ

วงรอบดังนี้



ตารางที่ 9 แสดงโจทย์ปัญหาของแบบทดสอบชุดที่ 1 – 3

ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	โจทย์ปัญหา
1	นักเรียนสามารถคำนวณปริมาตรหรือความดันแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ และปริมาตรหรืออุณหภูมิโดยใช้กฎของชาร์ลได้	1) แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุในกระบอกสูบขนาด 2.0 ลิตร จะต้องเลื่อนก้านกระบอกสูบให้มีปริมาตรเป็นเท่าใดจึงจะทำให้แก๊สชนิดนี้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 3.0 เท่า
	นักเรียนสามารถคำนวณปริมาตรหรือความดันแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ และปริมาตรหรืออุณหภูมิโดยใช้กฎของชาร์ลได้	2) แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 22.4 ลิตร ที่ STP แก๊สนี้จะมีปริมาตรเท่าใดที่ 298 เคลวิน ถ้ากำหนดให้ความดันของแก๊สคงที่
	นักเรียนสามารถคำนวณความดันหรืออุณหภูมิโดยใช้กฎของเกย์-ลูสแซกได้	3) ภาชนะปิดปริมาตรคงที่ขนาด 10.00 ลิตร สามารถทนแรงดันได้สูงสุดเท่ากับ 20 บรรยากาศ ถ้านำภาชนะนี้มาบรรจุแก๊สที่มีความดัน 5.0 บรรยากาศ อุณหภูมิ 298 เคลวิน ภาชนะนี้จะทนอุณหภูมิได้สูงสุดกี่เคลวิน
2	นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาตร ความดันหรืออุณหภูมิของแก๊สที่สถานะต่างๆ ตามกฎรวมแก๊ส	1) แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ความดัน 1.0 บรรยากาศ อุณหภูมิ 273 เคลวิน ถ้าแก๊สนี้มีปริมาตรและความดันเปลี่ยนเป็น 1,150 ลูกบาศก์เซนติเมตร และ 900 มิลลิเมตรปรอท ตามลำดับ จงหาอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปในหน่วยเคลวิน
	นักเรียนสามารถคำนวณปริมาตรหรือจำนวนโมลของแก๊สโดยใช้กฎอวอกาโดร	2) ห่วงยางปริมาตร 5.0 ลิตรมีแก๊สไนโตรเจนบรรจุอยู่ 0.35 โมล เมื่อเติมแก๊สไนโตรเจนจนมีจำนวน 0.7 โมล ปริมาตรของแก๊สในห่วงยางเป็นเท่าใด
	นักเรียนสามารถคำนวณหาความดัน ปริมาตร จำนวนโมล หรืออุณหภูมิของแก๊สอุดมคติ	3) น้ำ 1.5 โมล ระเหยเป็นไอในภาชนะขนาด 10.0 ลิตร ความดันของน้ำจะเป็นเท่าใดเมื่อระเหยเป็นไอสมบูรณ์ ที่อุณหภูมิ 473 เคลวิน

ตารางที่ 9 แสดงโจทย์ปัญหาของแบบทดสอบชุดที่ 1 – 3 (ต่อ)

ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	โจทย์ปัญหา
3	นักเรียนสามารถคำนวณหาความดันรวมหรือความดันย่อยของแก๊สผสมโดยใช้กฎความดันย่อยของดาลตัน	1) แก๊สอะเซทิลีน ( $C_2H_4$ ) 1.5 โมล และแก๊สออกซิเจน ( $O_2$ ) 3.0 โมล บรรจุในภาชนะขนาด 15 ลิตรที่ โดยมีผนังกัน ที่อุณหภูมิ 298 เคลวิน ถ้าแก๊สทั้งสองชนิดไม่ทำปฏิกิริยาต่อกัน เมื่อเปิดผนังกัน ความดันรวมของแก๊สผสมมีค่าเท่าใด
	นักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราการแพร่ มวลโมเลกุล และความหนาแน่นของแก๊สโดยอาศัยกฎการแพร่ของเกรแฮมได้	2) ) แก๊ส A มีความหนาแน่นเป็น 3 เท่าของแก๊ส B จงคำนวณอัตราส่วนของอัตราการแพร่ของแก๊ส A ต่อแก๊ส B ที่สภาวะเดียวกัน
	นักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราการแพร่ มวลโมเลกุล และความหนาแน่นของแก๊สโดยอาศัยกฎการแพร่ของเกรแฮมได้	3) แก๊ส A มีมวลโมเลกุลเป็น 81 เคลื่อนที่ในภาชนะหนึ่งด้วยอัตราการแพร่ 15 ซม./วินาที ถ้าแก๊ส B มีมวลโมเลกุล 25 จะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่าใด

2.3 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเสนอเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้องของโจทย์ปัญหาและความเหมาะสมต่อระดับความสามารถของนักเรียน แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเพื่อประเมินคุณภาพความเหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยมีรายนามดังนี้

1) รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผศ. ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ คุรุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) ผศ. ดร. บรรจบ วันโน วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาเคมี ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเคมี

4) ผศ. ดร. อรณัฐ วราอัสวปติ ศรีสะอาด ปริญญาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

5) นางวิระวรรณ เจริญศักดิ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของโจทย์ปัญหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

2.4 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์โดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) โดยใช้เกณฑ์ความสอดคล้องที่ค่า 0.50 - 1.00 (บุญชุม ศรีสะอาด, 2553) โดยมีผลการพิจารณาดังนี้ ตารางที่ 10 ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

แบบทดสอบชุดที่	โจทย์ปัญหาข้อที่	IOC	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง
1	1	1	มีความสอดคล้อง
	2	1	มีความสอดคล้อง
	3	1	มีความสอดคล้อง
2	1	1	มีความสอดคล้อง
	2	1	มีความสอดคล้อง
	3	1	มีความสอดคล้อง
3	1	1	มีความสอดคล้อง
	2	1	มีความสอดคล้อง
	3	1	มีความสอดคล้อง

2.5 เนื่องจากไม่ได้รับคำแนะนำให้ปรับปรุงหรือแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยจึงจัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อนำไปกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน แบบกึ่งโครงสร้าง สำหรับเป็นข้อมูลย้อนกลับเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้หลังจากที่นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบไปแล้ว โดยมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

3.2 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างโดยมีประเด็นในการสัมภาษณ์ ดังนี้

ตารางที่ 11 แสดงประเด็นและลักษณะของคำถามที่ใช้ในแบบสัมภาษณ์

ประเด็นในการสัมภาษณ์	ลักษณะของคำถามในการสัมภาษณ์	บันทึกความคิดเห็นของนักเรียน
1.วิธีการจัดการเรียนรู้	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ในแต่ละชั้นดังต่อไปนี้ ชั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ชั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ชั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป ชั้นที่ 4 ขยายความรู้ + กลวิธีเมตา-คอกนิชัน ชั้นที่ 5 ประเมิน	
2. สื่อการสอน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับสื่อการสอนที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน	
3. เวลา	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละชั้น	
4. การมีส่วนร่วม	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด	



ตารางที่ 11 แสดงประเด็นและลักษณะของคำถามที่ใช้ในแบบสัมภาษณ์ (ต่อ)

ประเด็นในการสัมภาษณ์	ลักษณะของคำถามในการสัมภาษณ์	บันทึกความคิดเห็นของนักเรียน
5. กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน	<p>นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาโดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน รวมถึงประสบปัญหาในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นต่อไปหรือไม่</p> <p>อย่างไร</p> <p>ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน</p> <p>ขั้นที่ 2 ขั้นกำกับและควบคุม</p> <p>ขั้นที่ 3 ขั้นประเมิน</p>	

3.3 นำแบบสัมภาษณ์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของคำถาม แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามและประเด็นที่ต้องการทราบ จำนวน 5 ท่าน โดยมีรายนามดังนี้

1) รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผศ. ดร. ทศน์ศิริรินทร์ สว่างบุญ ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวัดและประเมินผลการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) ผศ. ดร. บรรจบ วันโน วิทยาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาเคมี ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเคมี

4) ผศ. ดร. อรุณช วรรณอศุภปติ ศรีสะอาด ปริญญาตรีดุษฎีบัณฑิต สาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและพัฒนาการศึกษา

5) นางวิระวรรณ เจริญศักดิ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ ตำแหน่ง  
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนผดุงนารี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผู้เชี่ยวชาญ  
ด้านเนื้อหาและการสอนเคมี

โดยใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

3.5 นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับ  
ประเด็นที่ต้องการทราบโดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) โดยใช้เกณฑ์  
ความสอดคล้องที่ค่า 0.50 - 1.00 (บุญชุม ศรีสะอาด, 2553) โดยมีผลการพิจารณาดังนี้  
ตารางที่ 12 แสดงผลการพิจารณาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์

ประเด็นที่	IOC	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง
1	1	มีความสอดคล้อง
2	1	มีความสอดคล้อง
3	1	มีความสอดคล้อง
4	1	มีความสอดคล้อง

3.6 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาปรับปรุงตามคำแนะนำที่  
ได้รับ โดยปรับปรุงคำถามให้ครอบคลุมกับประเด็นที่ต้องการทราบมากขึ้นในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ  
กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน แล้วจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ต่อไป

#### การดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

##### 1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนของแนวคิดของ Kemmis และ McTaggart  
(ประวิตร เอรารวรรณ์, 2545 อ้างอิงมาจาก Kemmis และ McTaggart, 1998) ซึ่งประกอบด้วย 4  
ขั้นตอน คือ การวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการ  
ปฏิบัติ (Reflect) โดยดำเนินการทั้งสิ้น 3 วนรอบ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning)

1. สํารวจและสังเกตสภาพปัญหาของผู้เรียนรวมทั้งศึกษาความต้องการและศักยภาพพื้นฐาน จากการสังเกตชั้นเรียน ในชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนผดุงนารีที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 และทำการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อกำหนดกลุ่มเป้าหมายในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ก่อนเริ่มทำการเก็บข้อมูลวิจัย (นักเรียนส่วนใหญ่ยังเป็นนักเรียนที่มาจากชั้นเรียนเดิม มีนักเรียนบางส่วนที่ถูกโยกย้ายให้เปลี่ยนชั้นเรียน)
2. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายวิชาเคมี 3 กำหนดเนื้อหาที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และศึกษาทฤษฎี แนวคิด งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดและสร้างเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัย
3. ดำเนินการสร้างเครื่องมือ ซึ่งประกอบด้วย
  - 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมการกลวิธีเมตาคอกนิชัน จำนวน 7 แผน รวมเวลาทั้งสิ้น 11 ชั่วโมง ดังรายละเอียดที่กล่าวถึงก่อนหน้านี้ ที่แสดงจำนวนแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบและเวลาที่ใช้ในแต่ละวงรอบ
  - 3.2 แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส แบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ
  - 3.3 แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
4. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อขอคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปแก้ไขตามคำแนะนำที่ได้รับเพื่อให้มีความถูกต้องและเหมาะสมมากยิ่งขึ้น
5. นำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน เพื่อพิจารณาคุณภาพเครื่องมือวิจัย และขอรับคำแนะนำในการปรับปรุงเครื่องมือวิจัย
6. ปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือวิจัยตามที่ผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาให้คำแนะนำ
7. จัดพิมพ์เครื่องมือวิจัยที่ผ่านการพิจารณาคุณภาพและผ่านการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูลต่อไป

## ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action)

นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยกำหนดแผนที่สร้างเพื่อดำเนินการในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 และวงรอบต่อไป ดังนี้

### วงรอบที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 - 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กฎของเกย์ - ลูสแซก

### วงรอบที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 - 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กฎรวมแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง กฎอโวกาโดร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กฎแก๊สอุดมคติ

### วงรอบที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 - 7

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง กฎความดันย่อยของดาลตัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง กฎการแพร่ของเกรแฮม

## ขั้นที่ 3 การสังเกต (Observation)

1. จัดบันทึกหลังการสอน โดยผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งที่ส่วนที่ดีและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไขเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง

2. วิเคราะห์คำตอบจากชิ้นงานของนักเรียนที่ลงมือทำในชั้นเรียน เพื่อสะท้อนปัญหาในการนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

3. ประเมินผลโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาท้ายวงรอบ โดยจะแตกต่างกันในแต่ละวงรอบ ดังนี้

วงรอบที่ 1 เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์ - ลูสแซก

วงรอบที่ 2 เรื่อง กฎรวมแก๊ส กฎอโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ

วงรอบที่ 3 เรื่อง กฎความดันย่อยของดาลตันและกฎการแพร่ของเกรแฮม

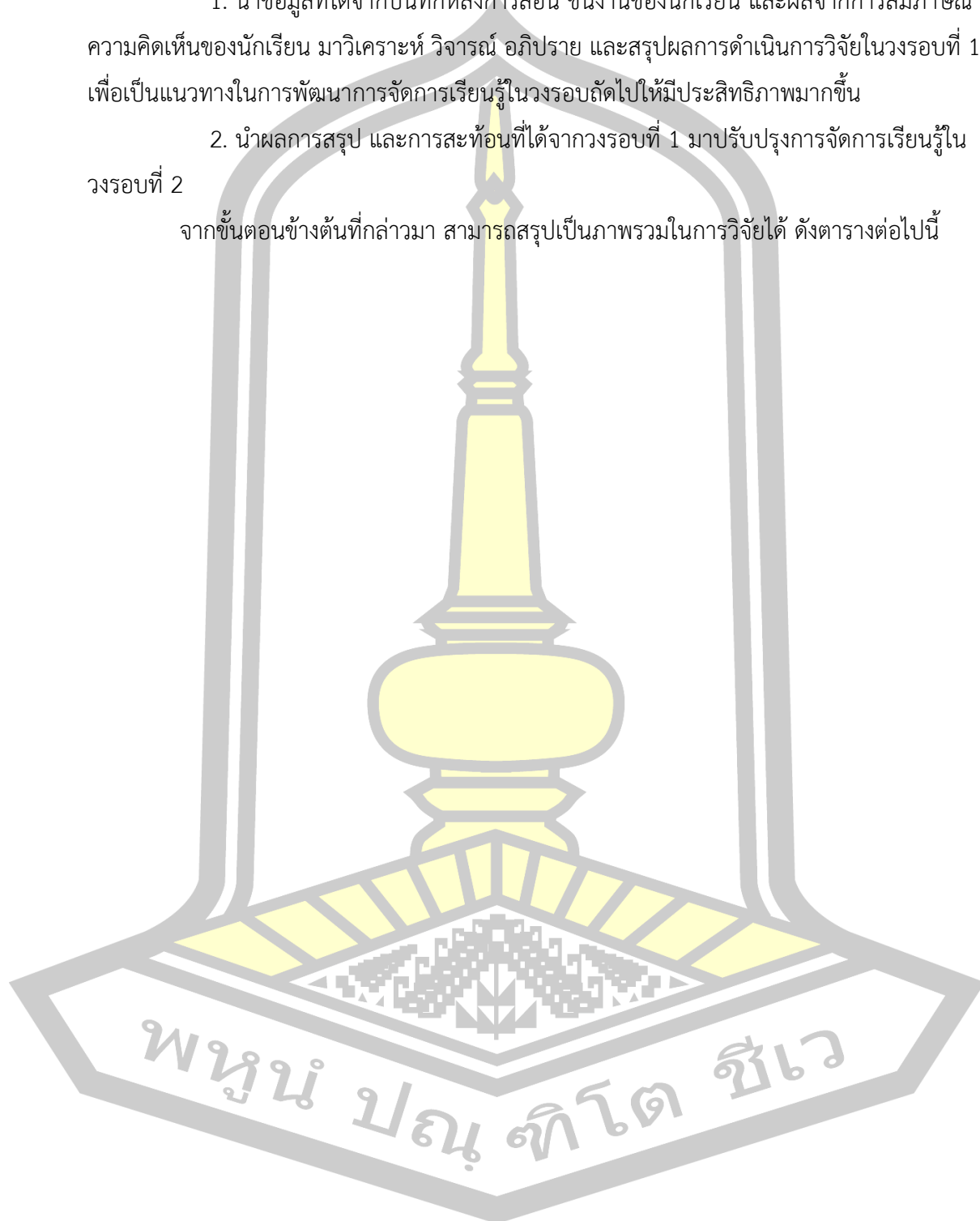
พจนานุกรมศัพท์โต

#### ขั้นที่ 4 การสะท้อนผล (Reflection)

1. นำข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการสอน ชิ้นงานของนักเรียน และผลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน มาวิเคราะห์ วิจารณ์ อภิปราย และสรุปผลการดำเนินการวิจัยในวงรอบที่ 1 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. นำผลการสรุป และการสะท้อนที่ได้จากวงรอบที่ 1 มาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2

จากขั้นตอนข้างต้นที่กล่าวมา สามารถสรุปเป็นภาพรวมในการวิจัยได้ ดังตารางต่อไปนี้



ตารางที่ 13 แสดง Action Plan ของงานวิจัยปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ไขปัญหारेื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชั้น

วงรอบที่	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
1	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1/2563 โรงเรียนผดุงนารี จำนวน 24 คน	<ol style="list-style-type: none"> <li>แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชั้น แผนฯ ที่ 1-2</li> <li>แบบทดสอบความสามารถในการแก้ไขปัญหारेื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก จำนวน 3 ข้อ</li> <li>แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชั้น</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ดำเนินการจัดการการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น</li> <li>เก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือทั้งหมด แล้วนำข้อมูลที่ได้จากผลทดสอบไปใช้ในการปรับปรุง แก๊สข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 ต่อไป</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ</li> <li>วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ</li> </ol>

ตารางที่ 13 แสดง Action Plan ของงานวิจัยปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิจัน (ต่อ)

วงรอบที่	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
2	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1/2563 โรงเรียนผดุงนารี จำนวน 24 คน	<ol style="list-style-type: none"> <li>แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิจัน แผนที่ 3-5</li> <li>แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง กฎรวมแก๊ส กฎอโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ จำนวน 3 ข้อ</li> <li>แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิจัน</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ดำเนินการจัดการการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น</li> <li>เก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือทั้งหมด แล้วนำข้อมูลที่ได้จากผลทดสอบไปใช้ในการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 ต่อไป</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ</li> <li>วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ</li> </ol>

ตารางที่ 13 แสดง Action Plan ของงานวิจัยปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชั่น (ต่อ)

วงรอบที่	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การเก็บรวบรวมข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
3	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1/2563 โรงเรียนผดุงนารี จำนวน 24 คน	<ol style="list-style-type: none"> <li>แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชั่น แผนที่ 6-7</li> <li>แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง กฎความถี่น้อยของดัลตันและกฎการแพร่ของเกรแฮม จำนวน 3 ข้อ</li> <li>แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนินชั่น</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ดำเนินการจัดการการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น</li> <li>เก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือทั้งหมด แล้วนำข้อมูลที่ได้จากผลการสะท้อนไปใช้ในการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาแล้ว</li> <li>รวบรวมข้อมูลจากทั้ง 3 วงรอบมาทำการอภิปรายและสรุปผลการวิจัย</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ</li> <li>วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ</li> </ol>



## การจัดกระทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ เป็นการนำข้อมูลที่ได้รวบรวมโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งวิเคราะห์โดยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ร้อยละ (%) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $S.D.$ )

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยนำข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการสอน ชิ้นงานของนักเรียน และจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันมาวิเคราะห์ ดีความและสรุปในรูปของการบรรยาย

## สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษา และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สถิติที่ใช้วิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ

การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อความ และจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้สูตร *IOC* แล้วหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด สูตรหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้อง

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

เมื่อ *IOC* แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์หรือเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

*R* แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

*n* แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

$\Sigma$  แทน ผลรวม

พจนานุกรมศัพท์โต ชีเว

## 2. สถิติพื้นฐาน

### 2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

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

เมื่อ  $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ย

$x$	แทน	คะแนน
$n$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
$\sum$	แทน	ผลรวม

### 2.2 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$p = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ $p$	แทน	ร้อยละ
$f$	แทน	ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
$n$	แทน	จำนวนความถี่ทั้งหมด

### 2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $s$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$x$	แทน	คะแนน
$n$	แทน	จำนวนผู้เรียน
$\sum$	แทน	ผลรวม

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

## บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

### ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน  
กลุ่มเป้าหมาย

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน  
กลุ่มเป้าหมายในแต่ละวงรอบการวิจัย

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 วงรอบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ในวงรอบที่ 1 - 3 โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน แบบอัตนัย แต่ละชุดมีโจทย์ปัญหา จำนวน 3 ข้อ และมีคะแนนเต็มชุดละ 18 คะแนน เมื่อผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่ามีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 14 คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ในวงรอบที่ 1-3

เลข ที่	วงรอบที่ 1			วงรอบที่ 2			วงรอบที่ 3		
	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน
1ก	7.25	40.28	ไม่ผ่าน	10.5	58.33	ไม่ผ่าน	12.75	70.83	ผ่าน
2ก	11	61.11	ไม่ผ่าน	14.75	81.94	ผ่าน	16.75	93.06	ผ่าน
3ก	11.75	65.28	ไม่ผ่าน	15	83.33	ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
5ก	7.75	43.06	ไม่ผ่าน	10.5	58.33	ไม่ผ่าน	13.25	73.61	ผ่าน
6ก	10.5	58.33	ไม่ผ่าน	10.5	58.33	ผ่าน	14.5	80.56	ผ่าน
7ก	10.75	59.72	ไม่ผ่าน	12.75	70.83	ผ่าน	14.75	81.94	ผ่าน
8ก	10.5	58.33	ไม่ผ่าน	13.75	76.39	ผ่าน	13.75	76.39	ผ่าน
9ก	7.25	40.28	ไม่ผ่าน	10.5	58.33	ไม่ผ่าน	13.25	73.61	ผ่าน
11ก	12.75	70.83	ผ่าน	13.75	76.39	ผ่าน	13.75	76.39	ผ่าน
12ก	11.75	65.28	ไม่ผ่าน	13.25	73.61	ผ่าน	15.5	86.11	ผ่าน
13ก	7.25	40.28	ไม่ผ่าน	7.25	40.28	ไม่ผ่าน	13.75	76.39	ผ่าน
14ก	7	38.89	ไม่ผ่าน	9.5	52.78	ไม่ผ่าน	13.75	76.39	ผ่าน
15ก	7.75	43.06	ไม่ผ่าน	9.5	52.78	ไม่ผ่าน	16	88.89	ผ่าน

ตารางที่ 14 คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย  
ในวงรอบที่ 1-3 (ต่อ)

เลข ที่	วงรอบที่ 1			วงรอบที่ 2			วงรอบที่ 3		
	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน
2ข	11	61.11	ไม่ผ่าน	13	72.22	ผ่าน	15.5	86.11	ผ่าน
3ข	12.75	70.83	ผ่าน	12.75	70.83	ผ่าน	12.75	70.83	ผ่าน
4ข	11.75	65.28	ไม่ผ่าน	14.75	81.94	ผ่าน	14.75	81.94	ผ่าน
5ข	7.75	43.06	ไม่ผ่าน	11	61.11	ไม่ผ่าน	15.5	86.11	ผ่าน
6ข	11	61.11	ไม่ผ่าน	13.25	73.61	ผ่าน	16.25	90.28	ผ่าน
8ข	11.75	65.28	ไม่ผ่าน	16	88.89	ผ่าน	18	100	ผ่าน
10ข	7.25	40.28	ไม่ผ่าน	12.25	68.06	ไม่ผ่าน	15	83.33	ผ่าน
12ข	15.5	86.11	ผ่าน	18	100	ผ่าน	2	18	100
13ข	12.75	70.83	ผ่าน	12.75	70.83	ผ่าน	1.5	12.75	70.83
14ข	10.75	59.72	ไม่ผ่าน	14	77.78	ผ่าน	0.5	15.75	87.50
15ข	17.5	97.22	ผ่าน	18	100	ผ่าน	2	18	100
เฉลี่ย	10.54	58.56	-	12.80	71.12	-	14.96	83.10	-
S.D.	2.68	14.93	-	2.56	14.24	-	1.58	8.75	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์ (คน)			5	-	15	-	24		

จากตารางที่ 13 พบว่า หลังจากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ  
สืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงรอบที่ 1 นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนจาก  
แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจากแบบทดสอบเฉลี่ย 10.54 คะแนน จากคะแนน  
เต็ม 18 คะแนน มีนักเรียนจำนวน 5 คนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ หลังจากที่ยังวงรอบปฏิบัติการที่ 2  
นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบเป็น 12.80 คะแนนจากคะแนนเต็ม 18  
คะแนน มีนักเรียนจำนวน 15 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ และในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียน  
กลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบเป็น 14.93 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน และ  
นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายทุกคนมีคะแนนผ่านเกณฑ์

## ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละ วงรอบการวิจัย

### วงรอบปฏิบัติการที่ 1

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับ กลวิธีเมตาคอกนิชัน ในวงรอบที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาเคมี 3 กรอบ เนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 คือ กฎของบอยล์ และ กฎของชาร์ล ใช้เวลาดำเนินการ 2 ชั่วโมง และกรอบเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 คือ กฎของเกย์-ลูสแซก ใช้ดำเนินการจัดการ เรียนรู้ จำนวน 1 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 ผู้วิจัยได้วัดความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่สร้างขึ้นตามกลวิธีเมตา คอกนิชัน จำนวน 3 ข้อ แบบทดสอบมีคะแนนเต็ม 18 คะแนน ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียน กลุ่มเป้าหมายทั้ง 24 คน มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบที่ 1

เลข ที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม (18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน			
1ก	3.25	54.17	√	2	33.33	×	2	33.33	×	7.25	40.28	×
2ก	5	83.33	√	4	66.67	×	2	33.33	×	11.00	61.11	×
3ก	3.75	62.50	×	5	83.33	√	3	50.00	×	11.75	65.28	×
5ก	3.75	62.50	×	2	33.33	×	2	33.33	×	7.75	43.06	×
6ก	3.5	58.33	×	5	83.33	√	2	33.33	×	10.50	58.33	×
7ก	3.75	62.50	×	4	66.67	×	3	50.00	×	10.75	59.72	×
8ก	3.5	58.33	×	5	83.33	√	2	33.33	×	10.50	58.33	×
9ก	3.25	54.17	×	2	33.33	×	2	33.33	×	7.25	40.28	×
11ก*	4.25	70.83	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	12.75	70.83	√

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบที่ 1 (ต่อ)

เลข ที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม (18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
12ก	3.75	62.50	×	5	83.33	√	3	50.00	×	11.75	65.28	×
13ก	3.25	54.17	×	2	33.33	×	2	33.33	×	7.25	40.28	×
14ก	3	50.00	×	2	33.33	×	2	33.33	×	7.00	38.89	×
15ก	3.75	62.50	×	2	33.33	×	2	33.33	×	7.75	43.06	×
2ข	5	83.33	√	2	66.67	×	2	33.33	×	11.00	61.11	×
3ข*	4.25	70.83	√	3.5	83.33	√	3.5	58.33	×	12.75	70.83	√
4ข	3.75	62.50	×	3	83.33	√	3	50.00	×	11.75	65.28	×
5ข	3.75	62.50	×	2	33.33	×	2	33.33	×	7.75	43.06	×
6ข	5	83.33	√	2	66.67	×	2	33.33	×	11.00	61.11	×
8ข	3.75	62.50	×	3	83.33	√	3	50.00	×	11.75	65.28	×
10ข	3.25	54.17	×	2	33.33	×	2	33.33	×	7.25	40.28	×
12ข*	5.5	91.67	√	5	83.33	√	5	83.33	√	15.50	86.11	√
13ข*	4.25	70.83	√	3.5	83.33	√	3.5	58.33	×	12.75	70.83	√
14ข	3.25	54.17	×	5	83.33	√	2.5	41.67	×	10.75	59.72	×
15ข*	6	100	√	6	100	√	5.5	91.67	√	17.50	97.22	√
เฉลี่ย	3.98	66.32	-	3.88	64.58	-	2.69	44.79	-	10.54	58.56	-
S.D.	0.77	12.84	-	1.39	23.23	-	0.96	15.92	-	2.69	14.94	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)			9	-	12	-	2	-	5			

หมายเหตุ \* หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

√ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

×

จากตารางที่ 14 พบว่าหลังจากที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงรอบที่ 1 แล้ว นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย

10.54 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจาก

แบบทดสอบ มีทั้งสิ้น 5 คน จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 24 คน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของ

แต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถเรียงลำดับขั้นตอนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ลำดับ 1 ชั้นวางแผน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.98 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 66.32 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 2 ชั้นกำกับและควบคุม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.58 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 3 ชั้นประเมิน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 2.69 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 44.79 ของคะแนนเต็ม

ในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 นี้ผู้วิจัยได้สังเกตชั้นเรียนและสามารถรวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และระหว่างที่นักเรียนลงมือทำใบงานที่ได้รับมอบหมายเพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหาได้ดังนี้

ตารางที่ 16 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงรอบที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	บันทึกหลังการสอน
1. กฎของบอยล์ และ กฎของชาร์ล	<p>นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน โดยภาพรวม นักเรียนให้ความร่วมมือดี และกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อนในกลุ่ม ในชั้นสำรวจและค้นหา นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมการทดลองและใบกิจกรรมนานกว่าเวลาที่กำหนด</p> <p>เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้รับมอบหมายให้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาในชั้นขยายความรู้ โดยภาพรวม นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำใบงานที่ได้รับ แต่ นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่มั่นใจในว่าทำถูกต้องแล้วหรือไม่ และบางส่วนยังคงไม่เข้าใจว่าในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหานั้น จะต้องทำอย่างไร หากนักเรียนสามารถทำชั้นวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาได้ นักเรียนก็จะแสดงวิธีทำในชั้นกำกับและควบคุมได้ ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่มีนักเรียนหลายคนยังไม่เข้าใจและยังทำไม่ได้คือชั้นประเมิน ทำให้มีนักเรียนยกมือถามและเพื่อให้ช่วยตรวจสอบความถูกต้องอย่างต่อเนื่องในชั้นขยายความรู้</p>

พูนุ ปณุกิตโต ชิว



ตารางที่ 16 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงรอบที่ 1 (ต่อ)

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	บันทึกหลังการสอน
2. กฎของเกย์-ลูสแซก	<p>โดยภาพรวม นักเรียนให้ความร่วมมือดีระหว่างทำกิจกรรมในชั้นเรียน ตั้งใจทำงานที่มอบหมาย บรรยากาศในชั้นเรียนค่อนข้างเรงรีบเพราะเป็นคาบเดียว</p> <p>ในชั้นขยายความรู้ที่นักเรียนทุกคนต้องฝึกแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาในชั้นวางแผนได้ และในชั้นกำกับและควบคุม นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแทนค่าตัวแปรและคำนวณหาคำตอบได้ ยังคงมีนักเรียนหลายคนที่ยังไม่เข้าใจวิธีการทำในชั้นประเมินที่ต้องตรวจสอบวิธีแก้โจทย์และตรวจสอบคำตอบ</p>

จากข้อมูลการสังเกตชั้นเรียนในทั้ง 2 ครั้งที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวงรอบที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน มีความกระตือรือร้น กล่าวถามครูผู้สอนเมื่อไม่มั่นใจหรือมีข้อสงสัยในขณะที่ทำกิจกรรม ในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่าส่วนใหญ่แล้วนักเรียนสามารถทำการวิเคราะห์โจทย์ได้ ทำให้ลงมือแก้โจทย์ปัญหาในชั้นวางแผนได้ และส่งผลต่อเนื้อให้สามารถแทนค่าตัวแปรในสูตรและคำนวณหาคำตอบในชั้นกำกับและควบคุมได้ ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนมีปัญหามากที่สุด คือ ชั้นประเมิน สังเกตได้จาก การที่มีนักเรียนหลายคนยกมือถามเมื่อไม่มั่นใจว่าทำชั้นประเมินถูกต้องแล้วหรือไม่ และนักเรียนบางส่วนยกมือถามเกี่ยวกับวิธีทำชั้นประเมินเพราะยังไม่เข้าใจว่าต้องทำอย่างไร

ผู้วิจัยได้รวบรวมชิ้นงานของนักเรียนที่ลงมือทำในชั้นเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละชั้น พบลักษณะของคำตอบที่ทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

#### 1. ชั้นวางแผน

1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.1.1 นักเรียนระบุค่าตัวแปรที่กำหนดมาให้ผิด นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จาก

คะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

โจทย์ : แก๊สออกซิเจนจำนวน 1 โมล ถูกบรรจุในถังโลหะ ปริมาตร 2 ลิตร ที่อุณหภูมิ 298 เคลวิน และมีความดันที่ 5 บรรยากาศ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 450 เคลวิน ความดันของแก๊สออกซิเจนภายในถังโลหะนี้มีค่ากี่บรรยากาศ

ลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$T_1 = 289 \text{ K} \quad T_2 = 450 \text{ K}$$

$$P_1 = 2 \text{ atm} \quad 1$$

รูปที่ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 1

1.1.2 นักเรียนเขียนระบุค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดมาให้ไม่ครบ นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$T_1 = 289 \text{ K}$$

$$P_1 = 2 \text{ atm} \quad 1$$

รูปที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 2

1.1.3 นักเรียนเขียนระบุค่าตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ข้อนั้นๆ มา นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$T_1 = 289 \text{ K} \quad T_2 = 450 \text{ K}$$

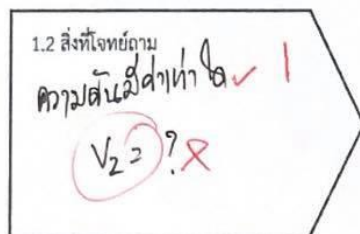
$$P_1 = 2 \text{ atm} \quad V = 2 \text{ L} \quad 1$$

รูปที่ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 3

พหุบัน ปณุ ทิโต ชิว

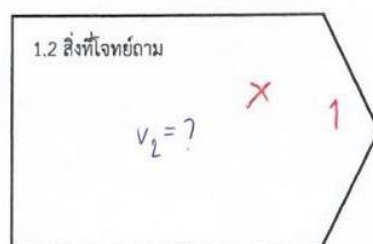
## 1.2 การระบุคำถามของโจทย์ ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.2.1 นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ตัวแปรที่เป็นคำถามของโจทย์ผิด นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น



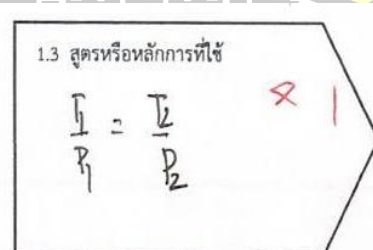
รูปที่ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 4

1.2.2 นักเรียนเขียนคำถามของโจทย์ผิด นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น



รูปที่ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 5

1.3 การระบุสูตร ลักษณะของคำตอบที่พบ คือ นักเรียนเขียนตัวแปรในสูตรผิด หรือเขียนตัวแปรสลับตำแหน่งกันกับสูตรที่ถูกต้อง ในกรณีนี้นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

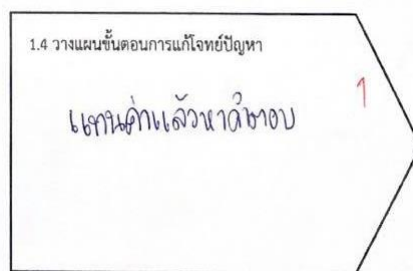


รูปที่ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 6

1.4 การวางแผนขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.4.1 นักเรียนไม่เขียนอธิบายขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ในกรณีนี้ นักเรียนจะได้ 0 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้

1.4.2 นักเรียนเขียนออกแบบขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น



รูปที่ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 7

จากลักษณะคำตอบข้างต้นที่ในขั้นการวางแผน พบว่านักเรียนบางส่วนในกลุ่มที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ ยังไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ ทำให้ไม่สามารถระบุค่าตัวแปรที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหารวมถึงคำถามของโจทย์ได้ นอกจากนี้ นักเรียนบางส่วนยังคงจำสูตรยังไม่ได้ จึงเขียนสูตรที่ต้องใช้แก้โจทย์ปัญหาผิด ถัดมาในส่วนของ การเขียนออกแบบขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจว่าจะต้องเขียนอธิบายหรือออกแบบขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร ทำให้นักเรียนไม่เขียนคำตอบในส่วนนี้ หรือเขียนแต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน

พูนุ ปณุกิตโต ชีเว

## 2. ชั้นกำกับและควบคุม ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

2.1 นักเรียนที่ระบุค่าตัวแปรผิดในชั้นวางแผน จะแทนค่าตัวแปรในสูตรผิดและคำนวณได้คำตอบผิด นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

ตกข้อ ✓  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

แทนค่า  $\frac{2 \text{ atm}}{289 \text{ K}} = \frac{P_2}{450 \text{ K}}$

$P_2 = 3.11 \text{ atm}$  ✗

รูปที่ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 8

2.2 นักเรียนเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าตัวแปรในสูตรถูกต้อง แต่คำนวณคำตอบผิด นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

จากสูตร  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$  ✓

แทนค่า  $\frac{5 \text{ atm}}{289 \text{ K}} = \frac{P_2}{450 \text{ K}}$  ✓

ดังนั้น  $P_2 = 3.21 \text{ atm}$  ✗

รูปที่ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 9

พูนุ ปณุกิตโต ชิว

2.3 นักเรียนไม่เขียนแสดงหน่วยของแต่ละปริมาณที่แทนลงในสูตร นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

จากสูตร  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

แทนค่า  $\frac{289}{470} = \frac{P_2}{5}$

ดังนั้น  $P_2 = 3.21$

รูปที่ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 10

จากลักษณะคำตอบข้างต้นที่ในขั้นกำกับและควบคุม พบว่าเมื่อนักเรียนลงมือแก้โจทย์ ปัญหาในขั้นกำกับและควบคุม มีนักเรียนบางคนแทนค่าตัวแปรในสูตรผิด เป็นผลมาจากการระบุค่าตัวแปรผิดในขั้นการวางแผน ส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนแทนค่าตัวแปรผิดเนื่องจากนักเรียนไม่เขียนหน่วยกำกับปริมาณตอนแทนค่าในสูตร จึงส่งผลให้คำนวณได้คำตอบที่ผิด หรือนักเรียนบางส่วนสามารถแทนค่าตัวแปรได้ถูกต้อง แต่คำนวณหาคำตอบผิด

### 3. ชั้นประเมิน

3.1 การตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

3.1.1 นักเรียนไม่เขียนอธิบายการตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะได้ 0 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้

3.1.2 นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่สอดคล้องกับขั้นตอนที่นักเรียนทำ นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น

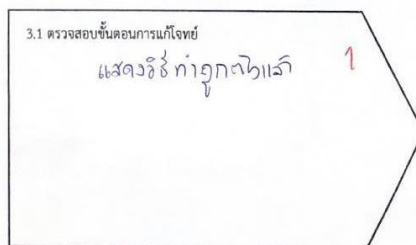
3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

- ดำเนินการทุกตัว

- แล้วยกทุกตัว

รูปที่ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 11

3.1.3 นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ชัดเจน นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น



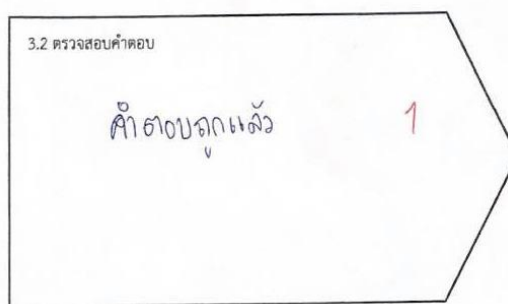
รูปที่ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 12

3.2 การตรวจสอบคำตอบ ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

3.2.1 นักเรียนไม่เขียนแสดงการตรวจคำตอบ นักเรียนจะได้ 0 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้

3.2.2 นักเรียนเขียนแสดงการคำนวณเพื่อหาคำตอบซ้ำเดิมกับในขั้นกำกับและควบคุม เพื่อยืนยันว่าได้คำนวณคำตอบถูกต้องแล้ว จะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน

3.2.3 นักเรียนเขียนคำตอบไม่ชัดเจน ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ จะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น



รูปที่ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 13

พหุ ประถมศึกษา

3.2.4 นักเรียนเขียนแสดงการคำนวณเพื่อหาคำตอบแต่คำนวณผิด และไม่อธิบายที่ชัดเจน กรณีนี้นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน เช่น

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

จาก  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$  1

แทนค่า  $\frac{5 \text{ atm}}{298 \text{ K}} = \frac{9.55 \text{ atm}}{450 \text{ K}}$

2,250 = 2,250

รูปที่ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 14

จากลักษณะของคำตอบที่นักเรียนในชั้นประเมิน พบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา จึงทำให้นักเรียนบางส่วนไม่เขียนคำตอบในส่วนนี้ และบางส่วนเขียนไม่ชัดเจนว่าได้ตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร ถัดมาในส่วนการตรวจสอบคำตอบพบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจการตรวจสอบคำตอบจึงไม่สามารถแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องและชัดเจนได้

เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากชิ้นงานในแต่ละชั้น พบว่าขั้นตอนที่นักเรียนพบปัญหามาก ได้แก่ การเขียนนอกแบบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชิ้นวางแผน และการอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา รวมถึงการตรวจสอบคำตอบในชั้นประเมิน

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 สิ้นสุด ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนจากกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 3 คน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการสะท้อนปัญหาที่ควรแก้ไขปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไปในประเด็นต่างๆ ดังนี้

พูนุ ปณุกิตโต ชิว



## 1. ด้านการจัดการเรียนรู้

1.1 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการทดลองในชั้นเรียน และยังไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการเรียนรู้ที่มีหลายขั้นตอน ดังจะเห็นจากแนวการตอบนี้

“...ชอบที่ได้ทำการทดลองในห้อง แต่ยังไม่ค่อยทำไม่ค่อยทัน อยากให้มีเวลาสำหรับการทำแลบมากกว่านี้...”

(นักเรียนคนที่ 14ข, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

1.2 นักเรียนมีความเห็นว่ายังไม่คุ้นเคยต่อการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับ เนื่องจากมีขั้นตอนเยอะกว่าการเรียนการสอนปกติ

“...มีขั้นตอนเยอะกว่าปกติที่เรียน และยังไม่ค่อยชินกับการเรียนในห้องเรียนแบบนี้...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

## 2. ด้านการใช้สื่อการสอน

2.1 ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ผู้วิจัยจัดเตรียมให้ ทั้งอุปกรณ์การทดลอง ใบงาน ใบกิจกรรม แบบทดสอบย่อย นักเรียนได้สะท้อนว่ามีความเหมาะสมกับเนื้อหาแล้ว ดังจะเห็นจากแนวการตอบ ดังนี้

“...สื่อที่ครูนำมาใช้ มีความเหมาะสมกับเนื้อหาแล้ว...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...สื่อและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ครูเตรียมมามีความเหมาะสมแล้ว...”

(นักเรียนคนที่ 14ข, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

2.2 การนำไปใช้ นักเรียนได้สะท้อนว่าสามารถใช้ได้จริงในชั้นเรียนตามเนื้อหาของคาบนั้นๆ

“...สื่อที่นำมาใช้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาแล้ว...”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

## 3. ข้อจำกัดของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

3.1 นักเรียนสะท้อนว่าในวันที่เป็นคาบเดียว บรรยากาศในชั้นเรียนจะเร่งรีบกว่าวันที่เป็นคาบคู่ เนื่องจากขั้นตอนยังมีเท่าเดิม แต่ต้องทำภายในเวลา 1 คาบเรียน ดังจะเห็นจากแนวการตอบนี้

“...บรรยากาศในห้องเรียนเหมือนถูกเร่งรัดเพราะมีหลายขั้นตอน ทำให้รู้สึกกดดัน รู้สึกว่าต้องตื่นตัวตลอดเวลาในห้องเรียนเพื่อที่จะทำงานให้เสร็จทันเวลาที่กำหนด...”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

3.2 ด้วยข้อจำกัดของเวลา นักเรียนจึงทำกิจกรรมในบางขั้นไม่ทัน ดังจะเห็นจากแนวการตอบต่อไปนี้

“...ทำไม่ค่อยทันในช่วงที่ต้องทำการทดลอง กับช่วงที่ต้องฝึกทำโจทย์ในห้อง...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้ว กลุ่มยังเหลือส่วนสรุปผลที่ทำไม่ทัน รวบถึงทำแบบฝึกหัดในคาบไม่ทัน...”

(นักเรียนคนที่ 14ข, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

#### 4. การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนได้สะท้อนว่าตนเองได้มีส่วนช่วยเหลือให้กิจกรรมสำเร็จ รวมถึงเพื่อนในกลุ่มก็ต่างให้ความช่วยเหลือเพื่อให้งานสำเร็จตามที่ครูได้มอบหมาย ดังจะเห็นจากแนวการตอบ ดังนี้

“...ตอนที่เข้ากลุ่มทำการทดลอง ทุกคนก็ช่วยกันทำงานดี แบ่งหน้าที่กันตามที่ครูบอก...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...คนในกลุ่มก็มีส่วนร่วมทุกคน เพราะครูบอกว่าให้แบ่งหน้าที่แล้วช่วยกันทำ...”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...รู้สึกว่าได้มีส่วนร่วม อย่างตอนที่ครูให้ทำงานเป็นกลุ่ม ทุกคนก็พยายามช่วยกันทำช่วยกันคิด...”

(นักเรียนคนที่ 14ข, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

#### 5. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

5.1 การไม่คุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาที่มีหลายขั้นตอน นักเรียนได้สะท้อนว่ากลวิธีที่ครูกำหนดให้มีขั้นตอนเยอะกว่าปกติที่เคยเรียน ปกตินักเรียนคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาโดยการดึงตัวแปรจากโจทย์ แล้วแสดงวิธีคำนวณหาคำตอบ ดังจะเห็นจากแนวการตอบนี้

“...มีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาเยอะ ปกติเขียนแสดงวิธีหาคำตอบเลย แต่พอทำไปเรื่อยๆ จนเริ่มคุ้นเคยกับวิธีนี้ ทำให้รู้ว่าจะเริ่มแก้โจทย์อย่างไร ชั้นที่มีปัญหาเยอะสุดในการแก้โจทย์คือชั้นการประเมินที่ต้องตรวจสอบคำตอบกับตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ ยังไม่ค่อยเข้าใจว่า จะต้องทำอย่างไร...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

5.2 ปัญหาที่พบในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนได้สะท้อนว่ายังไม่เข้าใจและจำไม่ได้ ว่าการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นจะต้องทำอย่างไร โดยเฉพาะขั้นประเมิน ซึ่ง

การแก้โจทย์ปัญหาแบบเดิมที่นักเรียนเคยทำ นักเรียนไม่จำเป็นต้องตรวจสอบคำตอบและขั้นตอนที่  
แก้โจทย์หลังคำนวณได้คำตอบแล้ว ดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้

“...มีขั้นตอนเยอะมาก และยังไม่แน่ใจว่าแต่ละขั้นจะต้องทำอย่างไร โดยเฉพาะ  
ขั้นท้ายๆ ของการแก้โจทย์ปัญหา...”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...ยังไม่คุ้นเคยกับการแก้โจทย์ที่ต้องทำหลายขั้นตอน การออกแบบขั้นตอนที่ใช้  
แก้โจทย์ปัญหา กับตอนตรวจสอบหลังจากที่แสดงวิธีทำ ที่หนูยังไม่เข้าใจและทำไม่ได้...”

(นักเรียนคนที่ 14ข, 19 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

เมื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการสอน ชิ้นงานของนักเรียน การสัมภาษณ์  
รวมถึงคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายใน  
วงรอบที่ 1 นี้ สามารถสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ใน  
วงรอบถัดไปเพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามความมุ่งหมายได้ดังนี้



ตารางที่ 17 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงรอบที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
นักเรียนส่วนบางส่วนทำกิจกรรมในชั้น สำรวจและค้นหาไม่ทันเวลาที่กำหนดให้ ทำให้ ให้ไม่สามารถทำใบกิจกรรมกลุ่มได้สมบูรณ์	พยายามลดขั้นตอนในการทดลองให้เพื่อลดเวลาใน การทดลองสำหรับนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนมีเวลาไป ระดมความคิดในส่วนการสรุปและอภิปราย และคอย เดินกระตุ้นนักเรียนให้ทั่วถึงมากขึ้น
มีนักเรียนที่ยังสอบถามถึงรายละเอียด กิจกรรมซ้ำหลายคนหลังจากที่ผู้วิจัยชี้แจง รายไปแล้ว แสดงว่าผู้วิจัยอาจจะยังชี้แจง รายละเอียดกิจกรรมไม่ชัดเจนพอ	ผู้วิจัยต้องดึงความสนใจของนักเรียนมาไว้ที่ตัวเอง ก่อน แล้วชี้แจงซ้ำลง แต่ชัดเจนขึ้น ไม่พูดเร็ว
นักเรียนเกยกันเป็นตัวแทนกลุ่มในการ ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียน	ผู้วิจัยระบุชื่อตัวแทนกลุ่มในแต่ละครั้งที่เข้าเรียนโดย ให้สับเปลี่ยนกันออกมานำเสนอในแต่ละคาบ
ช่วงที่ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด มีนักเรียน หลายคนต้องการให้อธิบายถึงวิธีแก้โจทย์ ปัญหาในแต่ละชั้นซ้ำ	ผู้วิจัยต้องอธิบายการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละชั้นให้ ชัดเจนขึ้น โดยอธิบายพร้อมยกตัวอย่าง และถาม นักเรียนทันทีหลังจบการอธิบายในแต่ละชั้น ไม่ อธิบายทั้งหมดทุกขั้นตอนแล้วถามความเข้าใจใน กระบวนการการแก้โจทย์ปัญหารวบยอดครั้งเดียว
นักเรียนหลายคนยังไม่สามารถวางแผน ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้	ผู้วิจัยต้องอธิบายเน้นย้ำและยกตัวอย่างให้นักเรียน เห็นภาพของการวางแผนชัดเจนยิ่งขึ้น
นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่สามารถอธิบาย รายละเอียดในชั้นการประเมินเพื่อแก้โจทย์ ปัญหาได้	ผู้วิจัยต้องอธิบายเน้นย้ำและยกตัวอย่างให้ หลากหลาย และชัดเจนยิ่งขึ้น และชี้ให้เห็นความ เชื่อมโยงและความสำคัญของแต่ละขั้นตอนในการ แก้โจทย์ปัญหา
นักเรียนบางกลุ่มไม่ได้รับคำแนะนำระหว่าง ทำกิจกรรมในชั้นเรียน เนื่องจากผู้วิจัยใช้ เวลาอธิบายกับบางกลุ่มนาน	ผู้วิจัยต้องพยายามไม่ใช้เวลากับนักเรียนบางกลุ่มมาก เพื่อที่จะได้มีเวลาไปอธิบาย หรือให้ความช่วยเหลือ นักเรียนกลุ่มอื่นให้ทั่วถึง

## วงรอบปฏิบัติการที่ 2

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงรอบที่ 2 ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 กฎรวมแก๊ส แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กฎอโวกาโดร และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กฎแก๊สอุดมคติ โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสะท้อนปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงรอบที่ 1 มาปรับปรุงในด้านการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือและสร้างเงื่อนไขให้นักเรียนมาเข้าชั้นเรียนให้ตรงเวลาเพื่อที่จะสามารถเริ่มดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้ไวขึ้นและลดบรรยากาศความเร่งรีบในชั้นเรียนลง และในคาบที่มีการทำการทดลอง ผู้วิจัยได้ลดขั้นตอนในการเตรียมอุปกรณ์การทดลองและสารเคมี เพื่อกระชับเวลาในชั้นสำรวจและค้นหาของนักเรียน ให้นักเรียนมีเวลาสำหรับการทำสรุปและอภิปรายในใบกิจกรรมมากขึ้น และแจ้งให้นักเรียนที่จะต้องออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียนในชั้นสำรวจและค้นหา เพื่อลดเวลาที่นักเรียนจะเลือกตัวแทนกลุ่ม ในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ก่อนที่ผู้วิจัยเริ่มอธิบายและยกตัวอย่าง ต้องดึงความสนใจของนักเรียนมาไว้ที่ตัวผู้วิจัยก่อน และเน้นอธิบายทีละชั้นพร้อมยกตัวอย่างทีละชั้น แล้วถามความเข้าใจนักเรียนไปด้วยทีละชั้น เน้นให้นักเรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงกันระหว่างชั้นการออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและชั้นการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาว่าสัมพันธ์กันอย่างไร รวมถึงยกตัวอย่างการตรวจสอบคำตอบให้หลากหลายขึ้น เพื่อให้ นักเรียนมีทางเลือกและเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องและข้อมูลที่โจทย์ให้มา และในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน ผู้วิจัยต้องพยายามไม่หยุดให้ความช่วยเหลือที่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นเวลานานเพื่อที่จะสามารถมีเวลาให้กับกลุ่มอื่นๆ ในชั้นเรียนอย่างทั่วถึง เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 นี้ ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ชุดที่ 2 จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 18 คะแนน ซึ่งมีผลการวิเคราะห์คะแนนดังนี้

พูน ปรณ ทิโต ชีเว

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบที่ 2

เลข ที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม (18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
1ก*	3.5	58.33	×	5	83.33	√	2	33.33	×	10.50	58.33	×
2ก	5.25	87.50	√	6	100	√	3.5	58.33	×	14.75	81.94	√
3ก	5.5	91.67	√	6	100	√	3.5	58.33	×	15.00	83.33	√
5ก*	3.5	58.33	×	5	83.33	√	2	33.33	×	10.50	58.33	×
6ก*	3.5	58.33	×	5	83.33	√	2	33.33	×	10.50	58.33	×
7ก	4.25	70.83	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	12.75	70.83	√
8ก	5.25	87.50	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	13.75	76.39	√
9ก*	3.5	58.33	×	5	83.33	√	2	33.33	×	10.50	58.33	×
11ก	5.25	87.50	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	13.75	76.39	√
12ก	4.75	79.17	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	13.25	73.61	√
13ก*	3.25	54.17	×	2	33.33	×	2	33.33	×	7.25	40.28	×
14ก*	4.5	75.00	√	3	50.00	×	2	33.33	×	9.50	52.78	×
15ก*	4.5	75.00	√	3	50.00	×	2	33.33	×	9.50	52.78	×
2ข	5	83.33	√	5	83.33	√	3	50.00	×	13.00	72.22	√
3ข	4.25	70.83	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	12.75	70.83	√
4ข	5.75	95.83	√	5	83.33	√	4	66.67	×	14.75	81.94	√
5ข*	5	83.33	√	4	66.67	×	2	33.33	×	11.00	61.11	×
6ข	5.25	87.50	√	5	83.33	√	3	50.00	×	13.25	73.61	√
8ข	5.5	91.67	√	6	100	√	4.5	75.00	√	16.00	88.89	√
10ข*	4.25	70.83	√	5	83.33	√	3	50.00	×	12.25	68.06	×
12ข	6	100	√	6	100	√	6	100	√	18.00	100	√

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบที่ 2 (ต่อ)

เลข ที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม (18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
13ข	4.25	70.83	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	12.75	70.83	√
14ข	5	83.33	√	5	83.33	√	4	66.67	×	14.00	77.78	√
15ข	6	100	√	6	100	√	6	100	√	18.00	100	√
เฉลี่ย	4.70	78.30	-	4.88	81.25	-	3.23	53.82	-	12.80	71.12	-
S.D.	0.82	13.61	-	0.97	16.18	-	1.14	18.94	-	2.56	14.24	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)			19	-	20	-	3	-	15			

หมายเหตุ \* หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

√ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

×

จากตารางข้างต้น พบว่าในวงรอบที่ 2 นี้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 12.80 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน และมีนักเรียนจำนวน 15 คนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 24 คน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถเรียงลำดับขั้นตอนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ลำดับ 1 ขั้นกำกับและควบคุม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 2 ขั้นวางแผน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.30 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 3 ขั้นประเมิน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.82 ของคะแนนเต็ม ในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 นี้ผู้วิจัยได้สังเกตชั้นเรียน และสามารถรวบรวมข้อมูลในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และระหว่างที่นักเรียนลงมือทำใบงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหาได้ดังนี้

ตารางที่ 19 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงรอบที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	บันทึกหลังการสอน
3. กฎรวมแก๊ส	<p>การจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามเวลาที่กำหนด นักเรียนให้ความร่วมมือในระหว่างทำกิจกรรมในชั้นเรียน และกระตือรือร้นในการทำการทดลอง</p> <p>ในระหว่างที่นักเรียนฝึกแก้โจทย์ปัญหาในชั้นขยายความรู้ นักเรียนบางส่วนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ทุกขั้นตอน มีนักเรียนบางส่วนยังไม่มั่นใจว่าตนเองทำขึ้นประเมินถูกต้องแล้วหรือไม่ จึงยกมือเพื่อให้ครูเดินไปช่วยตรวจสอบและยืนยัน</p>
4. กฎอวอกาโดร	<p>เนื่องจากเป็นคาบเดี่ยว และมีการจัดกิจกรรมการทดลองในชั้นเรียน ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนเร่งรีบ นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมและกระตือรือร้นในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย</p> <p>มีนักเรียนบางส่วนทำใบงานในชั้นขยายความรู้ไม่ทัน เนื่องจากใช้เวลาในชั้นสำรวจและค้นหาค้นหาว่าที่ครูกำหนด แต่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำโจทย์ทันและสามารถลงมือแก้โจทย์ปัญหาได้ มีนักเรียนยกมือถามในขณะลงมือแก้โจทย์ปัญหาน้อยลงเมื่อเทียบกับคาบก่อนหน้า ในส่วนของคนที่ถาม ส่วนใหญ่แล้วอยากให้ครูช่วยยืนยันว่าตนเองได้ลงมือแก้โจทย์ถูกหรือผิด</p>
5. กฎแก๊สอุดมคติ	<p>นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน สามารถจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนดได้ทัน</p> <p>โดยภาพรวม นักเรียนสามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาได้คล่องขึ้น มีนักเรียนที่ถามขณะที่ฝึกแก้โจทย์ปัญหาในชั้นขยายความรู้ลดลง และมีนักเรียนบางส่วนไม่เขียนขึ้นประเมิน ลงมือทำการแก้โจทย์ปัญหาถึงขั้นกำกับและควบคุมเพื่อให้ได้คำตอบเท่านั้น ขณะที่ครูเดินสำรวจชั้นเรียน มีนักเรียนบางคนหลบสายตา ไม่กล้าถาม</p>



จากข้อมูลดังกล่าว สามารถสรุปภาพรวมของชั้นเรียนได้ว่านักเรียนยังคงให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนเช่นวงรอบที่ 1 มีความกระตือรือร้น นักเรียนส่วนใหญ่กล้าถามและกล้าตอบคำถามในชั้นเรียน มีนักเรียนบางคนที่ไม่กล้าถามครู เมื่อไม่เข้าใจ และถามจากเพื่อนที่นั่งติดกันแทน ในวันที่เป็นคาบคู่ การจัดกิจกรรมสามารถดำเนินไปได้ตามเวลาที่กำหนด แต่ในวันที่เป็นคาบเดี่ยว บรรยากาศในชั้นเรียนยังคงมีความเร่ร่อน ในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาในชั้นเรียน โดยรวมแล้วนักเรียนสามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาได้คล่องขึ้น มีนักเรียนที่ถามด้วยความไม่เข้าใจในขณะแก้โจทย์ปัญหาน้อยลง ส่วนใหญ่แล้ว นักเรียนที่ถามเพราะยังไม่มั่นใจว่าทำได้ทำขั้นประเมินถูกต้องแล้วหรือไม่

ผู้วิจัยได้รวบรวมชิ้นงานที่นักเรียนลงมือทำในชั้นเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละชั้น พบลักษณะของคำตอบที่ทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในแต่ละชั้นตอน ดังนี้

#### 1. ชั้นวางแผน

1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.1.1 นักเรียนระบุค่าตัวแปรที่กำหนดมาให้ผิด นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในชั้นตอนนี้ เช่น

โจทย์ : แก๊สชนิดหนึ่ง มีปริมาตร  $750 \text{ cm}^3$  ที่ความดัน  $1.0$  บรรยากาศ อุณหภูมิ  $273$  เคลวิน ถ้าแก๊สนี้มีปริมาตรและความดันเปลี่ยนไปเป็น  $1,050 \text{ cm}^3$  และ  $2.5$  บรรยากาศตามลำดับ จงหาอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของแก๊ส

ลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$P_1 = 1 \text{ atm} \quad P_2 = 2.5 \text{ atm}$$

$$V_1 = 1050 \text{ cm}^3 \quad V_2 = 750 \text{ cm}^3$$

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

รูปที่ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 15

1.1.2 นักเรียนเขียนระบุดำเนินการที่โจทย์กำหนดมาให้ไม่ครบ นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้  
 $P_1 = 1 \text{ atm}$      $P_2 = 2.5 \text{ atm}$   
 $V_1 = 750 \text{ cm}^3$      $V_2 = 1,050 \text{ cm}^3$   
 $T_2 ?$

รูปที่ 17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 16

1.1.3 นักเรียนเขียนระบุดำเนินการที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ข้อนี้ๆ มา นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

โจทย์ : บอลลูนลำหนึ่งจะลอยได้ในอากาศเมื่อมีแก๊สฮีเลียมบรรจุอยู่ 4,500 ลิตร ถ้าแก๊สฮีเลียม 110 โมล มีปริมาตร 2,620 ลิตร จะต้องเติมแก๊สฮีเลียมกี่โมลเพื่อให้บอลลูนนี้ลอยได้ โดยมวลอะตอมของฮีเลียม มีค่าเป็น 4 กรัม/โมล

ลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้  
 $V_1 = 3,620 \text{ L}$      $V_2 = 4,500 \text{ cm}^3$   
 $n_1 = 110 \text{ โมล}$      $MW = 4 \text{ g/mol}$

รูปที่ 18 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 17

1.2 การระบุดำเนินการของโจทย์ ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.2.1 นักเรียนเขียนคำถามของโจทย์ผิด นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

โจทย์ : บอลลูนลำหนึ่งจะลอยได้ในอากาศเมื่อมีแก๊สฮีเลียมบรรจุอยู่ 4,500 ลิตร ถ้าแก๊สฮีเลียม 110 โมล มีปริมาตร 2,620 ลิตร จะต้องเติมแก๊สฮีเลียมอีกกี่โมลเพื่อให้บอลลูนนี้ลอยได้ โดยมวลอะตอมของฮีเลียม มีค่าเป็น 4 กรัม/โมล

ลักษณะคำตอบของนักเรียน คือ

1.2 สิ่งที่อยู่ตาม

$$n_1 = ? \quad \times \quad 1$$

รูปที่ 19 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 18

1.3 การระบุสูตร ลักษณะของคำตอบที่พบ คือ

1.3.1 นักเรียนเขียนตัวแปรในสูตรผิด หรือเขียนตัวแปรสลับตำแหน่งกันกับสูตรที่ถูกต้อง ในกรณีนี้นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ ตัวอย่างคำตอบนักเรียน คือ

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \quad \times \quad 1$$

รูปที่ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 19

1.4 การวางแผนขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.4.1 นักเรียนเขียนนอกแบบขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ ตัวอย่างคำตอบนักเรียน คือ

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

ตัวแปรแล้วแทนค่าในสูตร 1

รูปที่ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 20

จากลักษณะของคำตอบในขั้นการวางแผน พบว่านักเรียนบางคนทำการวิเคราะห์โจทย์ ทำให้ระบุค่าตัวแปรและสถานะของตัวแปรผิด รวมถึงระบุค่าแกมของโจทยผิด เมื่อถึงขั้นการระบุสูตรที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา มีนักเรียนบางคนยังจำสูตรไม่ได้ จึงเขียนสูตรผิด ในส่วนขั้นการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่าไม่มีการข้ามขั้นตอนนี้แล้ว แต่นักเรียนบางคนก็ยังไม่สามารถออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นที่ชัดเจนได้

## 2. ขั้นกำกับและควบคุม ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

2.1 นักเรียนที่ระบุค่าตัวแปรผิดในขั้นวางแผน จะแทนค่าตัวแปรในสูตรผิดและคำนวณได้คำตอบผิด จากกรณีที่ 1.1.1 คำตอบของนักเรียน คือ

2. แสดงวิธีแก้อุณหภูมิ

$$\text{จากสูตร } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\text{แทนค่า } \frac{(1 \text{ atm})(10.90 \text{ m}^3)}{273 \text{ K}} = \frac{(25 \text{ atm})(750 \text{ m}^3)}{T_2}$$

$$\text{ดังนั้น } T_2 = 487.5 \text{ K}$$

## รูปที่ 22 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 21

2.2 นักเรียนเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าตัวแปรในสูตรถูกต้อง แต่คำนวณคำตอบผิด นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

2. แสดงวิธีแก้อุณหภูมิ

$$\text{จากสูตร } \frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

$$\frac{2.620 \text{ L}}{110 \text{ mol}} = \frac{4500 \text{ L}}{n_2}$$

$$n_2 = \frac{(4500 \text{ L})(2.620 \text{ L})}{110 \text{ mol}}$$

$$\text{ดังนั้น } n_2 = 107, 141.18 \text{ mol}$$

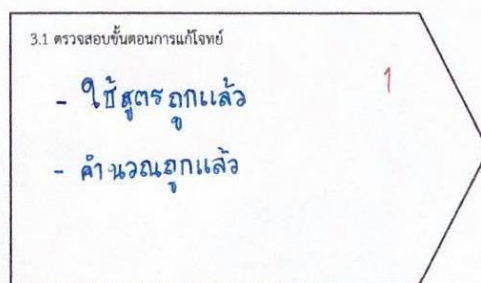
## รูปที่ 23 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 22

จากลักษณะคำตอบของนักเรียนในชั้นกำกับและควบคุม พบว่า ยังคงมีนักเรียนที่คำนวณหาคำตอบผิดเนื่องจากย้ายข้างปริมาณตอนคำนวณผิด และนักเรียนที่คำนวณได้คำตอบผิดเนื่องจากกำหนดค่าตัวแปรผิดในชั้นการวางแผน แต่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแทนค่าตัวแปรลงในสูตรและคำนวณได้คำตอบที่ถูกต้อง

### 3. ชั้นประเมิน

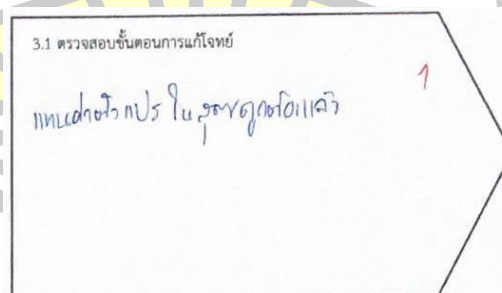
3.1 การตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

3.1.1 นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่สอดคล้องกับขั้นตอนที่นักเรียนทำ ขาดการตรวจสอบการแทนค่าตัวแปรในสูตร นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น



รูปที่ 24 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 23

3.1.2 นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ชัดเจน ไม่อธิบายเป็นลำดับขั้นตอน นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น



รูปที่ 25 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 24

3.2 การตรวจสอบคำตอบ ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

3.2.1 นักเรียนไม่เขียนคำตอบ ในกรณีนี้นักเรียนจะได้ 0 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้

3.2.2 นักเรียนเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบผิดหรือไม่ชัดเจน และไม่สรุปว่าคำตอบที่คำนวณได้ถูกต้องแล้วหรือไม่ ในกรณีนี้นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน ในขั้นตอนนี้ เช่น

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

$$V_1 = \frac{n_1 RT_1}{P_1} = \frac{110 \text{ mol} \cdot 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \cdot 298 \text{ K}}{101.325 \text{ kPa}} = 2620 \text{ L}$$

$$V_2 = \frac{n_2 RT_2}{P_2} = \frac{188.93 \text{ mol} \cdot 8.314 \text{ J/mol}\cdot\text{K} \cdot 298 \text{ K}}{101.325 \text{ kPa}} = 4500 \text{ L}$$

$$23.81 = 23.81$$

รูปที่ 26 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 25

จากลักษณะคำตอบข้างต้นในขั้นการประเมิน พบว่านักเรียนยังคงประสบปัญหาในการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา โดยยังไม่สามารถทำการตรวจสอบย้อนกลับไปยังขั้นตอนการวางแผนตลอดจนขั้นกำกับและควบคุมได้ จากลักษณะคำตอบของนักเรียนที่เขียนมา แสดงว่านักเรียนได้พยายามลงมือทำแล้ว แต่ยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้อง ทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในขั้นนี้ เมื่อตรวจสอบคำตอบ ยังคงมีนักเรียนบางคน ไม่เขียนคำตอบ ในส่วนของนักเรียนที่เขียนตอบมา ก็ยังคงพบลักษณะคำตอบเช่นวงรอบที่ 1 ที่นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบ แต่ไม่เขียนอธิบายหรือสรุป ยืนยันความถูกต้องของคำตอบ

เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากชิ้นงานในแต่ละชั้น พบว่าขั้นตอนที่นักเรียนประสบปัญหามาก คือ การอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา และการตรวจสอบคำตอบในขั้นประเมิน พบว่านักเรียนยังอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบไม่ชัดเจน ไม่สอดคล้องกับขั้นตอนที่ตนเองได้ลงมือแก้โจทย์ปัญหา และยังไม่สามารถอธิบายการตรวจสอบคำตอบที่ชัดเจนได้ และจำนวนนักเรียนที่ไม่ทำขั้นประเมินมีจำนวนลดลง

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 สิ้นสุด ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนจากกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาค่ากว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 3 คน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการสะท้อนปัญหาที่ควรแก้ไขปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไปในประเด็นต่างๆ ดังนี้

## 1. ด้านการจัดการเรียนรู้

1.1 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับ นักเรียนสะท้อนว่ายังคงพึงพอใจที่ได้ทำการทดลองในชั้นเรียน นักเรียนจึงมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ดังจะเห็นจากแนวการตอบต่อไปนี้

“...ชอบที่ได้ทำการทดลอง ตอนนี้คุ้นเคยกับขั้นตอนในชั้นเรียนแล้ว ...”

(นักเรียนคนที่ 10ข, 26 สิงหาคม: สัมภาษณ์)

1.2 ความคุ้นเคยต่อการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับ นักเรียนได้สะท้อนว่าเริ่มคุ้นเคยมากขึ้นแล้ว ทราบว่าจะได้รับมอบหมายงานในห้องเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และต้องตื่นตัว รับผิดชอบที่ได้รับเพื่อที่จะได้เสร็จทันเวลาที่ครูกำหนดให้ ดังจะเห็นจากแนวการตอบต่อไปนี้

“...ช่วงแรกก็รู้สึกบรรยากาศในชั้นเรียนวุ่นวาย เพราะต้องทำอะไรหลายอย่างในคาบ แต่ตอนนี้เริ่มชินแล้ว ต้องรับผิดชอบที่ครูสั่ง เพราะจะไม่ทันเวลา...”

(นักเรียนคนที่ 14ก, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

1.3 นักเรียนตระหนักรู้ เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างหลักการที่ค้นพบไปสู่การนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้

“...ได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทดลองกับการคำนวณค่า ทำให้เห็นภาพชัดเจน เข้าใจเนื้อหาขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

## 2. การใช้สื่อการสอน

นักเรียนได้สะท้อนว่าสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้มีความสอดคล้องกันกับกรอบเนื้อหาในคาบนั้นๆ แล้ว ดังจะเห็นจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังต่อไปนี้

“...สื่อที่ครูนำมาใช้ มีความเหมาะสมกับเนื้อหาแล้ว...”

(นักเรียนคนที่ 14ก, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...สื่อที่นำมาใช้สอดคล้องกับเนื้อหาแล้ว...”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...อุปกรณ์หรือว่าสื่อที่ครูเอามาใช้เหมาะสมแล้ว...”

(นักเรียนคนที่ 10ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

### 3. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

นักเรียนได้สะท้อนว่าบรรยากาศในชั้นเรียนในวันที่เป็นคาบเดี่ยวยังคงมีความเร่รรับ โดยเฉพาะในช่วงท้ายคาบ ดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้

“...ช่วงท้ายคาบ ครูจะรีบกว่าช่วงแรกๆ...”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...วันที่เป็นคาบเดี่ยว บรรยากาศจะเร่รรับ กว่าวันที่เป็นคาบคู่...”

(นักเรียนคนที่ 10ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

### 4. การมีส่วนร่วม

นักเรียนต่างให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม และพยายามช่วยกันทำงาน เพื่อให้งานกลุ่มเสร็จทันเวลา เมื่อทำงานกลุ่มเสร็จแล้ว ในช่วงที่นักเรียนได้รับมอบหมายให้ทำงานเดี่ยว นักเรียนก็ยังพยายามช่วยเหลือซึ่งกันและกันในการแก้โจทย์ปัญหาในช่วงที่ครูมอบหมายให้ทำใบงานเดี่ยว ดังจะเห็นจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังต่อไปนี้

“...ทุกคนในกลุ่มก็ได้ช่วยกันทำงาน และอยากให้งานเสร็จ...”

(นักเรียนคนที่ 14ก, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...ทุกคนช่วยกันทำงานกลุ่ม และตอนทำงานเดี่ยว ก็ได้ตอบคำถามเวลาครูถาม”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...ได้ช่วยเพื่อนทั้งตอนทำงานกลุ่มและหลังจากที่ทำงานกลุ่มเสร็จแล้ว เพื่อนต่างช่วยกันอธิบายและช่วยสอนกันดี...”

(นักเรียนคนที่ 10ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

### 5. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

#### 5.1 ความคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ในวงรอบนี้

นักเรียนได้สะท้อนว่าเริ่มคุ้นเคยกับการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น นักเรียนเริ่มมีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน ดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้

“...คุ้นเคยกับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาแล้ว ทำให้มีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาว่าเราต้องเริ่มคิดจากจุดใด...”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

#### 5.2 ปัญหาที่พบในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนได้

สะท้อนว่า ทำแบบทดสอบไม่ทันในขั้นตอนท้ายๆ ของข้อสุดท้ายในแบบทดสอบ และเริ่มจำสูตรไม่ได้ เพราะเรียนเนื้อหาเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้



“...ตอนสอบก็จะทำข้อท้ายๆ ไม่ทัน”

(นักเรียนคนที่ 14ก, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

“...จะพบปัญหาตอนจำสูตรไม่ได้ แล้วทำให้ไม่สามารถทำโจทย์ข้ออื่นๆ ได้...”

(นักเรียนคนที่ 5ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

5.3 นักเรียนไม่ตระหนักเห็นความสำคัญของขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ไม่ต้องการทำขั้นประเมินหลังจากคำนวณได้คำตอบ

“...มีขั้นตอนเยอะ ส่วนใหญ่จะทำขั้นท้ายๆ ไม่ทัน บางข้อเมื่อแสดงวิธีทำจนได้คำตอบแล้ว ก็ไม่อยากทำต่อ...”

(นักเรียนคนที่ 10ข, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

5.4 นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่ไม่ได้กำหนดค่าตัวแปรให้โดยตรง ดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้

“ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ที่ไม่ให้ค่าตัวแปรมาตรงๆ ได้ในบางครั้ง ไม่รู้ว่าต้องแทนค่าใดในสูตร...”

(นักเรียนคนที่ 14ก, 26 สิงหาคม 2563: สัมภาษณ์)

เมื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการสอน ชิ้นงานของนักเรียน การสัมภาษณ์ รวมถึงคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงรอบที่ 2 นี้ สามารถสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ในวงรอบถัดไปเพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามความมุ่งหมายได้ดังนี้

พูน ปณ ภิโต ชีเว

ตารางที่ 20 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงรอบที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
บรรยากาศในห้องเร่รับในวันที่เป็นคาบเดี่ยว	ผู้วิจัยพยายามดำเนินการในชั้นสร้างความสนใจให้กระซิบขึ้นเพื่อเข้าสู่ชั้นต่อไปได้เร็วขึ้น
ภาพรวมของนักเรียนยังคงมีคะแนนในชั้นประเมินต่ำอยู่ และนักเรียนบางคนแสดงออกว่าไม่อยากจะสนใจให้ผู้วิจัยหยุดดูขณะให้ทำแบบฝึกหัด และไม่กล้าถามเมื่อทำไม่ได้	ผู้วิจัยพยายามเดินสำรวจชั้นเรียนเพื่อให้ความช่วยเหลือเป็นรายบุคคลให้ทั่วถึงมากขึ้นในช่วงที่นักเรียนทำใบงาน และขอความร่วมมือให้นักเรียนที่มีความเข้าใจและสามารถแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันได้แล้วช่วยเหลือเพื่อนในโต๊ะด้วย
มีนักเรียนบางส่วนไม่ต้องการแสดงวิธีการตรวจสอบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจคำตอบ	ชี้แจงให้นักเรียนเห็นความสำคัญว่าทำไมขั้นประเมินนี้ถึงสำคัญและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา
นักเรียนสับสนและจำสูตรไม่ได้	ผู้วิจัยเน้นย้ำให้นักเรียนทบทวนบทเรียนอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้จำได้และไม่สับสนสูตรที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา
นักเรียนอ่านโจทย์ที่ไม่ได้บอกค่าปริมาณต่างๆ มาโดยตรงแล้วไม่สามารถระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา	ผู้วิจัยคอยเน้นย้ำจุดสังเกต จุดสำคัญในการระบุปริมาณในขณะยกตัวอย่างในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์แล้วนึกถึงหลักการ และสถานะที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องให้ได้

พหุ ประถมศึกษา

### วงรอบปฏิบัติการที่ 3

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงรอบที่ 3 ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 กฎความดันย่อยของดาลตัน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 กฎการแพร่ของเกรแฮม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสะท้อนปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงรอบที่ 2 มาปรับปรุงในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยผู้วิจัยยังคงขอความร่วมมือและสร้างเงื่อนไขให้นักเรียนมาเข้าชั้นเรียนให้ตรงเวลาเพื่อที่จะสามารถเริ่มดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้ไวขึ้น และพยายามกระชับเวลาในชั้นสร้างความสนใจในวันที่เป็นคาบเดี่ยว ลดบรรยากาศความเร่งรีบในชั้นเรียนลง ในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือให้นักเรียนที่สามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาได้แล้วช่วยเหลือเพื่อนที่นั่งอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพื่อเล็งความไม่สะดวกสำหรับนักเรียนที่ไม่ต้องการถามผู้วิจัยโดยตรง ในช่วงที่อธิบายและยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้เน้นย้ำให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์และสังเกตจุดที่จะบ่งบอกสถานะของปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์เพื่อให้นักเรียนสามารถดึงตัวแปรที่โจทย์ไม่ได้ระบุให้โดยตรงได้ และเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญในชั้นประเมินและต้องทำเพื่อเป็นการตรวจสอบการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง และเน้นย้ำให้นักเรียนทบทวนบทเรียนอยู่เสมอเพื่อไม่ให้สับสนหรือจำสูตรผิด แล้วนำสูตรมาใช้แก้โจทย์ปัญหาผิด เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 นี้ ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ชุดที่ 3 จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 18 คะแนน ซึ่งมีผลการวิเคราะห์คะแนนดังนี้



ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบที่ 3

เลข ที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม (18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
1ก	4.75	79.17	√	5	83.33	√	3	50.00	×	12.75	70.83	√
2ก	5.25	87.50	√	6	100	√	5.5	91.67	√	16.75	93.06	√
3ก	5.5	91.67	√	6	100	√	3.5	58.33	×	15	83.33	√
5ก	5.25	87.50	√	5	83.33	√	3	50.00	×	13.25	73.61	√
6ก	5	83.33	√	6	100	√	3.5	58.33	×	14.5	80.56	√
7ก	5.25	87.50	√	5	83.33	√	4.5	75.00	√	14.75	81.94	√
8ก	5.25	87.50	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	13.75	76.39	√
9ก	4.75	79.17	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	13.25	73.61	√
11ก	5.25	87.50	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	13.75	76.39	√
12ก	5	83.33	√	6	100	√	4.5	75.00	√	15.5	86.11	√
13ก	5.25	87.50	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	13.75	76.39	√
14ก	4.75	79.17	√	6	100	√	3	50.00	×	13.75	76.39	√
15ก	5	83.33	√	6	100	√	5	83.33	√	16	88.89	√
2ข	5.5	91.67	√	6	100	√	4	66.67	×	15.5	86.11	√
3ข	4.25	70.83	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	12.75	70.83	√
4ข	5.75	95.83	√	5	83.33	√	4	66.67	×	14.75	81.94	√
5ข	5.5	91.67	√	5	83.33	√	5	83.33	√	15.5	86.11	√
6ข	5.25	87.50	√	6	100	√	5	83.33	√	16.25	90.28	√
8ข	6	100	√	6	100	√	6	100	√	18	100	√
10ข	5	83.33	√	6	100	√	4	66.67	×	15	83.33	√
12ข	6	100	√	6	100	√	6	100	√	18	100	√

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วงรอบที่ 3 (ต่อ)

เลข ที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม (18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน (6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
13ข	4.25	70.83	√	5	83.33	√	3.5	58.33	×	12.75	70.83	√
14ข	5.75	95.83	√	6	100	√	4	66.67	×	15.75	87.50	√
15ข	6	100	√	6	100	√	6	100	√	18	100	√
เฉลี่ย	5.23	87.15	-	5.54	92.36	-	4.19	69.79	-	14.96	83.10	-
S.D.	0.47	7.88	-	0.50	8.30	-	0.96	15.92	-	1.61	8.92	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)			24	-	24	-	9	-	24			

หมายเหตุ √ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

× หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากตารางข้างต้น พบว่าในวงรอบที่ 3 นี้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 14.96 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน นักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 24 คนมีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถเรียงลำดับขั้นตอนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ลำดับ 1 ขั้นกำกับและควบคุม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.54 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 92.36 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 2 ขั้นวางแผน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.23 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.15 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 3 ขั้นประเมิน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.19 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.79 ของคะแนนเต็ม

ในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 นี้ผู้วิจัยได้สังเกตชั้นเรียน สามารถรวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และระหว่างที่นักเรียนลงมือทำใบงานที่ได้รับมอบหมายเพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหาได้ดังนี้

ตารางที่ 22 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงรอบที่ 3

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	บันทึกหลังการสอน
5. กฎความดัน ย่อยของดาลตัน	<p>นักเรียนเข้าห้องเรียนเร็วขึ้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถดำเนินไปตามเวลาที่กำหนดได้แต่ยังคงมีบรรยากาศเร่งรีบ และนักเรียนยังคงให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนแต่ไม่กระตือรือร้นอย่างเช่นวันที่มีการทำการทดลอง</p> <p>เมื่อถึงขั้นขยายความรู้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันได้โดยที่มีจำนวนนักเรียนที่ถามคำถามเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาน้อยลง โดยรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำใบงานได้เอง และนักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาได้คล่องแล้ว ได้ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่มขณะฝึกแก้โจทย์ปัญหา</p>
6. กฎการแพร่ ของเกรแฮม	<p>นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และมีความกระตือรือร้น การจัดการเรียนการสอนสามารถดำเนินการได้ตามที่วางแผนไว้ตามเวลาที่กำหนด</p> <p>ในส่วนของ การแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันในขั้นขยายความรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ สามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาได้เอง มีนักเรียนบางคนที่ไม่สามารถทำการสมมุติค่าตัวแปรเพื่อแทนค่าลงในสูตรได้ เมื่อผู้วิจัยเดินสำรวจชั้นเรียน มีนักเรียนจำนวนไม่มากที่ถามเพื่อให้ครูช่วยตรวจสอบว่าตนเองทำการแก้โจทย์ถูกต้องแล้วหรือไม่</p>

จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปภาพรวมของชั้นเรียนได้ว่านักเรียนยังคงให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน ยังคงมีความกระตือรือร้นในวันที่มีกิจกรรมการทดลอง แต่แสดงออกว่าเริ่มเบื่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับในวันที่ไม่มีกิจกรรมการทดลอง ถึงแม้จะสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตามเวลาที่วางแผนเอาไว้ แต่ในวันที่เป็นคาบเดี่ยว บรรยากาศในชั้นเรียนยังคงมีความเร่งรีบเช่นเดิม ในส่วนของการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา พบว่านักเรียนสามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาได้คล่องขึ้น มีคำถามระหว่างแก้โจทย์ปัญหาน้อยลง ปัญหาที่พบคือนักเรียนบางคนไม่สามารถสมมุติค่าตัวแปรได้ถ้าโจทย์ไม่กำหนดค่ามาให้โดยตรง

ผู้วิจัยได้รวบรวมชิ้นงานที่นักเรียนลงมือทำในชั้นเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละชั้น พบลักษณะของคำตอบที่ทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในแต่ละขั้นตอนย่อยในการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ดังนี้

### 1. การวางแผน

#### 1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

1.1.1 ลักษณะของคำตอบที่พบ คือ นักเรียนไม่สามารถระบุค่าตัวแปรที่โจทย์ไม่ได้กำหนดมาให้โดยตรงได้ เช่น

โจทย์ : ถ้าแก๊ส X มีความหนาแน่นเป็น 4 เท่าของแก๊ส Y จงคำนวณหาอัตราส่วนของอัตราการแพร่ของแก๊ส X ต่อแก๊ส Y ที่สภาวะเดียวกัน

นักเรียนไม่เขียนคำตอบและได้ 0 คะแนนในขั้นนี้ และไม่สามารถแก้โจทย์ในขั้นตอนที่เหลือได้

1.1.2 นักเรียนสมมุติค่าตัวแปรผิด ในกรณีนี้ นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ ตัวอย่างคำตอบนักเรียน เช่น

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$dx = 1$$

$$dy = 4$$

รูปที่ 27 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 26

1.2 การระบุคำถามของโจทย์ จากโจทย์ข้อเดียวกัน มีนักเรียนที่ระบุคำถามของโจทย์ในรูปอัตราส่วนผิด กรณีนี้ นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ ลักษณะของคำตอบที่พบ คือ

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

$$\frac{dy}{dx} = 9$$

รูปที่ 28 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 27

1.3 การระบุสูตร จากโจทย์ข้อเดียวกัน ลักษณะคำตอบที่พบ คือ นักเรียนระบุสูตรผิด แต่ยังเป็นสูตรในเรื่อง กฎการแพร่ของเกรแฮม นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนน ตัวอย่างคำตอบ คือ

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \quad \times$$

รูปที่ 29 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 28

จากลักษณะของคำตอบดังกล่าวในขั้นการวางแผน พบว่านักเรียนประสบปัญหาเมื่อต้องแก้โจทย์ที่ไม่ได้กำหนดค่าตัวแปรมาให้โดยตรง ต้องอาศัยการสมมุติค่าตัวแปรเพื่อหาคำตอบ มีนักเรียนบางส่วนที่ทำการสมมุติค่าตัวแปรไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาในข้อนี้ได้ ในขั้นที่เหลือนอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนระบุคำถามของโจทย์ที่ถามในรูปอัตราส่วนผิด ทำให้นักเรียนคำนวณได้คำตอบที่ผิด และมีนักเรียนที่ใช้สูตรผิด แต่ยังเป็นสูตรที่อยู่ในเรื่องกฎการแพร่ของเกรแฮม

2. การกำกับและควบคุม ลักษณะคำตอบที่พบคือ

2.1 นักเรียนแทนค่าตัวแปรลงในสูตรถูกต้องแต่คำนวณได้คำตอบผิด กรณีนี้ นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 ในขั้นนี้ ตัวอย่าง เช่น

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$$P_{รวม} = \frac{n_{รวม}RT}{V}$$

$$P_{รวม} = \frac{(0.5+1.5 \text{ mol})}{20 \text{ L}} (0.0821 \text{ L} \cdot \text{atm}^{\circ} \cdot \text{K}^{-1}) (298 \text{ K})$$

$$P_{รวม} = 0.917 \text{ atm} \quad \times$$

รูปที่ 30 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 29



2.2 นักเรียนแทนค่าตัวแปรสลับกันจากกรณี ที่ 1.1.2 ทำให้คำนวณได้คำตอบผิด นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ ตัวอย่างคำตอบนักเรียน คือ

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \quad \checkmark$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{4}{1}} \quad \times$$

$$\frac{r_1}{r_2} = 2 \quad \times$$

๐๐  $r_1 = 2r_2 \quad \times$

รูปที่ 31 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 30

จากลักษณะคำตอบดังกล่าว ในวงรอบนี้ยังคงพบนักเรียนที่ทำการแก้โจทย์ปัญหาในขั้นการวางแผนได้ แต่ทำการคำนวณหาคำตอบในขั้นกำกับและควบคุมผิด และมีนักเรียนที่ระบุค่าตัวแปรผิดตั้งแต่เริ่มต้น เมื่อทำการแทนค่าเพื่อคำนวณหาคำตอบ จึงได้คำตอบที่ผิด

### 3. การประเมิน

3.1 การตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะคำตอบที่พบ นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบไม่ชัดเจน นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ ตัวอย่างคำตอบ คือ

#### 3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

- ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
- คำนวณถูกแล้ว

รูปที่ 32 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 31

พหุบัน บณุ ทัตโต ชิเว

3.2 การตรวจสอบคำตอบ ลักษณะคำตอบที่พบ เมื่อนักเรียนตรวจสอบคำตอบแล้ว ไม่ยืนยันว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องและสอดคล้องตามเป้าหมายแล้วหรือไม่ นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจาก คะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ คือ

3.2 ตรวจสอบคำตอบ  
แทนค่ากลับ  $\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$   
 $0.5 = \sqrt{\frac{4}{1}}$   
 $0.5 = 0.5$  \*

รูปที่ 33 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 32

จากลักษณะคำตอบที่พบในขั้นการประเมินนี้ พบว่ายังคงมีนักเรียนที่อธิบายการตรวจสอบขั้นการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองไม่ละเอียดและไม่ชัดเจน และในขั้นการตรวจสอบคำตอบ ยังคงพบนักเรียนที่ลงมือคำนวณย้อนกลับไม่ยืนยัน สรุปคำตอบที่ได้ว่าถูกหรือผิด หรือสอดคล้องกับคำถามของโจทย์หรือไม่

เมื่อพิจารณาจากทั้ง 3 ชั้น พบว่าในวงรอบที่ 3 นี้ นักเรียนสามารถวางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองได้ แต่ประสบปัญหาในการระบุค่าตัวแปรที่โจทย์ไม่ได้ให้ค่ามาโดยตรง และไม่เข้าใจการกำหนดอัตราส่วนจากข้อมูลที่โจทย์ให้มาได้ ทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ในขั้นที่เหลือได้ ในขั้นการกำกับและควบคุม พบว่ายังมีนักเรียนที่ทำขั้นการวางแผนได้ แต่คำนวณหาคำตอบผิด และนักเรียนที่กำหนดค่าตัวแปรผิดในขั้นการวางแผน คำนวณได้คำตอบผิดในขั้นนี้ ในส่วนของขั้นประเมิน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เขียนคำตอบในการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองได้แล้ว แต่มีนักเรียนบางคนที่ยังไม่เขียนให้ชัดเจน และยังมีนักเรียนที่ไม่สรุปคำตอบหลังจากแสดงการตรวจสอบคำตอบของตนเอง

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3 สิ้นสุด ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียนจากกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 2 คน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการสะท้อนปัญหาที่ควรแก้ไขปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

#### 1. การจัดการเรียนรู้

1.1 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน นักเรียนสะท้อนว่าพึงพอใจต่อการทำกิจกรรมที่เป็นการทดลองในชั้นเรียนและได้นำหลักการจากการทำการทดลองมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เห็นได้จากแนวการตอบดังนี้

“...ดีที่ได้ทำการทดลองและได้คำนวณหลังทำการทดลอง...” ช่วงแรกๆ  
ทำงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนไม่ทัน เมื่อเริ่มคุ้นเคย และทราบว่าครูจะให้ทำอะไรบ้าง ก็เริ่มทำ  
กิจกรรมในชั้นเรียนได้คล่องขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 9ก, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

1.2 ความคุ้นเคยต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับ นักเรียนสะท้อนว่ามี  
ความคุ้นเคยมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับครั้งแรกๆ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ ทำให้นักเรียน  
รู้หน้าที่ในแต่ละขั้นตอน นักเรียนจึงทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้คล่องขึ้น ดังจะเห็นจากแนวการตอบ  
ต่อไปนี้

“...ช่วงแรกๆ ทำงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนไม่ทัน เมื่อเริ่มคุ้นเคย และ  
ทราบว่าครูจะให้ทำอะไรบ้าง ก็เริ่มทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้คล่องขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 9ก, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

“...ในแต่ละครั้งที่เรียนต้องทำอะไรหลายๆ อย่าง และต้องรีบทำ ...”

(นักเรียนคนที่ 13ข, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

## 2. การใช้สื่อการสอน

นักเรียนได้สะท้อนว่าสื่อการสอนที่นำมาใช้ในชั้นเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา  
ในแต่ละคาบแล้ว ดังจะเห็นได้จากแนวการตอบต่อไปนี้

“...มีความเหมาะสมกับเนื้อหาแล้วค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 9ก, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

“...อุปกรณ์ ใบงานที่ครูเตรียมให้ก็เหมาะสมแล้วค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 13ข, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

## 3. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

3.1 นักเรียนได้สะท้อนปัญหาด้านเวลาว่า ในวันที่เป็นคาบเดี่ยว บรรยากาศยังคง  
มีความเร่งรีบเช่นเคยเพราะการเรียนการสอนมีหลาย ดังจะเห็นจากแนวคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

“...บรรยากาศดูเร่งรีบเหมือนเดิม เพราะมีอะไรให้ทำในคาบหลายอย่าง...”

(นักเรียนคนที่ 9ก, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

3.2 นักเรียนสะท้อนว่าทำใบงานในชั้นขยายความรู้ไม่ทันในวันที่เป็นคาบเดี่ยว  
เพราะการจัดการเรียนรู้ยังคงมีหลายขั้นตอนเท่าเดิมแต่มีเวลาเพียง 1 คาบเรียน โดยนักเรียนตอบมา  
ดังนี้

“...ในบางครั้ง ทำงานเดียวในคาบไม่ทัน...”

(นักเรียนคนที่ 13ข, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

#### 4. การมีส่วนร่วม

นักเรียนได้สะท้อนว่าในการทำงานกลุ่ม ทุกคนต่างให้ความร่วมมือ เพื่อช่วยกันทำงานกลุ่มให้เสร็จทันเวลา ดังจะเห็นจากแนวคำตอบดังนี้

“...ทุกคนก็ช่วยกันทำงานเหมือนเดิม และทุกคนในกลุ่มก็มีส่วนร่วมดี...”

(นักเรียนคนที่ 9ก, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

“...รู้สึกว่าได้มีส่วนร่วมในงานกลุ่ม...”

(นักเรียนคนที่ 13ข, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

#### 5. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

5.1 ความคุ้นเคยในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนสะท้อนว่ามีความคุ้นเคย และเข้าใจขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันเพิ่มขึ้น ดังจะเห็นจากแนวคำตอบต่อไปนี้

“...ตอนนี้คุ้นเคยกับวิธีการแล้ว สามารถทำโจทย์ได้มากขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 9ก, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

“...เข้าใจขั้นตอนการทำมากขึ้นค่ะ ชั้นแรกๆ คิดว่าทำได้เยอะขึ้นแล้ว

(นักเรียนคนที่ 13ข, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

5.2 ปัญหาที่พบในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนสะท้อนว่ายังขาดความมั่นใจว่าได้ทำถูกต้องหรือไม่ และทำแบบทดสอบในข้อสุดท้ายไม่ทัน ดังจะเห็นได้จากแนวคำตอบต่อไปนี้

“...ยังไม่มั่นใจ และทำไม่ค่อยทันในขั้นตอนท้ายๆ ...”

(นักเรียนคนที่ 9ก, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

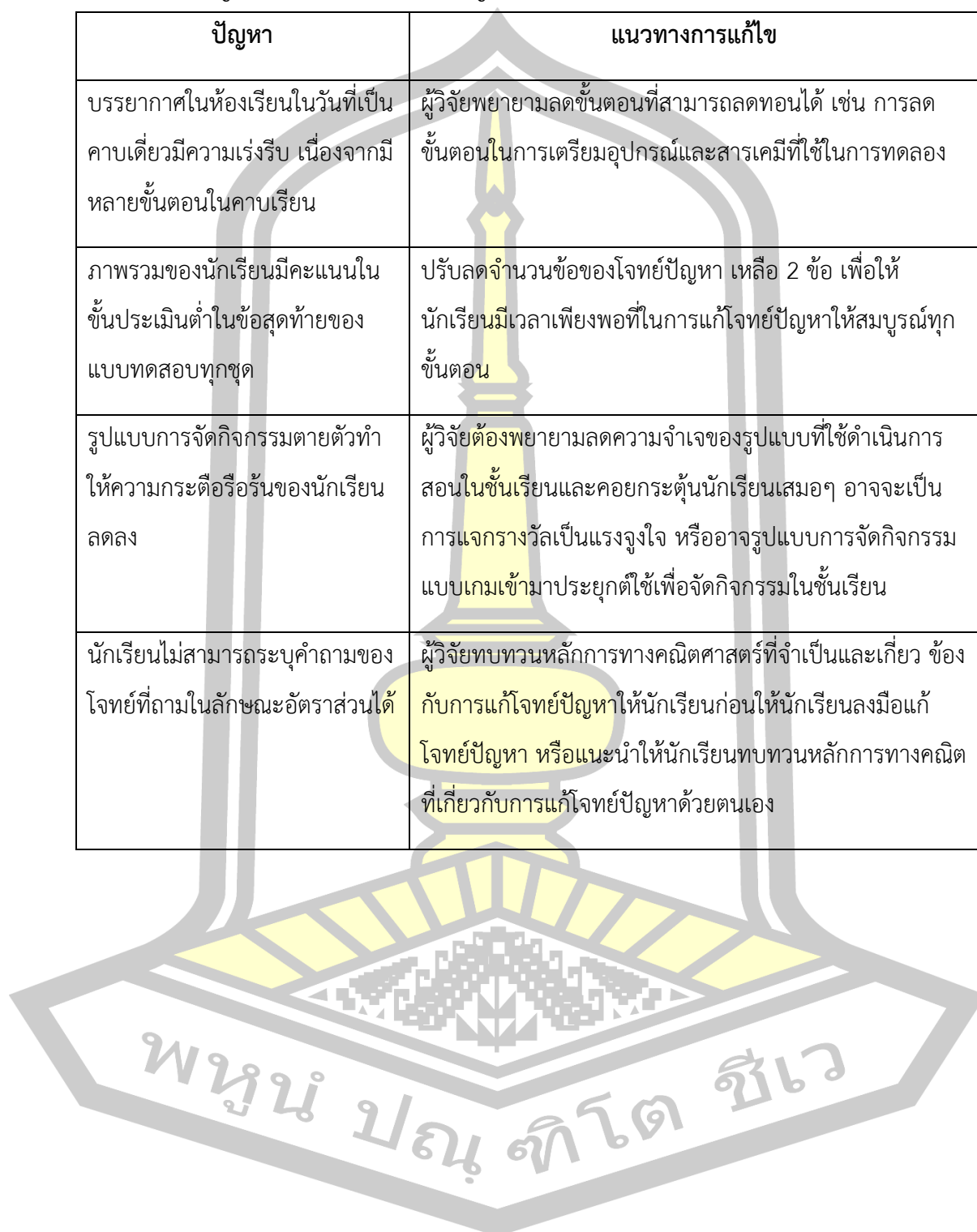
“...จะมีขั้นท้ายๆ บางทีก็ทำไม่ทันบ้างค่ะ...”

(นักเรียนคนที่ 13ข, 11 กันยายน 2563: สัมภาษณ์)

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากบันทึกหลังการสอน ชิ้นงานของนักเรียน สัมภาษณ์ รวมถึงคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในวงรอบที่ 3 นี้ สามารถสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขได้ ดังนี้

ตารางที่ 23 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงรอบที่ 3

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
บรรยากาศในห้องเรียนในวันที่เป็นคาบเดี่ยวมีความเร่งรีบ เนื่องจากมีหลายขั้นตอนในคาบเรียน	ผู้วิจัยพยายามลดขั้นตอนที่สามารถลดทอนได้ เช่น การลดขั้นตอนในการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง
ภาพรวมของนักเรียนมีคะแนนในขั้นประเมินต่ำในข้อสุดท้ายของแบบทดสอบทุกชุด	ปรับลดจำนวนข้อของโจทย์ปัญหา เหลือ 2 ข้อ เพื่อให้ นักเรียนมีเวลาเพียงพอในการแก้โจทย์ปัญหาให้สมบูรณ์ทุกขั้นตอน
รูปแบบการจัดกิจกรรมตายตัวทำให้ความกระตือรือร้นของนักเรียนลดลง	ผู้วิจัยต้องพยายามลดความจำเจของรูปแบบที่ใช้ดำเนินการสอนในชั้นเรียนและคอยกระตุ้นนักเรียนเสมอๆ อาจจะเป็นการแจกรางวัลเป็นแรงจูงใจ หรืออาจรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบเกมเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อจัดกิจกรรมในชั้นเรียน
นักเรียนไม่สามารถระบุคำถามของโจทย์ที่ถามในลักษณะอัตราส่วนได้	ผู้วิจัยทบทวนหลักการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและเกี่ยวข้องกับ การแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนก่อนให้นักเรียนลงมือแก้ โจทย์ปัญหา หรือแนะนำให้นักเรียนทบทวนหลักการทางคณิต ที่เกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีลำดับการรายงานดังนี้

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

#### ความมุ่งหมายของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

#### สรุปผล

ผลจากการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถสรุปได้ดังนี้

ในวงรอบที่ 1 มีนักเรียนจำนวน 5 คน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 20.83 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 10.54 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน

ในวงรอบที่ 2 มีนักเรียนจำนวน 15 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 62.50 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 12.80 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน

ในวงรอบที่ 3 มีนักเรียนจำนวน 24 คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 100 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 14.96 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน

## อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีรูปแบบงานวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แบ่งเป็น 3 วงรอบ โดยแต่ละวงรอบ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

### ผลการอภิปรายวงรอบที่ 1

นักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 10.54 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน มีนักเรียนจำนวน 5 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 20.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่าในวงรอบที่ 1 นี้ นักเรียนมีคะแนนในขั้นวางแผน ขั้นกำกับและควบคุม และขั้นประเมิน เป็น 3.98 3.88 และ 2.96 คะแนนตามลำดับ โดยแต่ละขั้นตอนมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ขั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ขั้นการประเมิน ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะคำตอบจากชิ้นงานของนักเรียน พบว่านักเรียนหลายคนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์สามารถทำการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเพื่อระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ระบุคำถามของโจทย์ ระบุสูตรที่ใช้ได้ แต่ข้ามขั้นตอนการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาไปคำนวณหาคำตอบในขั้นกำกับและควบคุม และไม่ทำขั้นประเมิน ผลจากการสัมภาษณ์ นักเรียนจะสะท้อนว่าคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาโดยการวิเคราะห์โจทย์ ระบุค่าตัวแปรแล้วแทนค่าในสูตรเพื่อคำนวณหาคำตอบ แต่กลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนจะต้องออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา และเมื่อคำนวณหาคำตอบแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบย้อนกลับทั้งขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและตรวจสอบคำตอบ (Beyer, 1997) เมื่อรวบรวมข้อมูลจากบันทึกหลังการสอน พบว่าการมีนักเรียนหลายคนสอบถามผู้สอนในขณะที่ได้รับมอบหมายให้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาในชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีทำในขั้นการออกแบบขั้นตอนการแก้โจทย์ การตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ และการตรวจสอบคำตอบ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังขาดความเข้าใจในกลวิธีเมตาคอกนิชัน จึงไม่สามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วราภรณ์ เกลี้ยงกล่น (2557) ที่ได้ทำการศึกษาศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน

ที่พบว่านักเรียนมีคะแนนในชั้นประเมินต่ำที่สุด เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจและไม่เห็นความสำคัญของขั้นตอนดังกล่าว จากการที่นักเรียนเหล่านี้ไม่ออกแบบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในชั้นวางแผน ส่งผลให้นักเรียนไม่มีแนวทางที่จะใช้ตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาในชั้นประเมิน คะแนนในชั้นประเมินและของนักเรียนจึงต่ำ และทำให้นักเรียนกลุ่มนี้มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ การส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องอาศัยความเข้าใจในกลวิธีหรือเทคนิคที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจึงจะสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Brueckner และ Grossnickle, 1974) นอกจากนี้ การวิเคราะห์ลักษณะคำตอบจากชิ้นงานของนักเรียนยังสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนไม่สามารถทำการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ ทำให้ระบุค่าตัวแปรและคำถามของโจทย์ผิด มีการจดจำสูตรไม่ได้ รวมถึงคำนวณหาคำตอบผิด ซึ่งความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจำเป็นต้องอาศัยทั้งความสามารถในการอ่านเพื่อวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และความสามารถในการคำนวณพื้นฐาน (สุนีย์ เหมาะะประสิทธิ์, 2553) รวมถึงการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดความชำนาญในการแก้โจทย์ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว (เสฏฐวุฒิ มุลอามาตย์, 2549) เมื่อนักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์และคำนวณได้ รวมถึงขาดการฝึกฝนการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ อย่างไรก็ตาม ยังคงมีนักเรียนจำนวน 5 คนจากกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นักเรียนกลุ่มนี้เป็นนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน และมีคำถามเพื่อให้ผู้วิจัยช่วยตรวจสอบความถูกต้องในขณะที่ฝึกแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันในชั้นเรียน และนักเรียนกลุ่มนี้ได้ลงมือทำการแก้โจทย์ปัญหาครบทุกขั้นตอน ทำให้สามารถควบคุมและกำกับการเรียนรู้ของตนเอง เกิดการจัดระเบียบกระบวนการทางความคิด ซึ่งช่วยให้เกิดความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา (Ertmer and Newby, 1996) นอกจากนี้แล้ว การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง ให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการในการแก้ไขปัญหาดังๆ (ทิศนา เขมมณี, 2557) และการนำกลวิธีเมตาคอกนิชันแทรกเสริมเข้าไปในกระบวนการจัดการเรียนรู้ ก็ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนตามกระบวนการควบคุมความคิด จึงช่วยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ (Beyer, 1997) ปัญหาที่พบในวงรอบที่ 1 ที่ส่งผลให้นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ คือ ความไม่คุ้นเคยและไม่เข้าใจในการนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในชั้นการออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา และชั้นประเมิน และขาดทักษะที่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขในวงรอบถัดไปเพื่อให้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของงานวิจัย



## ผลการอภิปรายวงรอบที่ 2

หลังจากที่ผู้วิจัยปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นอธิบายกลวิธีเมตาคอกนิชันพร้อมยกตัวอย่างการทำแต่ละขั้นตอนและถามความเข้าใจนักเรียนไปที่ละขั้นแทนการอธิบายทุกขั้นตอนในครั้งเดียว ชี้ให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ละขั้น และพยายามเดินสำรวจชั้นเรียนเพื่อให้ความช่วยเหลือให้นักเรียนให้ทั่วถึงมากขึ้น หลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้จนสิ้นสุดในวงรอบที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 12.80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน มีนักเรียนจำนวน 15 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 66.67 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณาภาพรวมของคะแนนในวงรอบนี้ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเพิ่มขึ้นในทุกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน และจำนวนนักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ได้เพิ่มขึ้นจากวงรอบที่ 1 ข้อมูลที่รวบรวมได้จากบันทึกหลังการสอนและการสัมภาษณ์สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนเริ่มมีความคุ้นเคยกับวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับ และมีความเข้าใจในกลวิธีเมตาคอกนิชันมากขึ้น ผลจากการวิเคราะห์คำตอบในชิ้นงานของนักเรียน ยังคงพบลักษณะคำตอบเช่นเดียวกับวงรอบที่ 1 ที่ทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในแต่ละขั้นย่อย แต่โดยภาพรวม นักเรียนสามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น มีนักเรียนที่ถามผู้สอนในระหว่างฝึกแก้โจทย์ปัญหาในชั้นขยายความรู้น้อยลงเมื่อเทียบกับวงรอบที่ 1 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นนี้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติ สืบค้นจนสามารถเกิดความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง และครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน (ภพ เลหาพิบุรณ์, 2542) ในวงรอบนี้ นักเรียนได้สะท้อนจากบทสัมภาษณ์ว่ารับรู้ถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองและภาระงานที่จะต้องทำในชั้นเรียนแล้ว นักเรียนจึงทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้คล่องแคล่วขึ้น นอกจากนั้นนักเรียนยังได้สะท้อนว่าการได้ทำการทดลองแล้วนำความรู้ที่ได้มาใช้แก้โจทย์ปัญหา ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นไปตามความคาดหวังของผู้วิจัยที่สอดแทรกกลวิธีเมตาคอกนิชันเข้าไปในชั้นขยายความรู้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนฝึกนำความรู้ที่ได้จากขั้นสรุปและอภิปรายมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เพื่อขยายความรู้ความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหานั้นๆ และเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พัชรมน วิริยะธรรม (2559) ที่ทำการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลจากการวิจัยในงานวิจัยนี้พบว่าผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง งานวิจัยข้างต้นได้สอดแทรกเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาเข้าในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างมี

ระบบ ผลจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงรอบที่ 2 นี้จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่าในวงรอบที่ 2 นี้ นักเรียนมีคะแนนในขั้นวางแผน ขั้นกำกับและควบคุม และขั้นประเมิน เป็น 4.70 4.88 และ 3.23 คะแนนตามลำดับ โดยแต่ละขั้นตอนมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน ขั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนต่ำที่สุดยังคงเป็นขั้นประเมิน ผลจากการวิเคราะห์คำตอบในชิ้นงานของนักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่านักเรียนหลายคนในกลุ่มนี้มีการเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไม่สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนลงมือทำ รวมถึงมีนักเรียนหลายคนที่ยังเขียนอธิบายการตรวจสอบคำตอบผิด เมื่อทำการสุ่มสัมภาษณ์นักเรียนในกลุ่มนี้ พบว่ายังคงมีนักเรียนบางคน ที่ไม่ต้องการทำขั้นประเมินหลังจากที่คำนวณหาคำตอบในขั้นกำกับและควบคุมได้แล้วเนื่องจากมองว่าเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหาคือการหาเพียงคำตอบเท่านั้น ถึงแม้จะลงมือทำขั้นการประเมิน ก็ยังคงได้คำตอบเท่ากับคำตอบที่คำนวณได้ในขั้นกำกับและควบคุม ซึ่งการลงมือแก้โจทย์ปัญหาในขั้นประเมิน เป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกตรวจสอบความถูกต้องของการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง เป็นการมองย้อนกลับไปตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ว่าสอดคล้องกับขั้นตอนที่วางแผนเอาไว้หรือไม่ แต่ละขั้นตอนถูกต้องแล้วหรือไม่ และคำตอบที่ได้ สอดคล้องและถูกต้องกับคำถามของโจทย์หรือไม่ เพื่อประเมินความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง (Beyer, 1997) หากนักเรียนไม่เห็นความสำคัญและไม่ลงมือทำขั้นนี้ นักเรียนจะไม่ทราบได้เลยว่าได้แสดงวิธีหาคำตอบในขั้นกำกับและควบคุมถูกต้องแล้วหรือไม่ นอกจากประเด็นดังกล่าวแล้วนักเรียนในกลุ่มที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ได้สะท้อนว่าเริ่มประสบปัญหาเนื่องจากต้องท่องจำสูตรในเนื้อหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊สเพิ่มขึ้น จึงเริ่มสับสนและจำสูตรไม่ได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาในข้อนั้นๆ ได้ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากนักเรียนขาดการทบทวนเนื้อหา บทบาทของครูในการสอนเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา คือต้องคอยกำกับให้นักเรียนหมั่นทบทวนหลักการ ความรู้ หรือสูตร รวมถึงการฝึกใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันอยู่เสมอในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้มีความชำนาญมากยิ่งขึ้น (พาสนา จุฬรัตน์, 2556) นอกจากนี้ปัญหาดังกล่าวแล้ว ยังพบว่านักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ที่ไม่ได้กำหนดค่าตัวแปรมาให้โดยตรงได้ หากนักเรียนไม่สามารถอ่านข้อความของโจทย์ปัญหา แล้วแบ่งข้อความของโจทย์ได้ว่าตอนใดเป็นข้อความของโจทย์ที่กำหนดให้ และข้อความตอนใดเป็นสิ่งที่โจทย์ถาม หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นักเรียนก็จะไม่สามารถเริ่มต้นแก้โจทย์ปัญหาได้เช่นกัน (สุวรร กายจณมยุร, 2533) ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขในวงรอบถัดไป

### ผลการอภิปรายวงรอบที่ 3

หลังจากที่ผู้วิจัยปรับปรุงการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน โดยขอความร่วมมือนักเรียนที่สามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาได้แล้ว ให้ช่วยสอนเพื่อนเพื่อลดความลำบากใจกับนักเรียนที่ไม่ต้องการถามครู พยายามชี้ให้นักเรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงและความสำคัญของชั้นประเมิน กำชับให้นักเรียนทบทวนบทเรียนอยู่เสมอๆ และชี้ให้เห็นจุดสังเกตเพื่อระบุค่าตัวแปรที่โจทย์ไม่ได้ให้ค่ามาโดยตรงในช่วงยกตัวอย่างในชั้นเรียน เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้จนสิ้นสุดวงรอบที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 14.93 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน นักเรียนทั้งหมด 24 คนจากกลุ่มเป้าหมาย มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ คะแนนเฉลี่ยของชั้นวางแผน ชั้นกำกับและควบคุม และชั้นประเมิน เป็น 5.23 5.54 และ 4.19 คะแนนตามลำดับ โดยในแต่ละชั้นมีคะแนนเต็ม 6 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนกับวงรอบที่ผ่านมา พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในทุกขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา จากข้อมูลที่รวบรวมได้ในบันทึกหลังการสอน พบว่านักเรียนทุกคนมีความคล่องแคล่วในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อการแก้โจทย์ปัญหา แทบจะไม่มีนักเรียนถามผู้สอนในขณะที่ฝึกแก้โจทย์ปัญหาในชั้นเรียน ผลจากการสัมภาษณ์ นักเรียนได้สะท้อนว่ายังคงพอใจกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับ ที่นักเรียนได้ลงมือทำการทดลองเพื่อค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จากนั้นได้สรุปความรู้ แล้วนำความรู้ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันทำให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้มากขึ้น เนื่องจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อให้การเรียนรู้มีความหมายต่อนักเรียน (ทิตานา แซมณี, 2548) และการสอดแทรกกลวิธีเมตาคอกนิชันเข้าไปในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นก็ช่วยให้นักเรียนมีแนวทางในการลงมือแก้โจทย์ปัญหาคด้วยกระบวนการตระหนักรู้และควบคุมทางความคิดที่เป็นลำดับขั้นตอน (Beyer, 1997) และเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนให้นำความรู้ที่ได้ค้นพบมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคตามแนวคิดของกลวิธีเมตาคอกนิชันอย่างต่อเนื่องจนเกิดความชำนาญในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาค จึงทำให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคเพิ่มสูงขึ้น (สุวรรณ กาญจนมยุร, 2533) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริรณภา นามโน (2560) ที่ทำการศึกษาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาคเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคสูงขึ้นในทุกวงรอบวิจัย นอกจากนี้เหตุผลดังกล่าวแล้ว จากการที่ครูขอความร่วมมือให้นักเรียนบางส่วนที่สามารถแก้โจทย์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันได้แล้ว ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม เมื่อนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกันขณะฝึกแก้โจทย์ปัญหาค ส่วนนี้จึงเป็นอีกหนึ่งเหตุผลที่ส่งเสริมให้นักเรียนแก้

โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบและประสิทธิภาพมากขึ้น (De Jong & Ferguson, 1996) จากการได้  
 แบ่งปันประสบการณ์และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน อย่างไรก็ตาม คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ  
 ความสามารถในวงรอบที่ 3 นี้ นักเรียนยังคงมีคะแนนในชั้นประเมินต่ำกว่าชั้นตอนอื่นๆ ผลจากการ  
 สัมภาษณ์ พบว่านักเรียนบางคนทำแบบทดสอบไม่ทันในชั้นตอนท้ายๆ เนื่องจากการจัดการทดสอบ  
 ในแต่ละครั้งมีข้อจำกัดด้านเวลา และผู้วิจัยไม่สามารถตัดจำนวนโจทย์ปัญหาในแบบทดสอบออกไปได้  
 เพราะโจทย์ปัญหาถูกกำหนดมาให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละ  
 ละวงรอบวิจัย เป็นผลให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เต็มที่ และส่งผลต่อคะแนนในชั้น  
 ประเมินของนักเรียนโดยตรง ในกรณีนี้ผู้สอนควรคำนึงถึงความเหมาะสมของโจทย์ ระดับความยาก  
 ง่ายและเวลาที่จัดให้นักเรียนในการทำแบบทดสอบ เพื่อให้ นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่าง  
 เต็มความสามารถในทุกชั้นตอน (น้อมศรี เคท, 2537) หากสามารถเพิ่มเวลาให้นักเรียนในการทำ  
 แบบทดสอบได้ เชื่อว่าคะแนนด้านประเมินของนักเรียนจะต้องสูงกว่าค่าที่ได้

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันสามารถ  
 พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนได้ ผลจากการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 มี  
 นักเรียนจากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 5 คนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบ  
 ที่ 2 จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นเป็น 15 คน และเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบที่ 3  
 นักเรียนทั้งหมด 24 คนจากกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ  
 สืบเสาะ 5 ขั้น ประกอบไปด้วยขั้นตอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ แล้วส่งเสริมให้  
 นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองผ่านกิจกรรมการทดลอง หรือกระบวนการทางวิทยาศาสตร์  
 โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในชั้นเรียน แล้วส่งเสริมให้นักเรียนทำการสรุปความรู้ด้วยตนเอง  
 ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ๆ เพื่อขยายความรู้  
 ความเข้าใจ จากนั้นให้ผู้เรียนได้ประเมินการเรียนรู้ของตนเอง เป็นการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการ  
 สืบเสาะและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้คงทนหลังจากได้รับการเรียนรู้  
 อย่างต่อเนื่อง (สมจิต สวธนไพบูลย์, 2541) และการสอดแทรกกลวิธีเมตาคอกนิชันเข้าไปในการ  
 จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นนี้ สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมี  
 ประสิทธิภาพ เนื่องจากมีขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการควบคุมและติดตามความคิด ผ่าน  
 ขั้นการวางแผน การกำกับและควบคุม และขั้นการประเมิน (Beyer, 1997) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย  
 ของ วราภรณ์ เกลี้ยง (2557) ที่ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี ของ  
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน ผลที่ได้ พบว่านักเรียนมีทักษะในการ  
 แก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้  
 ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริภา นามโน (2560) ที่ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการ  
 แก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบ

ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคognitionชั้น ผลคือ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการเรียนแบบ ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคognition มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 เพิ่มขึ้นในทุกวงจร รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัย วิรัตน์ ชันเขต และคณะ (2562) ที่ ทำการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ ผลที่ได้ คือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้นหลังได้รับการ จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการแก้โจทย์ปัญหา

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ก่อนเริ่มนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมนักเรียนโดย การอธิบายลำดับขั้นตอนและลักษณะกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในชั้นเรียนให้ชัดเจน เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจ รูปแบบของการจัดการเรียนรู้ที่จะได้รับ เพื่อให้ผู้สอนจะสามารถจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มากที่สุด

1.2 ผู้สอนพยายามลดบรรยากาศความตึงเครียดหรือความจำใจในชั้นเรียนเนื่องจาก รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ตายตัว อาจสอดแทรกกิจกรรมในรูปแบบเกมเข้าไปในการจัดการเรียนรู้ หรืออาจเสริมแรงด้วยการให้รางวัลเป็นสิ่งที่นักเรียนให้ความสนใจ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนยังคงความ กระตือรือร้นไว้ตลอดคาบเรียน

1.3 ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้ง ผู้สอนจะต้องระบุนเวลาในแต่ละขั้นให้ชัดเจนและคอย กำชับเวลากับนักเรียน รวมถึงมีเทคนิค หรือวิธีการเพื่อคอยกระตุ้นให้นักเรียนรักษาเวลา เพื่อให้ผู้สอน จะได้สามารถจัดการเรียนรู้ได้ครบทุกขั้นตอน

1.4 ในเนื้อหาที่ต้องมีการทำปฏิบัติการทดลอง ผู้สอนควรเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้ มีความพร้อมมากที่สุดเพื่อลดขั้นตอนและเวลาในชั้นสำรวจและค้นหา

1.5 ในการแก้โจทย์ปัญหาที่โจทย์ไม่ได้ให้ข้อมูลโจทย์มาโดยตรงหรือโจทย์ปัญหาที่มี ความซับซ้อน ผู้สอนจะต้องเน้นให้นักเรียนอ่าน ตั้งข้อสังเกต และวิเคราะห์โจทย์ให้ได้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องให้ได้ เพื่อนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาในขั้นถัดไปได้

1.6 ในขั้นการประเมินของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคognition เป็นขั้นที่ นักเรียนประสบปัญหามากที่สุด เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

ปัญหาและการตรวจคำตอบ ผู้สอนควรยกตัวอย่างประกอบการอธิบายให้ชัดเจนและหลากหลายขึ้น เพื่อเพิ่มแนวทางหรือทางเลือกให้นักเรียนได้เปรียบเทียบและทำความเข้าใจ

1.7 หากนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ครั้งต่อไป ผู้สอนควรทบทวนหลักการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน ก่อนทำการสอน เพื่อเพิ่มโอกาสให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหามากขึ้น

## 2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 นักกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ร่วมกันกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่นที่มีขั้นตอน น้อยลง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหรือแก้ปัญหาในเนื้อหาอื่น หรือ กลุ่มเป้าหมายอื่น

2.2 นำแนวคิดของเมตาคอกนิชันไปประยุกต์ใช้พัฒนาในด้านอื่นๆ ไม่จำกัดอยู่เพียงการ แก้ปัญหาหรือโจทย์ปัญหาในบทเรียน อาจนำไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิด แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน หรือนำแนวคิดไปประยุกต์ในการพัฒนาการรู้จักคิด การคิดเชิง เหตุผลอย่างมีคุณภาพ เป็นต้น

2.3 ศึกษาข้อจำกัดของกลวิธีหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้ในการวิจัยก่อน เริ่มทำการวิจัยเพื่อที่จะสามารถวางแผนในการลดข้อผิดพลาดและจุดบกพร่องของกลวิธีหรือรูปแบบ การจัดการเรียนรู้นั้นๆ ได้

2.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ไม่เหมาะกับ รายวิชาที่เป็นคาบเดียว เหมาะกับรายวิชาที่มีคาบสอนเป็นคาบคู่มากกว่า เนื่องจากมีขั้นตอนในการ จัดการเรียนรู้หลายขั้นตอน หากนำไปใช้ในรายวิชาที่เป็นคาบเดียว นักเรียนอาจไม่สามารถทำ กิจกรรมในแต่ละขั้นตอนได้เต็มที่

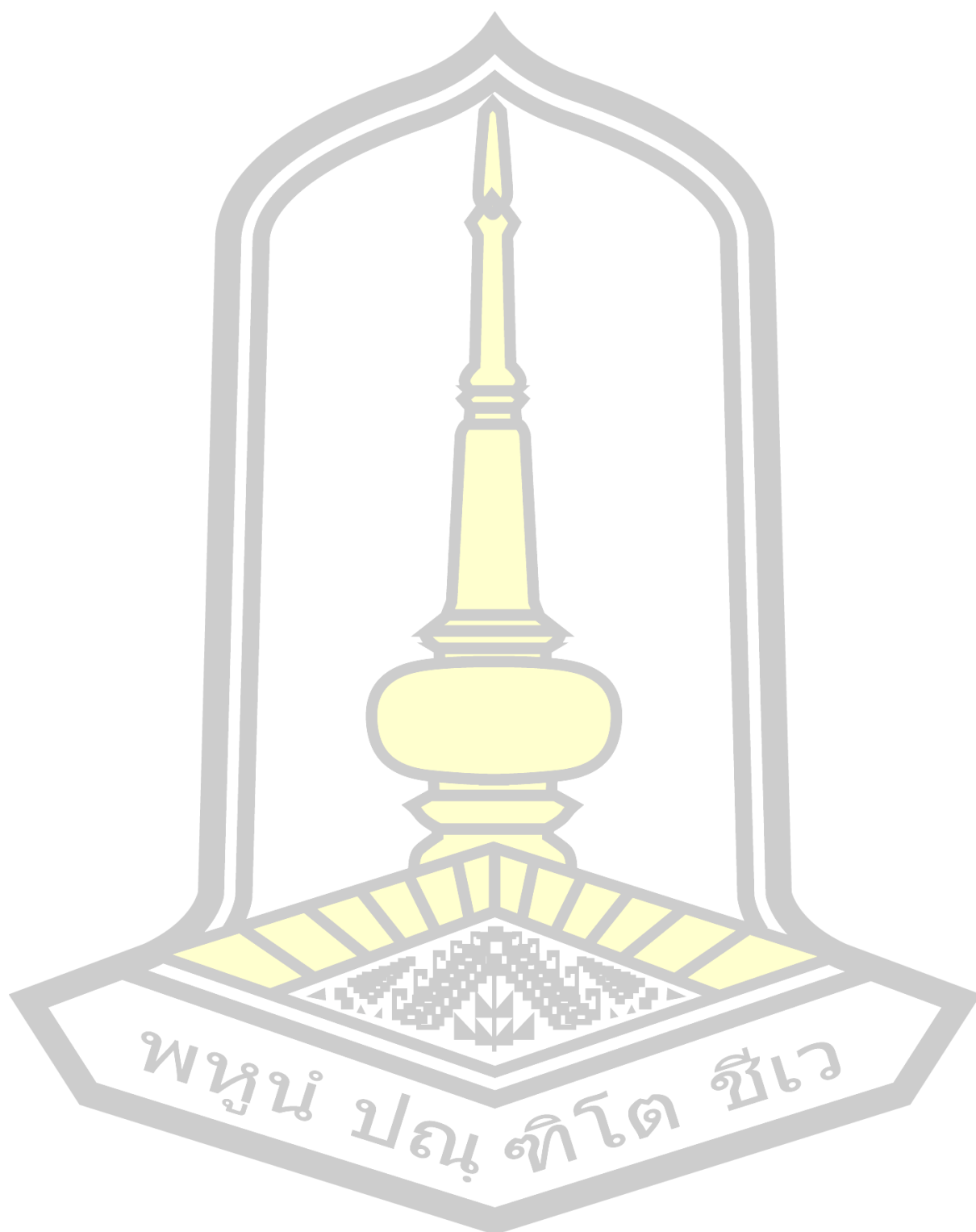
2.5 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยควร กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบให้เหมาะสมตามจำนวนข้อ และระดับความยาก-ง่ายของ แบบทดสอบ เพื่อให้นักเรียนสามารถแสดงศักยภาพในการทำแบบทดสอบได้เต็มที่ และเพื่อให้การ ทดสอบสามารถสะท้อนผลที่ตรงกับความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน

2.6 เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของชั้นประเมินจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาในวงรอบที่ 3 ยังคงต่ำอยู่ และมีนักเรียนมีเพียง 9 คนที่มีในขั้นนี้สูงกว่าร้อยละ 70 ของ คะแนนเต็มในขั้นนี้ ในการวิจัยครั้งต่อไปจึงควรเพิ่มระยะเวลาในการวิจัย เพื่อพัฒนาความสามารถใน การแก้โจทย์ปัญหาให้ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันให้สมบูรณ์ทุกขั้นตอน

2.7 ในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรเพิ่มเครื่องมือวิจัยที่เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมที่ เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อนำมาใช้สนับสนุน ให้การวิจารณ์และการสรุปผลวิจัยมีความสมบูรณ์และน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม





## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติพร ปัญญาภิญโญผล. (2549). *การวิจัยปฏิบัติการ: แนวทางสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: นันทพันธ์พรินต์ติ้ง.
- จิตรา แก้วชัย และ หล้า ภาณุदानนท์. (2553). การศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องโจทย์ปัญหาร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา*, 4(2), 39-50.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ* (พิมพ์ครั้งที่ 8). นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซด์แอนพริ้นติ้ง.
- ทวีป ศิริรัศมี. (2537). *แนวทางในการเผยแพร่ผลงานวิจัย เอกสารการประชุมปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิจัยการศึกษาครั้งที่ 5 เรื่องการนำผลวิจัยไปใช้ในการจัดการศึกษา*. กรุงเทพฯ: กองวิจัยการศึกษา กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- ทิพวรรณ สุขใจรุ่งวัฒนา. (2552). *การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเรียนที่ดีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักบริหารงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จังหวัดนครปฐม*. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ทิตนา แคมมณี. (2546). *รูปแบบการจัดการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี. (2557). *ศาสตร์การสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2559). การศึกษาข้อบกพร่องของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาพี ลิกส์ โดยใช้กลวิธี แก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ของนักศึกษาระดับ ปริญญาตรี: กรณีศึกษานักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, 11(1), 26-35.

- น้อมศรี เคท. (2537). *เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- บุญชุม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2547). *การวัดและประเมินผลการเรียนร*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. (2529). *วิธีวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประพนธ์ เจียรกุล. (2539). *ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สยาม.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2530). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- พัชรมน วิริยะธรรม. (2559). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ร่วมกับเทคนิค KWDL*. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พาสนา จุลรัตน์. (2556). เมตาคอกนิชันกับการเรียนรู้. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 1(14), 1-17.
- พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2544). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.
- พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน. (2552). *ผลการใช้วิธีสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล (TAI) ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- เพ็ญพิไล ฤทธาคณานนท์. (2535). *การพัฒนาทางพุทธิปัญญา*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เพิ่มวรุศ บุปผามาตะนัง. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์เรื่องการหารทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (TAI) กับการสอนตามปกติ*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภพ เลหาไพบุรณ์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2538). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 28(2), 10-14.
- รศนา อัชชะกิจ. (2539). *กระบวนการแก้ปัญหและตัดสินใจเชิงวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2525). *พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

- วราภรณ์ เกลี้ยงกล่น. (2557). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาเคมี เรื่องพันธะเคมี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา*, 8(3), 189–196.
- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). *กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิวัฒน์ ชัดดียะมาน และ อมลวรรณ วีระธรรมโม. (2549). *การสอนเพื่อพัฒนาการคิด*. เทมการพิมพ์.
- วิรัตน์ ชันเขต และคณะ. (2562). การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 21(4), 286–300.
- ศิริรณ นามโน. (2560). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน*. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสรรสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมคิด พุคามี. (2539). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา สำหรับนักเรียนชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง*. กรุงเทพฯ: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.
- สมจิตร สวณไพบุรณ์. (2541). *เอกสารประกอบการสอนวิชา กว. 571 ประชุมปฏิบัติการการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สมทรง สุพานิช. (2549). *โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ทฤษฎีและการปฏิบัติ*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2537). ยุทธวิธีการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์กับการสอน. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 2(2), 61–79.
- สาโรช โสภณรักษ์. (2546). *นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: บริษัทบุ๊คพ้อยท์จำกัด.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- สิริเกศ หมดเจริญ และ น้อยทิพย์ ลิ้มยิ่งเจริญ. (2554). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา*, 5(4), 94–101.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2555). *พัฒนาการทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2533). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้การสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.
- สุวรรณ กาญจนมยุร. (2533). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 3)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- สุวิทย์ คำมูล และ อรทัย คำมูล. (2545). *21 วิธีจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาระบบความคิด*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). *การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2548). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 10)*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสฏฐวุฒิมุขอามาตย์. (2549). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้ชุดการเรียนรู้ตามแนวอริยสัจ 4*. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- หน่วยศึกษานิเทศน์. (2545). *การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- อัจฉริยา สีหามาตย์. (2009). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการคิดเชิงเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *Journal of Education Khon Kaen University*, 32(1), 116–123.

อุษา ชมภูพฤษ์. (2561). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ กลวิธีเมตาคอกนิชัน. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

Alexander, R., Schallert, J., & Here, C. (1991). *Curriculum Organization and Classroom Practice in Primary Schools*. London: Department of Education and Science.

Azizah, U., Nasrudin, H., & Mitarlis. (2019). Metacognitive Skills: A Solution in Chemistry Problem Solving. *Journal of Physics: Conference Series*, 2–9. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1417/1/012084/pdf>

Barbara W. & John F. (2005). A Theoretical Framework and Approach for Fostering Metacognitive Development. *Educational Psychologist*, 40.

Beyer, B. K. (1997). *Improving Student Thinking : A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon.

Brown, A. L., Bransford, J. D., & Ferrara, R. A. (1983). *Learning, Remembering, and Understanding*. New York: John Wiley.

Brown, A., & Smiley, S. (1977). Rating the Importance of Structural Units of Prose Passages : A Problem of Metacognitive Development. *Child Development*, 48(6), 1–8.

Brueckner, L.T. & Grossnickle, F. E. (1974). *How to make Arithmetic Meaningful*. Philadelphia: John C. Washington.

Callahan, C. M. (1991). *The Assessment of Creativity in Calanglo, Nicholas, and Davis, Gary A, "In Handbook of Gifted Education*. Boston: Allyn and Bacon.

Costa, A. L. (1984). Mediating the Metacognition. *Education Leadership*, 42(4), 57–62.

Cranston C.M. and Barelay McCort. (1985). A Learner Analysis Experiment : Cognitive style versus Learning Style in Undergraduate Nursing Education. *Journal of Nursing Education*, 24(4), 136–138.

Cross, D. R., & Paris, S. G. (1988). Developmental and Instruction Analysis of Children's Metacognition and Reading Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, (80(7)), 131-142.

- Davidson, R. (1994). *Can Psychology Make Sense of Change* (Society fo). New York: Oxford University Press.
- De Jong T. & Ferguson-Hessler. (1996). Types and Qaulities of Knowledge. *Journal of Educational Psychologist*, 31(2), 133–136.
- Docktor, J. L., Dornfeld, J., Frodermann, E., Heller, K., Hsu, L., Jackson, K. A., ... Yang, J. (2016). Assessing student written problem solutions: A problem-solving rubric with application to introductory physics. *Physical Review Physics Education Research*, 12(1), 15–26.
- Elawar, M. C. (1992). Effects of teaching metacognitive skills to students with low mathematics ability. *Teaching and Teacher Education*, 8(2), 109–121.
- Ertmer, P., & Newby, T. J. (1996). The Expert Learner: Stratic, Self-regulated and Reflective. *Instructional Science*, 24, 1–24.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring. *American Pycholohist*, 34(10), 906–911.
- Forgaty, R. (2002). *How to Integrate the Curricula*. Pearson Education, Inc IL : Skylight Professional Development.
- Gabeel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 74(4), 548–553.
- Georghiades, P. (2000). Beyond Conceptual Change Learning in Science Education: Focusing os Transfer, Durability and Metacognition. *Educational Research*, 45(2), 119–139.
- Gok, T. & Silay, L. (2008). EFFECTS OF PROBLEM-SOLVING STRATEGIES TEACHING ON THE PROBLEM- SOLVING ATTITUDES OF COOPERATIVE LEARNING GROUPS IN 101 PHYSICS EDUCATION. *Journal of Theory and Practice in Education*, 4(2), 243–266.
- Good, V. (1973). *Dictionary of Education*. NewYork: MaGraw-Hill.
- Gulacar Et al. (2013). Observational Investigation of Student Problem Solving: The Role and Importance of Habits. *Science Education International*, 24(2), 1–17.

- Haeruddin, Supahar, & Zuhdan Kuu Prasetyo. (2020). The Development of a Metacognition Instrument for College Students to Solve Physics Problems. *International Journal of Instruction*, 13(1), 767–782.
- Hartman, H. J. (1998). Metacognition in Teaching and Learning: an introduction. *Instructional Science International Journal of Learning and Cognition*, 26, 1–3.
- Hennessey, M. G. (1999). *Probing the dimensions of Metacognition : Implication for coceptual change teaching-learning*. Boston, MA.
- Henry, C., & Kemmis, S. (1985). A point-by-point to action research for teacher. *The Australian Administrator*, 6(4), 1–4.
- Holtzman, W. H., & Brown, W. F. (1968). Evaluating the study habits and attitudes of high school students. *Journal of Educational Psychology*, 59(6), 404–409.
- J. Osborne & S. Collins. (2000). *Pupils' and parents' views of the school science curriculum*. London: King's College London.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer* (3rd ed). Victoria: Deakin University.
- Kipnis, M., & Hofstein, A. (2008). The inquiry laboratory as a source for development of metacognitive skills. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 601–627.
- Krulik, S., & J. Rudnick. (n.d.). *Problem Solving: A Handbook for Senior High School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kurt, L. (1946). *Action Research and Minority Problems*. New York: Wiley.
- Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *J. of Learning Disabilities*, 25, 230–248.
- Nickerson, R. S., Perkins, D. N., & Smith, E. E. (1985). *The Teaching of Thinking*. Hillsdale,N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

Paris, S. G., & Winograd, P. (1990). *How Metacognition can Promote Academic*

*Learning and Instruction : In Dimension of Thinking and Cognitive Instruction.*

Hillsdale,NJ: Lawrence Erlbaum.

Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child.* New York:

Orion Press.

Trowbridge and Bybee. (1996). *Developing, Teaching Secondary School Science:*

*Strategies for Literacy, Scientific* (6 th ed). Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice

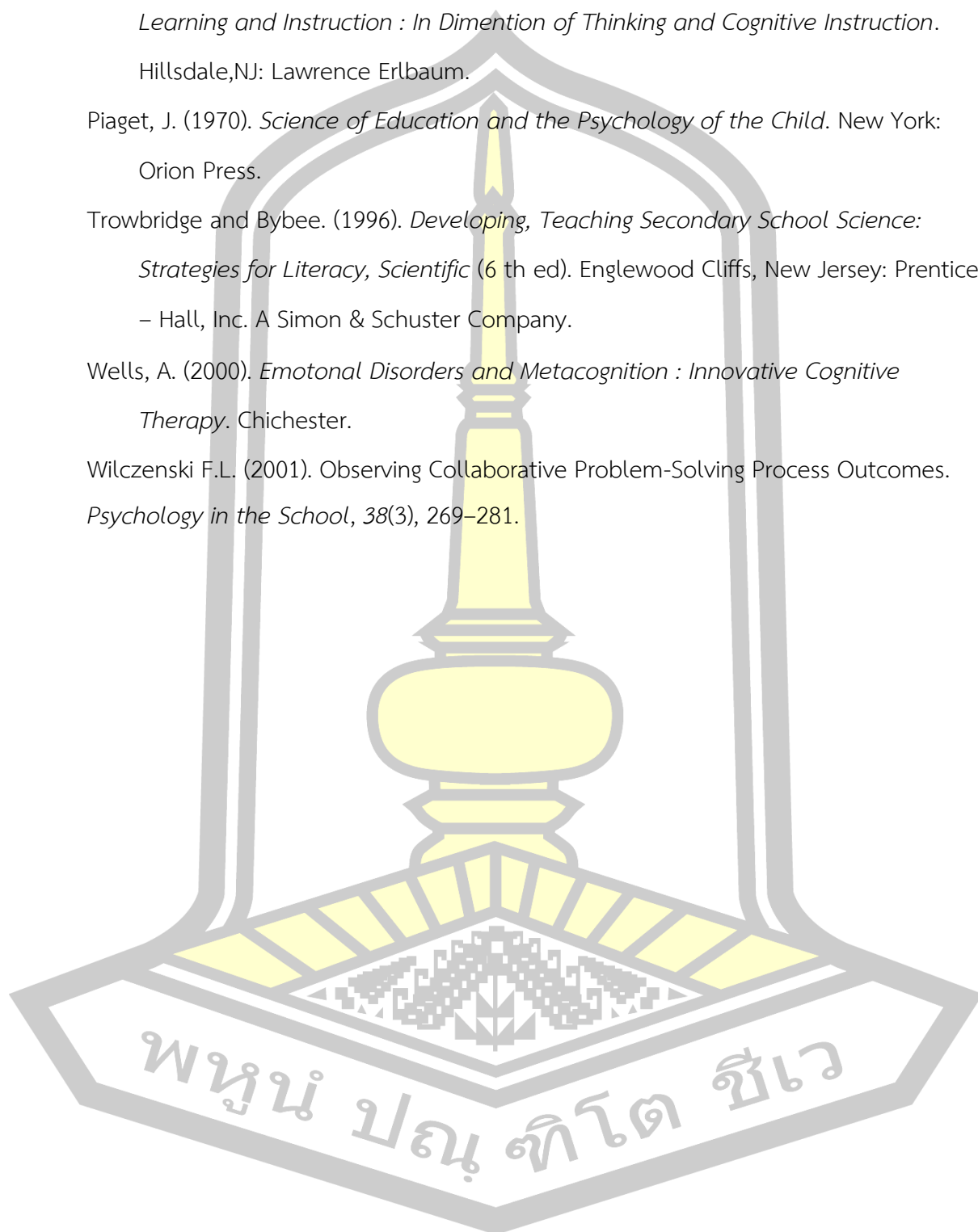
– Hall, Inc. A Simon & Schuster Company.

Wells, A. (2000). *Emotional Disorders and Metacognition : Innovative Cognitive*

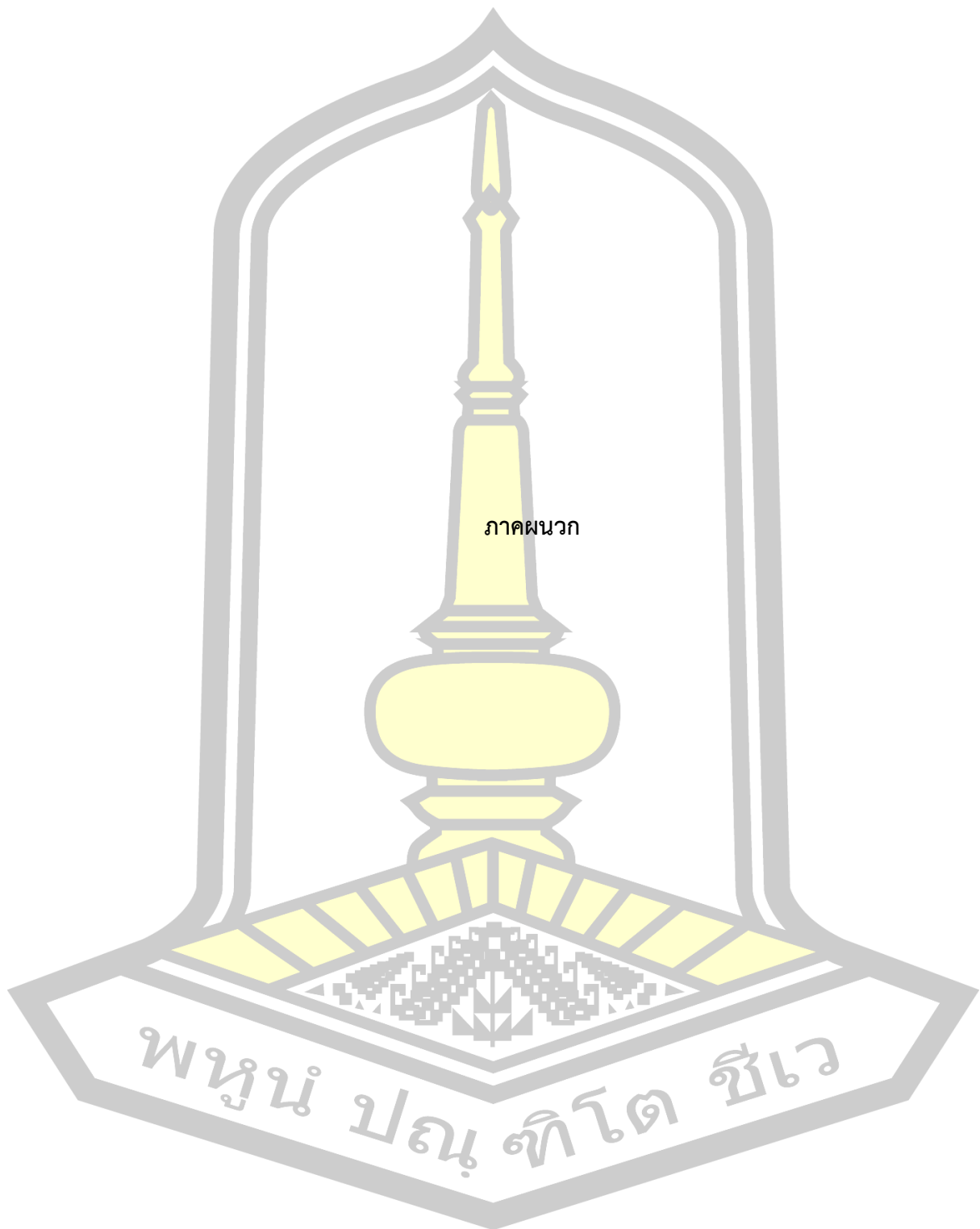
*Therapy.* Chichester.

Wilczenski F.L. (2001). Observing Collaborative Problem-Solving Process Outcomes.

*Psychology in the School, 38*(3), 269–281.

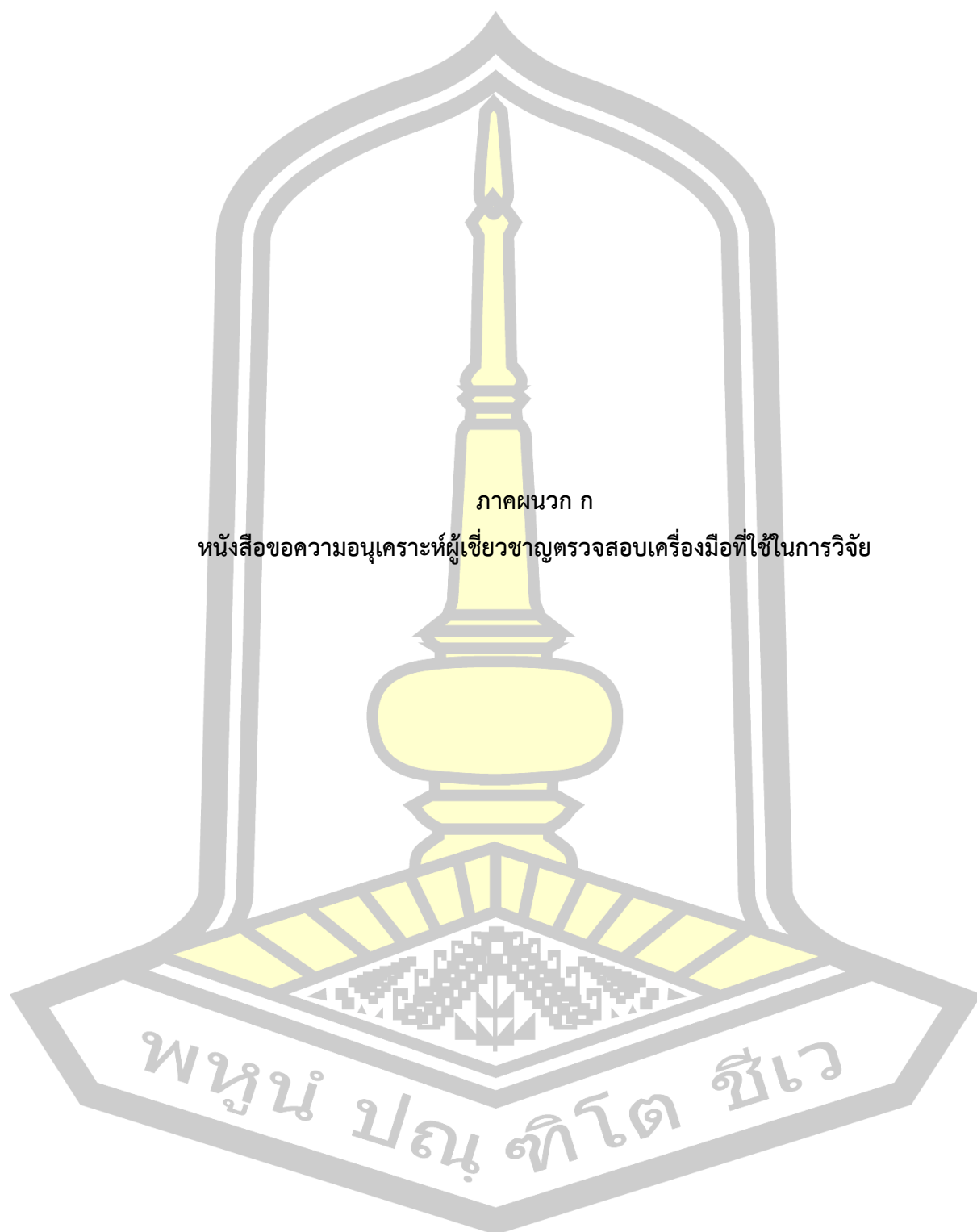






ภาคผนวก

พหุ ประจันต์ ชัยเว



ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุบัณฑิตยาลัย



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216  
ที่ อว 0605.5(2)/ว2014 วันที่ 15 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม

ด้วย นางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคognition” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โนมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216  
ที่ อว 0605.5(2)/ว2104 วันที่ 15 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนศิริรินทร์ สว่างบุญ

ด้วย นางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216  
ที่ อว 0605.5(2)/ว2104 วันที่ 15 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรจบ วันโน

ด้วย นางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



### บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216  
ที่ อว 0605.5(2)/ว2104 วันที่ 15 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรนุช วราอัครวดี ศรีสะอาด

ด้วย นางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคognition” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์



ที่ อว 0605.5(2)/ว2014

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม  
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

15 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นางวิระวรรณ เจริญศักดิ์

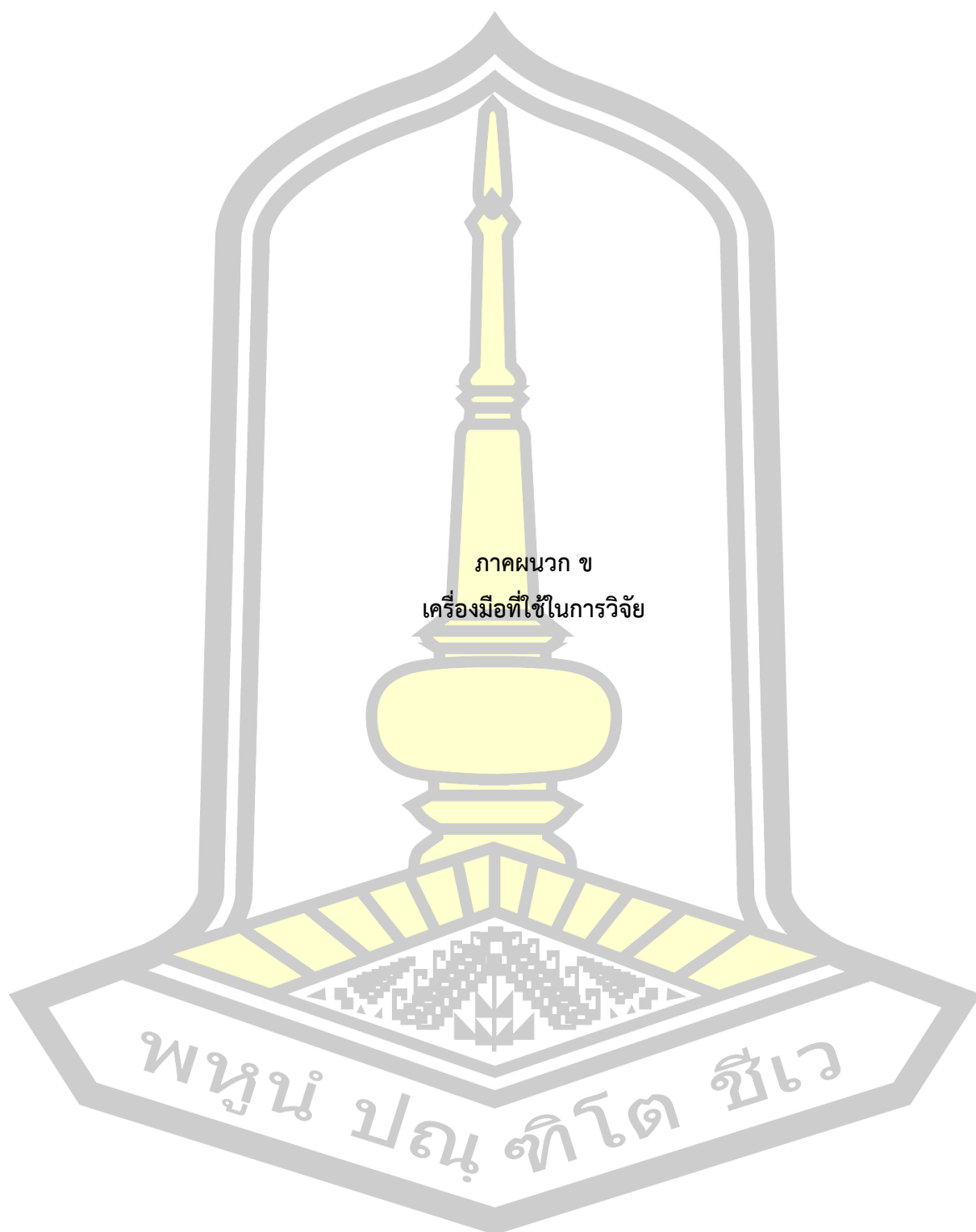
ด้วย นางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี อาจารย์ ดร. มังกร ศรีสะอาด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174  
เบอร์โทรนิสิต 0832899855





## ...ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้...

1

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยการเรียนรู้ แก๊สและสมบัติของแก๊ส เรื่อง กฎของบอยล์และกฎของชาร์ล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ภาคเรียนที่ 1/2563 เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

#### 1. ผลการเรียนรู้

อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎของบอยล์  
 กฎของชาร์ล

#### 2. สารสำคัญ

กฎของบอยล์ กล่าวว่าเมื่ออุณหภูมิ (T) และมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊ส (V) จะแปรผกผันกับ  
 ความดัน

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

กฎของชาร์ล กล่าวว่าเมื่อมวลและความดันของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊ส (V) จะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ  
 เคลวิน (T)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

#### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันแก๊สตามกฎของบอยล์ และ  
 ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของแก๊สตามกฎของชาร์ลได้ (K)

3.2 นักเรียนสามารถคำนวณปริมาตรหรือความดันแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ และปริมาตรหรืออุณหภูมิโดย  
 ใช้กฎของชาร์ลได้ (P)

3.3 นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)

#### 4. สมรรถนะของผู้เรียน

4.1 ความสามารถในการคิด

4.2 ความสามารถในการสื่อสาร

#### 5. สารการเรียนรู้

กฎของบอยล์ และ กฎของชาร์ล



## 6. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ (5 นาที)

6.1.1 ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนโดยฉายภาพประกอบ ดังนี้

- เพราะเหตุใด เมื่อนำขนมขึ้นไปที่บนพื้นที่สูงแล้ว ถุงขนมจะเกิดการพองตัวขึ้น



รูปที่ 1 การพองตัวของถุงขนมเมื่ออยู่บนพื้นที่สูง

- นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด เมื่อต้มน้ำจนเดือด ฟาหม้อจะมีการขยับเลื่อนเปิดเองได้



รูปที่ 2 การเปิด-ปิดเองของฟาหม้อเมื่อน้ำเดือด

6.1.2 ครูให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระโดยยังไม่บอกข้อสรุปที่ถูกต้อง และจะกลับมาอภิปรายเรื่องนี้ต่อหลังจากทำกิจกรรมเสร็จ

### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (35 นาที)

6.2.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามอริยาศัย กลุ่มละ 5 คน จากนั้นครูแจกใบกิจกรรมกลุ่มละ 1 ชุด แล้วชี้แจงกิจกรรมที่นักเรียนต้องปฏิบัติ และให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ตามความสนใจเพื่อทำกิจกรรมร่วมกันภายในกลุ่ม

6.2.2 ครูให้ตัวแทนนักเรียนของแต่ละกลุ่มมารับอุปกรณ์ทดลอง และนำกลับไปยังกลุ่มเพื่อทำกิจกรรมต่อไป

6.2.3 ระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรม ครูผู้สอนคอยเดินสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงคอยตอบคำถามหรือช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ

6.2.4 เมื่อนักเรียนทำการทดลองในใบกิจกรรมที่ 1 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวิเคราะห์ ประเมิน และทำการสรุปผลการทดลองลงในใบกิจกรรม

6.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (20 นาที)

6.3.1 ครูสุมนักเรียน 2 กลุ่ม ให้ออกมานำเสนอข้อสรุปที่ได้จากการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียน และถามนักเรียนกลุ่มที่เหลือในชั้นเรียนว่าได้ข้อสรุปตรงกันกับกลุ่มที่ออกมานำเสนอหรือไม่ หากเหมือนกัน ให้นักเรียนสรุปตามกิจกรรม ดังนี้

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงของแก๊สในกระบอกฉีดยา		
	อุณหภูมิ	ความดัน	ปริมาตร
ตอนที่ 1 - ขณะกดก้านหลอดฉีดยา - ขณะดึงก้านหลอดฉีดยา	คงที่ คงที่	เพิ่มขึ้น ลดลง	ลดลง เพิ่มขึ้น
ตอนที่ 2 - เมื่อจุ่มกระบอกฉีดยาในน้ำร้อน - เมื่อจุ่มกระบอกฉีดยาในน้ำเย็น	เพิ่มขึ้น ลดลง	เพิ่มขึ้น ลดลง	เพิ่มขึ้น ลดลง

- ตอนที่ 1 การเปลี่ยนแปลงเมื่อกดก้านหลอดฉีดยา เป็นการเพิ่มความดันภายในกระบอกฉีดยา ทำให้ปริมาตรในกระบอกฉีดยาลดลง และเมื่อดึงก้านหลอดฉีดยา เป็นการลดความดันภายในกระบอกฉีดยา ทำให้ปริมาตรแก๊สในกระบอกฉีดยาลดลง

- ตอนที่ 2 การจุ่มกระบอกฉีดยาในน้ำร้อน เป็นการเพิ่มอุณหภูมิ ส่งผลให้ความดันและปริมาตรภายในกระบอกฉีดยาเพิ่มขึ้น เมื่อจุ่มกระบอกฉีดยาลงในน้ำเย็น ส่งผลให้ความดันและปริมาตรภายในกระบอกฉีดยาลดลง

6.3.2 ครูเพิ่มเติมความรู้ให้นักเรียน ดังนี้

- การทดลอง ตอนที่ 1 เป็นไปตามกฎของบอยล์ คือ เมื่ออุณหภูมิ (T) และมวลของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊ส (V) จะแปรผกผันกับความดัน

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

- การทดลอง ตอนที่ 2 เป็นไปตามกฎของชาร์ล คือ เมื่อมวลและความดันของแก๊สคงที่ ปริมาตรของแก๊ส (V) จะแปรผันตรงกับอุณหภูมิเคลวิน (T)

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

มอญ ทั้ ๖๗

6.3.4 ครูย้อนกลับไปถามนักเรียนถึงประเด็นที่ยังค้างคาตอบไว้จากชั้นสร้างความสนใจ โดยให้นักเรียนในชั้นเรียนอาสาตอบคำถามเอง หากไม่มีนักเรียนสมัครใจตอบ ให้ครูสุ่มเลือกนักเรียนในชั้นเรียน โดยมีการตอบ ดังนี้

- รูปที่ 1 ลุงขมเกิดการพองตัวขึ้นเมื่ออยู่บนพื้นที่สูง เกิดขึ้นเนื่องจากความดันบนพื้นที่สูงต่ำกว่าพื้นที่ต่ำ เมื่อนำลุงขมขึ้นไปยังพื้นที่สูง อากาศรอบๆลุงขมจะมีความดันต่ำกว่าภายในลุง ขยายตัว ดันให้ลุงขมพองตัวขึ้น

- รูปที่ 2 เมื่อดื่มน้ำจืด น้ำจากสถานะของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊สอยู่เหนือระดับน้ำในหม้อ เมื่อต้มให้เดือดไปเรื่อยๆ จะทำให้ปริมาณไอน้ำภายในหม้อขยายตัวเพิ่มขึ้นจนเกิดแรงดันไอที่ฝาหม้อ ทำให้ฝาหม้อขยับ หรือเปิด-ปิดได้เอง

6.3.3 ครูให้นักเรียนแต่ละคนจับบันทึกความรู้ลงสมุดส่วนตัว และเปิดโอกาสให้นักเรียนที่ยังมีข้อสงสัยได้ซักถาม และแก้ไขความเข้าใจให้ตรงตามกรอบเนื้อหา

6.3.4 ครูแจกใบงานที่ 1 ให้นักเรียนคนละ 1 ฉบับ จากนั้นให้ครูทำการอธิบายและสาธิตการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันผ่านโจทย์ปัญหาตัวอย่าง ดังนี้ขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 1 วางแผนแก้ปัญหา ให้ครูอธิบายกับนักเรียนทุกคนว่านักเรียนต้องอ่านโจทย์แล้วทำการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าโจทย์กำหนดปริมาณใดมาบ้าง คำถามของโจทย์คืออะไร สูตรหรือหลักการที่เกี่ยวข้องที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาคือหลักการใด แล้ววางแผนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีลำดับขั้นตอนให้ชัดเจน เมื่อนักเรียนทำการวิเคราะห์โจทย์และวางแผนการได้แล้ว ให้เขียนระบุลงในกรอบที่กำหนดให้ดังที่ปรากฏในตัวอย่าง

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม ให้ครูอธิบายกับนักเรียนว่า ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนให้ชัดเจนตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนวางแผนเอาไว้ในขั้นก่อนหน้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่โจทย์ถามดังที่ปรากฏในตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา ให้ครูอธิบายกับนักเรียนว่าขั้นตอนนี้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเขียนอธิบายการตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของแต่ละขั้นตอนที่นักเรียนลงมือแก้โจทย์ปัญหาไปแล้ว และเขียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ดังที่ปรากฏในตัวอย่าง

6.3.5 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันก่อนที่จะให้นักเรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง



#### 6.4 ชั้นขยายความรู้ (20 นาที)

6.4.1 นักเรียนทุกคนนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมที่ 1 มาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในใบงานที่ 1 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเป็นเวลา 15 นาที โดยในแต่ละข้อ นักเรียนจะต้องเขียนแสดงร่องรอยการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

ขั้นที่ 1 วางแผนแก้ปัญหา : เขียนระบุปริมาณที่โจทย์กำหนดให้ ปริมาณที่โจทย์ถาม หลักการที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา วางแผนขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม : เขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้จนได้คำตอบ

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา : เขียนอธิบายการตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของแต่ละขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหา และเขียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้

6.4.2 ครูคอยเดินสังเกตพฤติกรรมการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน คอยให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการปรึกษาและกระตุ้นให้นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมาย

6.4.3 เมื่อครบกำหนดเวลา ให้ครูฉายเฉลยใบงานที่ 1 ให้นักเรียนได้ตรวจสอบความถูกต้องด้วยตนเอง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม

#### 6.5 ชั้นประเมิน (20 นาที)

6.5.1 ครูแจกแบบทดสอบย่อย 1 ให้นักเรียนคนละ 1 ฉบับ ให้นักเรียนทำภายในเวลา 15 นาที

6.5.2 เมื่อหมดเวลา ให้นักเรียนทำการสลับกันตรวจแบบทดสอบย่อยตามเฉลยที่ครูฉาย

6.5.3 ครูรวบรวมแบบทดสอบย่อย ใบงานที่ 1 และใบกิจกรรมที่ 1 จากนักเรียนเพื่อนำไปสรุปและประเมิน



## 7. การวัดผลและประเมิน

จุดประสงค์	วิธีการประเมิน	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่านประเมิน
1. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความดันแก๊สตามกฎของบอยล์ และระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของแก๊สตามกฎของชาร์ล (K)	นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย	แบบทดสอบ ตอนที่ 1	ได้รับคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป
2. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาตรหรือความดันแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ และปริมาตรหรืออุณหภูมิโดยใช้กฎของชาร์ล (P)	นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย	แบบทดสอบ ตอนที่ 2	ได้รับคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป
3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)	การตรวจเช็คชื่อและการตรวจนับชิ้นงาน	แบบเช็คชื่อและแบบบันทึกการส่งงาน	นักเรียนได้รับการประเมินตั้งแต่ระดับ ดี เป็นต้นไป

## 8. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

- 8.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม ๓ ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑
- 8.2 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ผลของอุณหภูมิและความดันต่อปริมาตรแก๊ส
- 8.3 ใบงานที่ 1 การแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง กฎของบอยล์ และ กฎของชาร์ล โดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน
- 8.4 แบบทดสอบย่อย เรื่อง กฎของบอยล์ และ กฎของชาร์ล

## 9. เอกสารอ้างอิง

- 9.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม ๓ ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑
- 9.2 คู่มือครูวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์ เคมี เล่ม ๓ ตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑



## 10. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

## 1. ผลการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้

การใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้

.....

.....

.....

การวัดผล/ประเมินผล

.....

.....

.....

## 2. ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

## 3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย

(นางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง)

วันที่.....



### ใบกิจกรรมที่ 1

#### การทดลอง เรื่อง ผลของอุณหภูมิและความดันต่อปริมาณแก๊ส

กลุ่ม..... ห้อง .....

1..... เลขที่ .....

2..... เลขที่ .....

3..... เลขที่ .....

4..... เลขที่ .....

5..... เลขที่ .....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาและลงมือปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอน และบันทึกรายละเอียดของข้อมูลที่ได้จาก การทดลอง อภิปรายผลและสรุปผล

#### อุปกรณ์และสารเคมี

- |                             |        |
|-----------------------------|--------|
| 1. กระจกบอกลีตยา ขนาด 10 mL | 1 อัน  |
| 2. น้ำร้อน                  | 1 แก้ว |
| 3. น้ำเย็น                  | 1 แก้ว |
| 4. น้ำที่อุณหภูมิห้อง       | 1 แก้ว |

#### ตอนที่ 1 ผลของความดันต่อปริมาตรของแก๊ส

##### วิธีการทดลอง

- 1.1 ตั้งก้านหลอดลีดขึ้นมาอยู่กึ่งกลางของกระจกบอกลีตยา ดังรูป a แล้วใช้ปลายนิ้วอุดปลายกระจกบอกลีตยาไว้ ดังรูป b จากนั้นค่อยๆ กดก้านหลอดลีดยาช้าๆ จนกระทั่งกตไม่ลง ปล่อยมือที่กตและสังเกต การเปลี่ยนแปลงปริมาตรอากาศในกระจกบอกลีตยาและบันทึกผล
- 1.2 ตั้งก้านหลอดลีดขึ้นมาอยู่ประมาณกึ่งกลางของกระจกบอกลีตยา ใช้ปลายนิ้วอุดปลายกระจกบอกลีตยา แล้วตั้งก้านหลอดลีดยาขึ้นอย่างช้าๆ จนเกือบสุด ดังรูป c แล้วปล่อยมือ สังเกตการเปลี่ยนแปลง ปริมาตรแก๊สในกระจกบอกลีตยาและบันทึกผล

๒๕๖๒ ปณฺฑิตีโต





a

b

c

ตอนที่ 2 ผลของอุณหภูมิต่อปริมาตรของแก๊ส

วิธีการทดลอง

2.1 ตึงก้านหลอดฉีดยาให้มีอากาศอยู่ภายในประมาณครึ่งกระบอกฉีดยา แล้วนำไปดูดน้ำที่อุณหภูมิห้อง ให้มีปริมาตร 2 mL ดังรูป d

2.2 จุ่มกระบอกฉีดยาจากข้อที่ 1 ลงในน้ำร้อน ดังรูป e เมื่อการเปลี่ยนแปลงสิ้นสุดลงแล้ว สังเกตการเปลี่ยนแปลงปริมาตรอากาศในกระบอกฉีดยาและบันทึกผล

2.3 ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 2.2 แต่เปลี่ยนเป็นจุ่มกระบอกฉีดยาในน้ำเย็น



d



e

บทสรุป

ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	การเปลี่ยนแปลงของแก๊สในกระบอกจีดยา		
	อุณหภูมิ	ความดัน	ปริมาตร
ตอนที่ 1 - ขณะกักกันหลอดจีดยา - ขณะตั้งกักหลอดจีดยา			
ตอนที่ 2 - เมื่อจุ่มกระบอกจีดยาในน้ำร้อน - เมื่อจุ่มกระบอกจีดยาในน้ำเย็น			

อภิปรายหลังการทดลอง

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....



### ใบงานที่ 1

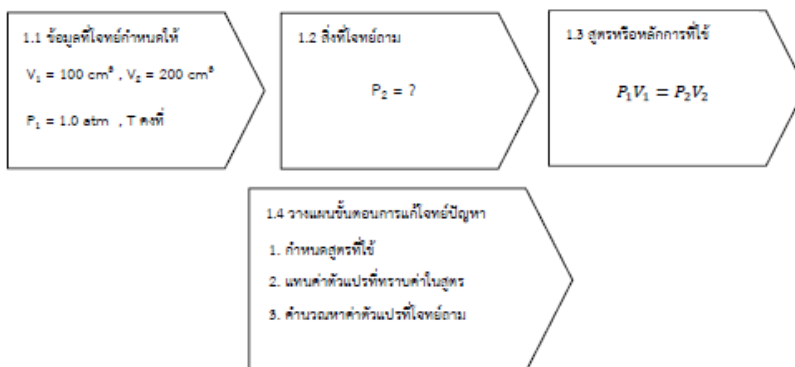
#### การแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง กฎของบอยล์ และ กฎของชาร์ล

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

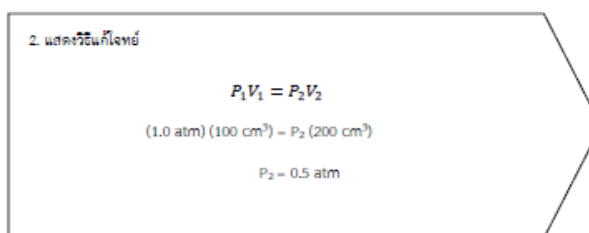
คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันจากตัวอย่าง และลงมือแก้โจทย์ปัญหาต่อไปโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน

**ตัวอย่าง** แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะขนาด 100.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ความดัน 1.0 บรรยากาศ ณ อุณหภูมิ 25 องศา ถ้าแก๊สนี้บรรจุในภาชนะขนาด 200.0 ลูกบาศก์เซนติเมตร ณ อุณหภูมิเดิม แก๊สนี้จะมีความดันเท่าไร

#### 1. ขั้นการวางแผน



#### 2. ขั้นกำกับและควบคุม



## 3. ชั้นประเมิน

## 3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตรถูกต้องแล้ว
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถามถูกต้องแล้ว

## 3.2 ตรวจสอบคำตอบ

แทนค่าคำตอบที่ได้กลับเข้าไปในสูตร ดังนี้  
 $(1.0 \text{ atm})(100 \text{ cm}^3) = (0.5 \text{ atm}) V_2$   
 $V_2 = 200 \text{ cm}^3$

เมื่อลองแทนค่าคำตอบที่ได้ลงในสมการ พบว่าได้  
 ค่า  $V_2 = 200 \text{ cm}^3$  ตามที่โจทย์กำหนดให้  
 ดังนั้น ตอบ  $P_2 = 0.5 \text{ atm}$

1. แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกสูบ 2.0 ลิตร ที่ความดัน 1.5 บรรยากาศ เมื่ออัดกระบอกสูบให้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 2.0 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นเท่าใด

## 1. ชั้นการวางแผน

## 1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

## 1.2 สิ่งที่ต้องถาม

## 1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

## 1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา

## 2. ชั้นกำกับและควบคุม

## 2. แสดงวิธีแก้ปัญหา

บุญ ชาติ

## 3. ชั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ไขข้อบกพร่อง

3.2 ตรวจสอบค่าตอบ

2. แก๊สไนโตรเจนในกระบอกสูบปิด ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 373 เคลวิน เมื่อทำให้อุณหภูมิลดลงเป็น 273 เคลวิน โดยความดันของแก๊สไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาตรสุดท้ายของแก๊สเป็นเท่าใด

## 1. ชั้นการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

1.2 สิ่งที่เกี่ยวข้อง

1.3 สูตรหรือหลักการที่

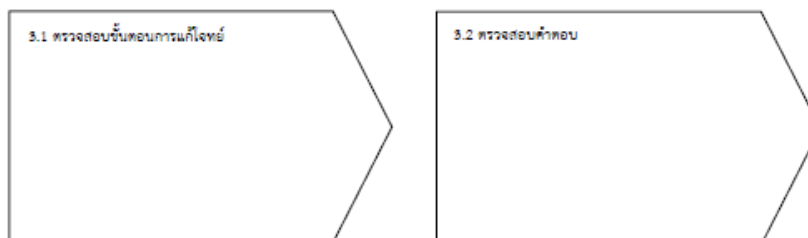
1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้ไขข้อบกพร่อง

## 2. ชั้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้ไขข้อบกพร่อง

๒๕๖๕ ปณฺฑิต

## 3. ชั้นประเมิน

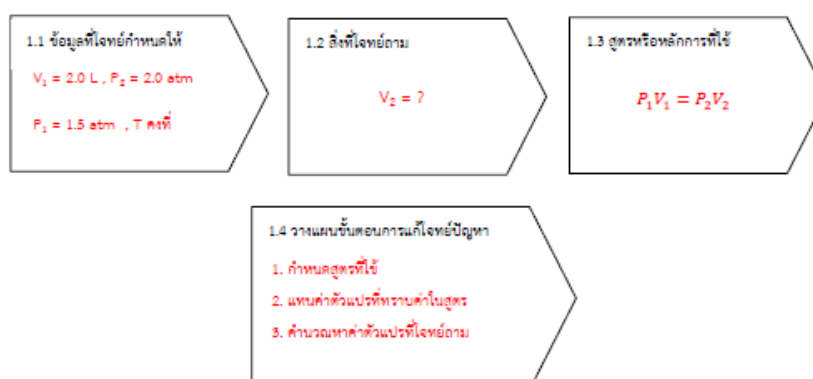


## เฉลยใบงานที่ 1

## การแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง กฎของบอยล์ และ กฎของชาร์ล

1. แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกสูบ 2.0 ลิตร ที่ความดัน 1.5 บรรยากาศ เมื่ออัดกระบอกสูบให้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 2.0 บรรยากาศ ที่อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นเท่าใด

## 1. ขั้นการวางแผน



๒๕๖๕ ปณฺฑิต

## 2. ขึ้นกำกับและควบคุม

## 2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(1.5 \text{ atm}) (2.0 \text{ L}) = V_2 (2.0 \text{ atm})$$

$$V_2 = 1.5 \text{ L}$$

## 3. ขึ้นประเมิน

## 3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตรถูกต้องแล้ว
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถามถูกต้องแล้ว

## 3.2 ตรวจสอบคำตอบ

แทนค่าคำตอบที่ได้กลับเข้าไปในสูตร ดังนี้

$$(1.5 \text{ atm}) (2.0 \text{ L}) = (1.5 \text{ L}) P_2$$

$$P_2 = 2.0 \text{ atm}$$

เมื่อลองแทนค่าคำตอบที่ได้ลงในสมการ พบว่าได้

ค่า  $P_2 = 2.0 \text{ L}$  ตามที่โจทย์กำหนดให้

ดังนั้น ตอบ  $V_2 = 1.5 \text{ L}$

2. แก๊สไนโตรเจนในกระบอกสูบปิด ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 373 เคลวิน เมื่อทำให้อุณหภูมิลดลงเป็น 273 เคลวิน โดยความดันของแก๊สไม่เปลี่ยนแปลง ปริมาตรสุดท้ายของแก๊สเป็นเท่าใด

## 1. ขึ้นการวางแผน

## 1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$V_1 = 250 \text{ mL} , T_2 = 273 \text{ K}$$

$$T_1 = 373 \text{ K} , P \text{ คงที่}$$

## 1.2 สิ่งที่ต้องถาม

$$V_2 = ?$$

## 1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

## 1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. กำหนดสูตรที่ใช้
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม

บุญ ฑิ ๓๓

## 2. ขั้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{250 \text{ mL}}{373 \text{ K}} = \frac{V_2}{273 \text{ K}}$$

$$V_2 = 183 \text{ mL}$$

## 3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

1. ให้อุณหภูมิถูกต้องแล้ว
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตรถูกต้องแล้ว
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถามถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

แทนค่าคำตอบที่ได้กลับเข้าไปในสูตร ดังนี้

$$\frac{250 \text{ mL}}{373 \text{ K}} = \frac{183 \text{ K}}{T_2}$$

$$T_2 = 273 \text{ K}$$

เมื่อลองแทนค่าคำตอบที่ได้ลงในสมการ พบว่าได้ค่า  $T_2 = 273 \text{ K}$   
 ตามที่โจทย์กำหนดให้ ดังนั้น ตอบ  $V_2 = 183 \text{ mL}$


 ขอบคุณค่ะ



## แบบทดสอบย่อย 1

## เรื่อง กฎของบอยล์ และ กฎของชาร์ล

ชื่อ..... เลขที่..... ชั้น.....

ตอนที่ 1 จงเขียนอธิบายเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมื่ออุณหภูมิ และมวลของแก๊สคงที่ การเพิ่มหรือลดความดัน ส่งผลอย่างไรต่อปริมาตรของแก๊ส

.....

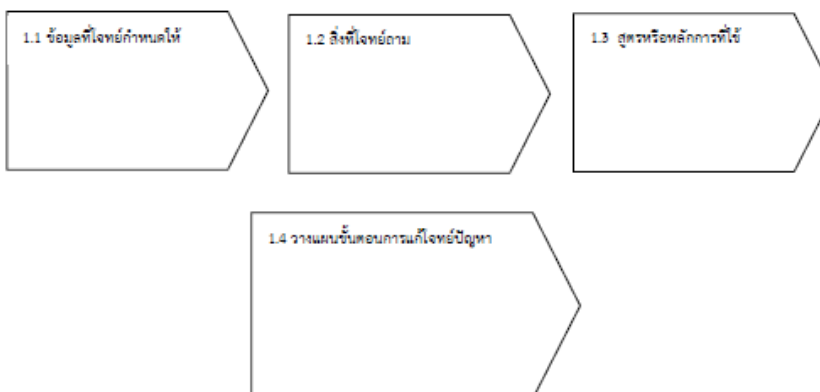
2. เมื่อมวลและความดันของแก๊สคงที่ การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ ส่งผลอย่างไรต่อปริมาตรของแก๊ส

.....

ตอนที่ 2 จงใช้กลวิธีเมตาคอกนิกซ์ในการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้

1) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกสูบปริมาตร 3.0 ลิตร ที่ความดัน 1.0 บรรยากาศ เมื่ออัดกระบอกสูบให้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 2.0 บรรยากาศ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นเท่าใด

1. ขั้นการวางแผน



ม.อ. ชัย ๖๗.

## 2. ขึ้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

## 3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

2) แก๊สชนิดหนึ่งมีความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส บรรจุไว้ในภาชนะที่ยืดหยุ่นได้ เมื่อนำภาชนะบรรจุแก๊สนี้ไปจุ่มลงในของเหลวที่กำลังเดือด ที่ความดันคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะขยายตัวจาก 70.0 มิลลิลิตร เป็น 90.0 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้องเซลเซียส

## 1. ขั้นการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

1.2 สิ่งที่เกี่ยวข้องถาม

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา



## 2. ชั้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

## 3. ชั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

## เฉลยแบบทดสอบย่อย 1 ตอนที่ 1 และเกณฑ์คะแนน

1. เมื่ออุณหภูมิ และมวลของแก๊สคงที่ การเพิ่มหรือลดความดัน ส่งผลอย่างไรต่อปริมาตรของแก๊ส
  - การเพิ่มความดัน จะส่งผลให้แก๊สมีปริมาตรลดลง
  - การลดความดัน จะส่งผลให้แก๊สมีปริมาตรเพิ่มขึ้น
2. เมื่อมวลและความดันของแก๊สคงที่ การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ ส่งผลอย่างไรต่อปริมาตรของแก๊ส
  - การเพิ่มอุณหภูมิ จะส่งผลให้แก๊สมีปริมาตรเพิ่มขึ้น
  - การลดอุณหภูมิ จะส่งผลให้แก๊สมีปริมาตรลดลง



## การให้คะแนน

คะแนน	2	1	0
ข้อที่ 1	นักเรียนเขียนตอบถูกต้อง ครบถ้วนตามกรอบคำตอบ	นักเรียนเขียนคำตอบถูกต้องตามกรอบคำตอบเพียงครั้งเดียว	นักเรียนไม่เขียนคำตอบ หรือตอบไม่ตรงกรอบคำตอบ
ข้อที่ 2	นักเรียนเขียนตอบถูกต้อง ครบถ้วนตามกรอบคำตอบ	นักเรียนเขียนคำตอบถูกต้องตามกรอบคำตอบเพียงครั้งเดียว	นักเรียนไม่เขียนคำตอบ หรือตอบไม่ตรงกรอบคำตอบ

## เกณฑ์คะแนน

นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป (3 - 4 คะแนน) = ผ่านเกณฑ์

นักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 (0 - 2 คะแนน) = ไม่ผ่านเกณฑ์

## เฉลยแบบทดสอบย่อย 1 ตอนที่ 2 และเกณฑ์คะแนน

1) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกสูบปริมาตร 3.0 ลิตร ที่ความดัน 1.0 บรรยากาศ เมื่ออัดกระบอกสูบให้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 2.0 บรรยากาศ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นเท่าใด

## 1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้  
 $V_1 = 3.0 \text{ L}$ ,  $P_1 = 2.0 \text{ atm}$   
 $P_2 = 1.0 \text{ atm}$ ,  $T$  คงที่

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม  
 $V_2 = ?$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้  
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

1. กำหนดสูตรที่ใช้
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม

บุญ ฑิตา

## 2. ขึ้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$(1.0 \text{ atm}) (3.0 \text{ L}) = V_2 (2.0 \text{ atm})$$

$$V_2 = 1.5 \text{ L}$$

## 3. ขึ้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตรถูกต้องแล้ว
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถามถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

แทนค่าคำตอบที่ได้กลับเข้าไปในสูตร ดังนี้

$$(1.0 \text{ atm}) (3.0 \text{ L}) = (1.5 \text{ L}) P_2$$

$$P_2 = 2.0 \text{ atm}$$

เมื่อลองแทนค่าคำตอบที่ได้ลงในสมการ พบว่าได้  
ค่า  $P_2 = 2.0 \text{ atm}$  ตามที่โจทย์กำหนดให้  
ดังนั้น ตอบ  $V_2 = 1.5 \text{ L}$

2) แก๊สชนิดหนึ่งมีความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส บรรจุไว้ในภาชนะที่ยืดหยุ่นได้ เมื่อนำภาชนะบรรจุแก๊สนี้ไปจุ่มลงในของเหลวที่กำลังเดือด ที่ความดันคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะขยายตัวจาก 70.0 มิลลิลิตร เป็น 90.0 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิกี่องศาเซลเซียส

## 1. ขึ้นการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$V_1 = 70 \text{ mL} , V_2 = 90 \text{ mL}$$

$$T_1 = 273 + 2 = 275 \text{ K}$$

P คงที่

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

$$T_2 = ?$$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

1. กำหนดสูตรที่ใช้
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม

มอญ ฟ้า ๒๖.

## 2. ขั้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{70 \text{ mL}}{275 \text{ K}} = \frac{90 \text{ mL}}{T_2}$$

$$T_2 = 353.57 \text{ K}$$

## 3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตรถูกต้องแล้ว
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถามถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

แทนค่าคำตอบที่ได้กลับเข้าไปในสูตร ดังนี้

$$\frac{V_1}{275 \text{ K}} = \frac{90 \text{ mL}}{353.57 \text{ K}}$$

$$V_1 = 70 \text{ mL}$$

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ลงในสมการ พบว่าได้ค่า  $V_1 = 70 \text{ mL}$ ตามที่โจทย์กำหนดให้ ดังนั้น ตอบ  $T_2 = 353.57 \text{ K}$ 

 ขอบคุณที่ใจ

การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ข้อ 1 และ ข้อ 2

ขั้นตอน	รายการประเมิน	การให้คะแนนย่อย	คะแนนต่าง/ขั้น
1. ขั้นตอนวางแผน	1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ - ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ - ระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มาถูกต้อง แต่ระบุไม่ครบ - ระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มาถูกต้อง และครบถ้วน	0 1 2	2
	1.2 การระบุคำถามของโจทย์ - ไม่ระบุคำถามของโจทย์ - ระบุคำถามของโจทย์ผิด - ระบุคำถามของโจทย์ถูกต้อง	0 1 2	
	1.3 การระบุสูตร หรือหลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่ระบุสูตร หรือ หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา - ระบุสูตร หรือ หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ถูกต้อง - ระบุสูตร หรือ หลักการในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์	0 1 2	
	1.4 การออกแบบขั้นตอน หรือ การวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา - ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่เป็นลำดับชัดเจน - ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน	0 1 2	
2. ขั้นกำกับและควบคุม	การแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบหรือวางแผนเอาไว้ - ไม่แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำ แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบเอาไว้	0 1 2	2



ขั้นตอน	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน ถ่วง/ขั้น
3. ขั้น ประเมิน	3.1 การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ไข้ปัญหา		
	- ไม่มีการเขียนอธิบาย หรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้ไข้ปัญหา	0	2
	- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้ไข้ปัญหา แต่ไม่ชัดเจน	1	
	- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้ไข้ปัญหาได้อย่างชัดเจน	2	
3.2 การตรวจสอบคำตอบ			
	- ไม่มีการเขียนอธิบาย หรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ	0	
	- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ แต่ไม่ชัดเจน	1	
	- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างชัดเจน	2	

#### เกณฑ์คะแนน

นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป (9 - 12 คะแนน) = ผ่านเกณฑ์

นักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 (0 - 8 คะแนน) = ไม่ผ่านเกณฑ์





### แบบเช็คชื่อและบันทึกการส่งงาน

คำชี้แจง : ให้ครูเช็คชื่อนักเรียนและบันทึก โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบบันทึกตามจริงในตอนต้นคาบ

และเช็คการส่งงานของนักเรียนแล้วบันทึก โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบบันทึกตามจริง

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ไม่สาย	สาย	ใบกิจกรรม ที่ 1	ใบงาน ที่ 1	แบบทดสอบย่อย	ระดับการ ประเมิน
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
.							
..							
...							

การประเมินด้านคุณลักษณะ

ระดับการประเมิน	คุณลักษณะของนักเรียน
ดีเยี่ยม	- นักเรียนเข้าเรียนสายไม่เกิน 5 นาที - นักเรียนส่งงานครบถ้วนคาบ
ดี	- นักเรียนเข้าเรียนสายเกิน 5 นาที - นักเรียนส่งงานครบถ้วนคาบ
พอใช้	- นักเรียนเข้าเรียนสายเกิน 5 นาที - นักเรียนส่งงานไม่ครบถ้วนคาบ
ปรับปรุง	- นักเรียนเข้าเรียนสายเกิน 5 นาที - นักเรียนส่งงานไม่ครบคาบเรียน

เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนได้รับการประเมินตั้งแต่ระดับ ดี ขึ้นไป = ผ่าน

นักเรียนได้รับการประเมินในระดับ พอใช้ หรือ ปรับปรุง = ไม่ผ่าน



...ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา...

แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

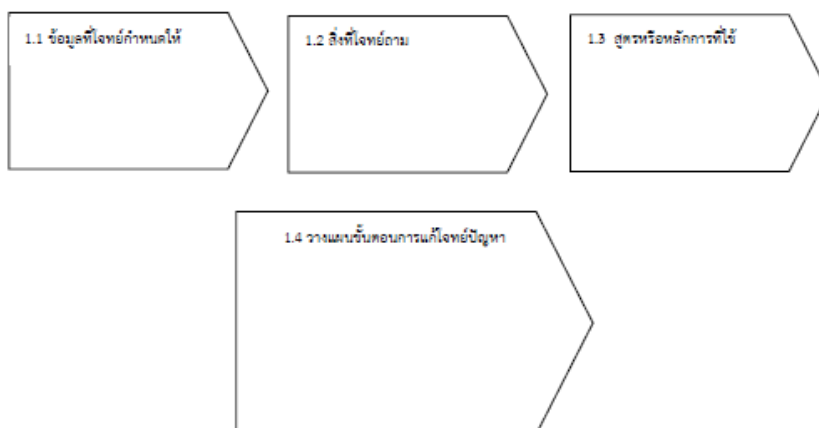
เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูซแซก

- คำชี้แจง 1. กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
2. แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบไปด้วยโจทย์ปัญหาทั้งสิ้น 3 ข้อ
  3. นักเรียนต้องเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน

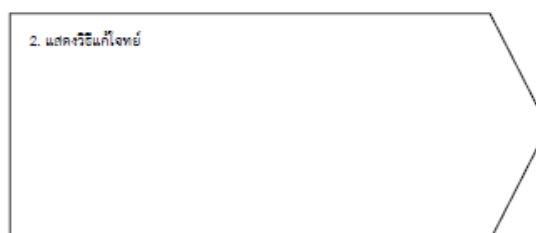
ชื่อ..... เลขที่ ..... ชั้น .....

1) แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุในกระบอกสูบขนาด 2.0 ลิตร จะต้องเลื่อนก้านกระบอกสูบให้มีปริมาตรเป็นเท่าใดจึงจะทำให้แก๊สชนิดนี้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 3.0 เท่า

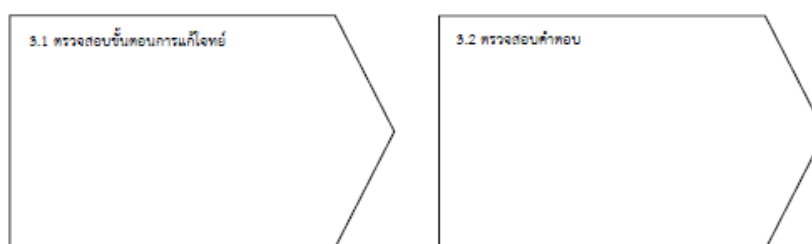
### 1. ขั้นการวางแผน



### 2. ขั้นกำกับและควบคุม

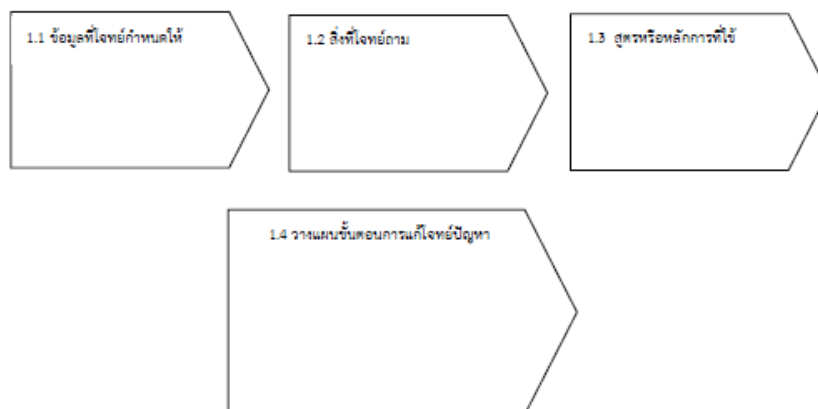


### 3. ขั้นประเมิน



2) แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 22.4 ลิตร ที่ STP แก๊สนี้จะมีปริมาตรเท่าใดที่ 298 เคลวิน ถ้ากำหนดให้ความดันของแก๊สคงที่

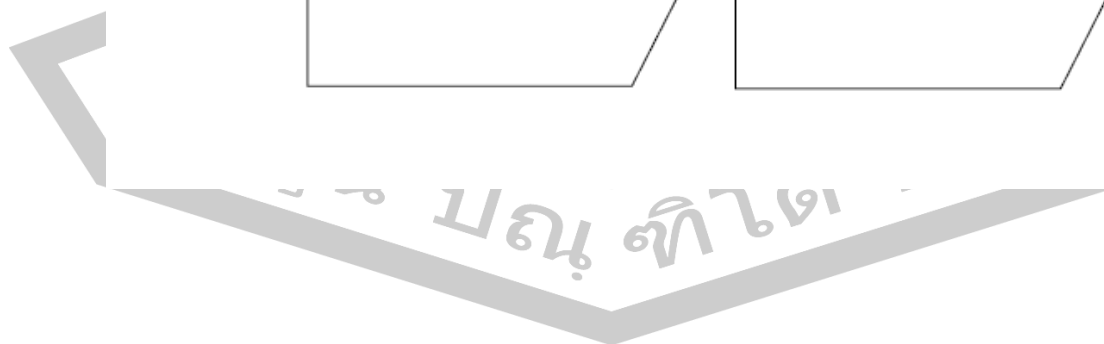
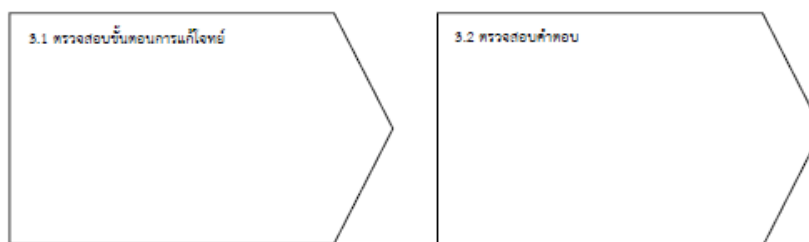
1. ขั้นการวางแผน



2. ขั้นกำกับและควบคุม

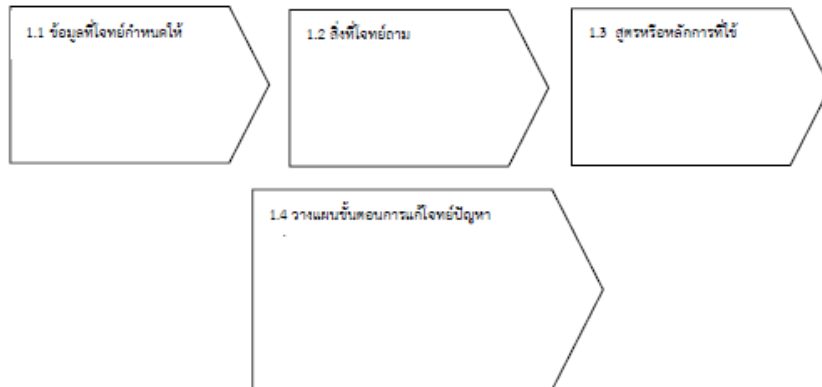


3. ขั้นประเมิน



3) ภาชนะปิดปริมาตรคงที่ขนาด 10.00 ลิตร สามารถทนแรงดันได้สูงสุดเท่ากับ 20 บรรยากาศ ถ้านำภาชนะนี้มาบรรจุแก๊สที่มีความดัน 5.0 บรรยากาศ อุณหภูมิ 298 เคลวิน ภาชนะนี้จะทนอุณหภูมิได้สูงสุดกี่เคลวิน

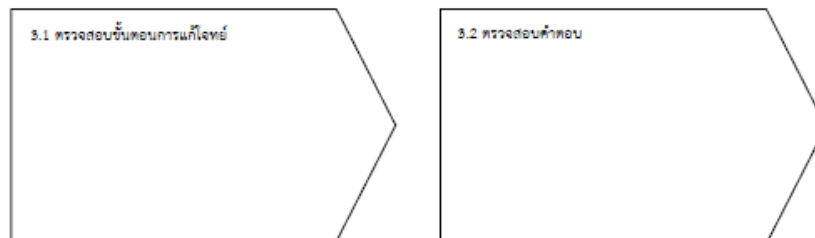
1. ขั้นการวางแผน



2. ขั้นกำกับและควบคุม



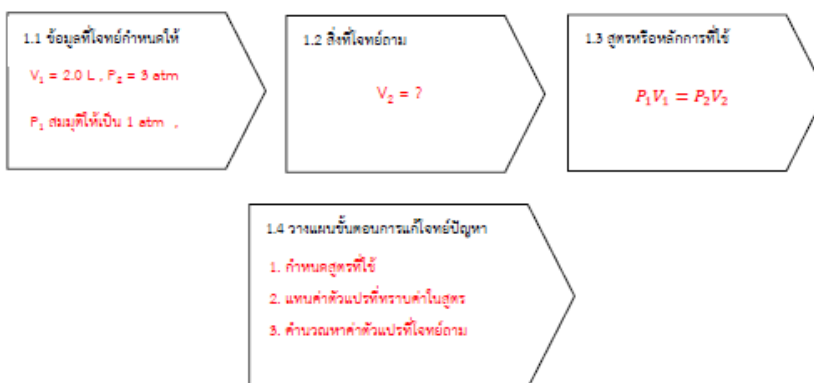
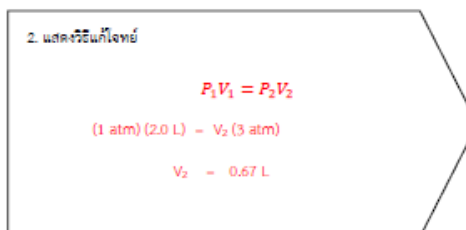
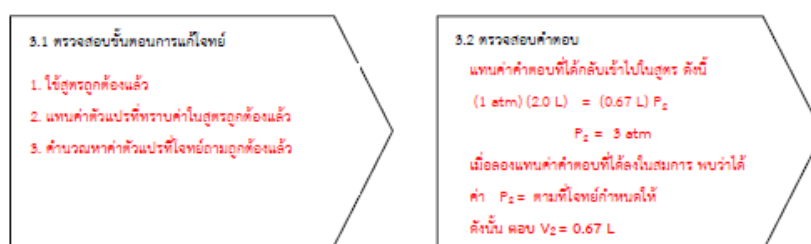
3. ขั้นประเมิน



ม.ธ. ๖๖.

**เฉลย**

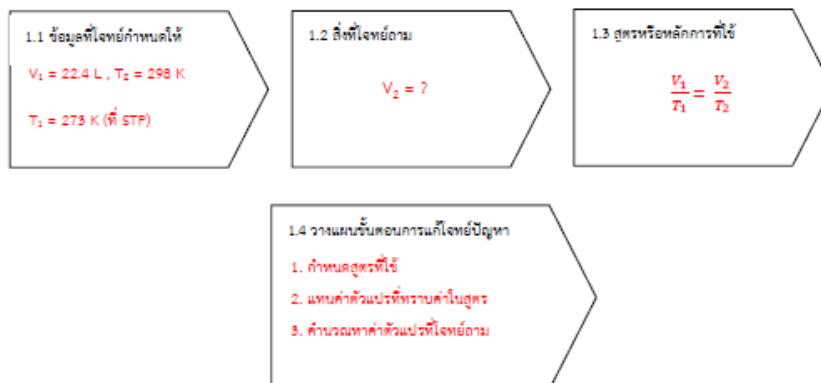
1) แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุในกระบอกสูบขนาด 2.0 ลิตร จะต้องเลื่อนก้านกระบอกสูบให้มีปริมาตรเป็นเท่าใดจึงจะทำให้แก๊สชนิดนี้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 3.0 เท่า

**1. ขั้นการวางแผน****2. ขั้นกำกับและควบคุม****3. ขั้นประเมิน**

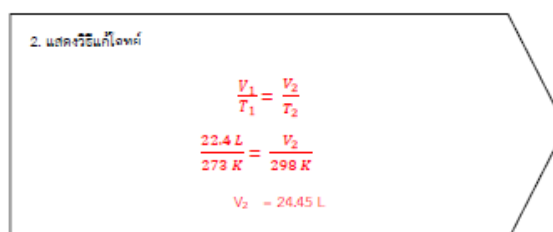
มณู ที เก

2) แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 22.4 ลิตร ที่ STP แก๊สนี้จะมีปริมาตรเท่าใดที่ 298 เคลวิน ถ้ากำหนดให้ความดันของแก๊สคงที่

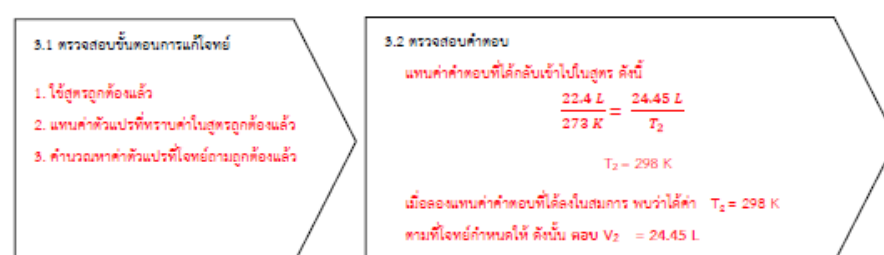
### 1. ขั้นการวางแผน



### 2. ขั้นกำกับและควบคุม



### 3. ขั้นประเมิน



มณัฐ ใจ

3) ภาชนะปิดปริมาตรคงที่ขนาด 10.00 ลิตร สามารถทนแรงดันได้สูงสุดเท่ากับ 20 บรรยากาศ ถ้านำภาชนะนี้มาบรรจุแก๊สที่มีความดัน 5.0 บรรยากาศ อุณหภูมิ 298 เคลวิน ภาชนะนี้จะทนอุณหภูมิได้สูงสุดกี่เคลวิน

### 1. ขั้นการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$T_1 = 298 \text{ K}, P_1 = 5.0 \text{ atm}$$

$$P_2 = 20 \text{ atm}, V \text{ คงที่}$$

1.2 สิ่งที่ต้องการ

$$T_2 = ?$$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. กำหนดสูตรที่ใช้
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตร
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม

### 2. ขั้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{5 \text{ atm}}{298 \text{ K}} = \frac{20 \text{ atm}}{T_2}$$

$$T_2 = 1,192 \text{ K}$$

### 3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
2. แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าในสูตรถูกต้องแล้ว
3. คำนวณหาค่าตัวแปรที่โจทย์ถามถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

แทนค่าคำตอบที่ได้กลับเข้าไปในสูตร ดังนี้

$$\frac{5 \text{ atm}}{298 \text{ K}} = \frac{20 \text{ atm}}{1,192 \text{ K}}$$

เมื่อลองแทนค่าคำตอบที่ได้ลงในสมการ พบว่าได้ค่า

$$P_2 = 20 \text{ atm} \text{ ตามที่โจทย์กำหนดให้}$$

ดังนั้น ตอบ  $T_2 = 1,192 \text{ K}$

บุญทิไต



## การให้คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ข้อ 1 - 3

ขั้นตอน	รายการประเมิน	การให้คะแนน ย่อย	คะแนน ถ่วง/ขั้น
1. ขั้นการวางแผน	1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ - ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ - ระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มาถูกต้อง แต่ระบุไม่ครบ - ระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มาถูกต้อง และครบถ้วน	0 1 2	2
	1.2 การระบุคำถามของโจทย์ - ไม่ระบุคำถามของโจทย์ - ระบุคำถามของโจทย์ผิด - ระบุคำถามของโจทย์ถูกต้อง	0 1 2	
	1.3 การระบุสูตร หรือหลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่ระบุสูตร หรือ หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา - ระบุสูตร หรือ หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ถูกต้อง - ระบุสูตร หรือ หลักการในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์	0 1 2	
	1.4 การออกแบบขั้นตอน หรือ การวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา - ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่เป็นลำดับชัดเจน - ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน	0 1 2	
	2. ขั้นกำกับและควบคุม	การแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบหรือวางแผนเอาไว้ - ไม่แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำ แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบเอาไว้	



ขั้นตอน	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน ถ่วง/ขั้น
3. ขั้นประเมิน	3.1 การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา		2
	- ไม่มีการเขียนอธิบาย หรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา	0	
	- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ชัดเจน	1	
	- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจน	2	
	3.2 การตรวจสอบคำตอบ		
	- ไม่มีการเขียนอธิบาย หรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ	0	
	- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ แต่ไม่ชัดเจน	1	
	- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างชัดเจน	2	

#### เกณฑ์คะแนน

นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 เป็นต้นไป (13 - 18 คะแนน) = ผ่านเกณฑ์

นักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 (0 - 12 คะแนน) = ไม่ผ่านเกณฑ์



## ...ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์...

แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น

ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

คำชี้แจง : แบบสัมภาษณ์นี้ประกอบไปด้วยประเด็นสัมภาษณ์เกี่ยวกับ วิธีการจัดการเรียนรู้ สื่อการสอน เวลา การมีส่วนร่วม และกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน สัมภาษณ์โดยครูผู้สอน และใช้เวลาประมาณ 10 นาทีโดยประมาณในการสัมภาษณ์

นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย.....

ประเด็นในการสัมภาษณ์	ลักษณะของคำถามในการสัมภาษณ์	บันทึกความคิดเห็นของนักเรียน
วิธีการจัดการเรียนรู้	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ในแต่ละชั้น ดังต่อไปนี้ ชั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ชั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ชั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป ชั้นที่ 4 ขยายความรู้ + กลวิธีเมตา-คอกนิชัน ชั้นที่ 5 ประเมิน	
สื่อการสอน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับสื่อการสอนที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน	
เวลา	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละชั้น	
การมีส่วนร่วม	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด	

ประเด็นในการ สัมภาษณ์	ลักษณะของคำถามในการสัมภาษณ์	บันทึกความคิดเห็นของนักเรียน
กระบวนการในการแก้ โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธี เมตาคอกนิชัน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการ แก้โจทย์ปัญหาโดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน รวมถึงประสบปัญหาในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละชั้น ต่อไปหรือไม่ อย่างไร ชั้นที่ 1 ชั้นวางแผน ชั้นที่ 2 ชั้นกำกับและควบคุม ชั้นที่ 3 ชั้นประเมิน	

ลงชื่อ.....ผู้สัมภาษณ์

(.....)





...ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้...

**แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ ..... หน่วยการเรียนรู้ .....

เรื่อง .....

คำชี้แจง : ให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบในแผนการสอน และให้คะแนนตามระดับ

- การประเมิน 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **มากที่สุด**
- 4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **มาก**
- 3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **ปานกลาง**
- 2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **น้อย**
- 1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม **น้อยที่สุด**

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
<b>1. สารสำคัญ</b> 1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด 1.2 สารสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์ 1.3 สารสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร 1.4 สารสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน						
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b> 2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน 2.2 สามารถประเมินผลได้จริง 2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน						
<b>3. สารการเรียนรู้</b> 3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้ 3.3 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง						

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
<b>4. การวัดและการประเมินผล</b> 4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ 4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ 4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม						
<b>5. กิจกรรมการเรียนรู้</b> 5.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน 5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม 5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ 5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด 5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาให้นักเรียน 5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วย ตนเอง						
<b>6. สื่อการเรียนการสอน</b> 6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้ 6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 สารสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก

พูน ปณ ทิโต ชีเว



## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5.1 ไร้ความสนใจของผู้เรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	3	4	4	5	4.40	0.71	มาก
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก



### ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 สาระสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 สาระสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 สาระสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 สาระการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก



## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5.1 ไร้ความสนใจของผู้เรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก



## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 สารสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก

พูน ปณ ทิโต ชีเว

## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5.1 ไร้ความสนใจของผู้เรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียน	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	4	4	4	5	4.20	0.45	มาก
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก



## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ	5	3	5	4	5	4.40	0.89	มาก
1.4 สารสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	4	5	4.80	0.45	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก

พูน ปณ ทิโต ชีเว

## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5.1 ไร้ความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก



## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ	5	3	5	4	5	4.40	0.89	มาก
1.4 สารสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	3	4	5	4	5	4.20	0.84	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	3	4	5	4	5	4.20	0.84	มาก

พูน ปณ ทิโต ชีเว



## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5.1 ไร้ความสนใจของผู้เรียน	3	4	5	4	5	4.20	0.84	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	3	4	5	4	5	4.20	0.84	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียน	3	4	5	4	5	4.20	0.84	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	3	4	5	4	5	4.20	0.84	มาก
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก



## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 สารสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5.1 ไร้ความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียน	3	4	5	4	5	4.20	0.84	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	3	4	5	4	5	4.20	0.84	มาก
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด



## ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 สารสำคัญมีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.3 สารสำคัญสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 สารสำคัญเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.2 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
3.3 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
4.3 ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
5.1 ไร้ความสนใจของผู้เรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.2 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.3 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.4 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.5 กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5.6 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
5.7 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ด้วยตนเอง	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด



...ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา...

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างโจทย์ปัญหาและจุดประสงค์การเรียนรู้  
ของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา  
เรื่อง กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล และกฎของเกย์-ลูสแซก

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อต่อไปนี่ว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกา / ลงใน  
ช่อง “คะแนนพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

- +1      แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้  
0        ไม่แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้  
-1      แน่ใจว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	โจทย์ปัญหา	คะแนน การพิจารณา			ข้อ เสนอแนะ
		-1	0	+1	
นักเรียนสามารถคำนวณปริมาตรหรือความดันแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ และปริมาตรหรืออุณหภูมิโดยใช้กฎของชาร์ลได้	1) แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุในกระบอกสูบขนาด 2.0 ลิตร จะต้องเลื่อนก้านกระบอกสูบให้มีปริมาตรเป็นเท่าใดจึงจะทำให้แก๊สชนิดนี้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 3.0 เท่า				
นักเรียนสามารถคำนวณปริมาตรหรือความดันแก๊สโดยใช้กฎของบอยล์ และปริมาตรหรืออุณหภูมิโดยใช้กฎของชาร์ลได้	2) แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 22.4 ลิตร ที่ STP แก๊สนี้จะมีปริมาตรเท่าใดที่ 298 เคลวิน ถ้ากำหนดให้ความดันของแก๊สคงที่				
นักเรียนสามารถคำนวณความดันหรืออุณหภูมิโดยใช้กฎของเกย์-ลูสแซกได้	3) ภาชนะปิดปริมาตรคงที่ขนาด 10.00 ลิตร สามารถทนแรงดันได้สูงสุดเท่ากับ 20 บรรยากาศ ถ้านำภาชนะนี้มาบรรจุแก๊สที่มีความดัน 5.0 บรรยากาศ อุณหภูมิ 298 เคลวิน ภาชนะนี้จะทนอุณหภูมิได้สูงสุดกี่เคลวิน				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ  
แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ชุดที่ 1

โจทย์	คะแนนพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	S.D.	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	1	0	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	1	0	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	1	0	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ  
แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ชุดที่ 2

โจทย์	คะแนนพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	S.D.	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	1	0	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	1	0	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	1	0	สอดคล้อง

ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ของ  
แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ชุดที่ 3

โจทย์	คะแนนพิจารณาผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	S.D.	ผลการพิจารณา
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	1	0	สอดคล้อง
2	1	1	1	1	1	1	0	สอดคล้อง
3	1	1	1	1	1	1	0	สอดคล้อง

...ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์...

แบบประเมินความสอดคล้องของประเด็นที่สัมภาษณ์กับข้อความของแบบสัมภาษณ์ผู้เรียน

คำชี้แจง : 1) แบบประเมินนี้เป็นแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่สัมภาษณ์กับข้อความของแบบสัมภาษณ์ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

2) ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นสัมภาษณ์กับข้อความแล้ว  
เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

โดยพิจารณาคะแนนตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1	เมื่อแน่ใจว่า	ประเด็นสอดคล้องกับข้อความ
0	เมื่อไม่แน่ใจว่า	ประเด็นสอดคล้องกับข้อความ
-1	เมื่อแน่ใจว่า	ประเด็นไม่สอดคล้องกับข้อความ

ประเด็นสัมภาษณ์	ข้อความ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
วิธีการจัดการเรียนรู้	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ในแต่ละชั้นดังต่อไปนี้ ชั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ชั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา ชั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป ชั้นที่ 4 ขยายความรู้ + กลวิธีเมตาคอกนิชัน ชั้นที่ 5 ประเมิน				
สื่อการสอน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับสื่อการสอนที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน				
เวลา	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละชั้น				



ประเด็นสัมภาษณ์	ข้อความ	คะแนนพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
การมีส่วนร่วม	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด				
กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาโดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน รวมถึงประสบปัญหาในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นต่อไปนี้หรือไม่ อย่างไร ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน ขั้นที่ 2 ขั้นกำกับและควบคุม ขั้นที่ 3 ขั้นประเมิน				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่...../...../.....

ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ของประเด็นที่สัมภาษณ์กับข้อความของแบบสัมภาษณ์  
ผู้เรียน

ประเด็น ที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					เฉลี่ย	S.D.	ผลการประเมิน
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	0	1	0.8	0.4	สอดคล้อง
2	1	1	1	0	1	0.8	0.4	สอดคล้อง
3	1	1	1	0	1	0.8	0.4	สอดคล้อง
4	1	1	1	0	1	0.8	0.4	สอดคล้อง
5	1	1	1	0	1	0.8	0.4	สอดคล้อง



### ...ตัวอย่างชิ้นงานนักเรียนในวงรอบที่ 1...

ตอนที่ 1 จงเขียนอธิบายเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

1. เมื่ออุณหภูมิ และมวลของแก๊สคงที่ การเพิ่มหรือลดความดัน ส่งผลอย่างไรต่อปริมาตรของแก๊ส  
 กราฟเพิ่มอุณหภูมิ จะทำให้แก๊สมีปริมาตรลดลง แต่ถ่วงลดความดันจะทำให้แก๊สมีปริมาตรเพิ่มขึ้น
2. เมื่อมวลและความดันของแก๊สคงที่ การเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ ส่งผลอย่างไรต่อปริมาตรของแก๊ส  
 กราฟเพิ่มอุณหภูมิ จะทำให้แก๊สมีปริมาตรเพิ่มขึ้น ส่วนถ่วงลดอุณหภูมิจะทำให้แก๊สมีปริมาตรลดลง

ตอนที่ 2 จงใช้กลวิธีเมตาคอกนิจนในการแก้โจทย์ปัญหาต่อไปนี้

- 1) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุอยู่ในกระบอกสูบปริมาตร 3.0 ลิตร ที่ความดัน 1.0 บรรยากาศ เมื่ออัดกระบอกสูบให้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 2.0 บรรยากาศ ปริมาตรของแก๊สจะเป็นเท่าใด

1. ขั้นตอนการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้  
 $T$  คงที่ =  $25^{\circ}\text{C}$   
 $V_1 = 3.0\text{L}$   
 $P_1 = 1\text{ atm}, P_2 = 2\text{ atm}$

1.2 สิ่งที่ต้องหาคำถาม  
 ปริมาตรที่  $P_2$  เท่าไร  
 หรือ  $V_2$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้  
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา  
 1) แทนค่าตัวแปรลงในสูตร  
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$   
 2) ย้าย  $V_1$  ลงข้าง  $P_2$  เพื่อได้  $V_2$   
 3) ทำการคำนวณเพื่อหาคำตอบ

พูน ปณ ทิโต ชีเว

2. ขึ้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

จาก รวม PV<sub>1</sub> = P<sub>2</sub>V<sub>2</sub>  
 (1 atm)(4L) = V<sub>2</sub>(2 atm)  
 $V_2 = \frac{(1 \text{ atm})(4 \text{ L})}{(2 \text{ atm})} = 1.5 \text{ L}$

3. ขึ้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

- สูตรที่ใช้ในพดิ่งและถูกต้อง
- การแทนค่าในสมการเป็น PV
- ท้ายได้คำตอบถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

จาก รวม PV<sub>1</sub> = P<sub>2</sub>V<sub>2</sub>  
 (1 atm)(4L) = (2 atm)(2L)  
 3 = 3 รวม PV เป็นจริง  
 จึงสรุปได้ว่า V<sub>2</sub> = 1.5 L

2) แก๊สชนิดหนึ่งมีความดัน 1 บรรยากาศ อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส บรรจุไว้ในภาชนะที่ยืดหยุ่นได้ เมื่อนำภาชนะบรรจุแก๊สนี้ไปจุ่มลงในของเหลวที่กำลังเดือด ที่ความดันคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะขยายตัวจาก 70.0 มิลลิลิตร เป็น 90.0 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิห้องเซลเซียส

1. ขึ้นการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้  
 P<sub>1</sub> = 1 atm  
 P<sub>2</sub> = 273 + 2 = 275 K  
 V<sub>1</sub> = 70 mL, V<sub>2</sub> = 90 mL

1.2 สิ่งที่ต้องถาม  
 $\frac{V_1}{T_1} = ?$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้  
 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

- ใช้สูตร PV = nRT
- แทนค่า รวม PV และคำนวณคำตอบ

มโนทัศน์

## 2. ขึ้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{70 \text{ mL}}{275 \text{ K}} = \frac{90 \text{ mL}}{T_2}$$

$$T_2 = 353.57 \text{ K}$$

## 3. ขึ้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

- จุดจุดจุด
- การตั้งหน่วยให้เข้ากันได้

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

จากสมการ

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{70 \text{ mL}}{275 \text{ K}} = \frac{90 \text{ mL}}{353.57 \text{ K}}$$

$$0.254 = 0.254$$

หน่วยเป็นจริง

นั่น  $T_2 = 353.57 \text{ K}$



...ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน วงรอบที่ 1...

1) แก๊สชนิดหนึ่งบรรจุในกระบอกสูบขนาด 2.0 ลิตร จะต้องเลื่อนก้านกระบอกสูบให้มีปริมาตรเป็นเท่าใดจึงจะทำให้แก๊สชนิดนี้มีความดันเพิ่มขึ้นเป็น 3.0 เท่า

1. ขั้นการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$V_1 = 2.0L$

$P_2 = 3$

$P_1 = 1$

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

$V_2 = ?$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา

1. กำหนดตัวแปรที่โจทย์ให้
2. เขียนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดลงในสูตร
3. คำนวณค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$(1)(2) = (3) V_2$

$V_2 = \frac{2}{3}$

$= 0.6L$

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

1. กำหนดตัวแปรที่โจทย์ให้
2. เขียนค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดลงในสูตร
3. คำนวณค่าตัวแปรที่โจทย์ถาม

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

$(1)(2) = (P_2) 0.6$

$P_2 = 3$

2) แก๊สชนิดหนึ่งมีปริมาตร 22.4 ลิตร ที่ STP แก๊สนี้จะมีปริมาตรเท่าใดที่ 298 เคลวิน ถ้ากำหนดให้ความดันของแก๊สคงที่

1. ขั้นการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$V_1 = 22.4 \text{ L}$$

$$T_1 = 273 \text{ K}$$

$$T_2 = 298 \text{ K}$$

1.2 สิ่งที่ต้องถาม

$$V_2 = ?$$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. กำหนดตัวแปรที่ใช้
2. แปลงค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
3. ใช้สูตรที่เกี่ยวข้อง

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้โจทย์

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{22.4 \text{ L}}{(0+273) \text{ K}} = \frac{V_2}{(22.4 \text{ L}) 298 \text{ K}}$$

$$V_2 = 24.5 \text{ L}$$

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
2. แปลงค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้อง
3. สามารถนำค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องมาแก้โจทย์

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

$$\frac{22.4 \text{ L}}{0+273 \text{ K}} = \frac{24.5}{298 \text{ K}}$$

$$T_2 = 298 \text{ K}$$

3) ภาชนะปิดปริมาตรคงที่ขนาด 10.00 ลิตร สามารถทนแรงดันได้สูงสุดเท่ากับ 20 บรรยากาศ ถ้านำภาชนะนี้มาบรรจุแก๊สที่มีความดัน 5.0 บรรยากาศ อุณหภูมิ 298 เคลวิน ภาชนะนี้จะทนอุณหภูมิได้สูงสุดกี่เคลวิน

1. ขั้นการวางแผน

1.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกำหนดให้

$$P_1 = 5 \quad P_2 = 20$$

$$T_1 = 298$$

1.2 สิ่งที่ต้องการ

$$T_2 = ?$$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

1.4 วางแผนขั้นตอนการแก้ไขโจทย์

- กำหนดตัวแปร
- แทนค่าตัวแปรลงในสูตร
- คำนวณค่าตัวแปรที่ต้องการ

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2. แสดงวิธีแก้ไข

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \frac{5}{298} = \frac{20}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{20 \times 298}{5}$$

$$T_2 = 894 \text{ K}$$

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้ไข

- ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
- แทนค่าตัวแปรในสูตรแล้ว
- คำนวณค่าตัวแปรที่ต้องการ

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

$$\frac{5}{298} = \frac{20}{894}$$

$$P_2 = \frac{20 \times 894}{298}$$

$$P_2 = 15$$




## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวสุกัญญา กิ่งกลาง
วันเกิด	วันที่ 4 เดือน กันยายน พ.ศ. 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 258/228 ซอยจรัญสนิทวงศ์ 30/1 ถนนจรัญสนิทวงศ์ แขวงบ้านช่างหล่อ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมุกดาหาร พ.ศ. 2560 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2564 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	ทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ (สควค.)

พูนัน ปณุกิตโต ชีวะ