

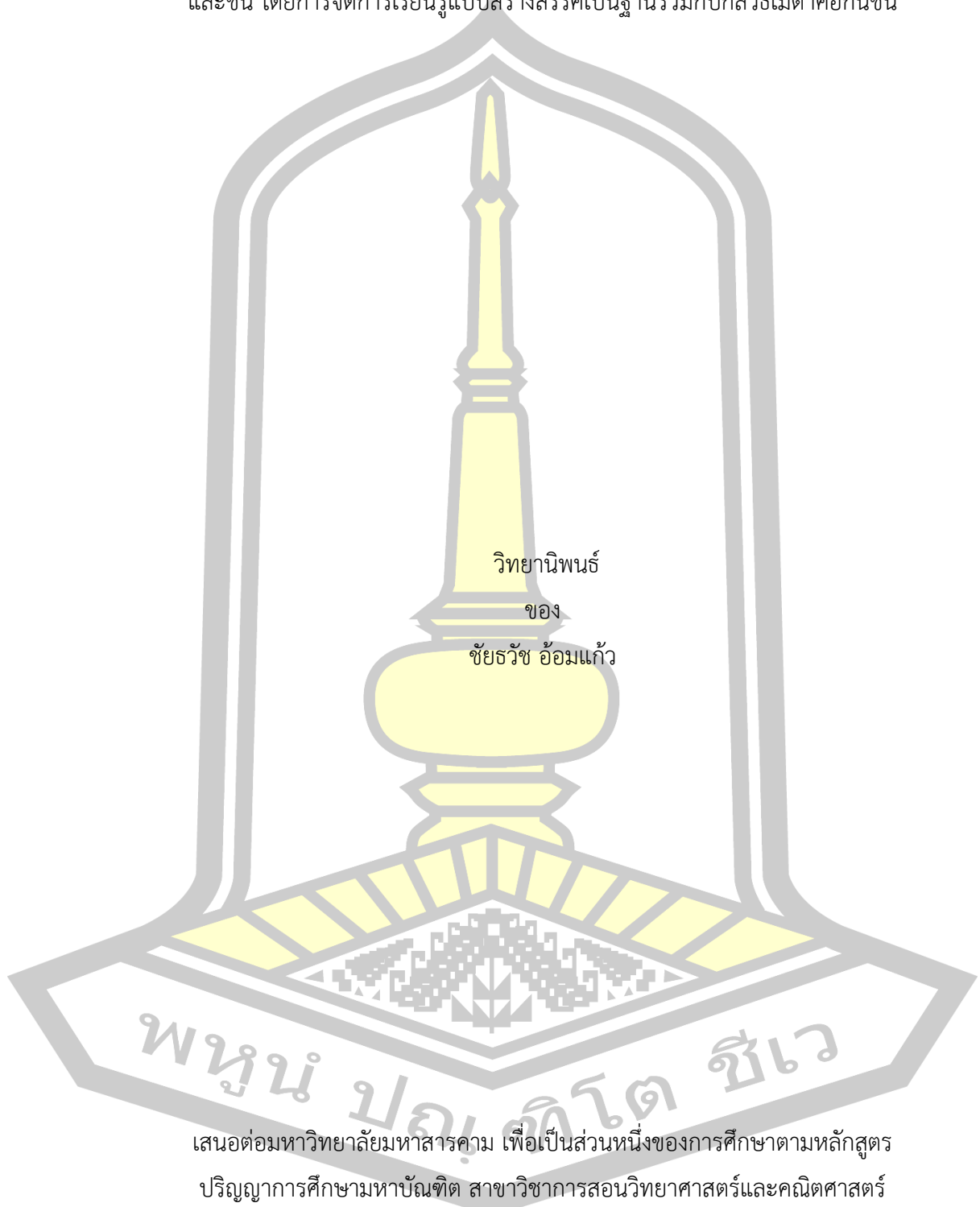
การพัฒนาความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัม
และชน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition

วิทยานิพนธ์
ของ
ชัยรัช อ้อมแก้ว

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มิถุนายน 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัม
และชน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition



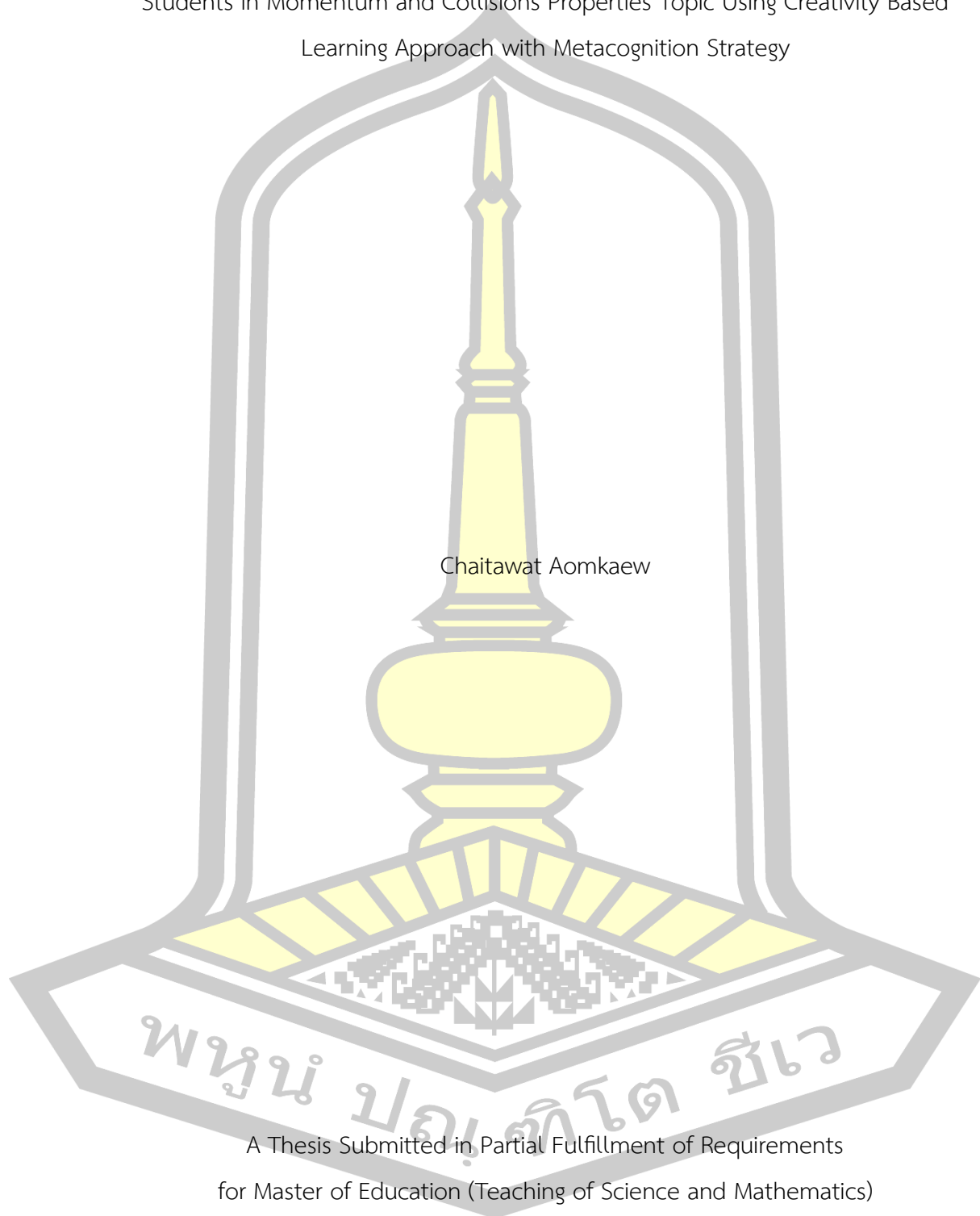
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มิถุนายน 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of Problem Solving Ability in Physics of Mattayomsuksa 4
Students in Momentum and Collisions Properties Topic Using Creativity Based
Learning Approach with Metacognition Strategy

Chaitawat Aomkaew



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

June 2024

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายชัยวัช อ้อมแก้ว แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการ
สอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รศ.ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รศ.ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน)

.....กรรมการ

(ผศ.ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ.ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

.....
(รศ.ดร. ขวลิศ ชูกำแหง)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

.....
(รศ.ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและชน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน		
ผู้วิจัย	ชัยรัช อ้อมแก้ว		
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี วงษ์สะพาน		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม กลุ่มเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) ดำเนินการวิจัยทั้งหมด 3 วงรอบ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จำนวน 3 ชุด 3) แบบสัมภาษณ์ใช้หลังสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ ดำเนินการ 3 ครั้ง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการตีความและสรุปในรูปของการบรรยายโดยอาศัยข้อมูลจากการสัมภาษณ์ บันทึกหลังการสอนและชิ้นงานของนักเรียน

ผลการวิจัยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีจำนวนนักเรียนผ่าน 8 คน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 11.66 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.76 ของคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย 24 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีจำนวนนักเรียนผ่าน 19 คน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 13.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.46 ของคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.17 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย 24 คน และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวนนักเรียนผ่าน 24 คน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 15.53 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.82 ของคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย 24 คน ผลการสะท้อนข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจใน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติได้ระดมความคิดเพื่อแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม ใน
 วงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกลวิธีเมตาคอกนิชันโดยเฉพาะใน
 ขั้นประเมิน นักเรียนจึงมีคะแนนในส่วนนี้ค่อนข้างต่ำ เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในกลวิธีเมตาคอกนิชัน
 เพิ่มขึ้น รวมถึงได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์อย่างต่อเนื่องในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ส่งผลให้
 คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยเมตาคอกนิชันของ
 นักเรียนเพิ่มสูงขึ้น

จากผลการวิจัยทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการสามารถสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์
 เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์
 ให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้ เป็นผลมาจากการที่กระตุ้นความสนใจผู้เรียนนั้นมีความอยาก อยาก
 เรียน อยากรู้ อยากค้นหาคำตอบส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าเดิมและสนใจในการค้นหาความรู้ด้วย
 ตนเองได้นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และการกำกับความคิดด้วยกลวิธีเมตาคอก
 นิชันอย่างต่อเนื่องทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เพิ่มสูงขึ้น ครูผู้สอน
 จึงสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา
 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา เวลาและระดับชั้น
 ของนักเรียน

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์, กลวิธีเมตาคอกนิชัน, การจัดการเรียนรู้
 แบบสร้างสรรค์เป็นฐานขั้นร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน



TITLE	The Development of Problem Solving Ability in Physics of Mattayomsuksa 4 Students in Momentum and Collisions Properties Topic Using Creativity Based Learning Approach with Metacognition Strategy		
AUTHOR	Chaitawat Aomkaew		
ADVISORS	Associate Professor Montree Wongsaphan , Ed.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2024

ABSTRACT

This classroom action research aimed to develop Mattayomsuksa 4 students' Ability to solve physics problems in topic of "momentum and collisions" in order to overcome 70 percent criteria of full score, using Creativity Based learning Approach with Metacognition Strategy. The participants of this study were 24 Mattayomsuksa 4 students of Maharakham University Demonstration School (secondary). There were 3 action research cycles. Research instruments were composed of 1) 6 lesson plans of Creativity Based learning Approach with Metacognition Strategy in topic of momentum and collisions 2) 3 problem solving ability to solve physics 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.

The research results In action research cycle 1, included 8 students who passed the criteria at 70 percent, with an average score of 11.66 points, equivalent to 64.76 percent of the full score of 18 points Representing 33.33 percent of all

students in the target group of 24 people. In action research cycle 2, The number of students passing was 19, who passed the criteria at 70 percent with an average score of 13.58 points accounting for 75.46 percent of the full score of 18 points accounting for 79.17 percent of all students Target group 24 people. and In action research cycle 3, There were 24 students who passed the criteria at 70 percent, with an average score of 15.53 points, equivalent to 85.82 percent of the full score of 18 points, equivalent to 100 percent of all students in the target group of 24 people. Qualitative information reflected Students are satisfied with learning activities. It allows students to practice and brainstorm to solve problems in groups. In Action Cycle 1, it was found that most students lacked understanding of metacognition strategies, especially in the assessment stage. Students therefore have relatively low scores in this section. As students' understanding of metacognition strategies increases Including the practice of solving physics problems continuously in the 2 and 3 cycles of practice, resulting in the average score from the test of students' ability to solve physics problems with metacognition to increase.

According to all results, It can be concluded that creative learning combined with metacognition strategies can develop the ability to solve physics problems in the target group of students. As a result of stimulating the interest of students, they want to learn, want to know, and want to search for answers. As a result, students learn better than before and are interested in searching for knowledge by themselves, which has been applied in Solving physics problems and directing thoughts with metacognition strategies continuously increases students' ability to solve physics problems. Teachers can then apply this learning management model to teaching and learning to develop the ability to solve physics problems as appropriate to the content. Time and grade level of the student.

Keyword : Problem Solving Ability in Physics, Metacognition Strategy, Creativity Based Learning Approach with Metacognition Strategy

กิตติกรรมประกาศ

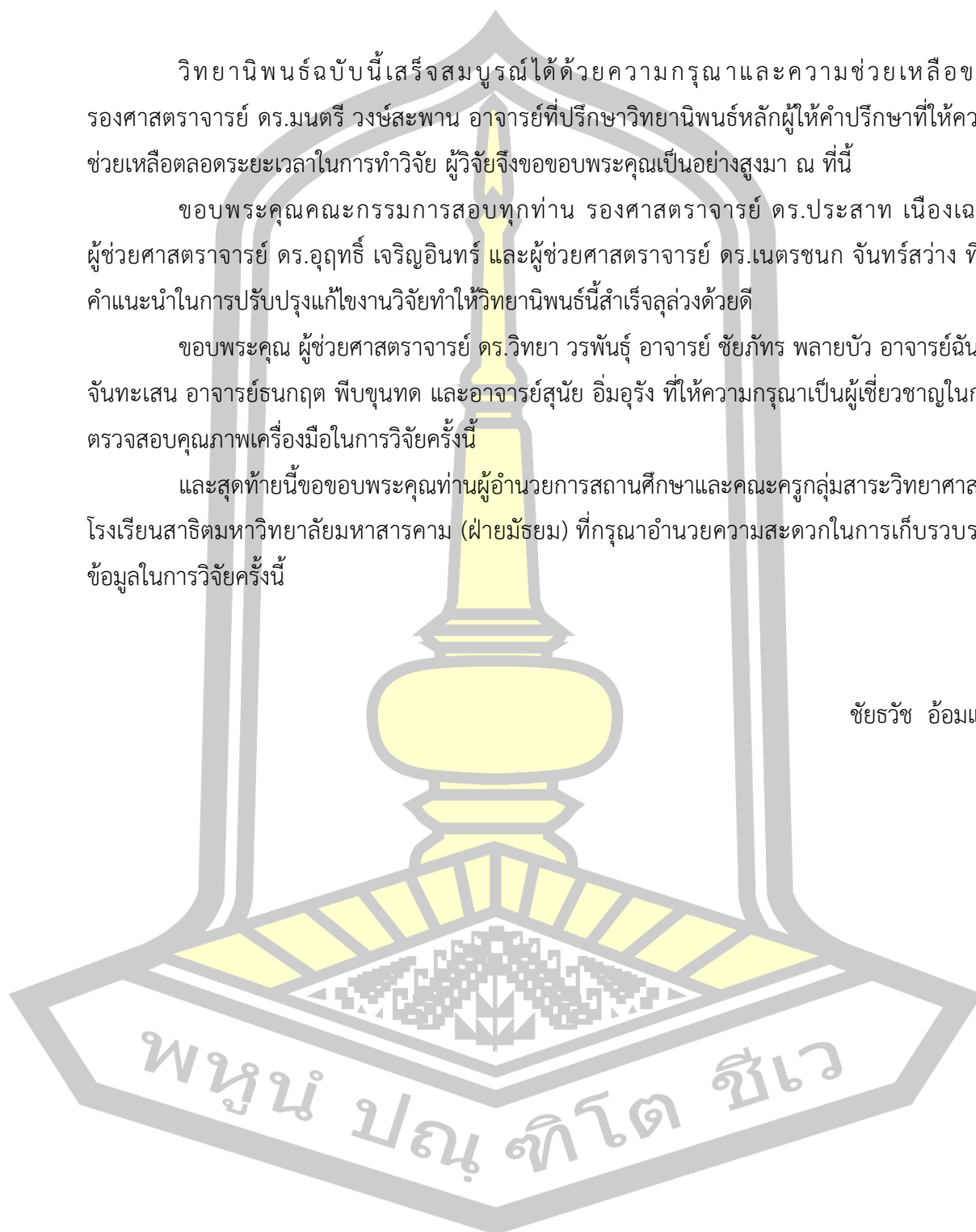
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือของ
รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักผู้ให้คำปรึกษาที่ให้ความ
ช่วยเหลือตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอบพระคุณคณะกรรมการสอบทุกท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง ที่ให้
คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขงานวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ อาจารย์ ชัยภัทร พลายบัว อาจารย์ฉันทชัย
จันทะเสน อาจารย์ธนกฤต พิบบุนทด และอาจารย์สุนัย อิ่มอรัง ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการ
ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการสถานศึกษาและคณะครูกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวม
ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

ชัยรัช อ้อมแก้ว

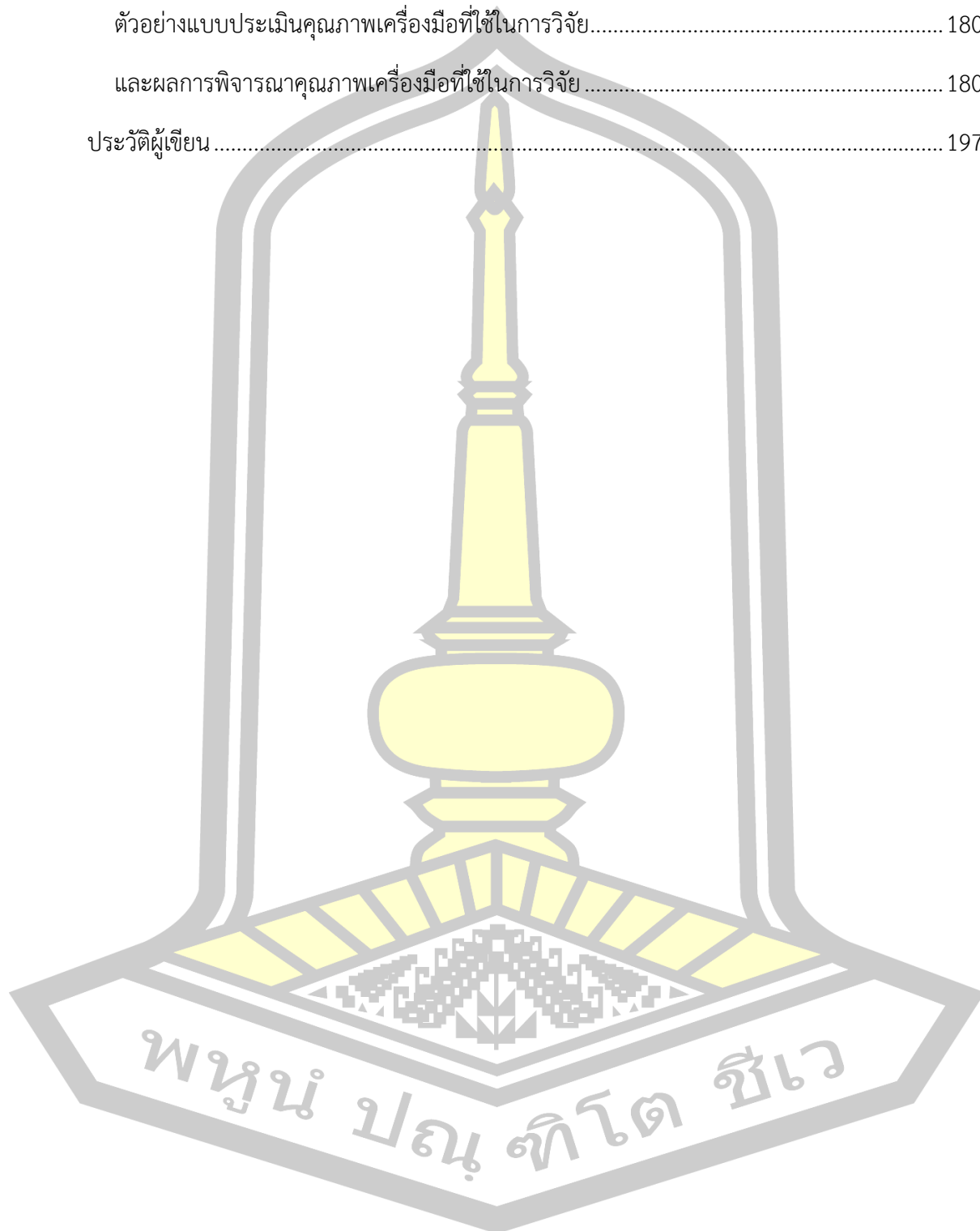


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพประกอบ.....	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
1.การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน.....	5
2. กลวิธีเมตาคอกนิชัน	6
3. การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน.....	7
4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
1.สาระสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	10
2. การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน.....	16
3. เมตาคอกนิชัน	24

4.การจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition.....	41
5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	44
7.บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม).....	60
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	61
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	67
ขอบเขตวิจัย	67
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย.....	69
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ.....	69
การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	90
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	90
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	130
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	130
สรุปผล	130
อภิปรายผล.....	131
ข้อเสนอแนะ.....	135
บรรณานุกรม.....	137
ภาคผนวก.....	146
ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	147
ภาคผนวก ข	153
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	153

ภาคผนวก ค	180
ตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	180
และผลการพิจารณาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	180
ประวัติผู้เขียน	197



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ประเภทและลักษณะของเทคนิคการรู้คิด (Nickerson, 1985).....	32
ตาราง 2 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition กิจกรรมและ การแสดงออกตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคognition	41
ตาราง 3 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วย กลวิธีเมตาคognition ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคognition ตามแนวคิดของ Beyer (1997) และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคognition ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น	53
ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน.....	67
ตาราง 5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้	70
ตาราง 6 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้.....	75
ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์.....	76
ตาราง 8 แสดงโจทย์ปัญหาของแบบทดสอบชุดที่ 1 – 3.....	78
ตาราง 9 ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ...	80
ตาราง 10 แสดงประเด็นและลักษณะของคำถามที่ใช้ในแบบสัมภาษณ์	82
ตาราง 11 แสดงผลการพิจารณาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์	83
ตาราง 12 คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน กลุ่มเป้าหมาย ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3	91
ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์วงจรปฏิบัติการที่ 1	94
ตาราง 14 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1	96
ตาราง 15 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาวงจรปฏิบัติการที่ 1	105

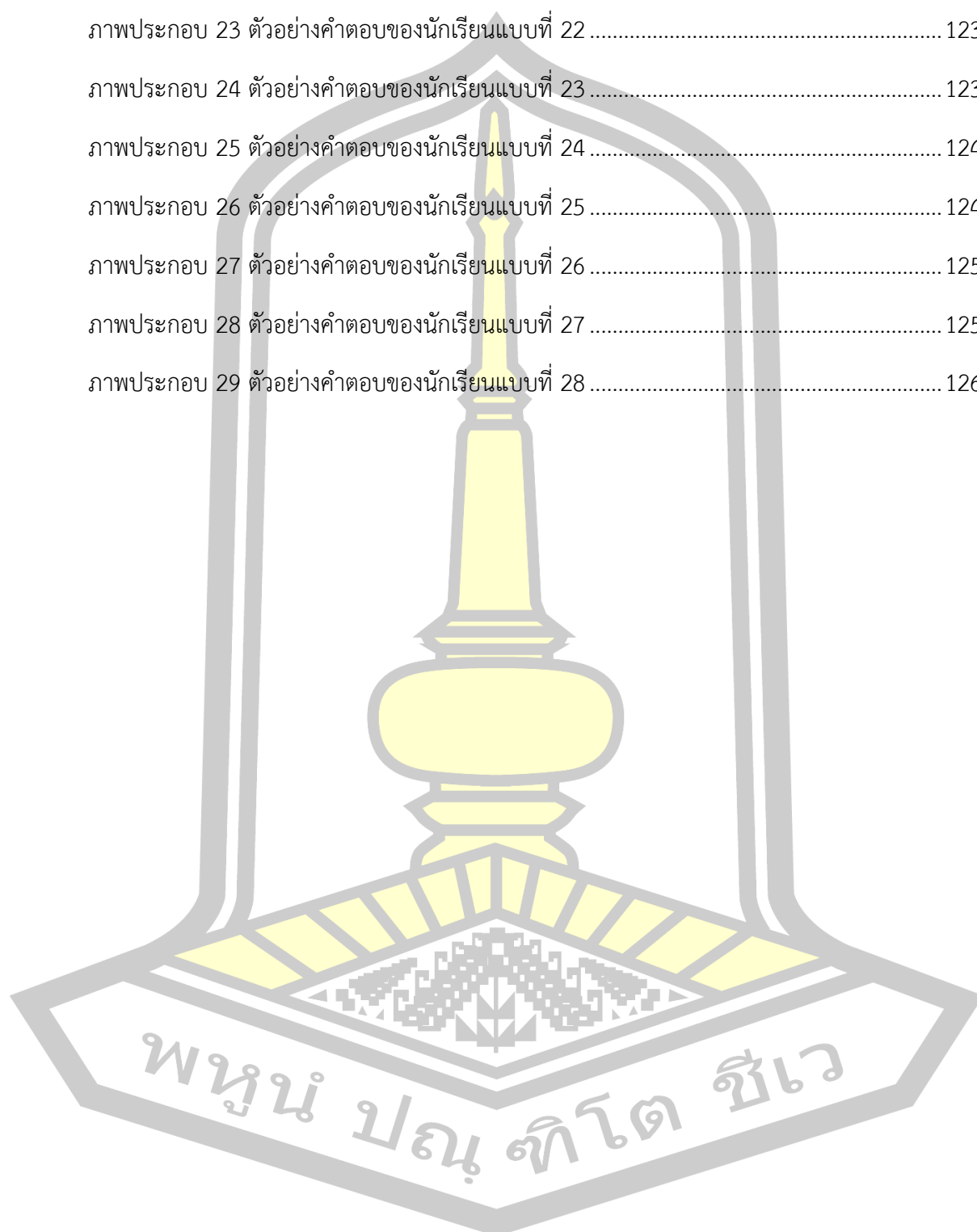
ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ วงจรปฏิบัติการที่ 2	107
ตาราง 17 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2	109
ตาราง 18 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหในวงจรปฏิบัติการที่ 2	118
ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ วงจรปฏิบัติการที่ 3	119
ตาราง 20 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 3	122
ตาราง 21 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหในวงจรปฏิบัติการที่ 3	129



สารบัญภาพประกอบ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 คำร้อยละคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	93
ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 1	98
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 2	98
ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 3	98
ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 4	99
ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 5	99
ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 6	99
ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 7	100
ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 8	100
ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 9	101
ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 10	101
ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 11	102
ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 12	110
ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 13	111
ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 14	111
ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 15	111
ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 16	112
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 17	112
ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 18	113
ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 19	113
ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 20	114

ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 21	114
ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 22	123
ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 23	123
ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 24	124
ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 25	124
ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 26	125
ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 27	125
ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 28	126



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หลายประเทศเร่งพัฒนาการศึกษาทุกรูปแบบเพื่อสร้างทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพในประเทศไทยเองมีกระแสเรียกร้องให้มีการปฏิรูปการศึกษาเกิดขึ้นเพื่อให้การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและการเมืองของประเทศอย่างแท้จริงดูเหมือนว่าการจัดการศึกษาเป็นความคาดหวังและเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากต่อการขับเคลื่อนประเทศ ดังนั้นผู้ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการศึกษา เช่น ครู อาจารย์ทั้งหลายจำเป็นต้องพัฒนาวิธีเรียนและปรับเปลี่ยนวิธีสอนมุ่งสู่การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนคิดเก่งและมีความสุข (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546: 27) มีทักษะพื้นฐานและทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 จากพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 ในมาตรา 22 กล่าวไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ปัจจุบันประเทศไทยเดินหน้าตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ที่เป็นเข็มทิศอันท้าทายอย่างมากที่ประเทศต้องปรับตัวและเร่งพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การวิจัยและพัฒนาและนวัตกรรมให้เป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนการพัฒนาในทุกด้าน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทยท่ามกลางการแข่งขันในโลกที่รุนแรงขึ้นมาก ดังนั้นการจัดการศึกษาจึงเป็นเป้าหมายสำคัญที่จะช่วยพัฒนาประเทศให้ทันสถานการณ์โลก โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรเอื้ออำนวยต่อการพัฒนาประเทศชาติ คือ ต้องมุ่งเน้นการสร้างทรัพยากรมนุษย์หรือผู้เรียนซึ่งเป็นผลผลิตโดยตรงให้มีคุณลักษณะที่มีศักยภาพและความสามารถที่จะพัฒนาตนเองและสังคมไปสู่ความสำเร็จรวมทั้งสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาประเทศ (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการกระทรวงศึกษาธิการ, 2560: ออนไลน์)

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนในชีวิตประจำวัน เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วยทำให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดแบบต่างๆ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจำเป็นต้องได้รับ

การพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์และมีคุณธรรม

(นิภาพร ช่วยธานี, 2555) กล่าวว่า วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่สำคัญในการฝึกทักษะความรู้พื้นฐานของการ นำไปใช้ในวิชาต่างๆ และมุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิต โดยเน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเกิดความคิด ความเข้าใจ และฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพนอกจากนี้ วิชาฟิสิกส์ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์เท่าใดนัก เนื่องจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์จะเป็นการแก้โจทย์ปัญหาที่มีการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2556) กล่าวว่า ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการแปลความโจทย์ปัญหาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ กราฟ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรพีชคณิตและสมการต่างๆ ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้เรียนมักจะประสบปัญหาการวิเคราะห์โจทย์และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ ผู้เรียนจึงไม่สามารถนำกฎ ทฤษฎี สมการต่างๆ ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องหรือผู้เรียนสามารถท่องจำสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ได้ แต่ผู้เรียนไม่รู้ว่าโจทย์ปัญหาแบบไหนต้องใช้สมการใดในการแก้ปัญหาหรือไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ทำให้เป็นอุปสรรคอย่างยิ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์

การสอนรายวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหา 2 ประเด็นหลัก ดังนี้ 1) การขาดการวางแผนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ซึ่งผู้เรียนไม่มีประสบการณ์มากพอในการใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่เห็นประโยชน์ของการเรียนวิชาฟิสิกส์และแก้ปัญหาไม่ได้ ดังที่พบได้จากการสอนเรื่อง งานและพลังงาน เมื่อผู้วิจัยให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาเมื่อปล่อยวัตถุจากที่สูงลงที่ต่ำและโยนวัตถุจากที่ต่ำขึ้นที่สูง ให้นักเรียนร่วมกันตอบคำถามว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของพลังงานอย่างไร พร้อมคำนวณพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 70 ของห้องเรียน ได้เพียงโต้ตอบออกมาเป็นคำพูดแต่เมื่อครูให้ลงมือปฏิบัติผู้เรียนขาดการวางแผนการแก้ไขปัญหารวมทั้งยังขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ พบได้จากการรายงานผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 ภาคเรียนที่ 1 พบว่าจากประสบการณ์สอนวิชาฟิสิกส์ได้วิเคราะห์ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนส่วนมากทำข้อสอบได้คะแนนน้อยในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ผู้วิจัยจึงนำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 3 ข้อ แบบอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันของ Beyer โดยผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนฟิสิกส์แล้วไปวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มดังกล่าว ในภาคเรียนที่ 2/2567 ผล

ที่ได้ คือ นักเรียนจำนวน 24 คน มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ต่ำกว่าร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 63.16 ของนักเรียนทั้งหมดที่เข้ารับการทดสอบ

แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้เปิดโอกาสให้ศึกษารวบรวมข้อมูลนำมาสร้างเป็นองค์ความรู้ของตนเองที่ถูกต้อง สามารถนำมาวิเคราะห์แก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้อย่างแท้จริง คือ การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (วิริยะ ฤชชัยพานิชย์, 2558) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบ Active learning ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่กระตุ้นความอยากรู้ เปิดโอกาสให้ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล แยกแยะและนำมาสร้างเป็นความรู้มีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการเรียนรู้และทักษะการสื่อสารซึ่งการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการสอนและการวัดผลได้จริงเป็นการจัดการเรียนรู้ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่าผู้เรียนสามารถจุดประกายความคิดให้กับผู้เรียนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งและประสบความสำเร็จในการเรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่มีปัญหาในการแก้โจทย์ทางฟิสิกส์ดังนั้นกลวิธีเมตาคอกนิชันเป็นองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถจัดการควบคุมและกำกับกระบวนการคิดหรือกระบวนการทางปัญญาของตนเองได้

ผู้วิจัยจึงออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานจะเห็นได้ว่า 5 ขั้นตอนนั้นมีการดำเนินไปอย่างเป็นระบบเหมาะสมกับการสอนเนื้อเรื่องที่มีเนื้อหาสำหรับให้ผู้เรียนค้นคว้าศึกษาจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ นำความรู้มาวิเคราะห์แก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่หลากหลายเองได้ โดยมีปัญหาเป็นจุดประกายเริ่มต้นปฏิบัติกิจกรรมและมีผู้สอนเป็นผู้คอยดูแลให้คำแนะนำผู้เรียนมีการแบ่งปันและร่วมมือส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และการคิดอื่นๆอีกหลายแบบและใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมาผสมผสานสอดแทรกเข้าในการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานยิ่งทำช่วยให้ผู้เรียนมีวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้อย่างเข้าใจและเป็นระบบมากขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนมีการตระหนักรู้กระบวนการคิดและความสามารถของตนเองใช้ความรู้ความเข้าใจดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิดและการทำงานของตนโดยรู้จักเลือกใช้กลวิธีต่างๆที่เหมาะสมอันจะช่วยให้การเรียนรู้ประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนได้มากขึ้นนอกจากนี้ยัง

มีการวัดและประเมินผลตามเป้าหมายการเรียนรู้ครบทั้ง 3 ด้านได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยนี้ สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ ดังนี้

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูวิทยาศาสตร์ที่ต้องการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ในรายวิชาฟิสิกส์
2. เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ที่จะนำการจัดการกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการส่งเสริมหรือพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) ปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 โดยเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ต่ำกว่าร้อยละ 70 แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มดังกล่าว เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ เพื่อจำแนกหากลุ่มเป้าหมาย

2. ตัวแปรที่ศึกษา

- 1) ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
- 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน มัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 ใช้เวลาเก็บรวบรวมข้อมูล แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน คือ กระบวนการเรียนการสอนแบบการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) คือ เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นคว้า รวบรวมข้อมูล แยกแยะและนำเสนอความรู้ด้วยตนเองโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนและสร้างความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ไขปัญหาและสร้างสรรค์ผลงานต่างๆ ทั้งนี้การใช้คำถามเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการเรียนรู้แบบนี้ เพื่อกระตุ้นการคิด ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิด สร้างสรรค์ ทักษะการเรียนรู้และทักษะการสื่อสารขั้นตอนการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ในรูปแบบนี้การสอนจะไม่เน้นเพียงการนำเสนอความรู้จากผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการคิดและสร้างความรู้เอง ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ ความเป็นสร้างสรรค์ และความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันและการทำงานในอนาคต การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ได้จัดรูปแบบการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจ คือ ให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และอยากค้นหาคำตอบ โดยสามารถใช้วิธีการต่างๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตุ้นให้ต้องการเรียนรู้ หากผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหาการเรียนรู้จะทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและมีความอยากรู้เพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ คือ ผู้สอนจะทำการตั้งปัญหาให้กับผู้เรียนและแบ่งกลุ่มให้กับผู้เรียนตามความสนใจ โดยให้ผู้เรียนค้นหาปัญหาที่สงสัยและสนใจในบทเรียนที่กำลังเรียนจากนั้นจึงทำการแบ่งกลุ่มตามความสนใจที่แตกต่างกัน

ขั้นตอนที่ 3 ค้นคว้าและคิด คือ ผู้เรียนจะได้รับโอกาสในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่โดยจะมีการค้นคว้าและคิดเองเพื่อหาคำตอบในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือเรื่องที่นำเสนอ ผู้สอนจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สามารถให้คำปรึกษาตามกลุ่มในเวลาที่มีปัญหาและตอบคำถามด้วยคำถามเพื่อ

เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและทำความเข้าใจเพิ่มเติมขั้นตอนนี้เป็น การส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดและค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลาย

ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอ คือ ผู้เรียนพัฒนาทักษะการนำเสนอ การตอบคำถามและการเสนอ ข้อมูลในลักษณะที่สามารถเปิดโอกาสให้ความรู้และความเข้าใจของตนไปสู่ระดับที่มากกว่าและ เสริมสร้างความมั่นใจในการแสดงความรู้ของตนในหัวข้อที่ตนได้ค้นคว้าและนำเสนอในห้องเรียน การ นำเสนอแบบนี้จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการสื่อสาร ความมั่นใจในการแสดงความรู้และ ความสามารถในการนำเสนอข้อมูลในอนาคต

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลของกิจกรรม คือ ผู้เรียนได้ทำมาในกระบวนการเรียนการสอน ประเมินผลนี้จะครอบคลุมด้านความรู้และทักษะต่างๆที่ผู้เรียนได้พัฒนาขึ้นมาในระหว่างเรียนรู้และ เป็นการวัดความสามารถในการปฏิบัติงานของผู้เรียนด้วยแบบทดสอบที่ต้องการให้เกิดขึ้นในผู้เรียน ตามที่ผู้สอนต้องการในขั้นตอนการประเมินผล

2. กลวิธีเมตาคอกนิชัน

กลวิธีเมตาคอกนิชัน (Metacognition) เป็นกระบวนการที่นักเรียนใช้ควบคู่กับกระบวนการ เรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิผลยิ่งขึ้น แบ่ง ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาโดยใช้ประสบการณ์ หรือความรู้ที่มีอยู่แล้วและวางแผนการแก้ไขปัญหาโดยกำหนดวัตถุประสงค์และวิธีการที่เหมาะสมใน การแก้ปัญหา

ขั้นที่ 2 การกำกับ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะควบคุมและติดตามขั้นตอนการแก้ปัญหาในแต่ละ ขั้นตอน โดยตรวจสอบว่าเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้องและกำลังดำเนินการตามแผนการแก้ปัญหาที่ กำหนดไว้หรือไม่ หากพบข้อผิดพลาดหรือปัญหาในขั้นตอนใด ๆ จะทำการแก้ไขและปรับปรุงให้ ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 การประเมิน ขั้นตอนสุดท้ายในกระบวนการเมตาคอกนิชัน นักเรียนจะมองย้อนกลับ ไปที่ขั้นตอนต่าง ๆ ที่เคยทำในการแก้ปัญหาและประเมินความถูกต้องและความสำเร็จของ กระบวนการนั้น ๆ หากต้องการปรับปรุงหรือปรับเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหา เช่น เพิ่มเติมหรือ ปรับปรุงแผนการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น

3. การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่กระตุ้นความอยากรู้ เปิดโอกาสให้ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลแยกแยะและนำมาสร้างเป็นความรู้ มีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิด ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการเรียนรู้และทักษะการสื่อสาร รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหากระบวนการควบคุมความคิดและการตระหนักรู้ โดยผู้วิจัยนำไปใช้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจ ให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และอยากค้นหาคำตอบ โดยสามารถใช้วิธีการต่างๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตุ้นให้ต้องการเรียนรู้

- 1) การใช้เรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาการเรียน
- 2) การใช้เกมหรือกิจกรรมง่าย ๆ ใช้เกมหรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่จะเรียนรู้เพื่อเพิ่มความสนุกสนานและน่าสนใจให้กับการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ ผู้สอนจะทำการตั้งปัญหาในรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้กับผู้เรียนและแบ่งกลุ่ม ผู้สอนจะแบ่งกลุ่มของผู้เรียนตามความสนใจในปัญหาที่ตนเองสนใจ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความพอใจและกระตือรือร้นในการแก้โจทย์ปัญหาและเรียนรู้ในกลุ่มที่มีความสนใจเดียวกัน ครูอธิบายการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

ขั้นตอนที่ 3 ค้นคว้าและคิด ผู้สอนจะให้กระดาศปฐพีแต่ละกลุ่ม โดยให้ผู้เรียนรู้ได้อย่างเต็มที่โดยจะมีการค้นคว้าและคิดเองเพื่อหาคำตอบที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเขียนลงบนipad ผู้สอนจะเป็นแหล่งข้อมูลที่สามารถให้คำปรึกษาตามกลุ่มในเวลาที่มีปัญหาและตอบคำถามด้วยคำถามเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและทำความเข้าใจเพิ่มเติมขั้นตอนนี้เป็นส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดและค้นคว้าหาคำตอบที่หลากหลายโดยให้ผู้เรียนแก้ปัญหตามกลวิธีเมตาคอกนิชันในเนื้อหาที่กำลังเรียนดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผนปัญหา นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหากำหนดเป้าหมายและมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาโดยจะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา

ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์แล้ววางแผนออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอ ผู้เรียนจะนำเสนอผลงานที่ตนได้ศึกษาค้นคว้าและคิดออกมา โดยผู้สอนจะให้ผู้เรียนนำเสนอตั้งแต่ต้นจนจบโดยไม่มีการแทรกแซงหรือแสดงความคิดเห็นหรือซักถามใดๆ หลังจากนั้นผู้เรียนที่ฟังการนำเสนอจะมีโอกาสซักถาม หลังจากนั้นครูนำเสนอและสาธิตการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันผ่านโจทย์ปัญหาตัวอย่างเพื่อให้ นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลของกิจกรรมของผู้เรียนได้พัฒนาขึ้นมาในระหว่างเรียนรู้และเป็นการวัดด้วยแบบทดสอบการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันและการสัมภาษณ์ โดยครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการของตนเองและครูทำหน้าที่วัดและประเมินพัฒนาการการเรียนรู้หรือทักษะของนักเรียน

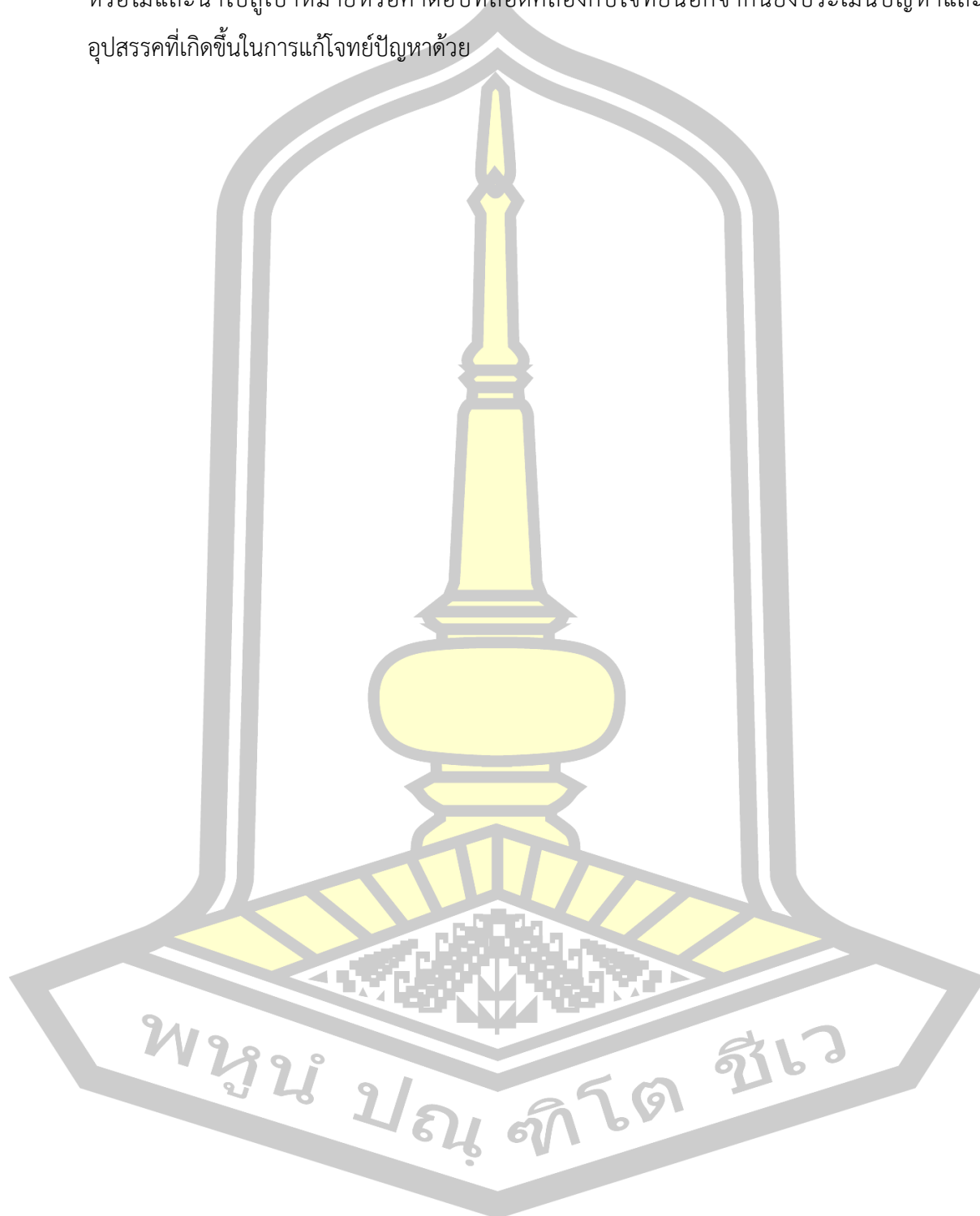
4. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

กระบวนการคิดหาวิธีการหาทางออกของการแก้โจทย์ปัญหา หาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่และสามารถหาวิธีการแก้โจทย์ปัญหาจนได้คำตอบที่ถูกต้อง เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ คือ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น อ้างอิงตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ตามแนวคิดของ Beyer (1997) ซึ่งมีการกล่าวถึงเพียงขั้นตอนที่ต้องใช้การดำเนินการเพื่อแก้โจทย์ปัญหาเท่านั้น แบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ 1.การวางแผน 2.การดำเนินการ และ 3.ตรวจสอบผล จนนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน นักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมายและมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องการระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธีหลักการหรือความรู้ที่จะใช้แก้โจทย์ปัญหาแล้ววางแผนออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 กำกับและควบคุม นักเรียนจะลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ โดยทำตามลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่เป้าหมายหรือคำตอบของการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ประเมิน นักเรียนจะต้องมองย้อนกลับไปตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่และนำไปสู่เป้าหมายหรือคำตอบที่สอดคล้องกับโจทย์นอกจากนี้ยังประเมินปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการแก้โจทย์ปัญหด้วย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทาง ดังต่อไปนี้

1. สารสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)
2. การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน
3. เมตาคอกนิชัน
4. การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา
6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
7. บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 8.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1.สารสำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญ ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครูสื่อประกอบการเรียน การสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับ นานาชาติกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็น

หลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์ 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และ การจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการ เชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำ กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิต กับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอด

พลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลาย ทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของ สสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิด ปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ ที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้า อากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

สาระที่ 5 สารชีววิทยา

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิบัติเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้าง และหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติ และหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิด เกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลาย ทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียง ของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโตและการตอบสนอง ของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอร์โมนกับการรักษาดุลยภาพและพฤติกรรม ของสัตว์รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียน สารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตใน

ระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหา และ ผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระที่ 6 สาระเคมี

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมี และสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมีปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมีอัตรา การเกิด ปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมีสมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมี ไฟฟ้า รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมีการวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้ และทักษะ ในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระที่ 7 สาระฟิสิกส์

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและ กระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติและสมการแบร์นูลลีของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการฟิสิกส์ของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสีแรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณีแผนที่และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำ ในมหาสมุทร การเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้ง การพยากรณ์อากาศ

มาตรฐาน ว 8.3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซีดาวฤกษ์และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษาตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ ในการดำรงชีวิต

1.3 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

1. ชีววิทยา เรียนรู้เกี่ยวกับ การศึกษาชีววิทยา สารที่เป็นองค์ประกอบของ สิ่งมีชีวิต เซลล์ของสิ่งมีชีวิต พันธุกรรมและการถ่ายทอด วิวัฒนาการ ความหลากหลายทางชีวภาพ โครงสร้างและการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในพืชดอก ระบบและการทำงานในอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์และสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
2. เคมี เรียนรู้เกี่ยวกับ ปริมาณสาร องค์ประกอบและสมบัติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร ทักษะและการแก้ปัญหาทางเคมี
3. ฟิสิกส์ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติและการค้นพบทางฟิสิกส์แรงและการเคลื่อนที่และพลังงาน

1.4 ผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม

1. เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์กฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่าย โมเมนตัมและการดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็นแสงสี

3. เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุตัวต้านทาน และกฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้าน พลังงานสนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็ก ไฟฟ้าไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

4. เข้าใจผลของความร้อนต่อสสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของไหล แรงพุง ของไหลอุดมคติทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสี กัมมันตภาพ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน แรงภายในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

2. การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

2.1 ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

วิธียะ ฤชัยพาณิชย์ และ กิจวัฒน์ จันทร์ดี (2558) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (Creativity-based learning) เป็นหนึ่งในรูปแบบการสอนแนว active learning ที่วิจัยกับเด็กไทย เพื่อออกแบบการสอน ให้ผู้เรียนได้ ครบสองด้าน ได้ทั้งด้านเนื้อหาวิชาและทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้วยการสอนรูปแบบนี้จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเป็นรูปธรรมได้มีการนำไปใช้แล้วและได้ผลดี คือ เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์

ลัดดา ศิลาน้อย (2558) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน หมายถึง การสอนที่เป็นกระบวนการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้กระตุ้นให้เกิดทักษะการคิด ทักษะการนำเสนอ ทักษะการทำงานเป็นกลุ่มอย่างสร้างสรรค์ สรุปการสอนด้วยรูปแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน หมายถึง การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

อนรรฆ สมพงษ์ และลดาวัลย์ มะลิไทย (2560) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานว่า หมายถึง การสอนที่หลากหลายไม่ยึดติดกับวิธีใดวิธีหนึ่งและเน้นผู้เรียนให้มีทักษะมากกว่ามีแค่ความรู้แบบเดิม อันได้แก่ ทักษะการเรียนรู้ (Learning Skills) ทักษะการคิด (Thinking Skills) ทักษะการทำงาน (Working Skills) และทักษะชีวิต (Life Skills)

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ผลการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นั้นมักเกิดความรู้ระยะยาวทำให้ผู้เรียนจดจำและเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนได้ดีขึ้น การสร้างสิ่งขึ้นใหม่ตามความคิดสร้างสรรค์ยังช่วยพัฒนาทักษะทางการเรียนรู้และการแก้ไขปัญหาในรายวิชาอื่นๆ นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ และสร้างผลงานที่มีความสร้างสรรค์และคุณค่าที่สามารถแบ่งปันและร่วมกันพัฒนาให้เกิดสิ่งใหม่ๆ นำมาใช้ในการเรียนรู้และชีวิตประจำวันด้วยเหตุนี้ การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นที่น่าสนใจและมีประโยชน์ในการเสริมสร้างทักษะและความรู้ระยะยาวให้กับผู้เรียน ทำให้สามารถต่อยอดในการเรียนรู้ในบทเรียนถัดไปและในรายวิชาอื่นๆ ได้ดี

2.2 ที่มาของการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

วิริยะ ฤชชัยพาณิชย์ และ กิจวัฒน์ จันทร์ดี (2558) การเรียนการสอนด้วยวิธีการ “เล่าเรื่อง” โดยคุณครู ที่พวกเราเรียกกันคุ้นเคยว่า เลคเชอร์ (Lecture) เป็นวิธีการสอนที่ทำกันมาเนิ่นนาน จนกระทั่งทุกวันนี้ครู อาจารย์ส่วนใหญ่ในสถาบันการศึกษาทั่วโลกก็ยังคงสอนแบบนี้กันครับการเรียนแบบเดิมเด็กมีความรู้แค่ตำรา การเรียนแบบใหม่จึงต้องเน้นให้ค้นคว้าอย่างต่อเนื่องการเรียนแบบเดิมเน้นให้เด็กจำการเรียนแบบใหม่อยากให้เด็กมีทักษะในการเรียนรู้คือต้องแยกแยะข้อมูลได้ อะไรเป็นความคิดเห็น อะไรเป็นข้อเท็จจริง อะไรมีความน่าเชื่อถือแค่ไหนซึ่งทักษะในการเรียนรู้แบบนี้จะได้มาจากรูปแบบการสอนที่ต่างจากเดิม

การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน มีขั้นตอนโดยสรุปสั้น ๆ ดังนี้ แบ่งกลุ่ม ผู้เรียนกลุ่มละประมาณ 6-10 คน ให้ค้นคว้า เพื่อแก้ปัญหาที่ผู้สอนจัดหามาให้ผู้เรียน จะได้ฝึกการวิเคราะห์และแก้ปัญหา ฝึกความร่วมมือผู้เรียนจะได้รับความรู้ใหม่ ๆ จากการค้นคว้าผู้สอนจะลดบทบาทในการสอนมาเป็น ผู้อำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะได้นำเสนอแนวคิด และแนวทางในการ

แก้ปัญหา นั้น ๆ ส่วนการวัดผลนั้นจะแตกต่างจากการวัดผลแบบเดิมมาก ผู้สอนจะทำการวัดผลแบบค่อยเป็นค่อยไป ไม่ได้วัดผลจากการทำ ข้อสอบ เพื่อวัดว่าผู้เรียนรู้อะไรบ้าง แต่จะวัดผลออกมาหลายครั้งและหลาย ด้าน เช่น วัดการนำข้อมูลมาใช้อย่างมีเหตุผล วัดการนำเสนอผลงานการทำงานเป็นร่วมมือและก็จะวัดหลายครั้งเพื่อช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะในด้านที่ตนเองยังขาดไปซึ่งผู้เรียนเองจะมีโอกาสพัฒนา ตนเองในด้านทักษะต่าง ๆ และยังเก็บเกี่ยวความรู้ที่ได้จากการค้นคว้าและทำโครงการงานในการวัดผล ครั้งสุดท้าย ผู้สอนจะประเมินผลออกเป็นผลการเรียนที่ไม่ได้มีแค่เกรด แต่รายงานผลด้านอื่น ๆ ด้วย แล้วอาจจะให้กรรมการภายนอกเป็นผู้ประเมินผลในการสอบนำเสนอ ผลงานเพื่อจบการเรียนในวิชานั้น ๆ การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานจึงเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับยุคสมัยที่ข้อมูลความรู้ง่ายต่อการเข้าถึงอย่างทุกวันนี้ และได้มีการนำไปใช้อย่างกว้างขวางในโรงเรียนทั่วไป เพราะทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะต่าง ๆ แทนที่จะได้แต่เนื้อหาความรู้แบบเดิม ในการวิจัยกับกลุ่มนักเรียนในประเทศไทยการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานก็ได้ผลดี แต่สิ่งที่ยังขาด คือทักษะในด้านความคิดสร้างสรรค์ อาจจะเป็นเพราะวัฒนธรรมและ สังคมบ้านเรา มักเน้นให้เด็กอยู่ในกฎระเบียบที่ต้องทำอะไรเหมือนกันแต่ตัว เข้าแถว เรียนและการสอบก็มุ่งเน้นให้นักเรียนทำข้อสอบชุดเดียวกัน และเลือกตอบคำตอบที่ถูกต้องซึ่งมักจะมีคำตอบเดียว ความ ชื่นในเรื่องที่ทุกคนต้องตอบข้อเดียวกัน ทำให้นักเรียนของเราจึงคุ้นเคยกับความเหมือน และขาด ทักษะในเรื่องความคิดสร้างสรรค์ เพราะความคิดสร้างสรรค์เกิดจากความแตกต่าง จากการวิจัยเมื่อ ผู้เรียนของเราเรียนด้วยการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีความแตกต่างกันน้อยมาก จึงได้นำเอาทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เข้ามาใช้ร่วมกับการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน เพื่อสร้างรูปแบบการเรียนใหม่ที่ น่าจะเหมาะกับประเทศไทย

ลัดดา ศิลาน้อย (2558) ได้กล่าวว่ ปัจจุบันการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่ได้เตรียมพร้อมและพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษ 21 ให้กับผู้เรียนเท่าที่ควร เห็นได้จากการสอนกระบวนการคิดหรือการสอนให้นักเรียนคิดมีความคลุมเครืออยู่มาก เนื่องจากกระบวนการคิดนั้นไม่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อหาที่ครูจะสามารถเห็นและสามารถนำไปสอนได้ง่าย ส่วนใหญ่ในปัจจุบันนั้นเป็นการเรียนการสอนแบบบรรยายขาดการปลูกฝังคุณลักษณะที่สำคัญคือ ทักษะการคิดทำให้นักเรียนขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ การแสดงความคิดเห็น การแสวงความรู้ด้วยตนเองซึ่งเป็นปัญหาที่สะสมมายาวนาน ซึ่งรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้นั้น คือ การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โครงสร้างหลักของการสอนพัฒนามาจากโครงสร้างการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานและแนวทางการพัฒนาความคิด

สร้างสรรค์แบบความคิดแนวขนานของเอ็ดเวิร์ด เดอ โบโน สำหรับการเรียนการสอนโดยระบบความคิดสร้างสรรค์เป็นฐานนั้นช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นต่ออนาคต ทำให้เกิดทักษะสำคัญ 4 ประการ ได้แก่ 1) ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ 2) ทักษะด้านการค้นคว้าหาความรู้ 3) ทักษะด้านการสื่อสาร และ 4) ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับที่มาของการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน สามารถสรุปได้ว่าการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน นั้นเป็นการต่อยอดมาจาก Problem-based Learning, Flipped Classroom, strength-based learning ของนิวซีแลนด์และออสเตรเลีย 5 STEPS ของสิงคโปร์ฯฯ ซึ่งแต่ละโมเดลมีข้อดีข้อด้อยแตกต่างกัน ดังนั้นจุดที่สำคัญสำหรับการต่อยอดมาคือบริบท ปัญหาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ ซึ่งการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานในประเทศไทยนั้นจึงเหมาะสมทำให้ผู้เรียนมีความคิด วิเคราะห์และได้ฝึกฝนทักษะในการสื่อสาร การทำงานร่วมกันเป็นทีม

2.3 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน

วิริยะ ฤชชัยพาณิชย์ และกิจวัตน์ จันทร์ดี (2558) การศึกษาแนวทางการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ด้วยตนเอง หลายท่านได้เรียนรู้ กระบวนการสอน 8 กระบวนการ และบริบท 9 ข้อ ที่จะทำให้องค์กรเรียนกลายเป็น ห้องเรียนแห่งอนาคต จากเอกสารที่เผยแพร่ แล้วก็นำไปปรับใช้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน เราสามารถออกแบบการสอนตามแนวทางการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ได้โดยจัดรูปแบบการสอนเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจ

แม้ในรูปแบบการสอนแบบปกติจะมีขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนของเราอยู่แล้วก็ตาม แต่ในการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน นั้น มีความจำเป็นมากที่เราจะต้องกระตุ้นความสนใจผู้เรียน การทำให้ผู้เรียนนั้นมีความอยาก อยากเรียน อยากรู้ อยากค้นหาคำตอบ ถือเป็นปัจจัยสำคัญสู่ความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีกว่าเดิมและสนใจในการค้นหาความรู้ด้วยตนเองได้ โดยที่เราสามารถจัดการกระตุ้นความสนใจได้ดังนี้

1. ใช้เหตุการณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน หรือสิ่งที่ผู้เรียนสนใจเป็นตัวกระตุ้นปกติแล้วผู้สอนมักจะมีเป้าประสงค์ในใจว่า เรียนเพื่อสอบ เราจึงสอนเพื่อให้ผู้เรียนไปสอบ จนลืมนึกไปว่า การเรียนคือการพัฒนาชีวิต เนื้อหาที่เรียนต้องนำไปใช้ในชีวิตของผู้เรียนได้ ถ้าเรียนไปแล้วไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง นั้นแสดงว่าเนื้อหานั้นไร้ค่า แต่ถ้าเนื้อหาที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน เนื้อหาเหล่านั้นจะไร้ค่าอีกต่อไป ผู้สอนจึงมีหน้าที่จัดการให้เนื้อหานั้นเกี่ยวข้องกับ

ชีวิตของผู้เรียน เช่น “เงินหายถ้าใช้เป็น” “คนรวยใช้เงินอย่างไร” การใช้เรื่องการเก็บออม และการลงทุนเพื่อกระตุ้นความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ แทนที่จะบอกให้จำสูตรอย่างเดียว การใช้เนื้อหาเรื่องพืชพันธุ์ที่ปลูกได้ในบ้านของตัวเองกระตุ้นความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ แทนที่จะสอนให้จำพืชที่ไกลตัว หรือการใช้บทสนทนาที่จำเป็นในชีวิตประจำวันในการกระตุ้นความสนใจในวิชาภาษาอังกฤษ แทนที่จะสอนแค่ไวยากรณ์ เป็นต้น

1) ใช้สื่อมัลติมีเดีย การใช้สื่อมัลติมีเดียถือเป็นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ทั้งรูปภาพ เสียง ข้อความต่างๆ ที่นำมาใช้ ผู้สอนจำเป็นจะต้องเลือกสื่อที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา โดยที่สื่อชิ้นนั้นเป็นสื่อที่กระตุ้นความสนใจ หรือสร้างแรงบันดาลใจในบทเรียนนั้นๆ ได้ดี จึงจะส่งผลต่อผู้เรียนได้มาก และส่งผลให้ผู้เรียนอยากหาคำตอบในเนื้อหาที่เราจะทำการเรียนการสอน

ครู อาจารย์ วันนี้นสบายเพราะมีคนทั่วโลกทำสื่อต่างๆ ให้ใช้ฟรี โดยไม่มีค่าลิขสิทธิ์ คุณครูสามารถนำมาใช้ได้เลย ในบทต่อไปจะนำรายละเอียดที่มาของสื่อเหล่านี้มาเล่าสู่กันฟังครับ

2) ใช้เกม หรือกิจกรรม การใช้เกมหรือกิจกรรมนั้นเป็นตัวเลือกที่ดีมากในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ซึ่งเกมหรือกิจกรรมที่เลือกมานั้นอาจจะเป็นสถานการณ์ง่ายๆ ทั่วไป จนถึงเกมหรือกิจกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เราจะจัดการเรียนการสอน ซึ่งผู้สอนสามารถเลือกใช้ได้หลากหลายให้เหมาะกับผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ

ขั้นตอนต่อมาหลังจากการกระตุ้นความสนใจคือการตั้งปัญหา และแบ่งกลุ่มผู้เรียนตามความสนใจ กระบวนการนี้ทั้งหมดจะเป็นการใช้ปัญหาเป็นตัวนำ ขั้นตอนการตั้งปัญหาในรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแบบ สร้างสรรค์เป็นฐาน นั้นผู้สอนไม่ได้เป็นผู้กำหนดคำถามให้ตั้งแต่แรก แต่จะเป็นการปล่อยให้ผู้เรียนค้นหาปัญหาที่ตนเองสงสัย โดยปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจในบทเรียน เมื่อผู้เรียนค้นพบปัญหาที่ตนเองสงสัยแล้วนั้นจึงทำการแบ่งกลุ่มตามความสนใจ จำนวนของกลุ่มนั้นจะตั้งขึ้นตามจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน และสมาชิกของแต่ละกลุ่มนั้นก็เกิดจากความพอใจของผู้เรียนเอง และดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวด้วยตนเอง

กระบวนการแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน นั้นจะได้ผลดีมากจากความสมัครใจ ความสนใจ และความร่วมมือกันของผู้เรียน กระบวนการนี้จะเห็นได้ว่าผู้เรียนนั้นไม่ได้ถูกบังคับให้รู้ แต่เกิดความรู้สึก “อยากรู้” ด้วยตนเอง และเมื่อผู้เรียนเกิดความอยากรู้ นั้นจึงเป็นจังหวะที่ดีที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนั้นค้นหาเนื้อหาที่ตนเองต้องการ ซึ่งผู้เรียนนั้นพร้อมที่จะเปิดรับความรู้ได้อย่างเต็มที่

ขั้นตอนที่ 3 ค้นคว้าและคิด

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุดในการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบ สร้างสรรค์เป็นฐาน ผู้สอนจะปล่อยให้ผู้เรียนนั้นได้ใช้เวลาในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ ผู้สอนนั้นมี

หน้าที่เดินให้คำปรึกษาตามกลุ่ม ให้คำปรึกษาเวลาที่ผู้เรียนมีปัญหา ผู้สอนจะต้องหักห้ามใจไม่ให้สอน แต่จะเปลี่ยนหน้าที่จากการสอนทั่วไปที่คอยบอกต่อนื้อหาคำตอบและตัดสินความถูกต้องของคำตอบ เป็นผู้ให้คำปรึกษา ชี้แนะ และตอบคำถามด้วยคำถาม เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด โดยหลีกเลี่ยง การตัดสิน และการอธิบายเนื้อหาอย่างละเอียดอันจะเป็นการส่งผลให้ผู้เรียนหมดอิสระทางความคิด แต่จะใช้วิธีการง่ายๆ เช่น การถามกลับ จะดีหรือ แย่ไหม ทำไม่ถึงคิดแบบนั้น มันมีวิธีการอื่นที่ดีกว่านี้หรือไม่ หรือเพื่อนๆ คิดเห็นอย่างไรในเรื่องนี้

สิ่งสำคัญอีกข้อหนึ่งสำหรับผู้สอนนั้นไม่ใช่ความรู้ในเนื้อหาข้อมูลนั้นๆ แต่เป็นแหล่งข้อมูล ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อที่ผู้สอนนั้นจะสามารถนำไปแนะนำผู้เรียนได้ ผู้สอนในรูปแบบการจัดการเรียน การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน นั้นไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นผู้ที่รู้ที่สุดในห้องเรียน เพราะว่าความรู้นั้น เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาและมีจำนวนมากมหาศาล แต่สิ่งที่สำคัญกว่าก็คือการที่ผู้สอนนั้นจำเป็นต้อง แนะนำให้ผู้เรียนหาความรู้ได้ถูกแหล่ง แนะนำให้ผู้เรียนรู้จักเลือกข้อมูลความรู้ได้อย่างถูกต้อง และ ปลอ่ยให้ผู้เรียนสนุกไปกับการเรียนรู้และค้นคว้าความรู้

ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอ

ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนนั้นจะได้นำเสนอผลงาน ที่ตนเองที่ได้ไปค้นคว้าและคิด ออกมา และผลงานที่นำเสนออยู่นั้นอยากให้ผู้สอนพึงระลึกว่านี่คือผลงานแห่งความทุ่มเทของผู้เรียน อย่างแท้จริง ดังนั้นเมื่อผู้เรียนออกมาทำการเสนอหน้าชั้น ผู้สอนนั้นจำเป็นต้องปลอ่ยให้ผู้เรียนนั้น นำเสนอจนจบ โดยที่ผู้สอนนั้นไม่มีความจำเป็นต้องแทรกแซงระหว่างการนำเสนอ แสดงความคิดเห็น หรือซักถามใดใด ผู้ที่มีหน้าที่หลักในการแสดงความคิดเห็น และซักถามนั้นคือผู้เรียนร่วมชั้น

เมื่อจบการนำเสนอผู้สอนจะเป็นผู้เปิดประเด็นให้มีการซักถามในชั้นเรียน และนี่คือ กระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ตนเองได้ค้นหามา ถ้าหากข้อมูลที่ หามานั้นไม่ถูกต้อง การซักถามในห้องเรียนนั้นจะเกิดประเด็นใหม่ๆ ที่ผู้เรียนนั้นจำเป็นต้องมีข้อมูล เพื่อตอบผู้ซักถามให้ถูกต้อง ซึ่งผู้เรียนนั้นก็พบว่าข้อมูลของตนไม่ถูกต้องหรือครอบคลุมพอ และ ต้องเพิ่มเติมตรงไหนบ้างจากการซักถามของผู้เรียนด้วยกัน โดยที่ผู้สอนจะทำหน้าที่คอยควบคุม คำถามและข้อคิดเห็นต่างๆ ให้อยู่ในประเด็น ไม่หลุดจากเนื้อหามากนัก ถ้าหากในผู้เรียนร่วมชั้นไม่มี ข้อซักถามหรือข้อสงสัยใดใด ผู้สอนอาจจะเป็นผู้เริ่มถามเองก็ได้ เพื่อให้เกิดบรรยากาศของการซักถาม ในชั้นเรียน ซึ่งวิธีการนี้อาจจะต่อยอดไปสู่ความรู้ใหม่ๆ ที่ไกลกว่าเนื้อหาเดิมที่เคยสอนกันมา และเป็น เนื้อหาที่ผู้เรียนนั้นเต็มใจที่จะค้นหาด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินผล

ขั้นตอนนี้เป็นการประเมินผลกิจกรรมทั้งหมดที่ผู้เรียนได้ทำมาตลอดเวลาของการเรียนรู้ใน รูปแบบ CBL ก่อนอื่นต้องทำความเข้าใจในรูปแบบของการประเมินผลก่อน สิ่งที่ไม่ว่าจะเป็นกรอบ คุณวุฒิแห่งชาติ หรือหลักสูตรแกนกลางต้องการนั้น คือการที่ผู้เรียนมีการพัฒนาทั้งด้านของ

- 1) ความรู้ (Knowledge)
- 2) ทักษะ (Skill)
- 3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (Attitude)

ดังนั้นการประเมินผลนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้ครอบคลุมทั้ง 3 ด้านนี้ เพื่อให้ได้คุณภาพของผู้เรียนที่เป็นมาตรฐาน โดยปกติแล้วผู้สอนจะคุ้นเคยกับการประเมินด้านความรู้ นั่นก็คือการจัดสอบหรือการหาคะแนนจากแบบทดสอบต่างๆที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนนั้นมีความรู้ แต่ในส่วนของ การประเมินด้านทักษะ และการประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์นั้นไม่มีความชัดเจนมากนัก จึงกลายเป็นว่าคะแนนที่เราเห็นกันจากการเรียนรู้ในรูปแบบปกตินี้มักจะเป็นคะแนนของความรู้ทั้งสิ้น ในรูปแบบการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน นั้นจำเป็นต้องประเมินทั้ง 3 ด้าน ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. ด้านความรู้ เราสามารถประเมินความรู้ได้ด้วยวิธีการที่เราคุ้นเคยกันมาตลอด นั่นก็คือการจัดให้มีการสอบวัด หรือแบบฝึกหัดต่างๆ และนำคะแนนมาชี้วัดว่าผู้เรียนมีความรู้ในเนื้อหาด้านนี้เท่าไร

2. ด้านทักษะ การประเมินด้านทักษะนั้นจะเป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียน ซึ่งเราสามารถใช้รูปแบบการประเมินแบบ รูบรีค (Rubric) ในการประเมินผู้เรียนได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การตั้งหัวข้อในการประเมิน และรายละเอียดการประเมินที่จำเป็น เช่น เราจะประเมินในหัวข้อทักษะการนำเสนอ รายละเอียดการประเมินที่จำเป็นคือด้านเนื้อหา ด้านความชัดเจนในการพูด และด้านเทคนิคในการนำเสนอ เป็นต้น

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ในการประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์นั้นสามารถใช้การประเมินแบบรูบรีค (Rubric) ได้ ซึ่งก็จะมีส่วนคล้ายกับการประเมินด้านทักษะนั้นคือการตั้งหัวข้อการประเมินในคุณลักษณะที่ผู้สอนอยากให้เกิดขึ้นในผู้เรียน และรายละเอียดสำหรับการประเมินที่สอดคล้องกัน

ทั้งนี้ผู้สอนจำเป็นต้องรู้ว่าต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ใดเกิดขึ้นในผู้เรียน เพื่อการตั้งหัวข้อการประเมินที่ถูกต้อง ซึ่งในส่วนนี้ผู้สอนนั้นสามารถรายละเอียดได้ในหลักสูตรแกนกลางได้ แต่สิ่งหนึ่งที่สำคัญ คือการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน โดยเฉพาะในด้านของทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เนื่องจากด้านความรู้เราสามารถประเมินได้อย่างชัดเจนจากแบบทดสอบต่างๆ แต่ด้านทักษะและคุณลักษณะอันพึงประสงค์นั้นจำเป็นต้องประเมินจากผู้สอนและผู้เรียนด้วยกันเอง ซึ่งจะเป็นการประเมินรอบด้าน ทั้งผู้เรียนที่ทำกิจกรรมด้วยกัน และผู้สอนที่คอยสังเกตการณ์อยู่ในชั้นเรียน เพื่อการประเมินที่มีความแม่นยำมากขึ้น ซึ่งในส่วนนี้อาจจะเป็นการโหวตให้คะแนนในด้านต่างๆ หรือแม้แต่การแจกแบบสอบถามให้กรอกในหัวข้อที่ต้องการ เป็นต้น

กระบวนการสอน 8 กระบวนการ

1. สร้างแรงบันดาลใจ กระตุ้นความอยากรู้ (Inspiration)
2. เปิดโอกาสให้ค้นหา รวบรวมข้อมูล แยกแยะและนำมาสร้างเป็นความรู้(Self-Study)
3. การสอนมักจะทำเมื่อมีคำถาม เป็นการสอนแบบรายคนหรือรายกลุ่มมากกว่าการสอนรวม
4. ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสหาทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง (Individual Problem Solving)
5. ใช้แนวทางของเกมเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ในห้องเรียนให้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ในห้องเรียน เช่น มีรางวัล มีการแข่งขัน มีระดับขั้นความสำเร็จ (Game-Based Learning)
6. แบ่งกลุ่มทำโครงการ (Team-Project)
7. ให้นำเสนอผลงาน ด้วยวิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น พูด เขียน แสดงหรือจัดทำเป็นสื่อต่าง ๆ (Creative Presentation)
8. ใช้การวัดผลที่เป็นการวัดผลด้านต่าง ๆ ออกมาตามเป้าหมายที่ได้ออกแบบไว้ล่วงหน้า (Informal Assessments and Multidimensional Assessment Tools)

บริบท 9 ข้อ

1. ครูควรเหลือเวลาให้เด็กค้นคว้ามาก ๆ คุยมก ๆ นำเสนอมาก ๆ ใช้เวลาในการสอนให้น้อยลงและมักจะเดินสอนตามกลุ่มมากกว่าสอนรวม
2. หลีกเลี่ยงการอธิบายอย่างละเอียด แต่จะพยายามให้เด็กค้นหาคำตอบเองครูมักจะตอบคำถามด้วยคำถามเพื่อให้เด็กสนใจต่อในการสอนแบบเดิม
3. ในการสอนแบบเดิม ผู้เรียนมักกลัวผิด เพราะผู้สอนมักจะมีคำตอบที่ถูกเอาไว้แล้ว ดังนั้นในการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ครูควรหลีกเลี่ยงการตัดสินแบบเด็ดขาดคำตอบของเด็กนั้นถูกหรือผิด แต่ให้ใช้วิธีถาม เช่น แนใจหรือทำไมคิดอย่างนั้นหรือเพื่อน ๆ คิดเห็นอย่างไรในเรื่องนี้
4. บรรยากาศของการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ที่มีความสำคัญมาก ๆ คือ การสนับสนุนให้คิด
5. ใช้เรื่องที่ได้สนใจเป็นเนื้อหาและใช้การค้นคว้าเนื้อหาวิชาความรู้ตามตำราเป็นตัวตาม
6. ช่วงเวลาเรียนควรยาวกว่า 90 นาที และอาจเรียนหลายวิชาพร้อม ๆ กันขึ้นกับปัญหาที่ตั้งเกี่ยวข้องกับวิชาใดบ้าง ครูอาจสอนพร้อม ๆ กันทั้ง 2-3 วิชาในห้องเรียนเดียวกันก็ได้
7. การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน จะเน้นให้เด็กสนใจพัฒนาการตนเองในด้านต่าง ๆ จึงไม่จำเป็นต้องวัดผลครั้งเดียว ควรมีการวัดผลและรายงานผลให้เด็กรู้ เพื่อให้พัฒนาตนเองในแต่ละด้าน
8. การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน จะได้ผลดีนั้นต้องเกิดจากความสมัครใจ ความสนใจของเด็กและความร่วมมือมากกว่าการบังคับให้รู้ ดังนั้นการตัดสินใจและลงโทษเป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยง
9. ครูจะเป็นผู้รับฟังเรื่องราวที่เด็กคิด นำเสนอ และเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กับเด็กครูอาจมีการติตงและแสดงความคิดเห็นในจังหวะที่เหมาะสม และสิ่งที่จำเป็นมาก ๆ คือการให้กำลังใจ

ลัดดา คีลน้อย (2558) เสนอว่าการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานประกอบ ด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นกระตุ้นให้เกิดการคิดสร้างสรรค์ ครูนำเสนอด้วยสื่อรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่รูปภาพ คลิปวิดีโอ ข่าว เหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน สิ่งของและเกม
2. ขั้นตั้งปัญหารายบุคคล นักเรียนแต่ละคน ตั้งปัญหาจากสื่อที่ครูได้นำเสนอโดยครูทำการสุ่มเพื่อซักถาม สนทนา พูดคุย ใช้สถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การ แก้ปัญหา
3. ขั้นกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาชุดกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ เพื่อสร้างผลงานสร้างสรรค์โครงการ หรือในรูปแบบต่าง ๆ ที่หลากหลาย
4. ขั้นนำเสนอผลงาน นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานต่อชั้นเรียนโดยมีการวิเคราะห์วิจารณ์ในรูปแบบการแข่งขัน หรือนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย
5. ขั้นประเมินผลด้วยรูปแบบการประเมินที่หลากหลาย เช่น การเขียนความรู้สึกของตัวเอง เกมการทำแบบทดสอบ การแสดงบทบาทสมมติ การทำแผ่นพับ และการประเมินด้วยสื่อที่หลากหลาย

3. เมตาคอกนิชัน

เมตาคอกนิชัน เป็นการรู้คิดของบุคคลตามทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประเมินข้อมูลของคลอสไมเออร์ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาสติปัญญาโดยให้ความสนใจเกี่ยวกับการทำงานของสมองซึ่งได้รับความนิยมตั้งแต่ปีค.ศ.1950 จนถึงปัจจุบันคลอสไมเออร์ ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการทำงานของสมองว่ามีความคล้ายคลึงกับการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งในการ เรียนรู้ของมนุษย์เปรียบได้กับการทำงานของคอมพิวเตอร์โดยมีซอฟต์แวร์เป็นสิ่งที่ใช้ควบคุมการทำงานเปรียบได้กับการรู้คิดของบุคคลและฟราเวลล์เป็นผู้เรียก การรู้คิดของบุคคลนี้ว่า เมตาคอกนิชัน หลังจากนั้นจึงได้มีผู้สนใจศึกษาการพัฒนาเมตาคอกนิชันเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

1. ความหมายของการรู้คิด (Metacognition) การรู้คิดมีความหมายที่หลากหลายและกว้างขวางแตกต่างกันไปตามแนวคิดของ นักวิชาการพอสรุปได้ดังนี้

Brown และ Smiley (1977) ได้อธิบายความหมายของเมตาคอกนิชันไว้ว่าเป็นการรู้ ว่าเรารู้ในสิ่งใด และเข้าใจในสิ่งใด ทั้งนี้เป็นผลมาจากบุคคลพยายามควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถตรวจสอบความคิดของตนเองหรือเป็นการคิดเกี่ยวกับการคิด (Thinking About Thinking)

Flavell (1979) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถทางการคิดที่บุคคลรู้ถึงกระบวนการคิดและสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดของตน อาจปรากฏเป็นความรู้หรือเป็น

กิจกรรมทางการคิดที่มีเป้าหมายมีทิศทางหรือที่เรียกว่าเป็นการคิดเกี่ยวกับความคิด (Cognition About Cognition)

Costa (1984) ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันไว้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่จะวางแผน กำหนดกลวิธีการสำหรับสร้างข้อมูลที่เป็นเพื่อที่จะรู้เกี่ยวกับ ขั้นตอนการคิดและกลวิธีที่กำหนดขึ้นในขณะที่ทำการแก้ปัญหาและจะสามารถที่จะประเมินผลสิ่งที่เกิดจากการคิด

O'Malley และคณะ (1985) ได้กล่าวไว้ว่า เมตาคอกนิชัน หมายถึง การคิดเกี่ยวกับ กระบวนการเรียนรู้การวางแผน การตรวจสอบและการประเมินผลของการกระทำของตนเองหลังการทำกิจกรรมนั้นแล้ว

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

1. ความรู้จักการประเมินพุทธิปัญญาของตนเอง
2. การจัดการกับความคิดของตนเอง

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

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

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

Elawar (1992) เมตาคอกนิชันเป็นแง่มุมหนึ่งของการคิดวิจารณ์ญาณและครอบคลุม ความสามารถของบุคคลในอันที่จะพัฒนาระบบการอันเป็นระบบในระหว่างการแก้ปัญหา และ ทบทวน และประเมินความสำเร็จของกระบวนการคิดของตนเอง

Beyer (1987: 191 – 192) กล่าวว่า เมตาคอกนิชันเป็นสิ่งที่ยากที่จะเรียนรู้ เพราะเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับ การคิดว่าทำอะไรจึงจะทำงานที่เกี่ยวกับการคิด (a thinking task) เช่น การคิดแก้ปัญหา การจำแนกและจัดหมวดหมู่ข้อมูลและการตั้ง สมมติฐานให้สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

Beyer (1997) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชันเป็นความคิดในระดับสูงที่เกี่ยวข้อง กับการกำกับ การควบคุม หรือการจัดการกับส่วนประกอบทางความคิดที่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าลงมา โดยมี ความรู้ทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูล และการควบคุมหน้าที่ในการสั่งการและนิสัยที่จะควบคุม กระบวนการเรียนรู้ของตนเองระหว่างการเรียน

Hennessey (1999) ได้กำหนดลักษณะของบุคคลที่มีการรู้คิดไว้ดังนี้

1. มีความตระหนักรู้ในสาระของความคิดของตนเอง
2. มีความตระหนักรู้ในสาระของความเข้าใจของตนเอง
3. มีการควบคุม-กำกับกระบวนการคิดของตนเองอย่างจริงจัง
4. มีความพยายามควบคุมกระบวนการคิดของตนเองที่เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับการเรียนรู้

ใหม่

5. มีการใช้กลวิธีที่มีประสิทธิภาพสำหรับช่วยให้คนอื่นจัดระเบียบวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้

เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์ (2535) ได้กล่าวถึงเมตาคอกนิชันไว้อย่างกว้างๆ ว่าเป็น ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหรือกิจกรรมทางปัญญาหรืออาจจะเป็นการกำกับ (Regulate) กิจกรรมทางปัญญา การเรียกชื่อว่าเป็นอภิปญญา (Metacognition) นั่นก็เพราะเป็นความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับ ความรู้ความเข้าใจ

กล่าวโดยสรุป การรู้คิดและการตระหนักรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิดของบุคคล ซึ่งเป็นความรู้และความเข้าใจที่เกี่ยวกับการควบคุมและตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งผู้ที่มีเมตาคอกนิชันสามารถที่จะควบคุมและปรับปรุงกระบวนการคิดของตนให้มีประสิทธิภาพและทันสมัยขึ้นได้ กระบวนการเมตาคอกนิชันมักเกี่ยวข้องกับการวางแผน ผู้ที่มีเมตาคอกนิชันจะมีความรู้และความเข้าใจในกระบวนการวางแผนการคิด ซึ่งช่วยให้เขาสามารถกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ชัดเจนในกระบวนการเรียนรู้ การกำกับติดตาม ช่วยให้ผู้เรียนสามารถติดตามกระบวนการคิดของตนเองได้อย่างต่อเนื่องและสามารถตรวจสอบว่าวิธีการคิดนั้นเหมาะสมหรือไม่

การประเมิน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลลัพธ์และผลที่ได้จากกระบวนการคิดของตนเอง และสามารถปรับปรุงหรือปรับแก้เส้นทางการคิดให้มีความประสบความสำเร็จได้

3. องค์ประกอบของการรู้คิด (Metacognition)

Flavell (1979) กล่าวว่า การรู้คิดประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ

1. ความรู้เกี่ยวกับการคิด (Metacognitive Knowledge) หมายถึง การมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการคิด เป็นความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับความคิดของตนเองหรือความคิดทั่วไปความรู้เกี่ยวกับตัวแปรของบุคคลซึ่ง ได้แก่ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนรู้และจัดกระทำข้อมูล ข้อเสนอแนะความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของตนเองนอกจากนี้ยังหมายความรวมถึงกระบวนการกำกับควบคุมการจัดการที่มุ่งไปสู่การได้มาซึ่งข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกระบวนการคิดความรู้เกี่ยวกับการรู้ คิดแบ่งออกเป็น 3 ประเภทย่อยดังนี้

- 1.1 ความรู้เกี่ยวกับตัวแปรส่วนบุคคล (Knowledge about Person Variables) หมายถึง ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์และกระบวนการจัดกระทำข้อเสนอแนะ ตลอดจนความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนของตนเอง เช่น การรู้ว่าการอ่านหนังสือในห้องสมุดช่วยให้ เกิดความรู้ความเข้าใจดีกว่าการอ่านหนังสือที่บ้านหรือที่โรงเรียนการรู้ที่ตนเองมีความจำดีมาก

- 1.2 ความรู้เกี่ยวกับตัวแปรของงาน (Knowledge about Tasks Variables) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของงาน ประเภทของกระบวนการที่ต้องการใช้การทำงานต่างๆ เช่น เราจำเป็นต้องใช้เวลาในการอ่านและทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการ อ่านนวนิยาย วัตถุที่จัดไว้เป็นประเภททำให้จดจำได้ง่ายและนานกว่าวัตถุที่ยังไม่จัดประเภท

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 การใช้ยุทธศาสตร์การ รู้คิดหรือการควบคุมการรู้คิดซึ่งเป็นกระบวนการที่มีลำดับขั้นตอนที่บุคคลใช้ในการควบคุมกิจกรรม การคิดและการทำให้เกิดหลักการหรือความแน่ใจว่าเป้าหมายทางสติปัญญาจะต้องประสบ ความสำเร็จตามที่คาดหวังไว้กระบวนการเหล่านี้ช่วยให้บุคคลสามารถควบคุมและตรวจสอบการ เรียนรู้ เช่น การวางแผน (Planning) การจัดสรรแหล่งทรัพยากร (Resource Allocation) การกำกับดูแล (Monitoring) การตรวจสอบ (Checking) การค้นหาและการแก้ไขข้อบกพร่อง ผิดพลาด (Error Detection and Correction) อย่างไรก็ตามความรู้ที่จะจัดเป็นลักษณะของการรู้คิดได้ถ้าใช้ความรู้นั้นในลักษณะของการเป็นยุทธศาสตร์เพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้ทำงานสำเร็จแล้วเช่นนักเรียนใช้ความรู้ในการวางแผนตัวสอบวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนจะกล่าวว่าข้าพเจ้ารู้ตัวว่าข้าพเจ้า (ตัวแปรส่วนบุคคล) มีความยุ่งยากหรือมีปัญหาเกี่ยวกับคำศัพท์ที่เรียน (ตัวแปรงาน) ดังนั้นผมจะต้องตอบคำถามคำนวณก่อนและตอบคำถามเรื่องคำศัพท์ทีหลัง (ตัวแปรยุทธศาสตร์) เป็นต้น การมีความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งและระบุให้รู้ว่าตนเองมีความเก่งหรืออ่อนอย่างไรและรู้ธรรมชาติของงานที่จะทำ โดยไม่มีการทำกิจกรรมที่ใช้ข้อมูลดังกล่าวสำหรับการตรวจสอบ กำกับ และแก้ไขการเรียนรู้ จะถือว่ายังไม่เกิดการรู้คิด โดยทั่วไปความรู้เกี่ยวกับการรู้คิดและการควบคุมการรู้คิดมีความเกี่ยวข้องกับการใช้กลวิธี บุคคลที่รู้ว่างานที่ทำความยากลำบาก จะทำให้บุคคลนั้นควบคุมกระบวนการคิดของตนเองอย่างรอบคอบ บุคคลที่สามารถควบคุมกระบวนการคิดของตนเองได้จะนำไปสู่การมีความรู้ว่างานชนิดใดมีความง่ายและงานชนิดใดมีความยากในการทำ เป็นต้น

Paris และ Winograd (1990) กล่าวว่าว่าการรู้คิด ประกอบไปด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้

1. การมีความรู้และการควบคุมตนเอง (Knowledge and Control of Self) หมายถึงการมีความตระหนักรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เรียนรู้การกำกับ ควบคุมการเรียนรู้โดยอาศัยการมีข้อผูกพัน (Commitment) เจตคติ(Attitude) และความตั้งใจ (Attention) โดยเจตคติมีบทบาทสำคัญ ในการ

ควบคุมตนเองอย่างรู้คิด บุคคลที่ประสบความสำเร็จในการทำงาน จะเห็นคุณค่าของการเกิดความสำเร็จที่เป็นผลมาจากการใช้ความพยายาม ความอดุสาหะ ส่วนความตั้งใจมีส่วนให้บุคคลเข้าใจว่าระดับความพึงพอใจในการทำงานแต่ละอย่างจะแตกต่างกันไป จึงปรับความสนใจให้สอดคล้องกับงานที่จะทำความสามารถในการควบคุมความตั้งใจมีความสัมพันธ์กับการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การมีความรู้และการควบคุมกระบวนการ (Knowledge and Control of Processes) แบ่งออกเป็น

2.1 ประเภทของความรู้ (Types of Knowledge) ความรู้แบ่งออกเป็น 3 ประเภทได้แก่

1. ความรู้ข้อเท็จจริง (Declarative Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับ ข้อเท็จจริงแนวคิดของการทำงาน

2. ความรู้กระบวนการ/วิธีการ (Procedural Knowledge) เป็นความรู้ใน การนำ ยุทธศาสตร์ต่างๆ ไปใช้ในการปฏิบัติงาน

3. ความรู้เงื่อนไข (Conditional Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับการนำ ยุทธศาสตร์หนึ่งไปใช้ในสถานการณ์ในช่วงเวลาแบบใดซึ่งจะทำให้เกิดผลดีที่สุดหรือมีความรู้ว่ายุทธศาสตร์ใดจะใช้เมื่อใดอย่างไรจึงจะเกิดผลงานที่ดีที่สุด

2.2 การควบคุมจัดการพฤติกรรม (Executive Control of Behavior) ประกอบด้วย การประเมินผล (Evaluation) การวางแผน (Planning) และการกำกับควบคุม (Regulation) ซึ่งจะทำให้เกิดการควบคุมพฤติกรรมการทำงานเพื่อก่อให้เกิดความสำเร็จในงานที่ทำ ในการประเมินผลมุ่งการประเมินความรู้ความเข้าใจในงานที่ทำ แหล่งทรัพยากร และเป้าหมายของ ตนอย่างต่อเนื่อง ในการวางแผนเกี่ยวข้องกับการเลือกยุทธศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับการทำงานแต่ละ อย่าง ต้องอาศัยการมีความรู้ข้อเท็จจริงและความรู้เงื่อนไขส่วนการกำกับ-ควบคุม ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการควบคุมการ ทบทวน-ตรวจสอบกระบวนการต่างๆ ที่ใช้เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้

Brown และคณะ (1983) กล่าวว่า เมตาคอกนิชัน ประกอบไปด้วยความรู้ในเมตาคอกนิชัน และประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน เป็นส่วนของความรู้ตนเองรู้อะไร และคิดอย่างไร คิดถึงเป้าหมายและการบรรลุเป้าหมายอย่างไร โดยแบ่งตัวแปรของความรู้ในเมตาคอกนิชันเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1.1 ตัวแปรด้านบุคคล หมายถึง การที่บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่บุคคล โดยทั่วไปมีอยู่ในด้านความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้หรือในการทำงาน

1.2 ตัวแปรด้านงาน หมายถึง การตระหนักรู้ลักษณะของงานที่ทำ ซึ่งมีผลต่อการ ปฏิบัติงานของบุคคลนั้น

1.3 ตัวแปรด้านกลวิธีคือ ความรู้ของบุคคลเกี่ยวกับกลวิธีที่เหมาะสม ที่จะใช้ใน การทำให้การทำงานนั้นบรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

Wells (2000) แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ไว้ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบ่งได้เป็น ดังนี้

1.1 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่ชัดเจน (Explicit Metacognitive Knowledge) คือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก 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

2.1 การวางแผน (Planning) เป็นการรู้ว่าจะตนเองจะทำงานนั้นอย่างไร เริ่มตั้ง แต่การกำหนดเป้าหมาย จนถึงการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย

2.2 การกำกับ (Monitoring) เป็นการทบทวนความคิดเกี่ยวกับแผนที่วางไว้ว่า เป็นไปได้เพียงใด ความเหมาะสม ความถูกต้อง ลำดับของขั้นตอนและวิธีการที่เลือกใช้

2.3 การประเมิน (Evaluating) เป็นความคิดเกี่ยวกับการประเมินการวางแผนการ ตรวจสอบขั้นตอน และประเมินผลลัพธ์

โดยสรุปแล้ว เมตาคอกนิชันประกอบด้วย 2 ส่วน โดยส่วนแรกคือ ความตระหนักรู้ (Awareness) ตรงกับความรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Knowledge) ซึ่งหมายถึง ความรู้เกี่ยวกับ กระบวนการคิด รู้ถึงทักษะ กลวิธีแหล่งข้อมูลที่เป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนที่สอง คือ การกำกับตนเอง (Self-regulation) ตรงกับประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognition Experiences) ซึ่งได้แก่วิธีการที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการคิดเริ่มตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย ตลอดจนการทำงานจนบรรลุเป้าหมาย การประเมินและการตรวจสอบกระบวนการคิดให้บุคคลดำเนินการตามขั้นตอนหรือวิธีการปฏิบัติจนกระทั่งประสบความสำเร็จ

3.เทคนิคการรู้คิด (Metacognitive Moves or Techniques)

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

3.1 ความสามารถเข้าใจได้ (Intelligibility) เป็นความสามารถในการสะท้อนเชิง นามธรรม เกี่ยวกับสาระของการคิดของตนเองเช่นการใช้คำถามว่า “สิ่งนี้มีความหมายต่อข้าพเจ้า หรือไม่ อย่างไร” หรือ “ข้าพเจ้าเข้าใจสิ่งนี้หรือไม่อย่างไร” การถามดังกล่าวเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน เนื่องจากช่วยให้นักเรียนมีพื้นฐานกรอบความคิดที่จะใช้กระตุ้นกระบวนการรู้คิดของตนเองได้เมื่อมีการประเมินความสามารถในการเข้าใจแนวคิดใหม่ๆ นักเรียนจะสะท้อนแนวความคิดของตนเอง แนวคิดของผู้ปกครองหรือแนวคิดของครูโดยนักเรียนถามว่า “แนวทางที่บุคคลนี้คิดเกี่ยวกับแนวคิด ของเขาสามารถช่วยให้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจแนวคิดนั้นได้หรือไม่” จะเห็นว่าความสามารถเข้าใจได้ใช้ ประโยชน์ได้ระดับส่วนบุคคล (Intra-Personal) และระดับระหว่างบุคคล (Inter-Personal) โดยทำ หน้าที่สะท้อนตนเองและสะท้อนระหว่างบุคคลหรือกลุ่มนักเรียน

3.2 ความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง (Wide-Applicability) เป็น ความสามารถ ของนักเรียนในการนำความรู้เกี่ยวกับการคิดของตนเองในบริบทหนึ่งไปใช้ในบริบทอื่นๆ โดยต้องการ สร้างความเชื่อมโยงและการตรวจสอบบทบาทของการสะท้อนผ่านทางประสบการณ์ นักเรียนถาม ตนเองว่า “แนวความคิดนี้สามารถช่วยให้ข้าพเจ้าเรียนรู้เข้าใจในการเรียนรู้เรื่องอื่นได้ หรือไม่” หรือ “ประสบการณ์ในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียนของข้าพเจ้าสามารถช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจ แนวคิดใหม่นี้ ได้หรือไม่” อย่างไรก็ตามยังมีความสับสนระหว่างการถ่ายโอน (Transfer) กับการ นำไปใช้ (Application) การนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการถ่ายโอนโดยการถ่ายโอนเป็นการ รู้จักความ

เหมือนหรือคล้ายคลึงกันระหว่างบริบท 2 บริบทและหนึ่งไปใช้ในบริบทใหม่ (Georghiades, 2000) ดังนั้นการนำไปใช้อย่างกว้างขวางจึงเป็นตัวเร่ง (Catalyst) สำหรับการถ่ายโอน

3.3 ความสามารถเชื่อถือได้(Plausibility) ใช้ประโยชน์ในการทดสอบความเชื่อของ ตน ในแนวคิดหนึ่งจากแนวคิดเลือกอีกจำนวนหนึ่งการรู้คิดประเภทนี้เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนใช้คำถาม ตนเองว่า “ข้าพเจ้าควรจะเชื่อความคิดนี้อย่างจริงจังหรือไม่” ในการทดสอบความเชื่อมั่นในแนวคิด หนึ่งนักเรียนอาจจะเสาะแสวงหาหลักฐานที่คิดค้นหรือแย้งกับแนวคิดดังกล่าวเพื่อนักเรียนจะเกิด ความตระหนักรู้ในตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้เขาจะสงสัยในสิ่งที่เรียนรู้และสงสัยเกี่ยวกับแนวคิดที่ ตนเองมีความเข้าใจได้เทคนิคการรู้คิดทั้ง 3 ประเภทมีลักษณะดังตารางที่ 1

ตาราง 1 ประเภทและลักษณะของเทคนิคการรู้คิด (Nickerson, 1985)

เทคนิคการรู้คิด	บริบท	ลักษณะคำถาม
1. ความสามารถเข้าใจได้ (Intelligibility)	ภายในบุคคล (Intra-Personal)	- แนวคิดนี้ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้หรือไม่ - ส่วนใดของแนวคิดนี้ที่ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้ - มีส่วนใดของแนวคิดนี้ที่ทำให้ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้
	ระหว่างบุคคล (Inter-Personal)	- ส่วนใดของแนวคิดของนาย A ที่ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้ - มีส่วนใดที่ข้าพเจ้าควรเพิ่มเติมให้กับแนวคิดนี้แล้วทำให้ ข้าพเจ้าเข้าใจได้
2. ความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง (WideApplicability)	ภายในบุคคล (Intra-Personal)	- แนวคิดนี้สามารถช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจแนวคิด อื่นได้อะไร - มีส่วนใดของแนวคิดนี้ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับแนวคิด อื่นที่ข้าพเจ้าเรียนรู้มาแล้ว - แนวคิดทั้ง 2 มีลักษณะพื้นฐานใดบ้างที่เกี่ยวข้องกัน
	ระหว่างบุคคล (Inter-Personal)	- แนวคิดของนาย A สามารถช่วยให้ข้าพเจ้าคิดเกี่ยวกับ แนวคิดอื่นที่พูดถึงได้อย่างไร

ตารางที่ 1 ประเภทและลักษณะของเทคนิคการรู้คิด (Nickerson, 1985) (ต่อ)

3. ความสามารถ - แนวคิดนี้เป็นจริง หรือไม่เชื่อถือได้ (Plausibility) ภายใน บุคคล (IntraPersonal)	ภายในบุคคล (Intra- Personal)	- ข้าพเจ้าควรเชื่อแนวคิดนี้หรือไม่ - แนวคิดนี้เป็นจริงหรือไม่
	ระหว่างบุคคล (Inter- Personal)	- ข้าพเจ้าควรเชื่อแนวคิดของนาย A หรือไม่ - แม้ว่าแนวคิดนี้ข้าพเจ้าสามารถเข้าใจได้แต่มีส่วนใดบ้างที่น่าจะเป็นจริง - มีส่วนใดของแนวคิดนี้ที่เชื่อถือได้

Barbara และ John (2005) กล่าวว่า กลยุทธ์เมตาคอกนิชัน สามารถทำให้การเรียนรู้ง่ายขึ้นโดยมีลักษณะและแนวทางในการนำไปใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้

1. การตั้งคำถาม ในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ ควรมีการตั้งคำถามที่เปิดโอกาสให้ นักเรียนได้สะท้อนกระบวนการเรียนรู้หรือเทคนิคการเรียนรู้ของนักเรียน ถ้านักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ให้ตั้งคำถามเกี่ยวกับหน้าที่ที่นักเรียนช่วยเหลือกลุ่ม

2. การสนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิดเป็นรายบุคคลทั้งในระหว่างและหลังการ เรียนรู้ กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์และสรุปเกี่ยวกับการเรียนรู้ของตนเองให้ได้

3. การสนับสนุนให้นักเรียนมีการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่สนใจเรียนรู้ด้วยตนเอง และสนับสนุนให้นักเรียนค้นหาคำตอบเองเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจมากขึ้น

4. มีการสอนเทคนิคเมตาคอกนิชันที่ใช้ในชั้นเรียนโดยตรงเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในตัวเทคนิคและสามารถนำไปใช้ได้

5. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างกลยุทธ์การเรียนรู้แบบ เมตา คอกนิชันได้ด้วยตนเอง

6. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยตรงจากผู้เชี่ยวชาญ จะช่วยให้นักเรียน สามารถรับ การถ่ายทอดกลยุทธ์การเรียนรู้เมตาคอกนิชันได้โดยตรงจากผู้เชี่ยวชาญ

7. การส่งเสริมให้มีการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้กลยุทธ์เมตา คognition ผ่านการอภิปรายกลุ่ม และเรียนรู้จากสมาชิกในกลุ่ม

8. ส่งเสริมให้มีการคิดออกเสียง สนับสนุนให้นักเรียนพูดหรือแสดงออกถึงสิ่งที่คิด กระบวนการทำงานระหว่างลงมือปฏิบัติ เพื่อที่จะสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ระหว่างทำงาน และเพิ่มการตระหนักรู้ของนักเรียน

9. การกระตุ้นให้เกิดการอธิบาย อาจจะด้วยการพูดหรือเขียน จะสามารถช่วยให้นักเรียน พัฒนาความเข้าใจของตนเองได้

10. การเปิดโอกาสให้นักเรียนผิดพลาด เพื่อให้นักเรียนได้เห็นสาเหตุของ ข้อผิดพลาดของตนเองและเรียนรู้จากข้อผิดพลาดนั้นได้

กล่าวโดยสรุป ลักษณะของการนำเทคนิคการรู้คิดไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนนั้น ประกอบด้วยลักษณะหรือเทคนิคย่อยๆหลายประการ แต่ละองค์ประกอบหรือเทคนิคย่อยๆ เหล่านั้นยังคงเน้นการรู้เท่าทันกำกับและติดตามความคิด ได้แก่ การสะท้อนความคิดในแต่ละ ขั้นตอนการทำงานสะท้อนความคิดด้วยการแสดงออกไม่ว่าจะเป็นการเขียนหรือการพูด กา ตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานเมื่อแสดงออกถึงสิ่งที่คิด โดยอาศัยการตั้งคำถาม ทั้งจากครูและนักเรียนที่สามารถนำไปสู่เป้าหมายในการเรียนรู้

4. ความสำคัญ/ประโยชน์ของการรู้คิด

การรู้คิดมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนหลายประการดังต่อไปนี้

Ertmer และ Newby (1996) กล่าวว่า นักเรียนที่มีทักษะในการใช้ยุทธศาสตร์การรู้ คิดจะมีความเชื่อมั่นเพิ่มขึ้น และสามารถเรียนรู้ได้อย่างอิสระด้วยตนเอง นำไปสู่การเป็นเจ้าของ ความรู้ (Ownerships) ได้เมื่อนักเรียนตระหนักว่าตนเองสามารถติดตามงานตามความต้องการทาง สติปัญญา และสามารถค้นพบโลกแห่งข้อสนเทศใหม่ได้อย่างรวดเร็วและไม่ยุ่งยาก

Hartman (1998) กล่าวว่า การรู้คิดมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ในการคิด วิจัยญาณและการแก้ปัญหา เนื่องจากมีผลต่อการได้มาซึ่งความเข้าใจและการนำไปใช้ จากสิ่งต่างๆ ที่ได้จากการเรียนรู้

Forgaty (2002) กล่าวว่า ยุทธศาสตร์การเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีรูปแบบที่จำเป็น สำหรับการส่งเสริมการเรียนรู้ไม่เพียงเพื่อการเตรียมตัวสอบแต่เพื่อการดำรงชีวิตต่อไป และไม่ใช่ เพียงแค่ จดจำสิ่งต่างๆ ได้แต่สามารถมีและใช้เหตุผล รวมถึงสามารถใช้หลักตรรกศาสตร์ได้ตลอดชีวิต

กล่าวโดยสรุป การรู้คิดมีประโยชน์สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้และความสำเร็จในชีวิต อย่างมากมาย นอกจากความสามารถในการติดตามความคิดในการเรียนรู้และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ความรู้คิดยังมีประโยชน์ดังนี้

1. ความตระหนักรู้และรู้เท่าทัน การรู้คิดช่วยให้คนมีความตระหนักรู้และเกิดการเรียนรู้ที่เป็น ระเบียบ นำไปสู่ความรู้ที่อยู่เสมอตลอดเวลาและความเข้าใจในเหตุผลต่างๆ ทำให้เกิดการพัฒนา ต่อเนื่องในการคิดและเรียนรู้เป็นอย่างต่อเนื่อง

2. ความสามารถในการตัดสินใจ การรู้คิดช่วยให้คนมีความสามารถในการประเมินสิ่งต่างๆ และทำให้สามารถตัดสินใจให้ถูกต้องและเหมาะสมมากขึ้น

3. การแก้ไขปัญหา การรู้คิดช่วยให้คนมีความสามารถในการหาทางแก้ไขปัญหาต่างๆ โดย สามารถคิดอย่างสร้างสรรค์และหาทางเชื่อมโยงกับความรู้ในการแก้ไขปัญหานั้นได้

4. ความสามารถในการทำงานร่วมกัน การรู้คิดช่วยให้คนมีความเข้าใจในกระบวนการคิดของ คนอื่น และสามารถทำงานร่วมกันในทีมได้เป็นอย่างดี

5. การสร้างสิ่งใหม่ๆ การรู้คิดช่วยส่งเสริมให้คนมีความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างสิ่ง ใหม่ๆ และพัฒนานวัตกรรมที่มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

5. กลวิธีเมตาคอกนิชันกับการแก้โจทย์ปัญหา

Beyer (1997) ได้ศึกษากลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาและได้แบ่งกลวิธีเมตา คอกนิชันออกเป็น 3 กลวิธีย่อยดังนี้

1. วางแผนแก้ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคับประสพ การณ์ เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหามากำหนดว่าจะแก้โจทย์ปัญหานั้นด้วยวิธีใดและอย่างไรก่อนที่จะทำการ แก้ โจทย์ปัญหาต่อไปประกอบด้วย

1.1 กำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา โดยการพิจารณาโจทย์ว่าสิ่งที่โจทย์ ให้หาสิ่งที่ โจทย์กำหนดมาให้และเลือกข้อมูลจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการตัดสินใจเลือก วิธีการหรือ ขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด

1.3 เรียงลำดับวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการนำวิธีการ หรือ ขั้นตอนที่เลือกมาลำดับเป็นขั้นตอนย่อยๆ ทำให้สะดวกต่อการแก้โจทย์ปัญหาและตรวจสอบ ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

1.4 การเดาอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และวิธีการแก้ไขได้

1.5 ประเมินหรือทำนายผลลัพธ์ที่ต้องการเป็นการคาดคะเนคำตอบที่ต้องการ โดยการ วิเคราะห์ข้อมูลหรือเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดมาให้อย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบ คำตอบ

2. กำกับการแก้โจทย์ปัญหา (Monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือ ขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาไปพร้อมกับการแก้โจทย์ปัญหาซึ่งประกอบด้วย

2.1 กำกับเป้าหมายการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการกำกับถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการขณะ ทำการ แก้โจทย์ปัญหา

2.2 กำกับวิธีและขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา เป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการ และ ขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้โจทย์ปัญหาโดยการกำกับถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) รู้ว่าแก้โจทย์ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ
- 2) ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป
- 3) เลือกวิธีการหรือขั้นตอนต่อไปอย่างเหมาะสม
- 4) รู้ข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น
- 5) รู้วิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3. ประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปหที่ขั้นตอนต่างๆ ในการ แก้ โจทย์ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ประกอบด้วย

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้โจทย์ปัญหาแล้วสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหานั้นๆ ตามที่ได้ตั้งไว้หรือไม่

3.2 พิจารณาความถูกต้องของผลลัพธ์เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ โจทย์ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ด้วยวิธีการใดหรือขั้นตอนใดเพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

3.3 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้เป็นการมองย้อนกลับไป ที่ วิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใดเพื่อจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นในขณะแก้ปัญหาลำนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

3.4 ประเมินการแก้ไขอุปสรรคและข้อผิดพลาดเป็นการอธิบายถึงปัญหาและ อุปสรรคที่พบในขณะแก้โจทย์ปัญหาแล้ววิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงเพื่อเป็นการลดปัญหาและอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นในครั้งต่อไป

3.5 พิจารณาประสิทธิภาพและความสำเร็จเป็นการพิจารณาถึงวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่ทำให้การแก้ปัญหามีความถูกต้องแน่นอนประสบความสำเร็จได้เพียงใด

พิมพ์พันธ์เดชะคุปต์(2544) ได้สรุปขั้นตอนในกลวิธีเมตาคอกนิชันตามแนวคิดของ เบเยอร์ (1997) ไว้ 3 ขั้นตอนหลัก โดยมีองค์ประกอบย่อยในแต่ละขั้นดังนี้

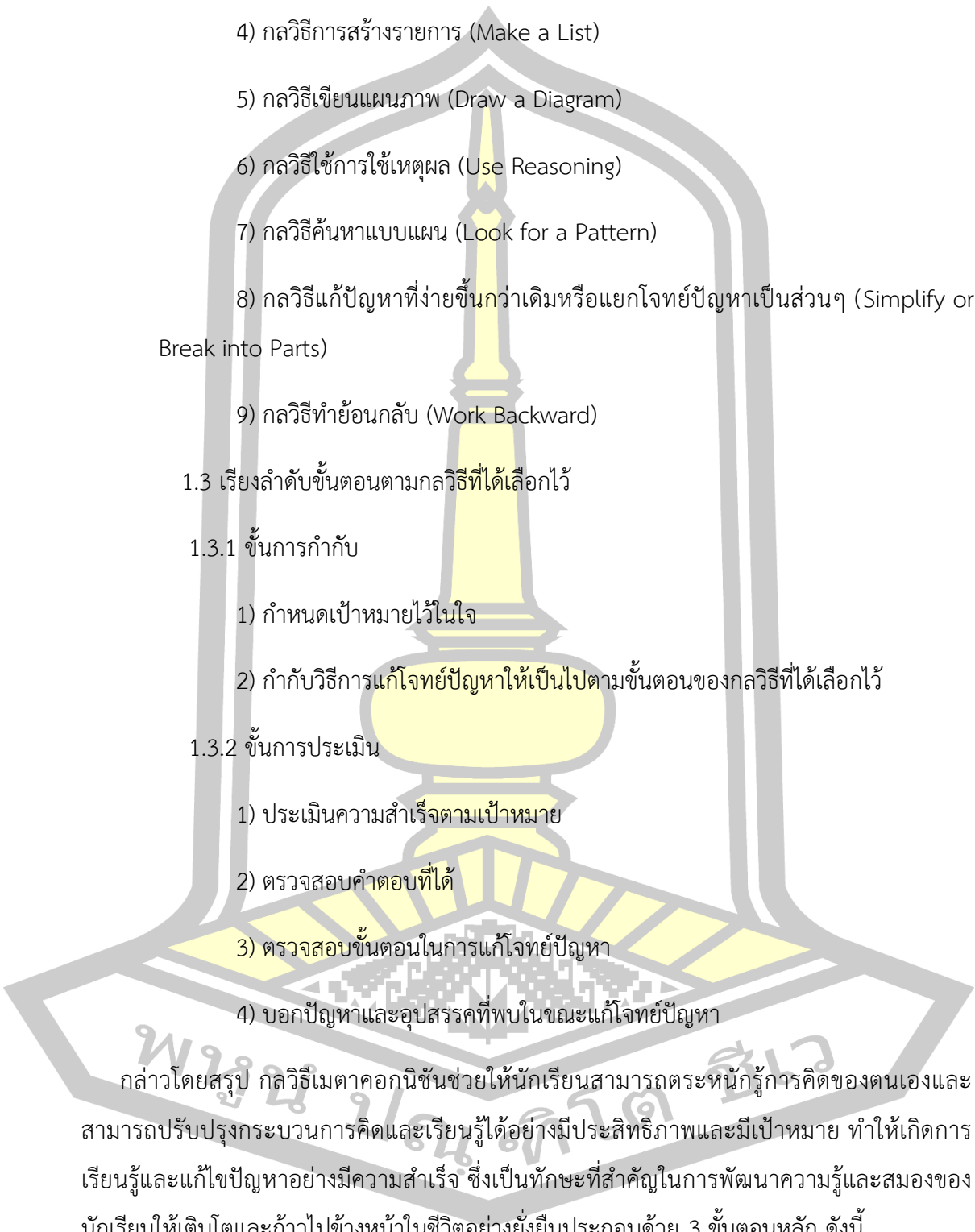
1. ขั้นตอนแผนประกอบด้วย

1.1 วิเคราะห์เป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

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

1.2 เลือกลวิธีที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ดังนี้

- 1) กลวิธีเดาและตรวจสอบ (Guess and Test)
- 2) กลวิธีวาดภาพ (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
- 1.3.1 ขั้นตอนการกำกับ
- 1) กำหนดเป้าหมายไว้ในใจ
 - 2) กำกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาให้เป็นไปตามขั้นตอนของกลวิธีที่ได้เลือกไว้
- 1.3.2 ขั้นตอนการประเมิน
- 1) ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย
 - 2) ตรวจสอบคำตอบที่ได้
 - 3) ตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา
 - 4) บอกปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะที่แก้โจทย์ปัญหา

กล่าวโดยสรุป กลวิธีเมตาคอกนิชันช่วยให้นักเรียนสามารถตระหนักรู้การคิดของตนเองและสามารถปรับปรุงกระบวนการคิดและเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีเป้าหมาย ทำให้เกิดการเรียนรู้และแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการพัฒนาความรู้และสมองของนักเรียนให้เติบโตและก้าวไปข้างหน้าในชีวิตอย่างยั่งยืนประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. ขั้นตอนวางแผน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องวางแผนและวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ โดยกำหนดเป้าหมายและออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามลำดับขั้นตอนในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องกำหนดข้อมูลที่ใช้ในการ
2. ขั้นตอนกำกับและควบคุม ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ โดยทำตามลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่เป้าหมายหรือคำตอบของโจทย์ปัญหา
3. ขั้นตอนประเมิน ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะต้องมองย้อนกลับไปตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ และนำไปสู่เป้าหมายหรือคำตอบที่สอดคล้องกับโจทย์ นอกจากนี้ยังประเมินปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในการแก้ปัญหาด้วย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดเมตาคอกนิชันที่มีนักการศึกษาหลายท่าน นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาสามารถสรุปได้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นการแก้โจทย์ปัญหาโดยอาศัยกระบวนการควบคุมทางความคิดและการตระหนักรู้เพื่อให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการสอนจัดการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา โดยอาศัยขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันตามแนวคิดของ Beyer (1997) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหา กำหนดเป้าหมายและมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาโดยจะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธีหลักการหรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แล้ววางแผนออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้ว่าเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์

ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่

6. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

ทิมพันซ์ เดเซคูปต์ (2544) กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในการจัดการ เรียนการสอนด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันไว้ ดังนี้

บทบาทของผู้สอน

1. ควรฝึกให้ผู้เรียนรู้จักวางแผน โดยการวิเคราะห์เป้าหมาย วิเคราะห์โจทย์ และการกำหนดเป้าหมายของการแก้โจทย์ปัญหาให้ได้
2. ควรฝึกให้นักเรียนเลือกใช้กลวิธีต่างๆ ในการแก้โจทย์ปัญหาให้มีประสิทธิภาพ เช่น กลวิธีเดาและตรวจสอบ กลวิธีวาดภาพ กลวิธีสร้างตาราง เป็นต้นเพื่อแจกแจงคำตอบที่เป็นไปได้ หรือแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อมูลจากโจทย์จนได้คำตอบ
3. ฝึกให้นักเรียนทำการแก้ปัญหาย่อยอย่างเป็นขั้นเป็นตอนตามแผนที่วางไว้ และ ตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น
4. ฝึกให้ผู้เรียนสามารถกำกับ ควบคุม และตรวจสอบความคิดของตนโดยการกำหนดเป้าหมายเอาไว้และกำกับควบคุมวิธีการต่างๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนที่เลือกเอาไว้
5. ฝึกให้ผู้เรียนสามารถประเมินความคิดของตนเองได้โดยการประเมินความสำเร็จของเป้าหมาย ตรวจสอบคำตอบและขั้นตอนในการปฏิบัติ

บทบาทของผู้เรียน

1. ควรฝึกการอ่านเพื่อทำการวิเคราะห์ และระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา และสิ่งที่โจทย์ถาม ให้ได้เพื่อกำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา
2. ควรฝึกวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา และฝึกการตัดสินใจเลือกกลวิธีที่เหมาะสมรวมถึงการเลือกใช้หลักการที่เกี่ยวข้องที่จะนำมาใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหา
3. ควรฝึกการกำกับและควบคุมกระบวนการคิด กระบวนการทำงานโดยกำหนดเป้าหมายเอาไว้ในใจ แล้วลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้
4. ควรฝึกการประเมินความคิดของตนเองโดยการตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องของขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและคำตอบที่ได้มา

กล่าวสรุปได้ว่า บทบาทที่ผู้สอนควรกระทำในการจัดการเรียนการสอนด้วยกลวิธีเมตาคognition คือ การจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้กระบวนการทางความคิดในการกำหนดสิ่งที่รู้ สิ่งที่ไม่รู้แล้วสาธิตกระบวนการทางความคิดในการวางแผนการแก้ปัญหา การกำกับและควบคุมกระบวนการทางความคิด ฝึกให้นักเรียนได้ประเมินกระบวนการคิด ฝึกการบันทึกและการอภิปราย

กระบวนการทางความคิดของตนเองให้ได้ บทบาทของนักเรียน ได้แก่ การฝึกใช้กระบวนการทางความคิดโดยเริ่มจากการกำหนดสิ่งที่รู้และสิ่งที่ไม่รู้ จากนั้นทำการวางแผนในการ แก้ปัญหาโดยมีการกำกับและควบคุมกระบวนการทางความคิดของตนเองเมื่อลงมือทำแล้วต้องรู้จักประเมินกระบวนการทางความคิดของตนเองจดบันทึกปัญหา อุปสรรคที่พบแล้วทำการอภิปรายการ บวนการคิดของตนเองให้ได้

4.การจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

ผู้วิจัยมีความสนใจการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้การจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยการนำเอาขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันสอดแทรกเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐานใน ขั้นที่ 3 ค้นคว้าและคิด ขั้นที่ 4 นำเสนอ เพื่อให้ นักเรียนมีแนวทางในการแก้ โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่เป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนในชั้นเรียนและเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังแสดงในตารางที่ ดังนี้

ตาราง 2 แสดงกระบวนการจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน กิจกรรม และการแสดงออกตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

การจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐาน	ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน	การจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจ -ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และอยากค้นหาคำตอบ -การใช้เรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาการเรียน -การใช้เกมหรือกิจกรรมง่าย ๆ		ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจ -นำเข้าสู่บทเรียนโดยทำให้ผู้เรียนอยากรู้อยากหาคำตอบ ด้วยคำถามและเรื่องราวเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา -ใช้กิจกรรมกระตุ้นความสนใจเพื่อให้ นักเรียนเกิดความอยากรู้

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐาน	ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน	การจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐาน ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
ขั้นตอนที่ 2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ - ผู้สอนจะทำการกำหนดประเด็นปัญหาในรูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้กับผู้เรียน - แบ่งกลุ่มตามความสนใจ		ขั้นตอนที่ 2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ - ผู้สอนจะทำการกำหนดประเด็นปัญหาให้กับผู้เรียนและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ - ครูอธิบายความหมายเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน
ขั้นตอนที่ 3 ค้นคว้าและคิด -นักเรียนแต่ละกลุ่มโดยให้ผู้เรียนรู้อย่างเต็มที่โดยจะมีการค้นคว้าและคิดเองเพื่อหาคำตอบที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของกลุ่มตนเอง โดยเขียนลงบนกระดาษปรูฟ ตามขั้นตอนที่กำหนด	ขั้นที่ 1 การวางแผนปัญหานักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหากำหนดเป้าหมายและมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาโดยจะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธีหลักการหรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแล้ววางแผนออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 การกำกับการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้ว่าเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์แล้ววางแผนออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา	ขั้นตอนที่ 3 ค้นคว้าและคิด -นักเรียนในแต่ละกลุ่มปรึกษาและแก้ปัญหาด้วยกันอย่างเต็มที่ -นักเรียนรู้อย่างเต็มที่โดยจะมีการค้นคว้าและคิดเองเพื่อหาคำตอบที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของกลุ่มตนเอง โดยเขียนลงบนกระดาษชาร์ท

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐาน	ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน	การจัดการเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐาน ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
	ขั้นที่ 3 การประเมินการ แก้ปัญหา นักเรียนจะต้อง ตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้อง หรือไม่และตรวจสอบคำตอบว่า ถูกต้องตรงตามเป้าหมายที่วาง ไว้หรือไม่	
ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอ -ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการสำรวจ และค้นหาต่อชั้นเรียน 2-3 กลุ่มตาม ความสนใจ -หลังจากนั้นนักเรียนที่ฟังการนำเสนอ จะมีโอกาสซักถามจากนักเรียนกลุ่มอื่น - หากนักเรียนไม่สามารถระบุตาม ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ได้ครบให้ครูคอยชี้แนะ	ขั้นที่ 1 การวางแผน ครูแสดงตัวอย่าง กำหนด เป้าหมายและมีการวางแผนโดย จะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจ เลือกกลวิธี หลักการ หรือ ความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ ปัญหา ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม ครูลงมือแก้โจทย์ปัญหาตาม ขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้ อย่างเป็นลำดับ ขั้นตอน ขั้นที่ 3 การประเมิน ตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้ โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้อง หรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่า ถูกต้อง ตรงตามเป้าหมาย หรือไม่	- ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลการ สำรวจและค้นหาต่อชั้นเรียน 2-3 กลุ่มตามความสนใจ -หลังจากนั้นนักเรียนที่ฟังการนำเสนอ จะมีโอกาสซักถามจากนักเรียนกลุ่ม อื่น - ครูนำเสนอตัวอย่างการแก้โจทย์ ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน เพื่อเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ ปัญหาให้แก่ นักเรียน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้สู่สร้างสรรค์เป็นฐาน	ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน	การจัดการเรียนรู้สู่สร้างสรรค์เป็นฐาน ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน
ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลของกิจกรรม - นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจตนเองจากการทำแบบทดสอบย่อย - ครูนำนักเรียนเฉลยแบบทดสอบย่อยเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบถึงระดับการเรียนรู้ของตนเอง	ขั้นตอนการประเมินครูจะให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การวางแผน ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม ขั้นที่ 3 การประเมิน	ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลของกิจกรรม - นักเรียนประเมินความรู้ความเข้าใจตนเองจากการทำแบบทดสอบ - ครูนำนักเรียนเฉลยแบบทดสอบเพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทราบถึงระดับการเรียนรู้ของตนเอง

5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

5.1 ความหมายของปัญหา

หน่วยศึกษานิเทศก์(2545) ให้ความหมายของ โจทย์ปัญหาไว้ว่าเป็นโจทย์ที่มีข้อความ เป็นภาษาหนังสือ เรื่องราวหรือเป็นคำพูดที่ไม่สามารถหาคำตอบหรือผลลัพธ์ได้ทันทีที่ต้องหาคิด หรือ ค้นหาวิธีการในการหาคำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข โดยต้องใช้ความรู้ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจลงมือแก้ปัญหาเองและต้องแปลความหมาย วิเคราะห์ความหมายของโจทย์ปัญหา ก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา คือ ข้อความที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์โจทย์เพื่อการวางแผนในการแก้ โจทย์ปัญหาเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ

5.2 ความหมายของการแก้โจทย์ปัญหา

นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้นิยามของความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาไว้ดังนี้

Krulik and Rudnick (1989) ได้ให้ความหมายของ ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาว่าเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ความรู้ทักษะและความเข้าใจที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้าในการตอบสนองต่อความต้องการในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย เริ่มต้นโดยการเผชิญหน้ากับสถานการณ์นั้นๆ และเมื่อได้คำตอบแล้ว นักเรียนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นๆ ต่อไป

Doktor et al. (2016) ให้ความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ว่าเป็นกระบวนการในการดำเนินการเพื่อค้นหาคำตอบด้วยวิธีการที่เหมาะสมโดยจำเป็นต้องอาศัยวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นเครื่องมือในการหาคำตอบ

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

จากความหมาย ดังกล่าวข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ความสามารถในการดำเนินการหาคำตอบด้วยวิธีการที่เหมาะสมโดยอาศัยกระบวนการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ และขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ระดับความสนใจ ทักษะ ความพร้อมส่วนบุคคล เมื่อได้คำตอบแล้วต้องสามารถสังเคราะห์ความรู้เพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆต่อไปได้

5.3 อุปสรรคในการแก้โจทย์ปัญหา

Brueckner และ Grossnickle (1974) ได้กล่าวถึงอุปสรรคในการทำโจทย์ปัญหาของนักเรียน ไว้ดังนี้

1. นักเรียนไม่สามารถเข้าใจโจทย์ปัญหาทั้งหมดหรือบางส่วนเนื่องจากขาด ประสบการณ์ และขาดความเข้าใจในโจทย์ปัญหา
2. นักเรียนบกพร่องในการอ่านและทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
3. นักเรียนไม่สามารถคิดคำนวณได้ ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากนักเรียนลืมวิธีทำหรือไม่ เคยเรียนมาก่อน
4. นักเรียนขาดความเข้าใจกระบวนการและวิธีการของโจทย์ปัญหาจึงทำให้หาคำตอบโดยการเดาสุ่ม
5. นักเรียนขาดความรู้ในเรื่องกฎเกณฑ์และสูตร

6. นักเรียนขาดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการเขียนอธิบาย

7. นักเรียนไม่ทราบความสัมพันธ์เชิงปริมาณวิเคราะห์อาจมีสาเหตุมาจากการ เรียนรู้ศัพท์ เพียงจำนวนจำกัดหรือขาดความเข้าใจหลักเกณฑ์ต่างๆ

8. นักเรียนขาดความสนใจ

9. ระดับสติปัญญาของนักเรียนต่ำเกินไป

10. ขาดการฝึกฝนในการทำโจทย์ปัญหา

สมศักดิ์ โสภณพินิจ (2537) ได้เสนอการวิธีการในการช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหา ได้ดี ดังนี้

1. ฝึกให้นักเรียนได้แก้โจทย์ปัญหาจำนวนมากและให้นักเรียนได้ฝึกอยู่บ่อยๆ
2. ฝึกให้นักเรียนได้แก้ปัญหามีความท้าทาย น่าสนใจและนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน
3. ฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้กลวิธีในการแก้ปัญหหรือการแก้โจทย์ปัญหา

สรุปได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาควรให้ผู้เรียนฝึกฝนและส่งเสริมทักษะในการแก้ปัญหให้กับนักเรียนต้องให้อโอกาสในการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง รู้จักเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเหมาะสมในโจทย์ปัญหานั้นๆ

5.4 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

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

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

พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน (2552) กล่าวถึงองค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหา เอาไว้ว่าจะต้องมีส่วนประกอบดังนี้

1. การสำรวจและค้นหาวิธีทางต่างๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้ โจทย์ ปัญหา และพิจารณาว่าข้อมูลที่ต้องการหาและข้อมูลใดที่เป็นประโยชน์
2. สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในโจทย์ปัญหาปัจจุบันและประสบการณ์การแก้ โจทย์ปัญหาเดิมที่ผ่านมาได้
3. การฝึกปฏิบัติตามโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของโจทย์ปัญหา
4. สามารถตรวจสอบการคำนวณรู้จักการประมาณและการตรวจสอบผลการคำนวณว่า ถูกต้องหรือไม่

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555 ; อ้างอิงจาก Maoren, 1987) กล่าวว่า ความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาของแต่ละบุคคลแตกต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบต่อไปนี้

1. สติปัญญาผู้มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดี
2. แรงจูงใจเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้โจทย์ปัญหา
3. ความพร้อมในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ๆโดยเป็นความพร้อมที่มาจากประสบการณ์เดิมที่ เคยแก้โจทย์ปัญหามาก่อน
4. การตัดสินใจเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสม

จากแนวคิดข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ประกอบไปด้วยหลายส่วนไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการอ่าน การทำความเข้าใจสิ่งที่อ่าน ทักษะ การคิดคำนวณ การรู้จักวิเคราะห์โจทย์แล้ววางขั้นตอนในการแก้โจทย์รวมถึงการตรวจสอบความ ถูกต้องของคำตอบนอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิม ระดับสติปัญญาและแรงจูงใจของแต่ละ บุคคล

5.5 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

น้อมศรี เคท (2537) กล่าวว่า การจะสอนให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีครูผู้สอน จะต้องคำนึงถึงหลักการ 8 ข้อ ดังนี้

1. ครูต้องสอนให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ว่าโจทย์ปัญหานั้นๆ กำหนดอะไรมาให้บ้างและโจทย์ต้องการทราบอะไร จะใช้สิ่งที่โจทย์ให้อย่างไรเพื่อนำไปสู่คำตอบ
 2. ต้องสอนให้นักเรียนรู้จักเขียนประโยคสัญลักษณ์หลังจากวิเคราะห์โจทย์ตาม ความเข้าใจของตัวเอง
 3. การรู้จักใช้สื่อประกอบในการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่สอน
 4. ต้องสอนให้นักเรียนมีทักษะในการอ่าน เพราะโจทย์ปัญหาประกอบด้วยทั้ง ตัวอักษร ตัวเลข สัญลักษณ์ นักเรียนจึงจำเป็นต้องมีทักษะในการอ่านเพื่อที่จะสามารถทำความเข้าใจ รวมถึงวิเคราะห์และตีความโจทย์ได้
 5. ต้องสอนให้นักเรียนมีทักษะในการคำนวณ เพราะในการแก้โจทย์ปัญหาที่ เกี่ยวข้องกับการแก้สมการ ทักษะการคำนวณ ไม่ว่าจะเป็นการบวก ลบ คูณ หาร จะช่วยให้นักเรียน หาคำตอบของโจทย์ปัญหาได้
 6. สอนให้นักเรียนรู้จักการประมาณค่าคำตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
 7. สอนให้นักเรียนรู้จักแก้โจทย์ปัญหาหลากหลายวิธีเพราะโจทย์ปัญหาหนึ่ง อาจมีขั้นตอนในการนำไปสู่คำตอบได้หลายแบบขึ้นอยู่กับกรออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาของแต่ละคน
 8. ครูต้องรู้จักเลือกโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปสอนโดยต้องคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้
 - 8.1 โจทย์ปัญหานั้นสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนหรือไม่
 - 8.2 สถานการณ์ในโจทย์ต้องสามารถใช้สื่อของจริงหรือสื่อจำลองได้
 - 8.3 เนื้อเรื่องในโจทย์ปัญหาควรเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของ นักเรียน หรือเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ
 - 8.4 ไม่ควรใช้คำฟุ่มเฟือยในโจทย์ปัญหาและควรใช้ภาษาให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน
- กระทรวงศึกษาธิการ (2546) กล่าวว่าสิ่งที่ครูควรคำนึงถึงในการสอนแก้โจทย์ปัญหา ได้แก่

1. นักเรียนต้องได้ฝึกทักษะการคิดคำนวณเพื่อให้เกิดความคิดต่อไปได้ด้วยตัวนักเรียนเอง ครูอาจให้คำแนะนำหรือชี้แนะแนวทางแต่ไม่ใช่การบอกหรือลอกแบบฝึกหัดของคนอื่น

2. มีการส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา

3. โจทย์ปัญหาควรเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียนและมีความหลากหลาย แตกต่าง กัน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกคิดแก้ไขปัญหในสถานการณ์ที่หลากหลายและนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้

4. โจทย์ปัญหาที่นำมาใช้สอน สามารถแก้ได้หลากหลายวิธี

เพ็ญรุ บุปผามาตะนัง (2550) ได้เสนอข้อควรคำนึงในการสอนเพื่อช่วยส่งเสริม ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเอาไว้ ดังนี้

1. ควรเลือกโจทย์ปัญหาที่สถานการณ์มีความเกี่ยวข้องกับหรือนักเรียนมีความคุ้นเคยดีอยู่แล้ว
2. เลือกโจทย์ปัญหาที่สถานการณ์ในโจทย์เป็นสิ่งที่นักเรียนกำลังเผชิญอยู่
3. เลือกโจทย์ปัญหาที่ใช้ภาษาเข้าใจง่าย กระชับ ชัดเจน เหมาะสมกับวุฒิภาวะของ นักเรียน เพื่อสร้างความคุ้นเคยในการเริ่มแก้โจทย์ปัญหา
4. สถานการณ์ในโจทย์ปัญหาควรสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน สามารถใช้สื่อจำหรือ หรือสื่อจริงประกอบการสอนได้
5. สร้างโจทย์เป็นโคลง กลอน เพื่อให้มีความเหมาะสมกับเรื่องใกล้ตัวหรือสถานการณ์
6. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งโจทย์ คำถาม และคิดหาคำตอบ รวมถึงการเสนอแนวทางใน การจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

6.1 การรู้จักสร้างบรรยากาศในการแก้โจทย์ปัญหา

6.2 การรู้จักสอนบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นๆ

6.3 ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

กล่าวโดยสรุป การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญในการ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะที่นักเรียนจำเป็นต้องมีในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนั้นครูผู้สอน ควรคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ในการเลือกโจทย์ปัญหา ดังนี้ 1.นำเสนอโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับนักเรียน 2.นำเสนอโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน 3.เลือกโจทย์ปัญหาที่สามารถแก้ไขได้หลากหลาย วิธี สุดท้ายต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้ตรวจสอบคำตอบว่ามีความถูกต้องหรือสัมพันธ์กับโจทย์ตาม กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา

5.6 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการสอนและการประเมินผลที่ช่วยให้ครูและนักเรียนเข้าใจถึงระดับความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียน นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูปรับปรุงและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนด้วย ดังนี้

Gok (2010) ได้สรุปข้อบ่งชี้ในการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเอาไว้ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา โดยนักเรียนจะต้องแยกแยะและเข้าใจประเด็น ปัญหาอย่างถูกต้อง มีการตรวจสอบ ดีความทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ของตนเองจนเข้าใจว่าข้อมูลใดจำเป็นข้อมูลใดไม่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหาแล้ว ดำเนินการเขียนแผนภาพหรือปริมาณที่จำเป็นต่อการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นระบุสัญลักษณ์ของปริมาณที่ต้องการหาหลักการหรือแนวคิดที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

2. การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา เป็นกระบวนการเชิงปริมาณเริ่มจากการดำเนินการแก้ในส่วนย่อยจนครบทั้งหมดแล้วนำเอาปริมาณมาแทนค่าลงในสมการเพื่อคำนวณหาคำตอบ

3. การตรวจสอบ ซึ่งเป็นการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่

Docktor et al. (2016) ได้ระบุประเด็นเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาแบบอัตนัย โดยกำหนดไว้ดังนี้

1. การใช้องค์ความรู้ในการอธิบาย เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับนิเทศน์ ความเข้าใจโจทย์ปัญหาโดยการพิจารณาจากการเขียนระบุสิ่งที่ทราบค่า สิ่งไม่ทราบค่าและระบุสัญลักษณ์ของสิ่งที่โจทย์ถามรวมถึงอธิบายแนวคิดหรือหลักการที่เกี่ยวข้องหรือเป็นประโยชน์

2. การเลือกหลักการที่จำเป็นในสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาและเลือกหลักการที่ใช้ ในการหาคำตอบโดยการเขียนสัญลักษณ์ของปริมาณที่ต้องการและสมการที่ใช้

3. การประยุกต์ที่เฉพาะทาง เพื่อประเมินการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่ความสัมพันธ์ใน รูปสมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหาและแสดงลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างชัดเจน

4. การดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้โจทย์ปัญหาเพื่อประเมินความถูกต้องเหมาะสมในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ที่ได้ลงมือเพื่อหาคำตอบ

5. ความสมเหตุสมผลของการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการประเมินความสมเหตุสมผลตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายในการหาคำตอบ

บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์ (2547) ได้เสนอว่า การวัดและประเมินแบบวัดความสามารถแก้ปัญหามีประสิทธิภาพแบบนั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้ชัดเจนที่สุด
2. เลือกเครื่องมือวัดให้สอดคล้องและเหมาะสมกับข้อมูลที่จะวัด
3. ใช้เทคนิคการวัดหลากหลายวิธี
4. ศึกษาจุดเด่นจุดด้อยของเครื่องมือวัดแต่ละชนิดเพื่อให้ใช้ได้ถูกวิธี

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาจะต้องมีเหมาะสมตามความสามารถของผู้เรียนมีการตั้งเกณฑ์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์และต้องเลือกใช้เครื่องมือวัดที่เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ คือ 1) การวัดความเข้าใจโจทย์ จะต้องมีการอ่านเพื่อทำการวิเคราะห์โจทย์แล้วระบุเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหา ตัวแปรที่ทราบค่า หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้เพื่อแก้โจทย์ปัญหา และเลือกใช้วิธีการในการแก้โจทย์ปัญหา 2) การดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาโดยอาศัยการดำเนินการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน 3) การตรวจสอบการแก้โจทย์ปัญหาทั้งคำตอบและขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา

5.7 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

การนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปประยุกต์ใช้ในการเรียน การสอนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนและได้กล่าวถึงแนวทางในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันไว้ดังนี้

Montaque (1992) กล่าวว่า ในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน จะต้องประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

1. การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (self-instruction) เป็นส่วนที่นักเรียนจะต้อง ตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหา และใช้ประสบการณ์เดิมมากำหนดกลยุทธ์หรือ วิธีการที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาปัจจุบัน

2. การตั้งคำถามหรือการกำหนดเป้าหมาย (self-questioning) เป็นส่วนที่นักเรียน ต้องกำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหาหรือการระบุคำถามของโจทย์เพื่อให้เกิดการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบ

3. การกำกับและควบคุม (self-monitoring) เป็นส่วนที่นักเรียนต้องลงมือกระทำ การแก้โจทย์ปัญหาตามแผนของตนเองเพื่อให้ได้คำตอบตามที่นักเรียนกำหนดเอาไว้พร้อมทั้งตรวจสอบการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองว่าถูกต้องหรือไม่

Azizah และคณะ (2019) กล่าวถึง การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมี ด้วยการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันว่าจะต้องประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ

1. การวางแผน (planning) ซึ่งมีขั้นตอนย่อย คือ การกำหนดเป้าหมาย ระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาและตัดสินใจเลือกวิธีการหรือกำหนดกลยุทธ์ในการแก้โจทย์ปัญหา

2. การกำกับควบคุม (monitoring) คือ การลงมือแก้โจทย์ปัญหาโดยมีการกำกับ ตามขั้นตอนตามแผนที่วางเอาไว้

3. การประเมินผล (evaluation) ประกอบได้ด้วยการประเมินความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาว่าได้ลงมือแก้โจทย์ตามขั้นตอนที่วางแผนที่วางเอาไว้ถูกต้องหรือไม่รวมถึงเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่

กล่าวโดยสรุป ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่อ้างอิงตามขั้นตอนการแก้ โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ตามแนวคิดของ Beyer (1997) ซึ่งมีการกล่าวถึงเพียงขั้นตอนที่ต้องใช้การดำเนินการเพื่อแก้โจทย์ปัญหาเท่านั้น โดยประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน คือ 1) การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา 2) การกำกับและควบคุม 3) การประเมินการแก้โจทย์ปัญหา โดยทั้ง 3 ขั้นตอนนี้มีความสอดคล้องกับเอกสารที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันว่าจะต้องประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1) การวางแผน 2) การกำกับควบคุม 3) การประเมินผล ดังนั้นแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้นจึงเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย ที่มีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของ Beyer จำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ โดยในแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา มีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบ ของการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันตามแนวคิดของ Beyer (1997) และแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

องค์ประกอบในการวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตา คอกนิชัน	ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันตามแนวคิด ของ Beyer (1997)	ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตา คอกนิชันตามแนวคิดของ Beyer (1997)
1. การวางแผน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา แล้วระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา มีการกำหนดเป้าหมายในการแก้โจทย์ปัญหาตัดสินใจเลือกวิธีการหรือหลักการที่จะใช้แก้โจทย์ปัญหา และมีการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา	ขั้นที่ 1 การวางแผนแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะต้องวิเคราะห์โจทย์ปัญหาคำหนดเป้าหมาย และมีการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา โดยจะต้องระบุข้อมูลที่โจทย์ให้มา ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม ตัดสินใจเลือกกลวิธี หลักการ หรือความรู้ที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แล้ววางแผน ออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา	1. ขั้นการวางแผน - ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ - ระบุสิ่งที่โจทย์ถาม - ระบุสูตรหรือหลักการที่ใช้ - วางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา
2. การกำกับควบคุม นักเรียนต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามแผนหรือขั้นตอนที่วางแผนไว้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือบรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้	ขั้นที่ 2 การกำกับและควบคุม นักเรียนจะต้องลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ได้วางแผนเอาไว้ว่าเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อให้ได้คำตอบตรงกับเป้าหมายหรือคำถามของโจทย์	2. ขั้นกำกับและควบคุม - แสดงวิธีแก้โจทย์ปัญหา
3. การประเมินผล คือการตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหารวมถึงคำตอบเพื่อประเมินความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาว่าถูกต้องและสอดคล้องกับเป้าหมายแล้วหรือไม่	ขั้นที่ 3 การประเมินการแก้โจทย์ปัญหานักเรียนจะต้องตรวจสอบขั้นตอนที่ลงมือแก้โจทย์ปัญหาว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้อง ตรงตามเป้าหมายที่วางไว้หรือไม่	3. ขั้นประเมิน - ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา - ตรวจสอบคำตอบ

6. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

6.1 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Henry และ Kemmis (1985) กล่าวว่า การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่ใช่การนำเอา วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเรียนการสอนโดยการตั้งสมมุติฐาน ทดสอบสมมุติฐานสรุปและตีความจากข้อมูลเพียงเท่านั้น แต่การวิจัยเชิงปฏิบัติการจะเกี่ยวข้องกับบุคคลและการพัฒนาเพื่อเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นซึ่งจะเป็นระบบที่หมุนไปเรื่อยๆ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งตัวผู้ทำวิจัยและสถานการณ์แวดล้อม

Kemmis และ McTaggart (1988) อธิบายไว้ว่า วิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นการรวบรวมปัญหาจากการสะท้อนการปฏิบัติการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาหาหลักการเหตุผลและวิธีการปฏิบัติงาน เพื่อให้ได้รูปแบบหรือแนวทางไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานนั้นๆ และเป็นการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการปฏิบัติงานนั้นๆ เพื่อให้สอดคล้องกับภาวะของสังคมและสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง

ทวีป ศิริรัมย์ (2537) ได้อธิบายไว้ว่า วิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มุ่งนำหลักการของวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะอย่างไม่ได้มุ่งเพื่อนำไปใช้กับสภาพการณ์โดยทั่วไปนอกจากสภาพการณ์ที่ศึกษาเป็นการทำวิจัยที่ง่ายและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติงานจริง

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537) ได้อธิบายว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการดำเนินการแบบวงจรบันไดเวียน (spiral) เป็นการศึกษาเพื่อแสวงหาวิธีการแก้ปัญหาที่เกิดจากการปฏิบัติจริงมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงและพัฒนาคุณภาพของงานที่กำลังปฏิบัติอยู่และข้อมูลที่ได้ระหว่างดำเนินงานจะเป็นข้อมูลนำไปปรับแก้ไขในขั้นตอนถัดไป

ประพนธ์ เจริญกุล (2539) ได้อธิบายว่าการวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลไปปรับปรุงเฉพาะหน้าหรือนำไปปรับปรุงงานในหน้าที่ของตนหรือทั้งหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่งที่เฉพาะเจาะจง ไม่ได้มุ่งที่จะนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้ในกรณีทั่วไป

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ สามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นที่การแก้ไขปัญหในสถานการณ์จริงๆ และการพัฒนาคุณภาพงานให้ดีขึ้นโดยมีขั้นตอนการดำเนินงานที่เป็นระเบียบและเน้นความเข้าใจและการแก้ไขปัญหายอย่างเฉพาะเจาะจง

6.2 ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

สมคิด พุฒามี (2539) อธิบายไว้ว่า การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน หมายถึงการ ค้นคว้าหาข้อมูลด้วยวิธีการที่น่าเชื่อถือและเป็นระบบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาแก้ปัญหาการจัดการเรียน การสอนในชั้นเรียนโดยครูเป็นผู้ทำวิจัย มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติและรวบรวมข้อมูลและขั้นที่ 3 ขั้นทบทวนและประเมินผลเพื่อปรับแผน

กรมวิชาการ (2542) อธิบายไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนคือกระบวนการที่ครู ศึกษาค้นคว้า เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนการสอนที่ตนรับผิดชอบโดยพัฒนาการเรียนการ สอนอย่างเป็นระบบ

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544) อธิบายไว้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน คือการใช้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการค้นคว้าเพื่อสร้างความรู้ใหม่และสร้างสิ่งประดิษฐ์ทางการศึกษาโดยผลจาก การค้นพบจะเป็นแนวทางนำไปจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนานักเรียนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตาม เป้าหมายและเป็นการพัฒนาตัวครูผู้สอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอน

สุวิมล ว่องวาณิช (2548) อธิบายไว้ว่า การวิจัยที่ทำโดยครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนพัฒนาหรือส่งเสริมการ เรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

จากความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน สามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิง ปฏิบัติการในชั้นเรียนหมายถึงกระบวนการการวิจัยที่มีการทดสอบและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการ สอนเพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียนให้เกิดตามเป้าหมาย โดยมุ่งเน้นให้ทั้ง นักเรียนและครูผู้สอนพัฒนาทักษะและความสามารถในการเรียนรู้และการสอนตามหลักการและ เป้าหมายที่กำหนดไว้

6.3 รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis และ McTaggart (1988) ได้กำหนดรูปแบบ การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขั้นวางแผน (Plan) เป็นขั้นที่จะต้องกำหนดรายละเอียดของแผนงานว่าใครเป็นผู้กระทำมี กลวิธีการสอนอย่างไรทำเมื่อไหร่ รวมทั้งการวางแผนในการสังเกตและควบคุมการ เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกำหนดกลวิธีในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

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

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์(2538) กำหนดรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการว่าประกอบด้วย

1. ขั้นวางแผน (Planning) วิเคราะห์ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครู นักเรียน วิชา และสิ่งแวดล้อม แล้วออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้
2. ขั้นปฏิบัติการ (Acting) นำแผนการจัดการเรียนการสอนไปใช้ในชั้นเรียน
3. ขั้นสังเกตการณ์(Observing) เก็บรวบรวมข้อมูล
4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflecting) สะท้อนผลการปฏิบัติสรุปสิ่งที่ทำได้ดีและสิ่งที่เป็นปัญหา

สุวิมล ว่องวานิช (2548) กล่าวว่า รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการประกอบด้วย ขั้นตอน ดังนี้

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

จากรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้น สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข ปรึกษาผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งออกแบบเครื่องมือที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2. ขั้นปฏิบัติการ (Act) ดำเนินการตามแผนที่วางไว้

3. ขั้นสังเกตการณ์(Observe) ใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการ รวบรวมข้อมูล

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) วิเคราะห์ผลเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหา ให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ต่อไป

6.4 ลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

Kemmis และ MacTaggart (1988) ได้กำหนดรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่ มุ่งเน้นพัฒนางานที่ปฏิบัติอยู่แล้วเป็นปกติ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและนำไปสู่การพัฒนาหรือ แก้ปัญหา ในองค์กร โดยนำเสนอปรัชญาในรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบบันไดเวียน (active research spiral) ซึ่งมีเนื้อหา ดังนี้

1. เป็นรูปแบบการวิจัยที่ผู้วิจัยเข้าไปมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ
2. มีคณะผู้วิจัยและการลงมติ
3. มีจุดประสงค์การวิจัยเพื่อการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนางานในหน้าที่
4. มีระบบการดำเนินงานเป็นวงจร คือ การวางแผน การปฏิบัติการสังเกตและการสะท้อนผล
5. เป็นรูปแบบที่ไม่ยึดติด ไม่มีกฎเกณฑ์การทำวิจัยจนเกินไปมุ่งแก้ปัญหาเพื่อการเปลี่ยนแปลงเป็นสำคัญขึ้นอยู่กับคณะผู้ดำเนินการ

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2538) ได้เสนอลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการทางการศึกษา ดังนี้

1. เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมและมีการร่วมมือ (Participation and Collaboration) ใช้การทำงานเป็นกลุ่ม ผู้ร่วมวิจัยทุกคนมีบทบาทสำคัญในทุกกระบวนการของการวิจัย
2. เน้นการปฏิบัติการ (Action orientation) เป็นการวิจัยที่มีการปฏิบัติเพื่อให้เกิด การเปลี่ยนแปลงและศึกษาผลของการปฏิบัติเพื่อมุ่งให้เกิดการพัฒนา
3. ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ (Critical Function) การวิเคราะห์การปฏิบัติการอย่าง ลึกซึ้งจากสิ่งที่สังเกตได้เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการปฏิบัติการ
4. ใช้วงจรการปฏิบัติการ (the action research spiral) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนได้แก่ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Action) การสังเกต (Observing) และการสะท้อนผล (Reflecting)

สุวิมล ว่องวานิช (2548) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการวิจัยในชั้นเรียนเอาไว้ว่า

1. มีการดำเนินงานที่เป็นวงจรต่อเนื่อง

2. มีกระบวนการทำงานแบบมีส่วนร่วม

3. เป็นกระบวนการที่เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานปกติเพื่อให้ได้ข้อค้นพบเกี่ยวกับ การแก้ปัญหาที่สามารถปฏิบัติได้จริง

จากลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการมีลักษณะสำคัญ ได้แก่ เป็นการวิจัยที่อาศัยความร่วมมือกันเป็นการวิจัยที่เน้นการปฏิบัติเพื่อการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ผลการปฏิบัติการเพื่อปรับปรุงแผนการปฏิบัติการและใช้วงจรปฏิบัติการที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ซึ่งเป็นการสำรวจสภาพปัญหาที่ต้องการแก้ไข ปรึกษาผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งออกแบบเครื่องมือ ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ขั้น สังเกตการณ์ (Observe) เป็นขั้นที่ใช้เทคนิคและวิธีการต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูลและขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติการ (Reflect) ที่ต้องทำการวิเคราะห์ผลเพื่อประเมินวิธีการแก้ปัญหาให้ เพื่อให้ได้แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนต่อไป

6.5 วิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

บุญเรียง ขจรศิลป์(2529) ได้เสนอว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้นประกอบด้วย วิธีดำเนินการวิจัย 5 ขั้นตอนใหญ่ๆ ดังนี้

1. การกำหนดคำถามหรือเป้าหมายของการวิจัย
2. การวางแผนการทำการวิจัยหรือการเขียนโครงการวิจัย (Research proposal)
3. การรวบรวมข้อมูลซึ่งรวมถึงการสร้างเครื่องมือ
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การสรุปผล และแปลความหมายของผลการวิจัย

จากวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการข้างต้นนั้น สามารถสรุปได้ว่าวิธีดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ระบุปัญหาที่พบในชั้นเรียน
2. เลือกปัญหาที่สำคัญที่ครูสามารถแก้ไขได้เองเพื่อใช้เป็นปัญหาวิจัย

3. ระบุแนวทางหรือวิธีแก้ปัญหา

4. กำหนดชื่อเรื่องและวัตถุประสงค์ของการวิจัย

5. เลือกเครื่องมือที่จะใช้ในการดำเนินการวิจัย

6. ลงมือแก้ไขปัญหตามกระบวนการที่วางแผนไว้

7. รวบรวมข้อมูลเป็นระยะๆ ในระหว่างการแก้ปัญหา

8. สรุปผลการวิจัยและแปลความหมายของผลการวิจัย

9. เขียนรายงานวิจัยในชั้นเรียน

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์ (2538) เสนอไว้ว่า กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีขั้นตอนดังนี้

1. พิจารณาปัญหาที่ต้องการจะศึกษา ผู้วิจัยจะต้องศึกษารายละเอียดของปัญหาที่จะศึกษาอย่างชัดเจน ปัญหาที่จะทำการวิจัยเชิงปฏิบัติการจะต้องมีทฤษฎีรองรับในเรื่องที่เกี่ยวข้อง กับปัญหานั้น การวิเคราะห์สภาพของปัญหา (Thematic concern) ต้องครบ 4 องค์ประกอบต่อไปนี้ คือ ปัญหาที่เกี่ยวกับครูนักเรียน เนื้อหาวิชาและสภาพแวดล้อม

2. เลือกปัญหาสำคัญที่เป็นสาระควรแก่การศึกษาวิจัย เลือกโดยอาศัยทฤษฎีมาร่วมพิจารณาลักษณะของปัญหา แล้วสร้างสมมติฐาน (Hypothesis) ของการวิจัย

3. เลือกเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยที่จะช่วยให้ได้คำตอบของปัญหาตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยเครื่องมือที่ใช้จะมี 2 ลักษณะคือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เช่น อุปกรณ์การเรียนการสอน แบบฝึกหัด เป็นต้น และเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติเช่น แบบทดสอบ แบบสังเกตพฤติกรรม เป็นต้น

4. บันทึกแต่ละขั้นตอนของการวิจัยอย่างละเอียด ทั้งส่วนที่เป็นความก้าวหน้าและอุปสรรคตามวงจรของการปฏิบัติการ คือ ในขั้นตอนของ วางแผนงาน การปฏิบัติการ การสังเกตและการสะท้อนการปฏิบัติการ เก็บสะสมข้อบันทึกไว้เพื่อใช้ในการปรับปรุงวงจรปฏิบัติการต่อไปและเพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์หาคำตอบของสมมติฐาน

5. วิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมไว้ซึ่งส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลเพื่อให้แน่ใจว่ามีความถูกต้อง แสดงรายละเอียดอธิบาย สถานการณ์

จัดหมวดหมู่และแยกประเภทของกลุ่มข้อมูลตามหัวข้อที่เหมาะสมเปรียบเทียบข้อแตกต่างและความคล้ายคลึงของข้อมูลแต่ละประเภทโดยวิเคราะห์วิจารณ์กับกลุ่มผู้วิจัย

6. ตรวจสอบข้อมูลที่กลุ่มผู้วิจัยได้พิจารณาไว้แล้วอีกครั้งหนึ่ง เพื่อสรุปหาคำตอบที่เป็นสาเหตุผลและวิธีแก้ปัญหาตามวัตถุประสงค์

ผู้วิจัยยึดถือรูปแบบการวิจัยปฏิบัติการตามรูปแบบของ Kemmis และ McTaggart ที่มุ่งเน้นพัฒนางานเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและนำไปสู่การพัฒนาหรือแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนมีรูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบบันไดเวียน (active research spiral) ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) ขั้นสะท้อนผล

7.บริบทโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม)

7.11 หลักสูตรการเรียน

ปัจจุบันโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) 8 หลักสูตร ได้แก่ แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์จำนวน 2 หลักสูตร คือ หลักสูตรทั่วไป หลักสูตรโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ด้านวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และหลักสูตรโครงการห้องเรียนวิทยาศาสตร์ในกำกับมหาวิทยาลัย แผนการเรียนภาษาอังกฤษ-ภาษาฝรั่งเศส/ภาษาจีน/ภาษาญี่ปุ่น จำนวน 2 หลักสูตร คือหลักสูตรทั่วไปและโครงการส่งเสริมศักยภาพนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านภาษาอังกฤษ

7.2 วิสัยทัศน์

“เป็นสถาบันการศึกษาขั้นพื้นฐานต้นแบบของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพ ผู้เรียนมีทักษะการแสวงหาองค์ความรู้ ทักษะการคิด และทักษะการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข”

“คำอธิบายวิสัยทัศน์” : เป็นสถาบันการศึกษาที่มหาวิทยาลัยมหาสารคามมุ่งพัฒนาเพื่อเป็นต้นแบบจัดการเรียนการสอนตาม COMPETENCY MODEL อย่างมีคุณภาพและมาตรฐานในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพ พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้สู่สากล

7.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นสถานศึกษาของบุตรข้าราชการ พนักงานมหาวิทยาลัยและลูกจ้างประจำ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2. เพื่อเป็นโรงเรียนต้นแบบและสร้างเครือข่ายที่มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ อันเหมาะสมแก่การ

พัฒนาสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคต

3. เพื่อเป็นแหล่งวิจัยและพัฒนาการจัดการการเรียนรู้ โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันของอาจารย์และนักเรียนให้นักเรียนเป็นผู้ ใฝ่รู้คุณธรรมอย่างแท้จริง
4. เพื่อเป็นการบริการการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาให้กับเยาวชน
5. เพื่อเป็นสถานศึกษาสำหรับบริการวิชาการและฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

7.4 พันธกิจ

พันธกิจหลักที่โรงเรียนเน้นในการดำเนิน การมีดังนี้

1. เป็นสถาบันต้นแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพตามมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน และมาตรฐานสากล เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เต็มศักยภาพและมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์
2. พัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับแผนการศึกษาของชาติ
3. ส่งเสริมการวิจัยเพื่อพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้
4. พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพ โดยยึดหลักธรรมาภิบาล โปร่งใส สามารถตรวจสอบได้

5. พัฒนาความร่วมมือด้านเครือข่ายทางวิชาการระหว่างองค์กร

8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

8.1 งานวิจัยในประเทศ

สิริเกศ หมัดเจริญ (2554) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 34 คน ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์เมื่อสิ้นสุดการวิจัย พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.95 ของคะแนนเต็มและมีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มคิดเป็นร้อยละ 73.53 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหามาตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนได้2) ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีจำนวนนักเรียน

ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อสิ้นสุดการสอนทุกวงจรโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.35 ของคะแนนเต็มและมีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มคิดเป็นร้อยละ 70.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้นั้นคือ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียงของนักเรียนได้

ศรินภา นามโน (2560) ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน กลุ่มเป้าหมาย ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 43 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน วิชาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้าสถิต 2) แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบอัตนัย 2 ข้อ จำนวน 3 ชุด 3) แบบสังเกตความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นลักษณะแบบไม่มีโครงสร้าง 4) แบบวัดเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์เป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีวงจรการปฏิบัติ 3 วงจร สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการพรรณนาวิเคราะห์ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ได้รับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ได้ตั้งไว้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 เป็นจำนวน 11 39 และ 43 คนตามลำดับ นักเรียนจำนวน 18 คน มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับมากที่สุด นักเรียน 22 คนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับมาก และนักเรียนจำนวน 3 คนคนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับปานกลาง

อุษา ชมพูพฤษ (2561) ทำการศึกษากการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์เรื่องไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 41 คน ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบอัตนัย (4) แบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการ

เรียน รายวิชาฟิสิกส์สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบค่าที่ผลการพบว่า 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน รายวิชาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้ากระแสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.32/78.04 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน รายวิชาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6626 หรือผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 66.26 3) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชัน มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

ศรีสุมา ทศมี (2552 : 30-98) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์โดยใช้เมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และเพื่อพัฒนาความสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ผลการศึกษา พบว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 นักเรียนร้อยละ 80.95 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนความสามารถ ในการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ณรงค์ฤทธิ์ ประเสริฐสุข (2554 : 30-69) ได้ศึกษา ความสามารถในการแก้โจทย์วิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ทางเรียนและการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้วิธีเมตาคอกนิชัน มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์ การพัฒนาเมตาคอกนิชัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียน วิทยาศาสตร์ เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนร้อยละ 80 ของจ ำนวนนักเรียนทั้งหมดมีคะแนนความสามารถ ในการแก้ โจทย์ปัญหาผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.92 ของแบบทดสอบ ทั้งฉบับ การพัฒนาเมตาคอกนิชัน พบว่านักเรียนสามารถนำกลวิธีเมตาคอกนิชันทั้ง 4 ขั้นตอน ไปใช้ในการแก้ สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและสถานการณ์ในสังคมได้และมีคะแนนผ่าน ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ร้อยละ 72.50 มีคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม โดยมีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 70.48 ของ แบบทดสอบทั้งฉบับ

วิริยะ ฤชชัยพานิช (2558:บทคัดย่อ) ศึกษาการจัดการเรียนแบบนักเรียนเป็นศูนย์กลางโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นฐาน Creativity-Based Learning (CBL) ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการในการแก้ปัญหาด้วยการวิเคราะห์ปัญหาและอาศัยความคิดสร้างสรรค์ช่วยในการวิเคราะห์ เครื่องมือที่ใช้ มีทั้งหมด 8 กระบวนการ 1) ให้แรงบันดาลใจเพื่อทำให้ง่ายขึ้น 2) ศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนจะได้ค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อคำตอบที่สร้างสรรค์ 3) นักเรียนปรึกษาครูผู้สอนโดยตรง 4) นักเรียนจะได้แก้ปัญหาของตนเองที่ตนได้รับ 5) อาศัยการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน 6) การทำงานเป็นทีม 7) การนำเสนออย่างสร้างสรรค์และ 8) การประเมินงานร่วมกันของนักเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบความคิดสร้างสรรค์เป็นฐานจะสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มการสื่อสารภายในกลุ่มและการจัดสรรเวลา

ศิริพร แก้วอ่อน (2558:บทคัดย่อ) ศึกษาเจตคติและความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อเปรียบเทียบผลต่างของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และเจตคติต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโครงการห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเลิงนกทา จังหวัดยโสธรจำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือโปรแกรมฝึกความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แบบวัดเจตคติต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ 64 เจตคติต่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มากกว่าก่อนเข้าร่วมการทดลองมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยผลต่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กัญญา กิ่งกลาง (2564) ได้ทำ การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคognition ผลการวิจัยในวงรอบที่ 1 มีนักเรียนจำนวน 5 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 20.83 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและมีคะแนนเฉลี่ยของ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เท่ากับ 10.54 ในวงรอบที่ 2 มีนักเรียน จำนวน 15 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 62.5 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และมีคะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 12.80 ในวงรอบที่ 3 มีนักเรียน จำนวน

24 คน ที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์คิด เป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายและมีคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเท่ากับ 14.96 ผลการสะท้อนข้อมูลเชิงคุณภาพพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับรวมถึงพึงพอใจที่ได้มีส่วนร่วมในชั้นเรียน แต่บรรยากาศในวันที่เป็นคาบเรียนเดียวมีความเร่งรีบและนักเรียนมีความกระตือรือร้นลดลงในคาบเรียนที่ไม่มีกิจกรรมการทดลอง ในวงรอบที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความเข้าใจเกี่ยวกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยเฉพาะในขั้นประเมิน นักเรียนจึงไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจในกลวิธีเมตาคอกนิชันเพิ่มขึ้น รวมถึงได้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาอย่างต่อเนื่องในวงรอบที่ 2 และ 3 ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยเมตาคอกนิชันของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น จากผลการวิจัยทั้ง 3 วงรอบ สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้เป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์และการส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นพบมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาผ่านกระบวนการตระหนักรู้และการกำกับความคิดด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันอย่างต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มสูงขึ้น ครูผู้สอนจึงสามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนา ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาเวลาและระดับชั้นของนักเรียน

8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Zulkipli, Kabit และ Ghani (2008) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการเรียนของนักเรียนกับองค์ประกอบของเมตาคอกนิชันได้แก่การวางแผนในการจัดการข้อมูลการตรวจสอบความเข้าใจ แผนการแก้ปัญหา และการประเมิน และมีการตรวจสอบถึงความตระหนักในเมตาคอกนิชันกับนักเรียนทุกเพศและทุกปีการศึกษา ในโรงเรียนมัธยมที่เมือง Kuchig เครื่องมือที่ใช้ในการวัดเมตาคอกนิชันเป็นของ Schraw และ Dennison ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเรียนกับเมตาคอกนิชันมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก ความตระหนัก ในเมตาคอกนิชันระหว่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างกันในความตระหนักในเมตาคอกนิชันระหว่างเพศชายและเพศหญิงในทุกชั้นปีและพบว่าแรงจูงใจมีความเกี่ยวข้องที่สำคัญกับความสามารถในหลักสูตร

Wood (2006) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้และศึกษาผลการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยการให้นักเรียนร่วมกันกำหนดปัญหาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์แล้วให้นักเรียนทำความเข้าใจ

เข้าใจกับปัญหาแล้วหาแนวทางการแก้ไขจากการเรียนรู้แบบร่วมมือผลปรากฏว่า นักเรียนมีแนวคิดในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

จากการศึกษารายงานผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้ สร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน สรุปได้ว่า การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ นักเรียนมีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ดีขึ้นนั้นครูผู้สอนจะต้องพัฒนาแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่มีการจัดการเรียนการสอนเหมาะสมกับผู้เรียนและแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีผลทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกันในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ช่วยเหลือพึ่งพากันซึ่งกันและกัน รับผิดชอบ การเรียนรู้ของตนเองและสมาชิกในกลุ่มเพื่อให้ตนเองและ สมาชิกในกลุ่มประสบความสำเร็จตาม เป้าหมายที่กำหนดเองและสมาชิกในกลุ่มรับผิดชอบการเรียนรู้และได้ฝึกฝน ทักษะการทำงานร่วมกับ ผู้อื่น สร้างบรรยากาศเป็นกันเอง ผู้เรียนมีความสุขในการได้ร่วมกิจกรรม สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นและสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างมีเหตุผล และเห็นคุณค่าของตนเอง สอดคล้องกับคำกล่าวมาแล้วข้างต้น ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิด การเรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละคน ช่วยให้การสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นนำไปใช้ในการ พัฒนาพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ขอบเขตวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย
3. วิธีการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอบเขตวิจัย

- 1.กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) ปีการศึกษา 2566 ภาคเรียนที่ 2 จำนวนนักเรียน 38 คน จำแนกจากแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 3 ข้อ ข้อละ 6 คะแนน รวม 18 คะแนน **นักเรียนที่มีปัญหาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์** ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 4 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน

เลขที่	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน
1ก	10.00	55.56	ไม่ผ่าน	1ข	13.00	72.22	ผ่าน
2ก	11.00	61.11	ไม่ผ่าน	2ข	13.00	72.22	ผ่าน
3ก	9.00	50.00	ไม่ผ่าน	3ข	10.00	55.56	ไม่ผ่าน
4ก	13.00	72.22	ผ่าน	4ข	9.00	50.00	ไม่ผ่าน
5ก	14.00	77.78	ผ่าน	5ข	13.00	72.22	ผ่าน
6ก	13.00	72.22	ผ่าน	6ข	11.00	61.11	ไม่ผ่าน
7ก	8.00	44.44	ไม่ผ่าน	7ข	16.00	88.89	ผ่าน

ตารางที่ 4 (ต่อ)

เลขที่	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	เลขที่	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน
8ก	10.00	55.56	ไม่ผ่าน	8ข	10.00	55.56	ไม่ผ่าน
9ก	14.00	77.78	ผ่าน	9ข	9.00	50.00	ไม่ผ่าน
10ก	9.00	50.00	ไม่ผ่าน	10ข	13.00	72.22	ผ่าน
11ก	10.00	55.56	ไม่ผ่าน	11ข	9.00	50.00	ไม่ผ่าน
12ก	10.00	55.56	ไม่ผ่าน	12ข	11.00	61.11	ไม่ผ่าน
13ก	8.00	44.44	ไม่ผ่าน	13ข	10.00	55.56	ไม่ผ่าน
14ก	15.00	83.33	ผ่าน	14ข	9.00	50.00	ไม่ผ่าน
15ก	14.00	77.78	ผ่าน	15ข	8.00	44.44	ไม่ผ่าน
16ก	9.00	50.00	ไม่ผ่าน	16ข	10.00	55.56	ไม่ผ่าน
17ก	9.00	50.00	ไม่ผ่าน	17ข	16.00	88.89	ผ่าน
18ก	10.00	55.56	ไม่ผ่าน	18ข	13.00	72.22	ผ่าน
19ก	10.00	55.56	ไม่ผ่าน	19ข	14.00	77.78	ผ่าน

จากตารางที่ 4 แสดงจำนวนนักเรียนที่เข้ารับการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มีทั้งสิ้น 38 คน ผลการทดสอบ พบว่านักเรียนจำนวน 24 คนซึ่งคิดเป็นร้อยละ 63.16 ของนักเรียนทั้งหมด 38 คน ที่เข้ารับการทดสอบ มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ต่ำกว่าร้อยละ 70 ดังนั้น กลุ่มเป้าหมายที่ต้องได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นนักเรียนในชั้นเรียนนี้จำนวน 24 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เนื้อหาที่อ้างอิงจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และหนังสือฟิสิกส์ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยการเรียนรู้โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

งานวิจัยนี้เริ่มดำเนินการสังเกตชั้นเรียนในภาคเรียนที่ 1/2567 และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยในภาคเรียนที่ 2/2567 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 1 ปีการศึกษาและใช้เวลาเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยตามแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง โมเมนตัม และการชน จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง

วงรอบที่	แผนฯ ที่	สาระการเรียนรู้	เวลา(ชั่วโมง)/ แผน	เวลา(ชั่วโมง)/ วงรอบ
1	1	โมเมนตัม	2	4
	2	แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	2	
2	3	การดล	2	4
	4	กฎทรงโมเมนตัม	2	
3	5	การชนในหนึ่งมิติ	2	4
	6	การชนในสองมิติ	2	

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ แบบอัตนัยจำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ ใช้ในการทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แล้วในแต่ละวงรอบ
3. แบบบันทึกหลังสอนและใบกิจกรรมกลุ่มของนักเรียนของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แล้วในแต่ละวงรอบ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง โโมเมนตัมและการชน แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง 2560) ศึกษาสาระ และมาตรฐาน/ตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 ศึกษาหลักสูตรในรายวิชาฟิสิกส์ ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรในรายวิชาฟิสิกส์ 1 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม)

1.3 ศึกษาค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันและศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนและออกแบบแผนการจัดการการเรียนรู้

1.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน (ดังตาราง 5)

ตาราง 5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา สาระการเรียนรู้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

วกรอบ ที่	แผนที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์	ชั่วโมง
1	11	โมเมนตัม	โมเมนตัม คือ ผลคูณระหว่างระหว่างมวล (m) และความเร็วของวัตถุ(v) ซึ่งเป็นปริมาณหนึ่งที่บอกสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุตั้งสมการ $\vec{p} = m\vec{v}$	1.นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างมวลและความเร็ว เรียกว่าโมเมนตัม (K) 2.นักเรียนสามารถคำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุ เรียกว่า โมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ได้ (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)	2
	2	แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม	เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัม ของวัตถุเปลี่ยนไป โดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ ตั้งสมการ $\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$	1.นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุใดๆจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม นั้น (K) 2.นักเรียนสามารถคำนวณแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไปได้ (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน (A)	2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์	ชั่วโมง
2	3	การดลและ แรงดล	การดล (I) คือการ เปลี่ยนแปลง โมเมนตัม เป็น ปริมาณเวกเตอร์ มี หน่วยเป็น kg.m/s หรือ N.S แรงดล คือ แรงดล วัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วต้น ถูกแรง F มากระทำใน $I = \vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{u}$ หน่วยเป็นนิวตัน ดัง สมการ	1.นักเรียนสามารถอธิบายการดล และแรงดลจากการเปลี่ยนแปลง โมเมนตัมของวัตถุได้ (K) 2.นักเรียนสามารถคำนวณแรง ลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆเรียกว่าแรงดล โดยผลคูณของ แรงดลกับเวลา เรียกว่า การดล (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายในชั้นเรียน (A)	2
	4	กฎทรง โมเมนตัม	การชนกันของวัตถุ และการดีดตัวออก จากกันของวัตถุใน หนึ่งมิติ เมื่อไม่มีแรง ภายนอกมากระทำ โมเมนตัมของระบบมี ค่าคงตัวซึ่งเป็นไป ตาม กฎการทรง โมเมนตัม เขียนแทน ได้ด้วยสมการ $p_i =$ p_f โดย p_i เป็นผลรวม โมเมนตัมของระบบ ก่อนชนและ p_f เป็น	1.นักเรียนสามารถอธิบายกฎการ ทรงโมเมนตัมได้ (A) 2.นักเรียนสามารถคำนวณ ปริมาณที่เกี่ยวข้องสำหรับกฎ การทรงโมเมนตัมได้ (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายในชั้นเรียน (A)	2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์	ชั่วโมง
			ผลรวมโมเมนตัม ของระบบหลังชน		
3	5	การชนใน 1 มิติ	การชนใน 1 มิติ คือ การชนที่แนวการ เคลื่อนที่ของวัตถุทั้ง สองจะอยู่ในแนว เส้นตรงเดียวกัน การ ชนใน 1 มิติ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้ 1.การชนแบบ การ ชนแบบไม่สูญเสีย พลังงานจลน์เลย 2.การชนแบบไม่ ยืดหยุ่น คือ การชน แบบสูญเสียพลังงาน จลน์ไปบางส่วน 3.การชนแบบไม่ ยืดหยุ่นโดยสมบูรณ์ คือ การชนแบบ สูญเสียพลังงานจลน์ ไปมากที่สุดวัตถุจะ ติดกัน	1.นักเรียนสามารถอธิบายบอก ความหมาย ลักษณะและ ประเภทของการชนใน 1 มิติได้ (K) 2. นักเรียนสามารถคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชน ของวัตถุในหนึ่งมิติทั้งแบบ ยืดหยุ่นและไม่ยืดหยุ่น กรณีไม่มี แรงเสียดทานได้(P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายในชั้นเรียน (A)	2
	6	การชนใน 2 มิติ	การชนใน 2 มิติ คือ การชนกันของวัตถุ โดยที่วัตถุก่อนชน และหลังการชนไม่ได้ อยู่ในแนวเส้นตรง เดียวกัน	1.นักเรียนสามารถอธิบายบอก ความหมาย ลักษณะและ ประเภทของการชนใน 2 มิติได้ (K) 2. นักเรียนสามารถคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชน	2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

วงรอบ ที่	แผนที่	สาระการ เรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์	ชั่วโมง
			1.การชนแบบ ยืดหยุ่น เป็นการชนที่ หลังการชนวัตถุทั้ง สองจะแยกออกจาก กันเป็นมุม 90° 2.การชนแบบไม่ ยืดหยุ่น หลังการชน วัตถุจะติดกันไป แนว ทำมุม θ ต่อกัน	ใน 2 มิติทั้งแบบยืดหยุ่นและไม่ ยืดหยุ่น กรณีไม่มีแรงเสียดทาน ได้ (P) 3. นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายในชั้นเรียน (A)	

1.5 ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยผู้วิจัยได้เลือกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานของ ดร.วิริยะ ฤชชัยพานิชย์ และอาจารย์ กิจวัฒน์ จันทร์ดี (2558) และกลวิธีเมตาคอกนิชันของตามแนวคิดของ Beyer

1.6 ดำเนินการสร้างแผนการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่อง โมเมนตัมและการชน จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ประกอบไปด้วยผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล

1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบประเมินความเหมาะสมที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้วนั้นไปนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการเขียนแผน

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงเนื้อหาการเรียนการสอนรูปแบบกิจกรรมการสอนความถูกต้องขององค์ประกอบของแผนการเรียนรู้และแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน โดยมีผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1) ผศ.ดร.วิทยา วรพันธุ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวัฒนธรรมหลักสูตรและการเรียนรู้
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ดร.ชัยภัทร พลายบัว การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตำแหน่ง
อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือ
วัด

3) ดร.ฉันทชัย จันทะเสน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวัฒนธรรมหลักสูตรและการเรียนรู้
ตำแหน่ง อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา
และการสอนวิชาฟิสิกส์

4) อาจารย์ธนภุต พิบบุนทด การศึกษามหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำ
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์

5) อาจารย์สุนัย อิ่มอูรัง การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์
ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนวิชา
ฟิสิกส์

1.9 นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่ง
เป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณา
ระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม 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

นำผลการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไป
เปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ยอมรับแผนการจัดการเรียนรู้ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปซึ่งค่าเฉลี่ยจาก
การประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แสดงดังตารางที่ 6
ต่อไปนี้

ตาราง 6 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
1	4.45	มาก
2	4.56	มากที่สุด
3	4.59	มากที่สุด
4	4.43	มาก
5	4.39	มาก
6	4.59	มากที่สุด

การตรวจสอบคุณภาพของแผนการเรียนรู้นำผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน หาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณมาจากแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 อันดับ และพิจารณาระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ บุญชม ศรีสะอาด (Srisa-ard, 2010) พบว่าค่าเฉลี่ยของแผนการเรียนรู้อยู่ในช่วงคะแนน 4.39 – 4.59 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินพบว่าคุณภาพอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

1.10 นำคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในส่วนของสาระการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ควรระบุให้ชัดเจนว่ามวลมากและมวลน้อยอย่างไร เมื่อความเร็วเท่าเดิมและมวลเท่าเดิมความเร็วมากต่างจากความเร็วน้อยอย่างไรระบุให้ชัดเจน และการนำไปใช้ประโยชน์นักเรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างไรบ้าง กลวิธีเมตาคอกนิชันในขั้นนำเสนอ โดยการระบุบทบาทครูของครูให้มีรายละเอียดที่ ชัดเจน เพื่อให้สอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะของการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันของงานวิจัย

1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

2. แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ แบบอัตนัยจำนวน 3 ชุด ชุดละ 3 ข้อ แต่ละชุดมีคะแนนเต็ม 18 คะแนน โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันและเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามแนวทางของกลวิธีเมตาคอกนิชัน

2.2 สร้างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์แบบอัตนัยจำนวน 3 ชุดชุดละ 3 ข้อ โดยพิจารณาและสร้างตามขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน

ขั้นที่ 2 ขั้นกำกับและควบคุม

ขั้นที่ 3 การประเมิน

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนโจทย์ปัญหาแต่ละข้อ ดังนี้

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

ขั้นตอน	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	น้ำหนักคะแนน
1. ขั้นการวางแผน	1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ - ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ หรือระบุผิด - 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 หลักการในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง สมบูรณ์	0 1 2	

ตาราง 7 (ต่อ)

ขั้นตอน	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	น้ำหนักคะแนน
	1.4 การออกแบบขั้นตอน หรือ การวางแผนในการแก้ไข้ปัญหา - ไม่ระบุขั้นตอนในการแก้ไข้ปัญหา - ระบุขั้นตอนในการแก้ไข้ปัญหา แต่ไม่เป็นลำดับชัดเจน - ระบุขั้นตอนในการแก้ไข้ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน	0 1 2	
2. ขั้นกำกับและควบคุม	2.1 การแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบหรือวางแผนเอาไว้ - ไม่แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำ แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบเอาไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	0 1 2	2
3. ขั้นการประเมิน	3.1 การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้ไข้ปัญหา - ไม่มีการเขียนอธิบายหรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้ไข้ปัญหา - เขียนอธิบายหรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้ไข้ปัญหา แต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง - เขียนอธิบายหรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้ไข้ปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง	0 1 2	2
	3.2 การตรวจสอบคำตอบ - ไม่มีการเขียนอธิบาย หรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ - เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ แต่ไม่ชัดเจนและไม่สอดคล้องกับคำตอบที่ถูกต้อง	0 1 2	

ตาราง 7 (ต่อ)

ขั้นตอน	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	น้ำหนักคะแนน
	- เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับคำตอบที่ถูกต้อง		
รวม			6

เกณฑ์คะแนน

นักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบ = ผ่านเกณฑ์

นักเรียนที่ได้คะแนนน้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบ = ไม่ผ่านเกณฑ์

โดยแบบทดสอบแต่ละชุดถูกสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบดังนี้

ตาราง 8 แสดงโจทย์ปัญหาของแบบทดสอบชุดที่ 1 – 3

ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	โจทย์ปัญหา
1	นักเรียนสามารถคำนวณวัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ	1) วัตถุมีมวล 50 kg เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 4 m/s^2 หลังเวลาผ่านไป 4 s จะมีโมเมนตัมเท่าใด
	นักเรียนสามารถคำนวณวัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ	2) ปล่อยลูกเทนนิสมวล 1.0 kg จากจุดซึ่งสูงจากพื้น 20 m ขณะลูกเทนนิสกระทบพื้นจะมีโมเมนตัมเท่าไร
	นักเรียนสามารถคำนวณแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไปโดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ	3) รถยนต์คันหนึ่งมวล 200 Kg กำลังวิ่งไปด้วยความเร็วคงที่ 72 km/hr บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าคนขับบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 4 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด

ตารางที่ 8 แสดงโจทย์ปัญหาของแบบทดสอบชุดที่ 1 – 3 (ต่อ)

ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	โจทย์ปัญหา
2	นักเรียนสามารถคำนวณแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่าแรงตลโดยผลคูณของแรงตลกับเวลา เรียกว่า การตล	1) ขว้างลูกบอล 5 Kg ให้กระทบกำแพงด้วยความเร็ว 20 m/s และลูกบอลสะท้อนออกจากกำแพงด้วยความเร็ว 18 m/s ในทิศตรงข้ามจงหาการตลของแรงที่ลูกบอลกระทำกับกำแพง
	นักเรียนสามารถคำนวณแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในเวลาสั้น ๆ เรียกว่าแรงตลโดยผลคูณของแรงตลกับเวลา เรียกว่า การตล	2) วัตถุมวล 20 กิโลกรัม กำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 3 เมตร/วินาที เมื่อมีแรงมากระทำทำให้วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศตั้งฉากกับแนวเดิมด้วยความเร็ว 4 เมตร/วินาที และเวลาที่แรงกระทำกับวัตถุเป็น $\frac{1}{5}$ วินาทีจงหาขนาดของแรงตล
	นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องสำหรับกฎการทรงโมเมนตัมได้	3) มวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 16 m/s เข้าชนกับมวล 3m ที่หยุดนิ่ง หลังชนพบว่ามวล m กระเด็นกลับด้วยความเร็ว 5 m/s ความเร็วหลังชนของมวล 3m มีขนาดกี่ m/s
3	นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติแบบยืดหยุ่นกรณีไม่มีแรงเสียดทานได้	1) มวล 10 กิโลกรัม และมวล 5 กิโลกรัม วิ่งเข้าหากันและชนกันด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที และ 15 เมตร/วินาที ตามลำดับ หลังการชนมวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดไปด้วยกัน จงหาความเร็วหลังการชนของมวลทั้งสอง
	นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการชนของวัตถุในหนึ่งมิติแบบไม่ยืดหยุ่น กรณีไม่มีแรงเสียดทานได้	2) วัตถุมวล 2 และ 1 กิโลกรัม มีความเร็ว 4 และ 1 เมตร/วินาที วิ่งตามกันในแนวเส้นตรงเดียวกันโดยมวล 1 กิโลกรัมอยู่หน้า จงหาความเร็วหลังชนของมวลทั้งสอง ถ้าชนแบบไม่ยืดหยุ่นสมบูรณ์

ตารางที่ 8 แสดงโจทย์ปัญหาของแบบทดสอบชุดที่ 1 – 3 (ต่อ)

ชุดที่	จุดประสงค์การเรียนรู้	โจทย์ปัญหา
	นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณต่าง ๆ คำนวณการชนใน 2 มิติ ได้กรณีไม่มีแรงเสียดทานได้	3) วัตถุมวล 3 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s ชนมวล m ที่หยุดนิ่งอยู่ ภายหลังการชนทำให้มวล 3 kg และมวล m เบี่ยงเบนไปจากแนวเดิมและทำมุม 90 องศา และมีความเร็วหลังชนเท่ากันคือ 3 m/s มวล m ควรมีค่าเท่าใด

2.3 นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้องของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และความเหมาะสมต่อระดับความสามารถของนักเรียน แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเพื่อประเมินคุณภาพความเหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ความเหมาะสมของโจทย์ปัญหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ โดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) โดยใช้เกณฑ์ความสอดคล้องที่ค่า 0.50 - 1.00 (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) โดยมีผลการพิจารณาดังนี้

ตาราง 9 ผลการประเมินคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

แบบทดสอบชุดที่	โจทย์ปัญหาข้อที่	IOC	ผลการพิจารณา
1	1	1	มีความสอดคล้อง
	2	1	มีความสอดคล้อง
	3	1	มีความสอดคล้อง

ตาราง 9 (ต่อ)

แบบทดสอบชุด ที่	โจทย์ปัญหาข้อที่	IOC	ผลการพิจารณา
2	1	1	มีความสอดคล้อง
	2	1	มีความสอดคล้อง
	3	1	มีความสอดคล้อง
3	1	1	มีความสอดคล้อง
	2	1	มีความสอดคล้อง
	3	1	มีความสอดคล้อง

จากตารางที่ 9 การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความถูกต้องของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และความเหมาะสมต่อระดับความสามารถของนักเรียน แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญพิจารณาเพื่อประเมินคุณภาพความเหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างโจทย์ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีค่าเป็น 1.00 ทุกข้อและพบว่าค่าเฉลี่ยของแผนการเรียนรู้ในช่วงคะแนน 4.40 – 4.60 เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินพบว่าคุณภาพอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากถึงมากที่สุด

2.4 เนื่องจากไม่ได้รับคำแนะนำให้ปรับปรุงหรือแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยจึง จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เพื่อนำไปกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

3. สร้างแบบสัมภาษณ์ ลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างโดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้วิจัยได้รับข้อมูลย้อนกลับ โดยจะสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มเป้าหมายเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละรอบ

3.1 ศึกษาการสร้างแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

3.2 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างโดย มีประเด็นในการสัมภาษณ์ ดังนี้

ตาราง 10 แสดงประเด็นและลักษณะของคำถามที่ใช้ในแบบสัมภาษณ์

ประเด็นในการสัมภาษณ์	ลักษณะของคำถามในการสัมภาษณ์	บันทึกความคิดเห็นของนักเรียน
1.วิธีการจัดการเรียนรู้	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในแต่ละชั้นดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจ ขั้นตอนที่ 2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ ขั้นตอนที่ 3 ค้นคว้าและคิด + กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอ+ กลวิธีเมตาคอกนิชัน ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลของกิจกรรม	
2. สื่อการสอน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับสื่อการสอนที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน	
3. เวลา	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละชั้น	
4. การมีส่วนร่วม	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด	
5. กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาโดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน รวมถึงประสบปัญหาในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละชั้นต่อไปนี้หรือไม่อย่างไร ชั้นที่ 1 ชั้นวางแผน ชั้นที่ 2 ชั้นกำกับและชั้นที่ 3 ชั้นประเมิน	

3.3 นำแบบสัมภาษณ์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาความเหมาะสมของ คำถาม แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างประเด็นคำถามและประเด็นที่ต้องการทราบ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1) ผศ.ดร.วิทยา วรพันธุ์ การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวัฒนธรรมหลักสูตรและการเรียนรู้ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ดร.ชัยภัทร พลายบัว การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาการศึกษาวิทยาศาสตร์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องมือวัด

3) ดร.ฉันทชัย จันทะเสน การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวัฒนธรรมหลักสูตรและการเรียนรู้ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนวิชาฟิสิกส์

4) อาจารย์ธนกฤต พิบบุนทด การศึกษามหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ ตำแหน่ง อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์

5) อาจารย์สุนัย อัมอรัง การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ตำแหน่ง อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนวิชาฟิสิกส์

3.4 ประเด็นที่ต้องการทราบโดยใช้สูตร IOC (Index of item objective congruence) โดยใช้เกณฑ์ความสอดคล้องที่ค่า 0.50 - 1.00 (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) โดยมีผลการพิจารณาดังนี้

ตาราง 11 แสดงผลการพิจารณาคุณภาพของแบบสัมภาษณ์

ประเด็นที่	IOC	ผลการพิจารณาความสอดคล้อง
1	1	มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
2	1	มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
3	1	มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
4	1	มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ
5	1	มีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

จากตารางที่ 11 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามและประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการทราบ โดยมีค่าเป็น 1.00 ทุกข้อคำถาม พบว่าคุณภาพมีความสอดคล้องกับประเด็นที่ต้องการทราบ

3.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้วมาปรับปรุงตามคำแนะนำที่ได้รับ โดยปรับปรุงคำถามให้ครอบคลุมกับประเด็นที่ต้องการทราบมากขึ้นในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันแล้วจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) เพื่อพัฒนาการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ซึ่งดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการ 3 วงจรปฏิบัติการ โดยแต่ละวงจรมีขั้นตอน ดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1) หลังจากสำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยการสังเกตในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/7 ยังมีปัญหาการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบก่อนเรียนแบบทดสอบ อัตนัย 3 ข้อ คะแนนเต็ม 18 คะแนนตาม ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ 1.การวางแผน 2. การดำเนินการ และ 3.ตรวจสอบผล นักเรียนที่มีคะแนนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เพื่อกำหนดกลุ่มเป้าหมายก่อนเริ่มทำการเก็บข้อมูลวิจัย

2) ศึกษาหลักสูตรของกระทรวงศึกษาธิการและหลักสูตรโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม) รายวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่อง โมเมนตัมและการชน วางแผนโดยจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน

3) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ เพื่อนำมาใช้วางแผนการจัดการเรียนรู้และเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาในการวิจัย

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการการเรียนการสอน (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ที่พัฒนาแล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โมเมนตัม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe)

1. นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ทำการทดสอบแบบอัตนัยชุดที่ 1 จำนวน 3 ข้อ
2. จัดบันทึกหลังการสอน โดยผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งที่ส่วนที่ดีและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไขเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้
3. วิเคราะห์คำตอบจากใบกิจกรรมกลุ่มของนักเรียนที่ลงมือทำในชั้นเรียน เพื่อสะท้อนปัญหาในการนำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

ขั้นที่ 4 สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน จากผลแบบทดสอบชุดที่ 1 บันทึกหลังการสอน ใบกิจกรรมกลุ่มแบบทดสอบย่อยและผลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติโดยร่วมสะท้อนผลกับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจร ปฏิบัติการที่ 2 ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลของปัญหาจากผลของแบบทดสอบ แบบสัมภาษณ์ บันทึกหลังการสอน ผลการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนของวงจรปฏิบัติการที่ 1 แล้วนำไปพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition ซึ่งได้พัฒนาจากจุดบกพร่องของวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยร่วมสะท้อนผลกับอาจารย์ที่ปรึกษา

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการการเรียนการสอน (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition ซึ่งพัฒนาแล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การดล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กฎทรงโมเมนตัม

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe)

1. นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ทำการทดสอบแบบอัตนัย ชุดที่ 2 จำนวน 3 ข้อ
2. จัดบันทึกหลังการสอน โดยผู้วิจัยบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้งที่ส่วนที่ดีและส่วนที่ควรปรับปรุงแก้ไขเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้
3. วิเคราะห์คำตอบจากใบกิจกรรมกลุ่มของนักเรียนที่ลงมือทำในชั้นเรียน เพื่อสะท้อนปัญหาในการนำกลวิธีเมตาคognition ไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยประเมินผลจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ผลจากแบบทดสอบชุดที่ 2 บันทึกหลังการสอน ใบกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อย ผลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาและผลการปฏิบัติโดยร่วมสะท้อนผลกับอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

วงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

หลังจากสะท้อนผลการปฏิบัติจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 นำมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการการเรียนการสอน (Act)

นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition ขั้นที่ปรับปรุงจากการสะท้อนผลจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยแผนที่สร้างในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การชนใน 1 มิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การชนใน 2 มิติ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observe)

นำแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ทำการทดสอบแบบอัตนัยชุดที่ 3 จำนวน 3 ข้อ

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

นำข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการสอน ใบกิจกรรมกลุ่มแบบทดสอบย่อยและผลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียนและแบบทดสอบปัญหาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ รวบรวมข้อมูลจากทั้ง 3 วงปฏิบัติการ ทำการอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ข้อมูลเชิงปริมาณ รวบรวมข้อมูลแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ซึ่งวิเคราะห์โดยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

2. ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการสอน ผลจากการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของนักเรียน และใบกิจกรรมกลุ่ม แบบทดสอบย่อยของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition มาวิเคราะห์ ตีความและสรุปในรูปของการบรรยาย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

- 1) ดัชนีความสอดคล้อง IOC (The Index of Item Congruence) การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อความ และจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ โดยใช้สูตร IOC แล้วหาค่าเฉลี่ยดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. สถิติพื้นฐาน

1) ร้อยละ (Percentage)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่หรือจำนวนข้อมูลที่ต้องการหาร้อยละ

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2) ค่าเฉลี่ย (Mean)

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดของกลุ่ม

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

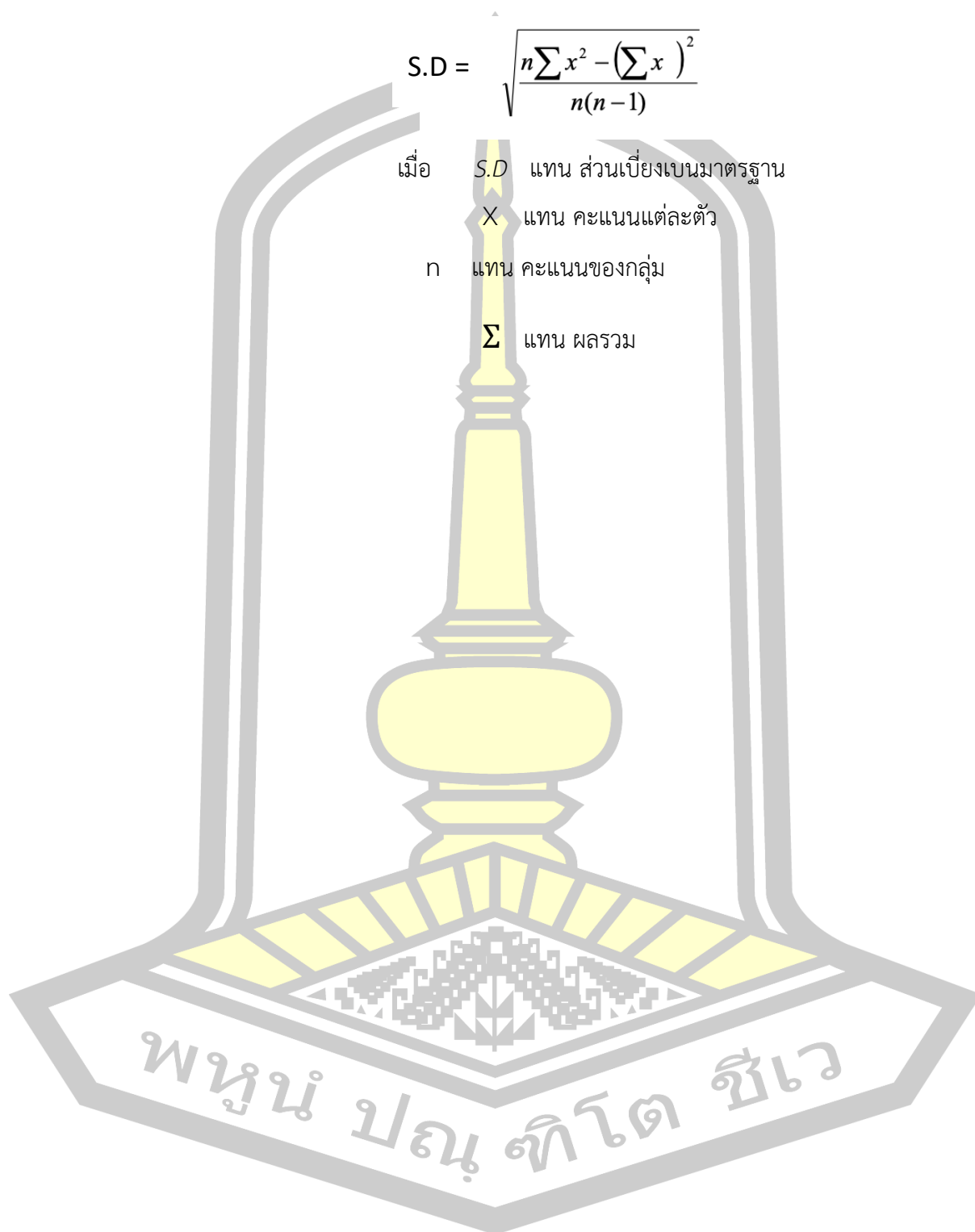
$$S.D = \sqrt{\frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ $S.D$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน คะแนนของกลุ่ม

Σ แทน ผลรวม



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของ คะแนนเต็ม ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในแต่ละวงจรปฏิบัติการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากที่ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายหลังจากที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ในวงวงจรปฏิบัติการที่ 1 - 3 โดยใช้ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน แบบ อัตนัยแต่ละชุดมีโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จำนวน 3 ข้อ และมีคะแนนเต็มชุดละ 18 คะแนนทั้งหมด 3

ชุด เมื่อผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ มาเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม พบว่ามี
รายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 12 คะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน
กลุ่มเป้าหมาย ในวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

เลขที่	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน
1ก	12.50	69.44	×	13.50	75.00	✓	17.00	94.44	✓
2ก	11.75	65.28	×	12.75	70.83	✓	14.50	80.56	✓
3ก*	12.75	70.83	✓	13.50	75.00	✓	14.00	77.78	✓
7ก	9.75	54.17	×	11.25	62.50	×	14.75	81.94	✓
8ก	10.00	55.56	×	13.00	72.22	✓	14.50	80.56	✓
10ก*	13.50	75.00	✓	14.50	80.56	✓	15.00	83.33	✓
11ก*	13.50	75.00	✓	13.50	75.00	✓	15.50	86.11	✓
12ก	10.00	55.56	×	13.75	76.39	✓	14.00	77.78	✓
13ก	8.75	48.61	×	14.75	81.94	✓	15.75	87.50	✓
16ก*	14.50	80.56	✓	15.50	86.11	✓	18.00	100	✓
17ก	9.00	50.00	×	12.00	66.67	×	15.00	83.33	✓
18ก	10.50	58.33	×	12.50	69.44	×	15.50	86.11	✓
19ก	11.50	63.89	×	14.50	80.56	✓	16.00	88.89	✓
3ข*	14.00	77.78	✓	15.00	83.33	✓	16.50	91.67	✓
4ข	10.25	56.94	×	13.75	76.39	✓	15.00	83.33	✓
6ข	10.00	55.56	×	12.00	66.67	×	15.00	83.33	✓
8ข	11.25	62.50	×	12.75	70.83	✓	15.50	86.11	✓
9ข*	13.75	76.39	✓	15.75	87.50	✓	16.00	88.89	✓
11ข	11.50	63.89	×	13.50	75.00	✓	16.50	91.67	✓
12ข*	13.50	75.00	✓	14.50	80.56	✓	15.00	83.33	✓
13ข	10.50	58.33	×	11.50	63.89	×	15.50	86.11	✓
14ข	12.00	66.67	×	14.50	80.56	✓	15.50	86.11	✓

ตารางที่ 12 (ต่อ)

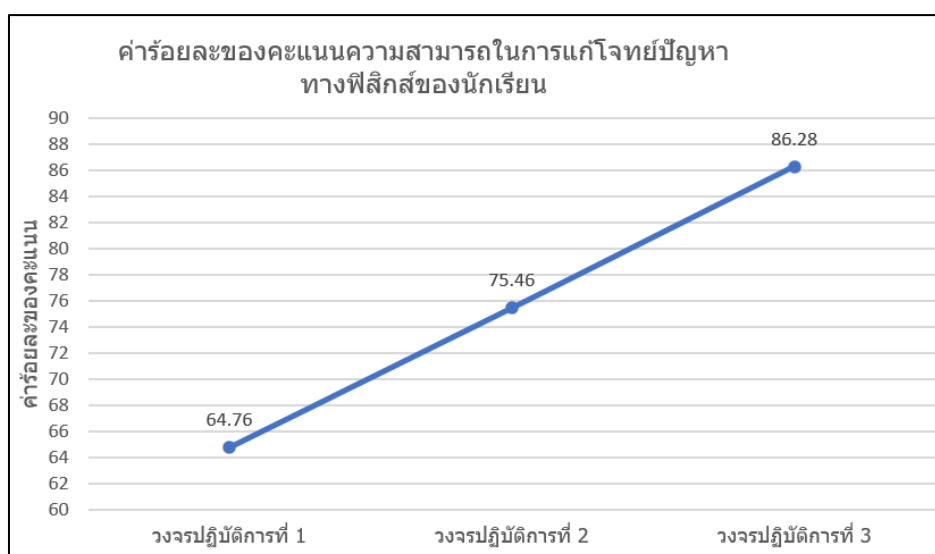
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3		
	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน	คะแนน (18)	ร้อยละ	ผลการ ประเมิน
15ข	11.50	63.89	×	12.75	70.83	✓	14.75	81.94	✓
16ข*	13.50	75.00	✓	15.00	83.33	✓	18.00	100.00	✓
เฉลี่ย	11.66	64.76	-	13.58	75.46	-	15.53	85.82	-
S.D.	1.66	9.20	-	1.22	6.76	-	1.04	5.80	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	8 (33.33%)		-	19 (79.17%)		-	24 (100%)		-

หมายเหตุ * หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

✓ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

×

จากตารางที่ 12 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีลิกส์ที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีลิกส์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 11.66 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.76 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 13.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.46 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวน นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 79.17 ของนักเรียนทั้งหมดใน กลุ่มเป้าหมาย และในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 15.53 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.82 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นจำนวน 24 คน คิดเป็น ร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย จากข้อมูลความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ของกลุ่มเป้าหมายสามารถแสดงในภาพประกอบที่ 1 ดังนี้



ภาพประกอบ 1 ค่าร้อยละคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

จากภาพประกอบที่ 1 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนในแต่ละวงจรรูปปฏิบัติการมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียน

กลุ่มเป้าหมายในแต่ละวงรอบการวิจัย

วงจรรูปปฏิบัติการที่ 1

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ในวงรอบที่ 1 ซึ่งประกอบไปด้วย 2 แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ 1 กรอบเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 คือ โมเมนตัมใช้เวลาดำเนินการ 2 ชั่วโมงและกรอบเนื้อหาของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 คือ แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ จำนวน 2 ชั่วโมง เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1 ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่สร้างขึ้นตามกลวิธีเมตาคอกนิชันชุดที่ 1 จำนวน 3 ข้อ แบบทดสอบมีคะแนนเต็ม 18 คะแนน ผลการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้ง 24 คน มีรายละเอียดดังนี้

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์วงจรปฏิบัติการที่ 1

เลขที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม(18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
1ก	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	3.50	58.33	×	12.50	69.44	×
2ก	4.75	79.17	✓	4.00	66.67	×	3.00	50.00	×	11.75	65.28	×
3ก*	4.25	70.83	✓	5.00	83.33	✓	3.50	58.33	×	12.75	70.83	✓
7ก	3.75	62.50	×	3.00	50.00	×	3.00	50.00	×	9.75	54.17	×
8ก	2.50	41.67	×	4.00	66.67	×	3.50	58.33	×	10.00	55.56	×
10ก*	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	13.50	75.00	✓
11ก*	4.00	66.67	×	6.00	100.00	✓	3.50	58.33	×	13.50	75.00	✓
12ก	3.00	50.00	×	4.00	66.67	×	3.00	50.00	×	10.00	55.56	×
13ก	3.25	54.17	×	3.00	50.00	×	2.50	41.67	×	8.75	48.61	×
16ก*	5.00	83.33	✓	6.00	100.00	✓	3.50	58.33	×	14.50	80.56	✓
17ก	3.50	58.33	×	3.00	50.00	×	2.50	41.67	×	9.00	50.00	×
18ก	3.50	58.33	×	4.00	66.67	×	3.00	50.00	×	10.50	58.33	×
19ก	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	2.50	41.67	×	11.50	63.89	×
3ข*	4.00	66.67	×	6.00	100.00	✓	4.00	66.67	×	14.00	77.78	✓
4ข	3.25	54.17	×	4.00	66.67	×	3.00	50.00	×	10.25	56.94	×
6ข	4.00	66.67	×	3.00	50.00	×	3.00	50.00	×	10.00	55.56	×
8ข	3.75	62.50	×	4.00	66.67	×	3.50	58.33	×	11.25	62.50	×
9ข*	4.25	70.83	✓	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	13.75	76.39	✓
11ข	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	2.50	41.67	×	11.50	63.89	×
12ข*	4.50	75.00	✓	5.00	83.33	✓	4.00	66.67	×	13.50	75.00	✓
13ข	3.50	58.33	×	4.00	66.67	×	3.00	50.00	×	10.50	58.33	×
14ข	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	3.00	50.00	×	12.00	66.67	×
15ข	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	2.50	41.67	×	11.50	63.89	×

ตาราง 13 (ต่อ)

	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม(18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
16ข*	4.50	75.00	√	5.00	83.33	√	4.00	66.67	×	13.50	75.00	√
เฉลี่ย	3.89	64.76	-	4.50	75.00	-	3.27	54.51	-	11.66	64.76	-
S.D.	0.54	9.08	-	0.91	15.21	-	0.59	9.91	-	1.66	9.20	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)	6			-			13			2		
										-		
										8		

หมายเหตุ * หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

√ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

×

จากตารางที่ 13 พบว่าหลังจากที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงรอบที่ 1 แล้ว นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 11.66 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบ มีทั้งสิ้น 8 คน จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 24 คน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถเรียงลำดับขั้นตอนที่มีคะแนนเฉลี่ยจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ลำดับ 1 ขั้นวางแผน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.89 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.76 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 2 ขั้นกำกับและควบคุม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 3 ขั้นประเมิน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 3.27 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 54.51 ของคะแนนเต็ม ในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นี้ผู้วิจัยได้สังเกตชั้นเรียนและสามารถรวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้และระหว่างที่นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อยที่ได้รับมอบหมายเพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ดังนี้

ตาราง 14 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้	บันทึกหลังสอน
1.โมเมนตัม	นักเรียนให้ความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็นในชั้นกระตุ้นความสนใจ นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมกลุ่มที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน โดยรวมนักเรียนให้ความร่วมมือดีและกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อน ในกลุ่มในชั้นตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานกว่ากำหนด นักเรียนบางกลุ่มยังคงไม่เข้าใจแต่ละขั้นตอนวางแผนการแก้ปัญหาจะต้องทำอะไร แต่พบว่านักเรียนในแต่ละกลุ่มสามารถทำขั้นกำกับและควบคุมได้ นักเรียนส่วนใหญ่ในแต่ละกลุ่มยังไม่เข้าใจและยังทำไม่ได้คือขั้นประเมินทำให้มีนักเรียนยกมือถาม เดินเข้ามาถามครู และเพื่อช่วยในการตรวจสอบคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้รับมอบหมายแบบทดสอบย่อยให้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาในชั้นการประเมินผลของกิจกรรม โดยภาพรวมนักเรียนให้ความร่วมมือในการทำใบงานที่ได้รับแต่ นักเรียนส่วนใหญ่ทำขั้นวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหายังไม่เป็นลำดับขั้นตอน แต่มีนักเรียนบางคนที่ทำขั้นวางแผนการแก้ปัญหาได้ นักเรียนก็จะแสดงวิธีทำในชั้นกำกับและควบคุมได้ ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบนักเรียนหลายคนยังไม่เข้าใจและยังทำไม่ได้คือขั้นประเมินไม่ถูกต้อง
2.แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม	โดยรวมนักเรียนให้ความร่วมมือดีระหว่างทำกิจกรรมในชั้นเรียน ซึ่งเป็นแผนที่ท้าทายนักเรียนเพื่อระดมความคิดนักเรียนในแต่ละกลุ่มตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมาย บรรยายภาคในชั้นเรียนค่อนข้างสนุกสนาน จากการสังเกตนักเรียนแบ่งหน้าที่กันชัดเจน ส่วนหนึ่งออกแบบ ส่วนหนึ่งสร้างสิ่งประดิษฐ์และบางส่วนค้นคว้าทฤษฎีเพื่อนำมาสนับสนุนชิ้นงานของกลุ่มตัวเอง แต่เวลาค่อนข้างจำกัดเนื่องจากนักเรียนเข้ามาเรียนช้ากว่าเวลา10นาทีแต่ในใบกิจกรรมการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์นักเรียนบางกลุ่มยังวางแผนไม่เป็นลำดับขั้นตอนทั้งหมดแต่มีการเขียนอธิบายดีขึ้นจากครั้งแรก แต่ส่วนใหญ่ทำขั้นการประเมินไม่ได้แต่พยายามยกมือถามครู เมื่อนักเรียนแต่ละคนได้รับมอบหมายแบบทดสอบย่อยให้ฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในชั้นการประเมินผลของกิจกรรมด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันพบว่านักเรียนในแต่ละกลุ่มสามารถทำขั้นกำกับและควบคุมได้ นักเรียนส่วนใหญ่ยังทำไม่ได้คือขั้นวางแผนและขั้นประเมินแต่มีการเขียนอธิบายเพิ่มเติมซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีในการวิจัย

จากข้อมูลการสังเกตชั้นเรียนในทั้ง 2 ครั้งที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวงรอบที่ 1 นักเรียนที่มีความกระตือรือร้นและกล้าถามครูเมื่อมีข้อสงสัยในขณะทำกิจกรรมนั้น ช่วยส่งเสริมพัฒนาการในด้านทักษะการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนได้อย่างดี นอกจากนี้การสร้างบรรยากาศที่เปิดกว้างให้นักเรียนสามารถถามคำถามและแสดงความคิดเห็นโดยไม่กลัวจะถูกตำหนิหรือวิพากษ์วิจารณ์ยังเป็นสิ่งสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะทางการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนด้วย น่าสนใจที่เห็นนักเรียนมีความกระตือรือร้นและกล้าถามในการเรียนการสอน เพราะช่วยสร้างพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ที่เข้มข้นและมีความสุขให้กับทุกคนในชั้นเรียน

พบว่าส่วนใหญ่่นักเรียนทำชิ้นกำกับและควบคุมได้ เนื่องจากนักเรียนสาธิตมีทักษะการทำโจทย์ค่อนข้างดีจึงสามารถทำชิ้นนี้ได้ดี แต่ส่วนใหญ่ที่พบในชั้นเรียนนักเรียนยังวางแผนการแก้ปัญหาโจทย์ยังไม่เป็นลำดับขั้นตอนและสูตรที่ใช้ ยังระบุไม่ครบทุกสูตรจึงส่งผลต่อการแผน แต่ปัญหาส่วนใหญ่ที่พบในชั้นเรียนการประเมินในช่องตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เพราะยังไม่เข้าใจว่าต้องทำอะไร รวมไปถึงขั้นตอนคำตอบแต่นักเรียนหลายคนยกมือถามคุณครูและเดินเข้ามาถามหน้าห้อง

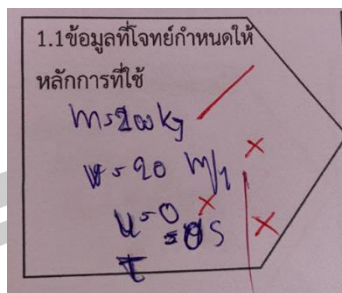
ผู้วิจัยได้รวบรวมงานของนักเรียนที่ได้ลงมือทำในชั้นเรียน แล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในแต่ละชั้นพบลักษณะของคำตอบที่ทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. ชิ้นวางแผน

1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

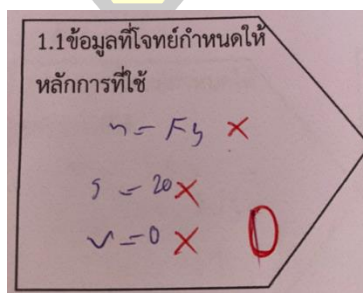
โจทย์ : รถยนต์คันหนึ่งมวล 200 Kg กำลังวิ่งไปด้วยความเร็วคงที่ 72 km/hr บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าคนขับบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 4 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด

1.1.1 นักเรียนระบุค่าตัวแปรที่กำหนดมาให้ผิด นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น



ภาพประกอบ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 1

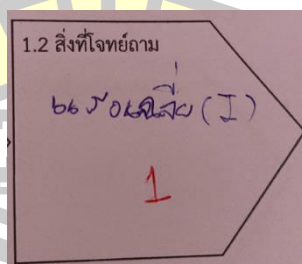
1.1.2 นักเรียนระบุค่าตัวแปรที่กำหนดมาให้ผิด นักเรียนจะได้ 0 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 2

1.2 การระบุคำถามของโจทย์ ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.2.1 นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ตัวแปรที่เป็นคำถามของโจทย์ผิด นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 3

1.2.2 นักเรียนเขียนสิ่งที่โจทย์ถามผิด นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

1.2 สิ่งที่เกี่ยวข้อง

$$I = \Delta P \quad (1)$$

ภาพประกอบ 5 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 4

1.3 การระบุสูตร ลักษณะของคำตอบที่พบ คือ นักเรียนเขียนสูตรไม่ครบในกรณีนี้นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$F = mv - mu \quad (+) \quad (1)$$

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 5

1.4 การวางแผนขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.4.1 นักเรียนไม่เขียนอธิบายขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ในกรณีนี้นักเรียนจะได้ 0 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้

1.4.2 นักเรียนเขียนนอกแบบขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

$u \text{ km/hr} \rightarrow \text{m/s}$

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t} \quad (1)$$

ภาพประกอบ 7 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 6

จากลักษณะคำตอบข้างต้นในชั้นวางแผนพบว่าในกลุ่มที่มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ทั้งหมดและยังไม่ถูกต้อง บางส่วนจำสูตรไม่ได้ส่งผลอย่างมากกับการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหา บางส่วนไม่เขียนลงในกรอบเพราะยังไม่เข้าใจในส่วนนั้นๆ

2. ขั้นกำกับและควบคุม ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

2.1 นักเรียนที่ระบุค่าตัวแปรผิดในชั้นวางแผน จะแทนค่าตัวแปรในสูตรผิดและ คำนวณได้คำตอบผิด นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

$$v = u + at \quad (10) \quad (20)$$

$$\sqrt{v} = \sqrt{500}$$

$$v = 22.36 \text{ m/s}$$

$$P = (200)$$

$$P = 20 \text{ Kg. m/s}$$

①

ภาพประกอบ 8 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 7

2.2 นักเรียนเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าตัวแปรในสูตรถูกต้องแต่คำนวณคำตอบผิด นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

$$P = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mv - mu}{\Delta t}$$

$$= \frac{1000(10) - 0}{10} = 1000 \text{ N}$$

$F = 1000 \text{ N}$
ความดัน

ภาพประกอบ 9 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 8

จากลักษณะคำตอบข้างต้นที่ในขั้นกำกับและควบคุม พบว่าเมื่อนักเรียนลงมือแก้โจทย์ปัญหาในขั้นกำกับและควบคุม มีนักเรียนบางคนแทนค่าตัวแปรในสูตรผิดเป็นผลมาจากการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาผิดจึงทำให้ระบุค่าตัวแปรผิดในชั้นการวางแผน ส่วนหนึ่งที่ทำให้นักเรียนแทนค่าตัวแปรผิดเนื่องจากนักเรียนไม่เขียนหน่วยตอนแทนค่าในสูตร จึงส่งผลให้คำนวณได้คำตอบที่ผิด หรือนักเรียนบางส่วนสามารถแทนค่าตัวแปรได้แต่ทำการคำนวณตัวเลขทางคณิตศาสตร์ผิด

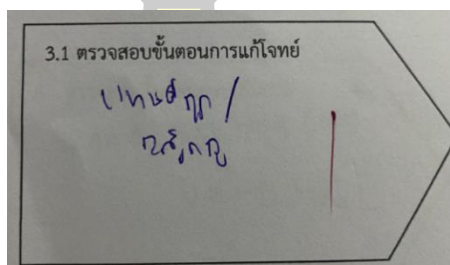
3. ชั้นประเมิน

3.1 การตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

3.1.1 นักเรียนไม่เขียนอธิบายการตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา นักเรียนจะได้ 0 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้

3.1.2 นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่สอดคล้องกับขั้นตอนที่นักเรียนทำนักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้

3.1.3 นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ชัดเจน นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น

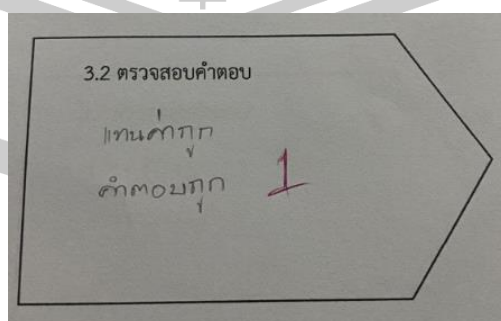


ภาพประกอบ 10 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 9

3.2 การตรวจสอบคำตอบ ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

3.2.1 นักเรียนเขียนแสดงการคำนวณเพื่อหาคำตอบซ้ำเดิมกับในขั้นกำกับและควบคุม เพื่อยืนยันว่าได้คำนวณคำตอบถูกต้องแล้ว จะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน

3.2.2 นักเรียนเขียนคำตอบไม่ชัดเจน ไม่แสดงการตรวจสอบคำตอบ จะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ เช่น



ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 10

3.2.3 นักเรียนเขียนแสดงการคำนวณเพื่อหาคำตอบแต่คำนวณผิดและไม่อธิบายที่ชัดเจน กรณีนี้นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน เช่น

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

$$\frac{-1000 \cdot 200(๗) - 200(๗)}{4}$$

$$\frac{-200000}{4} = -50000$$

$$\frac{-1400}{4} = -350$$

๔

ภาพประกอบ 12 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 11

จากลักษณะของคำตอบที่นักเรียนในชั้นประเมิน พบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จึงทำให้นักเรียนบางส่วนไม่เขียนคำตอบในส่วนนี้และบางส่วนเขียนไม่ชัดเจนว่าได้ตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไรก็ตามในส่วนการตรวจสอบคำตอบพบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจการตรวจสอบคำตอบจึงไม่สามารถแสดงการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องและชัดเจนได้

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากชิ้นงานในแต่ละชั้น พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาการเขียนออกแบบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนวางแผนและการอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์รวมถึงการตรวจสอบคำตอบในชั้นประเมิน

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงปฏิบัติการที่ 1 สิ้นสุด ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มสัมภาษณ์นักเรียน จากกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 3 คน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการสะท้อนปัญหาที่ควรแก้ไขปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในวงปฏิบัติการที่ 2 ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

- 1.ด้านการจัดการเรียนรู้

- 1.1 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมกลุ่มในชั้นเรียนและยังไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการเรียนที่มีหลายขั้นตอนดังจะเห็นจากแนวการตอบนี้

“...ชอบการเรียนรู้แบบกลุ่มทำให้ได้ระดมความคิดเป็นกิจกรรมท้าทายหลังจากประดิษฐ์ชิ้นงานเสร็จ แต่ยังไม่เข้าใจทุกขั้นตอนในขณะที่ทำการแก้โจทย์ปัญหา...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

1.2 นักเรียนมีความเห็นว่ายังไม่คุ้นเคยต่อการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับ เนื่องจากมีขั้นตอนเยอะกว่าการเรียนรู้ในห้องปกติ

“...เป็นการเรียนรู้ที่มีหลายขั้นตอน ทำให้บางขั้นตอนมีเวลาจำกัดทำไม่ทันไม่คุ้นชิน...”

(นักเรียนคนที่ 4ข, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

2. ด้านการใช้สื่อการสอน

ความเหมาะสมของสื่อการสอนที่ผู้วิจัยจัดเตรียมให้ทั้งอุปกรณ์ในการจัดทำกิจกรรม ใบกิจกรรม แบบทดสอบย่อย นักเรียนได้สะท้อนว่ามีความเหมาะสมกับเนื้อหาแล้ว ดังจะเห็นจากแนวการตอบ ดังนี้

“...อาจารย์มีสไลด์สอนเพื่อแสดงวิธีและหลักการ รูปแบบของกิจกรรมกลุ่มเพื่อเป็นแนวทางในการทำกิจกรรมกลุ่ม ทำให้เข้าใจง่ายในตอนที่ยังมือทำ...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

“...สื่อการสอนของอาจารย์เหมาะสม เข้าใจง่าย...”

(นักเรียนคนที่ 4ข, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

3. ข้อจำกัดของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

นักเรียนจึงทำกิจกรรมในบางขั้นไม่ทัน ดังจะเห็นจากแนวการตอบต่อไปนี้

“...มีเวลาจำกัดในตอนระดมความคิดกิจกรรม ทำให้ตอนแก้โจทย์ปัญหาไม่ทันไม่คุ้นเคยกับรูปแบบ...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

“...มีเวลาน้อยในตอนแก้โจทย์ปัญหา ทำแบบทดสอบย่อยไม่ทันบางข้อก็มั่วครับ...”

(นักเรียนคนที่ 4ข, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

4. การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

สำหรับการทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนได้สะท้อนว่าตนเองได้มีส่วนช่วยเหลือให้กิจกรรมกลุ่มของตนเอง แนวคำตอบดังต่อไปนี้

“...กิจกรรมกลุ่มสนุกมากครับ อาจารย์มีเกมแทรกมาให้คิดระหว่างทำกิจกรรมด้วยครับ กลุ่มผมแบ่งหน้าที่กันชัดเจนดีครับ...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

“...กลุ่มหนูช่วยกันทำงานทุกคนเลยคะ แบ่งหน้าที่กันครบทุกคน กิจกรรมสนุกมากๆคะ ...”

(นักเรียนคนที่ 11ก, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

5. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

5.1 การไม่คุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่มีหลายขั้นตอน นักเรียนได้สะท้อนว่ากลวิธีที่ครูกำหนดให้มีขั้นตอนเยอะกว่าปกติที่เคยเรียน ปกตินักเรียนคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยการเขียนตัวแปรจากโจทย์แล้วแสดงวิธีคำนวณหาคำตอบ ดังจะเห็นจากแนวคำตอบนี้

“...มีขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาหลายขั้นมากครับ ผมรู้สึกว่ายาวขึ้นผมไม่ทราบว่าจะเขียนยังไง ปกติผมรู้ตัวแปรรู้สูตรผมแทนคำตอบเลย ผมไม่เข้าใจขึ้นตรวจสอบคำตอบแต่ผมก็ยกมือถามอาจารย์ว่าทำอะไร...”

(นักเรียนคนที่ 1ก, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

5.2 ปัญหาที่พบในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนได้สะท้อนว่ายังไม่เข้าใจและจำไม่ได้ว่าการแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละขั้นจะต้องทำอะไร โดยเฉพาะขั้นวางแผนและขั้นประเมิน

“...หนูยังไม่คุ้นเคยกับการแก้โจทย์ในขั้นวางแผน กับตอนตรวจสอบหลังจากที่แสดงวิธีทำ ที่ผมยังไม่เข้าใจและทำไม่ได้...”

(นักเรียนคนที่ 11ก, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

เมื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการสอน ใบกิจกรรมกลุ่ม แบบทดสอบย่อย การสัมภาษณ์และรวมถึงคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของ

นักเรียนกลุ่มเป้าหมายใน วงจรปฏิบัติการที่ 1 สามารถสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามความมุ่งหมายได้ดังนี้

ตาราง 15 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับวิธีการจัดการเรียนการสอนและกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ใช้ทำให้บางส่วนยังไม่ทราบวิธีการทำ	อธิบายขั้นตอนก่อนทำกิจกรรมและยกตัวอย่างในขั้นตอนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจอย่างช้าๆและละเอียดมากที่สุด
นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดที่เกี่ยวข้องไม่สอดคล้องกับคำถามที่ได้รับ	อธิบายหลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องนั้นๆและกระตุ้นให้นักเรียนการแสดงออก ถ้าไม่เข้าใจแนวคิดวิธีการสามารถยกมือถามครูได้
นักเรียนยังเกิดความสับสนในการอธิบายและระบุคำสำคัญในขั้นวางแผน	อธิบายขั้นตอนที่นักเรียนไม่เข้าใจ อย่างช้าๆและละเอียดมากที่สุดและทวนซ้ำย้ำในคำและคีย์เวิร์ดที่สำคัญเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียนในการวางแผน พร้อมทั้งให้นักเรียนใส่หน่วยทุกครั้งที่ระบุตัวแปร
นักเรียนไม่แสดงวิธีคำนวณหรือมีการคำนวณที่ไม่ถูกต้อง	อธิบายและชี้แจงให้นักเรียนเกิดความตระหนัก ถึงความสำคัญในการแสดงวิธีการในการคำนวณที่ถูกต้อง
นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบคำตอบไม่สอดคล้องกับโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์	อธิบายขั้นตอนในการทบทวนคำตอบอย่างละเอียดและชี้แจงให้นักเรียนเห็นถึง ความสำคัญของขั้นตอนการทบทวนคำตอบเพื่อแสดงให้เห็นถึงที่มาของคำตอบได้ถูกต้อง

พูน ปณ ทิโต ชีเว

วงจรปฏิบัติการที่ 2

การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 การดลและแรงดล แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กฎทรงโมเมนตัม โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสะท้อนปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับปรุงในด้านการ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือนักเรียนมาเข้าชั้นเรียนให้ตรงเวลาเพื่อที่จะสามารถเริ่มดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้ไวขึ้นและแจ้งว่าให้กลุ่มนักเรียนที่จะต้องออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียนให้เลือกตัวแทนเพื่อออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนในชั้นนำเสนอ ก่อนที่ผู้วิจัยเริ่มอธิบายและยกตัวอย่างต้องกระตุ้นความสนใจของนักเรียนมาไว้ที่ตัวผู้วิจัยก่อนและเน้นอธิบายที่ละชั้นพร้อมยกตัวอย่างที่ละชั้นแล้ว ถามความเข้าใจนักเรียนไปด้วยที่ละชั้น เน้นให้นักเรียนเห็นถึงความเชื่อมโยงกันระหว่างชั้นการ ออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และชั้นการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ว่าสัมพันธ์กันอย่างไร รวมถึงยกตัวอย่างการตรวจสอบคำตอบให้หลากหลายขึ้น เพื่อให้ให้นักเรียนมีทางเลือกและเห็นความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องและข้อมูลที่โจทย์ให้มา

ระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนผู้วิจัยต้องพยายามไม่หยุดให้ความช่วยเหลือที่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็น เวลานานเพื่อที่จะสามารถมีเวลาให้กับกลุ่มอื่นๆ ในชั้นเรียนอย่างทั่วถึง เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้ ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนโดยใช้แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ชุดที่ 2 จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 18 คะแนน ซึ่งมีผลการวิเคราะห์คะแนนดังนี้

พูน ปณ จิต ชีเว

ตาราง 16 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ วงจรปฏิบัติการที่

2

เลขที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม(18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
1ก	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	13.50	75.00	✓
2ก	4.25	66.67	×	4.00	66.67	×	4.50	79.17	✓	12.75	70.83	✓
3ก	4.50	75.00	✓	5.00	83.33	✓	4.00	66.67	×	13.50	75.00	✓
7ก*	3.75	62.50	×	4.00	66.67	×	3.50	58.33	×	11.25	62.50	×
8ก	4.50	75.00	✓	4.00	66.67	×	4.50	75.00	✓	13.00	72.22	✓
10ก	5.00	83.33	✓	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	14.50	80.56	✓
11ก	4.50	75.00	✓	5.00	83.33	✓	4.00	66.67	×	13.50	75.00	✓
12ก	4.25	70.83	✓	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	13.75	76.39	✓
13ก	5.25	87.50	✓	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	14.75	81.94	✓
16ก	5.50	91.67	✓	5.00	83.33	✓	5.00	83.33	✓	15.50	86.11	✓
17ก*	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	3.00	50.00	×	12.00	66.67	×
18ก*	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	3.50	58.33	×	12.50	69.44	×
19ก	5.00	83.33	✓	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	14.50	80.56	✓
3ข	5.00	83.33	✓	5.00	83.33	✓	5.00	83.33	✓	15.00	83.33	✓
4ข	4.25	70.83	✓	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	13.75	76.39	✓
6ข*	4.00	66.67	×	5.00	83.33	✓	3.00	50.00	×	12.00	66.67	×
8ข	4.75	79.17	✓	4.00	66.67	×	4.00	66.67	×	12.75	70.83	✓
9ข	5.75	95.83	✓	5.00	83.33	✓	5.00	83.33	✓	15.75	87.50	✓
11ข	4.50	75.00	✓	5.00	83.33	✓	4.00	70.83	✓	13.50	75.00	✓
12ข	5.00	83.33	✓	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	14.50	80.56	✓
13ข*	3.50	58.33	×	5.00	83.33	✓	3.00	50.00	×	11.50	63.89	×
14ข	5.00	83.33	✓	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	14.50	80.56	✓

ตารางที่ 16 (ต่อ)

เลขที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม(18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
15ข	5.25	87.50	√	4.00	66.67	×	3.50	58.33	×	12.75	70.83	√
16ข	5.50	91.67	√	5.00	83.33	√	4.50	75.00	√	15.00	83.33	√
เฉลี่ย	4.61	76.91	-	4.79	79.86	-	4.18	69.62	-	13.58	75.46	-
S.D.	0.60	9.99	-	0.41	6.77	-	0.61	10.24	-	1.22	6.76	-
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์ (คน)			17	-		19	-		15	-		19

หมายเหตุ * หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

√ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

×

หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากตารางที่ 16 พบว่าหลังจากที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงจรปฏิบัติการที่ 2 แล้ว นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 13.58 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจาก แบบทดสอบ มีทั้งสิ้น 19 คน จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 24 คน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันสามารถเรียงลำดับขั้นตอนที่มีคะแนน เฉลี่ยจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ลำดับ 1 ขั้นกำกับและควบคุม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.61 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.91 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 2 ขั้นวางแผน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.79 คะแนน คิด เป็นร้อยละ 79.86 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 3 ขั้นประเมิน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.18 คะแนน คิด เป็นร้อยละ 69.62 ของคะแนนเต็ม ในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้ผู้วิจัยได้สังเกตชั้นเรียนและสามารถรวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ในระหว่างจัด

กิจกรรมการเรียนรู้และนักเรียนลงมือทำใบกิจกรรมกลุ่มและใบงานที่ได้รับมอบหมายเพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ดังนี้

ตาราง 17 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2

แผนการจัดการเรียนรู้	บันทึกหลังสอน
3.การทดลองและแรงดล	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปได้อย่างเรียบร้อย นักเรียนให้ความร่วมมือช่วยกันตอบคำถาม ยกมือขึ้นถามเมื่อสงสัยเนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนให้ความร่วมมือโดยการส่งตัวแทนออกมาสาธิตให้เพื่อนๆ ภายในห้องเรียนได้เรียนรู้ไปพร้อมๆ กัน ในระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นค้นคว้าและคิด การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มีนักเรียนบางคนไม่มั่นใจในขั้นการประเมินจึงมีการยกมือถามเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตนเอง
4.กฎทรงโมเมนตัม	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนส่วนใหญ่ในห้องเรียนช่วยกันตอบคำถามแสดงความคิดเห็นได้ดีบรรยากาศในห้องเรียนดูผ่อนคลายมากขึ้น โดยรวมหลังจากที่นักเรียนภายในห้องเข้าใจหลักการและวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในแต่ละขั้นได้คล่องมากขึ้น แต่จะมีนักเรียนบางส่วนที่ระบุตัวแปร หน่วยถูกต้องแต่ใส่เครื่องหมายผิด ทำให้เกิดความไม่มั่นใจขึ้นจะเดินมาถามครูที่หน้าชั้นเรียนและมีนักเรียนส่วนน้อยที่ไม่ระบุชั้นการประเมิน

จากข้อมูลการสังเกตชั้นเรียนในทั้ง 2 ครั้งที่จัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน มีความกระตือรือร้น กล้าถามครูผู้สอนเมื่อไม่มั่นใจหรือมีข้อสงสัยในขณะทำกิจกรรม ในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่าส่วนใหญ่แล้วนักเรียนสามารถทำการวิเคราะห์โจทย์ได้ ทำให้ลงมือแก้โจทย์ปัญหาในชั้นวางแผนได้ แต่มีบางส่วนที่ระบุตัวแปร หน่วยถูกต้องแต่เครื่องหมายผิด ส่วนใหญ่นักเรียนสามารถทำชั้นวางแผนได้ส่งผลต่อเนื่องให้สามารถแทนค่าตัวแปรในสูตรและคำนวณหาคำตอบในขั้นกำกับและควบคุมได้ ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่นักเรียนมีปัญหามากที่สุด คือ ขั้นประเมิน สังเกตได้จากการที่มีนักเรียนหลายคนยกมือถามและเดินมาหาครูที่หน้าชั้นเรียนเมื่อไม่มั่นใจว่าทำชั้นประเมิน

ถูกต้องแล้วหรือไม่และนักเรียนบางส่วนยกมือถามเกี่ยวกับวิธีทำขั้นประเมินเพราะยังไม่เข้าใจว่าต้องทำอะไร

ผู้วิจัยได้รวบรวมชิ้นงานของนักเรียนที่ลงมือทำในชั้นเรียนแล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในแต่ละชั้น พบลักษณะของคำตอบที่ทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

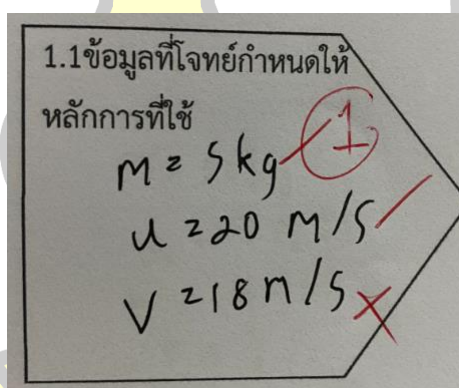
1. ขั้นวางแผน

1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

โจทย์: ขว้างลูกบอล 5 Kg ให้กระทบกำแพงด้วยความเร็ว 20 m/s และลูกบอลสะท้อนออกจากกำแพงด้วยความเร็ว 18 m/s ในทิศตรงข้ามจงหาการดลของแรงที่ลูกบอลกระทำกับกำแพง

1.1.1 นักเรียนระบุค่าตัวแปรที่กำหนดมาครบแต่ระบุเครื่องหมายผิด

นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น



ภาพประกอบ 13 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 12

1.1.2 นักเรียนเขียนระบุค่าตัวแปรที่โจทย์กำหนดมาให้ไม่ครบ นักเรียนจะได้ คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

โจทย์: มวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 16 m/s เข้าชนกับมวล 3m ที่หยุดนิ่ง หลังชนพบว่ามวล m กระเด็นกลับด้วยความเร็ว 5 m/s ความเร็วหลังชนของมวล 3m มีขนาดกี่ m/s เวลา 4 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด

1. ชื่นวางแผน

หลักการที่ใช้

$$v_1 = 16 \text{ m/s} \quad \textcircled{1}$$

$$v_2 = 0$$

$$v_1 = -6 \text{ m/s}$$

$$m_1 = 1$$

$$m_2 = 1$$

ภาพประกอบ 14 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 13

1.2 การระบุคำถามของโจทย์ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.2.1 นักเรียนเขียนคำถามของโจทย์ผิด นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จาก คะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

$$V_2 = ? \times$$

$$F = ?$$

$\textcircled{1}$

ภาพประกอบ 15 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 14

1.3 การระบุสูตร ลักษณะของคำตอบที่พบ คือ

1.3.1 นักเรียนไม่เขียนสูตรเลย ในกรณีนี้นักเรียนจะได้คะแนน 0 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ตัวอย่างคำตอบนักเรียน

1.3.2 นักเรียนเขียนตัวแปรในสูตรผิด ในกรณีนี้นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ตัวอย่างคำตอบนักเรียน เช่น

$$\Sigma P_{\text{ก่อน}} = \Sigma P_{\text{หลัง}}$$

$$m_1 u_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad \times$$

$\textcircled{1}$

$$\times m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \quad \checkmark$$

ภาพประกอบ 16 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 15

1.4 การวางแผนขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

1.4.1 นักเรียนเขียนออกแบบขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน ในขั้นตอนนี้ ตัวอย่างคำตอบนักเรียน คือ

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

เลขตามคำโจทย์ 300

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

u km/hr → m/s

ภาพประกอบ 17 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 16

จากลักษณะของคำตอบในขั้นการวางแผน พบว่านักเรียนบางคนจากการวิเคราะห์โจทย์ ระบุค่าตัวแปรและเครื่องหมายผิด รวมไปถึงระบุคำถามของโจทย์ผิดเมื่อถึงขั้นการระบุสูตรที่ต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ มีนักเรียนบางคนจำสูตรยังไม่ได้และแทนสูตรผิดในส่วนขั้นการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์พบว่าไม่มีการข้ามขั้นตอนนี้แล้วแต่นักเรียนบางคนก็ยังไม่สามารถออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์อย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน

2. ขั้นกำกับและควบคุม ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

2.1 นักเรียนที่ระบุค่าตัวแปรผิดในขั้นวางแผนจะแทนค่าตัวแปรในสูตรผิดและคำนวณได้คำตอบผิด จากกรณีที่ 1.1.1 คำตอบของนักเรียน คือ

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

$$I = 5(18) - 5(20)$$

$$= 90 - 100$$

$$I = -10 \text{ kg.m/s}$$

①

วิธี
 $I = mv - mu$
 $I = 5(18) - 5(20)$
 $= -90 - 100$
 $I = -100 \text{ kg.m/s}$

ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 17

2.2 นักเรียนเขียนสูตรถูกต้อง แทนค่าตัวแปรในสูตรถูกต้องแต่คำนวณผิดพลาด นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์
 $I = mv - mu$
 $I = 5(-18) - 5(20)$
 $I = -19 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

ภาพประกอบ 19 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 18

จากลักษณะคำตอบของนักเรียนในขั้นกำกับและควบคุม พบว่ายังคงมีนักเรียนที่ คำนวณหาคำตอบผิดเนื่องจากการคิดเลขผิดและนักเรียนที่คำนวณได้คำตอบผิด เนื่องจากกำหนดเครื่องหมายของตัวแปรผิดในขั้นการวางแผน แต่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแทนค่าตัวแปรลงในสูตรและคำนวณได้คำตอบที่ถูกต้อง

3. ขั้นประเมิน

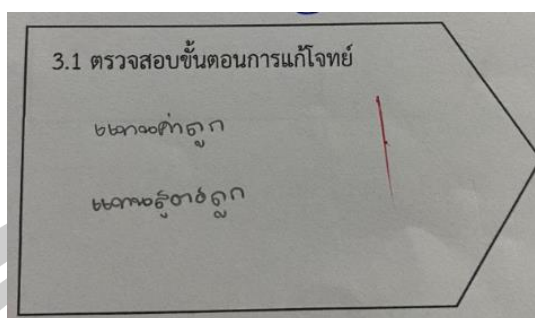
3.1 การตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

3.1.1 นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่สอดคล้องกับขั้นตอนที่นักเรียนทำนักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้เช่น

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์
 สูตร ✓
 แทนค่า ✓

ภาพประกอบ 20 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 19

3.1.2 นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่ชัดเจน ไม่เป็นลำดับขั้นตอนอย่างเป็นลำดับ นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ เช่น

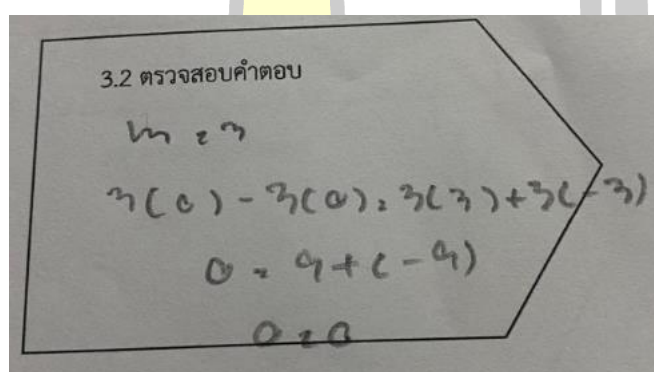


ภาพประกอบ 21 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 20

3.2 การตรวจสอบคำตอบ ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่

3.2.1 นักเรียนไม่เขียนคำตอบ ในกรณีนี้นักเรียนจะได้ 0 คะแนน จากคะแนน เต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้

3.2.2 นักเรียนเขียนแสดงการตรวจสอบคำตอบไม่ชัดเจนและไม่อธิบายการตรวจสอบคำตอบ ในกรณีนี้นักเรียนจะได้ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนน ในขั้นตอนนี้ เช่น



ภาพประกอบ 22 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 21

จากลักษณะคำตอบข้างต้นในขั้นการประเมิน พบว่านักเรียนยังมีปัญหาในการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ โดยยังไม่สามารถทำการตรวจสอบย้อนกลับไปยังขั้นตอนการวางแผนตลอดจนขั้นกำกับและควบคุมได้ จากลักษณะคำตอบของนักเรียนที่เขียนมาแสดงว่านักเรียนได้พยายามลงมือทำแล้ว แต่ยังขาดความเข้าใจที่ถูกต้องทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในขั้นนี้ เมื่อตรวจสอบคำตอบ ยังคงมีนักเรียนบางคนไม่เขียนคำตอบ ในส่วนของนักเรียนที่เขียนตอบมาก็ยังคงพบลักษณะคำตอบเช่นวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่นักเรียนแสดงการตรวจสอบคำตอบแต่ไม่เขียนอธิบายยืนยันคำตอบที่ถูกต้อง

เมื่อวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนจากกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อยในแต่ละชั้นพบว่า ขั้นตอนที่นักเรียนยังมีปัญหามาก คือ การอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจสอบคำตอบในขั้นประเมิน พบว่านักเรียนยังอธิบายการตรวจสอบขั้นตอนในการตรวจสอบคำตอบไม่ชัดเจน ไม่สอดคล้องกับขั้นตอนที่ตนเองได้ลงมือแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ยังไม่สามารถอธิบายการตรวจสอบคำตอบที่ถูกต้องได้ชัดเจน สิ่งที่เห็นได้ชัดจำนวนนักเรียนที่ไม่ทำในขั้นประเมิน ลดลงเทียบกับวงจรปฏิบัติการที่ 1

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 สิ้นสุด ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน จากกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 3 คน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการสะท้อนปัญหาที่ควรแก้ไขปรับปรุงในการจัดการเรียนรู้ในปฏิบัติการที่ 3 ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1.ด้านการจัดการเรียนรู้

1.1 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับ นักเรียนสะท้อนว่ายังคงพึงพอใจได้ทำกิจกรรมในชั้นเรียน จะเห็นจากแนวการตอบต่อไปนี้

“...ชอบการทำกิจกรรมกลุ่ม ทำให้ได้แบ่งหน้าที่กันช่วยกันออกแบบเพื่อเอาชนะกลุ่มอื่นๆ...”

(นักเรียนคนที่ 8ข, 25 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

1.2 ความคุ้นเคยต่อการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับและการโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ นักเรียนได้สะท้อนว่าเริ่มคุ้นเคยมากขึ้นแล้ว ทราบว่าจะได้รับมอบหมายงานในห้องเรียนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังจะเห็นจากแนวการตอบต่อไปนี้

“...ช่วงแรกก็รู้สึกว่าการเรียนเยอะ เพราะต้องทำอะไรหลายอย่างในคาบ แต่ตอนนี้เริ่มชินแล้วต้องรีบทำงานที่ครูสั่งเพราะจะไม่ทันเวลา...”

(นักเรียนคนที่ 7ก, 25 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

1.3 นักเรียนตระหนักรู้ เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างหลักการที่ค้นพบไปสู่การนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้

“...ได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมกลุ่มกับการคำนวณ ทำให้เห็นมากขึ้น สามารถนำไปแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้...”

(นักเรียนคนที่ 8ข, 25 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

2. ด้านการใช้สื่อการสอน

นักเรียนได้สะท้อนว่าสื่อการสอนที่ครูนำมาใช้มีความสอดคล้องกันกับเนื้อหาในคาบนั้นๆ แล้ว
 ดังจะเห็นจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังต่อไปนี้

“...สื่อของอาจารย์ออกมาแบบออกมาได้ดี ทำให้ทำกิจกรรมอย่างเข้าใจและตรงกับเนื้อหาที่
 สอน...”

(นักเรียนคนที่ 14ข, 25 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

“...สื่อการสอนของอาจารย์สอดคล้องกับกิจกรรมและการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์...”

(นักเรียนคนที่ 8ข, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

3. ข้อจำกัดของเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม

นักเรียนได้สะท้อนว่าบรรยากาศในชั้นเรียนท้ายคาบ จะมีความเร่งรีบในกาทำแบบทดสอบ
 ดังจะเห็นจากแนวคำตอบดังนี้

“...บางคาบที่มีการทำกิจกรรมกลุ่มนาน จะได้แก้โจทย์ปัญหาท้ายคาบทำให้ตรงรีบทำให้เสร็จ
 บางทีก็ลืมอ่านตัวแปรที่ให้มาไม่ครบ...”

(นักเรียนคนที่ 8ข, 25 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

“...ในตอนที่น่าเสนอการแก้โจทย์ปัญหาบางกลุ่มใช้เวลาานาน ทำให้กลุ่มอื่นมีเวลานำเสนอ
 น้อยลง...”

(นักเรียนคนที่ 7ก, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

4. การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

นักเรียนต่างให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่มและพยายามช่วยกันทำงาน เพื่อให้งาน
 กลุ่มเสร็จทันเวลา เมื่อทำงานกลุ่มเสร็จแล้วในช่วงที่นักเรียนได้รับมอบหมายการแก้โจทย์ปัญหาในช่วง
 ที่ครูมอบหมายให้ทำ แบบทดสอบย่อย ดังจะเห็นจากแนวคำตอบของนักเรียน ดังต่อไปนี้

“...รีบช่วยกันทำกิจกรรมกลุ่มให้เสร็จ แบ่งหน้าที่กันอยากให้งานเสร็จเร็วๆ...”

(นักเรียนคนที่ 14ข, 25 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

“...ตอนทำแบบทดสอบย่อยเป็นช่วงที่กดดันหน่อย เพราะต้องทำเดี๋ยวกแต่ก็พยายามทำออกมาให้ดี ...”

(นักเรียนคนที่ 7ก, 18 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

5. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

5.1 ความคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้สะท้อนว่าเริ่มคุ้นเคยกับการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์มากขึ้น นักเรียนเริ่มมีแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ที่ชัดเจน ดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้

“...มีความคุ้นเคยกับขั้นตอนการแก้โจทย์มากขึ้น แต่ขั้นประเมินยังอธิบายไม่ได้เป็นลำดับ...”

(นักเรียนคนที่ 8ข, 25 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

5.2 ปัญหาที่พบในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนได้สะท้อนว่าทำแบบทดสอบไม่ทันในขั้นตอนท้ายๆ ของข้อท้ายๆ ในแบบทดสอบและเริ่มจำสูตรไม่ได้ เพราะเรียนเนื้อหาเพิ่มขึ้นดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้

“...จำสูตรไม่ได้ ทำให้แก้โจทย์ไม่ได้ในตอนแสดงวิธีทำ...”

5.3 นักเรียนไม่ตระหนักเห็นความสำคัญของขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ไม่ต้องการทำขั้นประเมินหลังจากคำนวณได้คำตอบ

“...ส่วนใหญ่จะทำขั้นท้ายๆ ไม่ทัน ก็เขียนว่าแทนค่าตอบเครื่องหมายถูกลงไปครับ ผมคิดว่าสิ่งที่ผมทำถูกแล้วครับ...”

(นักเรียนคนที่ 7ก, 25 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

5.4 นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่ได้แต่ล้มเลิกทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุทำให้ระบุเครื่องหมายในตัวแปรผิด ดังจะเห็นจากแนวการตอบดังนี้

“...ผมไม่ได้วาดรูปเพื่อดูการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทำให้ไม่ได้ดูที่เครื่องหมายของวัตถุว่าถูกหรือผิด...”

(นักเรียนคนที่ 14ข, 25 มกราคม 2567: สัมภาษณ์)

เมื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการสอน ใบกิจกรรมกลุ่ม แบบทดสอบย่อย การสัมภาษณ์และรวมถึงคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายใน วงจรปฏิบัติการที่ 2 สามารถสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 เพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามความมุ่งหมายได้ดังนี้

ตาราง 18 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
นักเรียนสับสนและจำสูตรไม่ได้	อธิบายหลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องนั้นๆ กระตุ้นให้นักเรียนอยากลองอยากรู้ เมื่อนักเรียนต้องการเปิดรับ ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ทฤษฎีส่งผลให้จำสูตรได้
นักเรียนยังเกิดความสับสนในการอธิบายและระบุคำสำคัญในชั้นวางแผน	อธิบายขั้นตอนที่นักเรียนไม่เข้าใจ อย่างช้าๆ และละเอียดมากที่สุดและทวนซ้ำย้ำในคำและคีย์เวิร์ดที่สำคัญเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียนในการวางแผน พร้อมทั้งให้นักเรียนใส่หน่วยทุกครั้งที่ระบุตัวแปร
มีนักเรียนบางส่วนไม่ต้องการแสดงวิธีการตรวจสอบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจคำตอบ	ชี้แจงให้นักเรียนเห็นความสำคัญว่าทำไมขั้นประเมินนี้ถึง สำคัญและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา
นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ไม่ละเอียด โดยส่วนใหญ่ที่พบนักเรียนระบุตัวแปรได้แต่เครื่องหมายผิด	อธิบายลักษณะของเครื่องหมายผ่านการสาธิตเพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์จากเหตุการณ์จริง จะทำให้ลดความผิดพลาดของเครื่องหมายและครูคอยทวนซ้ำย้ำทวนอยู่เสมอเพื่อเป็นการเตือนนักเรียน
โดยภาพรวมนักเรียนมีคะแนนเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ แต่ยังมีนักเรียนบางคน ในขณะจัดกิจกรรมไม่ค่อยกล้าแสดงออก และไม่ยกมือถามขณะที่ยังไม่เข้าใจในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา	เดินสำรวจเพื่อให้นักเรียนที่ยังไม่เข้าใจ สามารถสอบถามในส่วนที่ไม่เข้าใจได้ ฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงออกโดยมีการนำเสนอหน้าห้อง เพื่อเสริมสร้างภาวะความเป็นผู้นำ ส่งผลดีต่อเด็กๆ ในอนาคตต่อไป

วงจรปฏิบัติการที่ 3

การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 2 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การชนในหนึ่งมิติและแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 การชนในสองมิติ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสะท้อนปัญหาและแนวทางการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับปรุงในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน โดยผู้วิจัยยังคงขอความร่วมมือและสร้างเงื่อนไขให้นักเรียนมาเข้าชั้นเรียนให้ตรงเวลาเพื่อที่จะสามารถเริ่มดำเนินการจัดการเรียนการสอนได้ไวขึ้นและพยายามกระชับเวลาในชั้นสร้างความสนใจลดบรรยากาศความเร่งรีบในชั้นเรียนลงในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือให้นักเรียนที่สามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาได้แล้วช่วยเหลือเพื่อนที่นั่งอยู่ในกลุ่มเดียวกันเพื่อเลี่ยงความไม่สะดวกสำหรับนักเรียนที่ไม่ต้องการถามผู้วิจัยโดยตรงในช่วงที่อธิบายและยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้เน้นย้ำให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์และสังเกตเครื่องหมายของปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโจทย์เพื่อให้นักเรียนสามารถดึงตัวแปรที่โจทย์ไม่ได้ระบุให้โดยตรงได้และเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญในชั้นประเมินและต้องทำเพื่อเป็นการตรวจสอบการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองและเน้นย้ำให้นักเรียนทบทวนบทเรียนอยู่เสมอเพื่อไม่ให้สับสนหรือจำสูตรผิด แล้วนำสูตรมาใช้แก้โจทย์ปัญหาผิด เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นี้ ผู้วิจัยได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ชุดที่ 3 จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 18 คะแนน ซึ่งมีการวิเคราะห์คะแนนดังนี้

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ วงจรปฏิบัติการที่ 3

เลขที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม(18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
1ก	6.00	100.00	✓	6.00	100.00	✓	5.00	83.33	✓	17.00	94.44	✓
2ก	5.00	83.33	✓	5.00	83.33	✓	4.50	75.00	✓	14.50	80.56	✓

ตารางที่ 19 (ต่อ)

เลขที่	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม(18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
3ก	4.50	75.00	√	5.00	83.33	√	4.50	75.00	√	14.00	77.78	√
7ก	5.25	87.50	√	5.00	83.33	√	4.50	75.00	√	14.75	81.94	√
8ก	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	4.50	75.00	√	14.50	80.56	√
10ก	5.50	91.67	√	5.00	83.33	√	4.50	75.00	√	15.00	83.33	√
11ก	6.00	100.00	√	5.00	83.33	√	4.50	75.00	√	15.50	86.11	√
12ก	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	4.00	66.67	×	14.00	77.78	√
13ก	5.75	87.50	√	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	15.75	87.50	√
16ก	6.00	100.00	√	6.00	100.00	√	6.00	100.00	√	18.00	100.00	√
17ก	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	15.00	83.33	√
18ก	5.50	91.67	√	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	15.50	86.11	√
19ก	5.50	91.67	√	5.00	83.33	√	5.50	91.67	√	16.00	88.89	√
3ข	5.00	83.33	√	6.00	100.00	√	5.50	91.67	√	16.50	91.67	√
4ข	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	15.00	83.33	√
6ข	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	15.00	83.33	√
8ข	5.00	83.33	√	6.00	100.00	√	4.50	75.00	√	15.50	86.11	√
9ข	5.50	91.67	√	5.00	83.33	√	5.50	91.67	√	16.00	88.89	√
11ข	5.00	83.33	√	6.00	100.00	√	5.50	91.67	√	16.50	91.67	√
12ข	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	15.00	83.33	√
13ข	5.50	83.33	√	5.00	83.33	√	5.00	83.33	√	15.50	86.11	√
14ข	4.50	75.00	√	6.00	100.00	√	4.50	75.00	√	15.50	86.11	√
15ข	5.25	87.50	√	5.00	83.33	√	4.50	75.00	√	14.75	81.94	√
16ข	6.00	100.00	√	6.00	100.00	√	6.00	100.00	√	18.00	100.00	√
เฉลี่ย	5.28	88.02	-	5.29	88.19	-	4.94	82.29	-	15.53	85.82	√

	วางแผน			กำกับและควบคุม			ประเมิน			รวม(18)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(6)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
S.D.	0.43	7.25	-	0.45	7.58	-	0.51	8.44	-	1.04	5.80	√
จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (คน)	24		-	24		-	23		-	24		

หมายเหตุ √ หมายถึง ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

× หมายถึง ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

จากตารางที่ 19 พบว่าหลังจากที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในวงจรปฏิบัติการที่ 3 แล้ว นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ย 15.53 จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจากแบบทดสอบมีทั้งสิ้น 24 คน จากนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด 24 คน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถเรียงลำดับขั้นตอนที่มีคะแนน เฉลี่ยจากมากไปน้อยได้ดังนี้ ลำดับ 1 ขั้นกำกับและควบคุม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.28 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.02 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 2 ขั้นวางแผน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.29 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 88.19 ของคะแนนเต็ม ลำดับ 3 ขั้นประเมิน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 4.94 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.29 ของคะแนนเต็ม ในระหว่างที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นี้ผู้วิจัยได้สังเกตชั้นเรียนและสามารถรวบรวมข้อมูลที่สังเกตได้ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้และระหว่างที่นักเรียนลงมือทำใบกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อยที่ได้รับมอบหมายเพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ดังนี้

ตาราง 20 ข้อมูลจากบันทึกหลังการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้	บันทึกหลังสอน
5.การชนในหนึ่งมิติ	การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถดำเนินไปตามเวลาที่กำหนด แต่ก็ยังมีคนที่มาช้า และนักเรียนยังคงให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน บรรยากาศในชั้นเรียนเป็นไปด้วยความผ่อนคลาย เมื่อถึงขั้นค้นคว้าและคิด นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันได้โดยที่มีจำนวนนักเรียนที่ถามคำถามเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาน้อยลง โดยรวมแล้วนักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำใบกิจกรรมกลุ่มได้เอง เมื่อถึงตอนนำเสนอ นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดและหลักการในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องและนักเรียนที่แก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้คล่องแล้วได้ช่วยเหลือเพื่อนในกลุ่ม รวมไปถึงนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ด้วยตัวเองในขั้นการประเมิน
6.การชนในสองมิติ	นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนและมีความกระตือรือร้น การจัดการเรียนการสอนสามารถดำเนินการได้ตามที่วางแผนไว้ตามเวลาที่กำหนด ในส่วนของการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันในขั้นค้นคว้าและคิด นักเรียนส่วนใหญ่สามารถทำการแก้โจทย์ปัญหาได้เองมีนักเรียนบางคนที่สามารถสามารถระบุตัวแปรและหน่วยได้ถูกต้อง แต่ระบุเครื่องหมายจากตัวแปรผิด ส่วนใหญ่จำสูตรได้เมื่อผู้วิจัยเดินสำรวจชั้นเรียน มีนักเรียนจำนวนบางคนถามเพื่อให้ครูช่วยตรวจสอบว่าตนเองทำการแก้โจทย์ถูกต้องแล้วหรือไม่

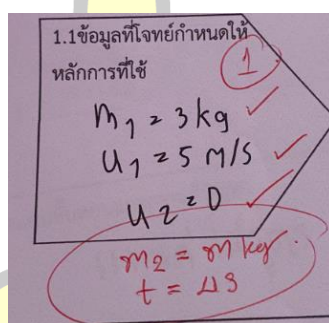
จากข้อมูลข้างต้น สามารถสรุปภาพรวมของชั้นเรียนได้ว่านักเรียนยังคงให้ความร่วมมือ ในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนยังคงมีความกระตือรือร้นในวันที่มีกิจกรรมสาธิตและสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ แต่แสดงออกว่าเริ่มเบื่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับในวันที่ไม่มีกิจกรรม ในส่วนของการใช้ กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ พบว่านักเรียนสามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันใน การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้คล่องขึ้น มีคำถามระหว่างแก้โจทย์ปัญหาน้อยลงปัญหาที่พบคือ นักเรียนบางคนแทนค่าตัวแปรหน่วยถูกต้องแต่สิ่งที่ผิดคือเครื่องหมายของปริมาณที่ยังคงมีผิดเล็กน้อย

ผู้วิจัยได้รวบรวมชิ้นงานที่นักเรียนลงมือทำในชั้นเรียนแล้วนำมาวิเคราะห์ลักษณะคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในแต่ละชั้น พบลักษณะของคำตอบที่ทำให้นักเรียนไม่ได้คะแนนเต็มในแต่ละชั้นตอนย่อยในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคognition ดังนี้

1. การวางแผน

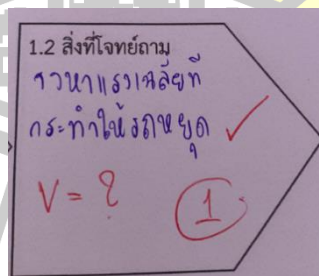
1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ นักเรียนระบุตัวแปรจากโจทย์ไม่ครบในกรณีนี้ นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจาก คะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ ตัวอย่างคำตอบนักเรียน เช่น

โจทย์: วัตถุมวล 3 kg เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 5 m/s ชนมวล m ที่หยุดนิ่งอยู่ ภายหลังการชนทำให้มวล 3 kg และมวล m เบี่ยงเบนไปจากแนวเดิมและทำมุม 90° องศา และมีความเร็วหลังชนเท่ากันคือ 3 m/s มวล m ควรมีค่าเท่าใด เวลา 4 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด



ภาพประกอบ 23 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 22

1.2 การระบุคำถามของโจทย์ จากโจทย์ข้อเดียวกันมีนักเรียนที่ระบุคำถามของโจทย์ไม่ครบ กรณีนี้ นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ ลักษณะของคำตอบที่พบ คือ



ภาพประกอบ 24 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 23

1.3 การระบุสูตร จากโจทย์ข้อเดียวกัน ลักษณะคำตอบที่พบ คือ นักเรียนระบุสูตรที่ในการคำนวณไม่ครบนักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนน ตัวอย่างคำตอบ คือ

1.3 สูตรหรือ

$$F = \frac{mv - mu}{\Delta t}$$

ภาพประกอบ 25 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 24

1.4 การวางแผนขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะของคำตอบที่พบ ได้แก่ นักเรียนเขียนออกแบบขั้นตอนที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นแต่ไม่ระบุการวางแผนก่อนและหลัง นักเรียนจะได้คะแนน 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นตอนนี้ ตัวอย่างคำตอบนักเรียน คือ

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

1. กำหนดค่าที่หาค่า x และ y

ภาพประกอบ 26 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 25

จากลักษณะของคำตอบดังกล่าวในขั้นการวางแผน พบว่านักเรียนประสบปัญหาระบุค่าตัวแปรที่โจทย์ให้มาไม่ครบทุกตัวแปรและสิ่งที่พบบ่อยคือ นักเรียนระบุคำถามจากโจทย์มาไม่ครบทุกคำถามทำให้ไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในข้อนั้นได้ทั้งหมด นอกจากนี้ในการวางแผนยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่วางแผนไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ส่งผลให้แก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ไม่ถูกต้องทั้งหมด

2. การกำกับและควบคุม ลักษณะคำตอบที่พบคือ

นักเรียนแทนเครื่องหมายของค่าตัวแปรลงในสูตรผิดพลาดทำให้คำนวณปริมาณที่ต้องการไม่ถูกต้อง กรณีนี้ นักเรียนจะ ได้ 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 ในขั้นนี้ ตัวอย่าง เช่น

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

แทน x

$$7x + m \times 0 = 0x$$

แทน y

$$0 = 7x + m$$

$-7 = m \times 3$ ①
 $m = \frac{-7}{3}$
 $7x = -\frac{7}{3} \times 3$

ภาพประกอบ 27 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 26

จากลักษณะคำตอบดังกล่าว ในวงรอบนี้ยังคงพบนักเรียนที่ทำการแก้โจทย์ปัญหาทางพีชคณิตในขั้นการวางแผนได้ แต่ทำการคำนวณหาคำตอบในขั้นกำกับและควบคุมผิดและมีนักเรียนที่ระบุเครื่องหมายของตัวแปรผิด ตั้งแต่ข้อมูลโจทย์ที่ให้มาทำให้เมื่อทำการแทนค่าเพื่อคำนวณหาคำตอบ จึงได้คำตอบที่ผิด

3. การประเมิน

3.1 การตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ลักษณะคำตอบที่พบ นักเรียนเขียนอธิบายการตรวจสอบไม่ชัดเจน นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ ตัวอย่าง คำตอบ คือ

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

แทน x ①

แทน y ในสมการ

ภาพประกอบ 28 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 27

3.2 การตรวจสอบคำตอบ ลักษณะคำตอบที่พบ เมื่อนักเรียนตรวจสอบคำตอบแล้วไม่ยืนยันว่าคำตอบที่ได้ถูกต้องและสอดคล้องตามเป้าหมายแล้วหรือไม่ นักเรียนจะได้ 1 คะแนนจาก คะแนนเต็ม 2 คะแนนในขั้นนี้ คือ

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

$$3(0) - 7(0) + 3(3) + 3(-3)$$

$$0 = 9 + (-9)$$

$$0 = 0$$

ภาพประกอบ 29 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนแบบที่ 28

จากลักษณะคำตอบที่พบในขั้นการประเมินนี้พบว่ายังคงมีนักเรียนที่อธิบายการตรวจสอบขั้นการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองไม่ละเอียดและไม่ชัดเจนและในขั้นการตรวจสอบคำตอบ ยังคงพบนักเรียนที่ลงมือคำนวณย้อนกลับไม่ยืนยันสรุปคำตอบที่ได้ว่าถูกหรือผิดและยังไม่อธิบายคำตอบที่ได้จากการตรวจสอบว่าถูกหรือไม่

เมื่อพิจารณาจากทั้ง 3 ขั้น พบว่าในวงรอบที่ 3 นี้ นักเรียนสามารถวางแผนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ของตนเองได้ แต่ประสบปัญหาในการระบุเครื่องหมายของตัวแปรที่โจทย์ให้มา ทำให้แก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ผิดในขั้นการกำกับและควบคุม พบว่ายังมีนักเรียนที่ทำขั้นการวางแผนได้แต่ยังไม่เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ในส่วนของขั้นประเมิน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่เขียนคำตอบในการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของตนเองได้แล้ว แต่มีนักเรียนบางคนที่ยังไม่เขียนให้ชัดเจนและยังมีนักเรียนที่ไม่สรุปคำตอบหลังจากแสดงการ ตรวจสอบคำตอบของตนเอง

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 สิ้นสุด ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มสัมภาษณ์นักเรียน จากกลุ่มเป้าหมายที่มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 2 คน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการสะท้อนปัญหาที่ควรแก้ไขปรับปรุง ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้

1.1 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนนักเรียนสะท้อนว่าพึงพอใจต่อการทำกิจกรรมกลุ่มที่ในชั้นเรียนและได้นำหลักการจากการทำกิจกรรมมาประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีลิกส์ เห็นได้จากแนวการตอบดังนี้

“...ดีที่ได้ทำกิจกรรมกลุ่มและได้คำนวณหลังทำกิจกรรม เพราะในช่วงกิจกรรมกลุ่มทำให้ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ...”

(นักเรียนคนที่ 16ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

1.2 ความคุ้นเคยต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับ นักเรียนสะท้อนว่ามีความคุ้นเคยมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับครั้งแรกๆ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ ทำให้นักเรียนรู้หน้าที่ในแต่ละขั้นตอน นักเรียนจึงทำกิจกรรมในชั้นเรียนได้คล่องขึ้น ดังจะเห็นจากแนวการตอบ ต่อไปนี้

“...ช่วงแรกที่ทำหน้าที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนไม่ทัน เมื่อเริ่มคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในชั้นเรียนมากขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 19ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

2. การใช้สื่อการสอน นักเรียนได้สะท้อนว่าสื่อการสอนที่นำมาใช้ในชั้นเรียนมีความเหมาะสมกับเนื้อหา ในแต่ละคาบแล้ว ดังจะเห็นได้จากแนวการตอบต่อไปนี้

“...สื่อการสอนเหมาะสมกับเนื้อหา ชอบที่มีแบบจำลองให้มองภาพออกมาขึ้น...”

(นักเรียนคนที่ 16ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

“...มีความเหมาะสมกับเนื้อที่เรียน...”

(นักเรียนคนที่ 19ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

3. เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม นักเรียนได้สะท้อนปัญหาด้านเวลาน้อย กว่านักเรียนจะลงมาเรียนครบก็หมดเวลาไปเยอะแล้ว ดังจะเห็นจากแนวคำตอบของนักเรียนต่อไปนี้

“...บรรยากาศในห้องจะเร่งรีบ ช่วงแบบทดสอบเดียวเพราะเป็นช่วงท้ายคาบจะหมดเวลา...”

(นักเรียนคนที่ 16ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

“...ช่วงระดมความคิดออกแบบสิ่งประดิษฐ์จะใช้เวลาาน ทำให้มีเวลาน้อยในตอนแก้โจทย์ปัญหาทำให้ระบุคำถามจากโจทย์ไม่ครบ...”

(นักเรียนคนที่ 19ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

4. การมีส่วนร่วม นักเรียนได้สะท้อนว่าในการทำงานกลุ่มทุกคนต่างให้ความร่วมมือ เพื่อช่วยกัน ทำงานกลุ่มให้เสร็จทันเวลา ดังจะเห็นจากแนวคำตอบดังนี้

“...คุ้นเคยกับกิจกรรมแล้ว แบ่งหน้าที่กันทำเพื่อให้งานเสร็จทันเวลา...”

(นักเรียนคนที่ 16ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

“...มีส่วนร่วมในการออกแบบและแก้โจทย์ปัญหาตามที่ได้รับมอบหมาย...”

(นักเรียนคนที่ 19ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

5. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

5.1 ความคุ้นเคยในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนสะท้อนว่ามีความคุ้นเคยและเข้าใจขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันเพิ่มขึ้น แต่ยังมีบางคนที่อธิบายขั้นตอนไม่เป็นลำดับ ดังจะเห็นจากแนวคำตอบต่อไปนี้

“...คุ้นเคยกับวิธีการแก้โจทย์มากขึ้น สามารถทำขั้นประเมินได้ครบทั้ง 2 ช่อง...”

(นักเรียนคนที่ 16ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

“...รู้สึกว่าการทำขั้นวางแผนได้ดีขึ้น รู้วิธีการทำขั้นประเมิน...”

(นักเรียนคนที่ 19ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

5.2 ปัญหาที่พบในการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน นักเรียนสะท้อนว่าระบุตัวแปรที่โจทย์ให้มาไม่ครบและใส่เครื่องหมายผิด เกิดจากการวิเคราะห์ที่ไม่ละเอียด ดังจะเห็นได้จากแนวคำตอบต่อไปนี้

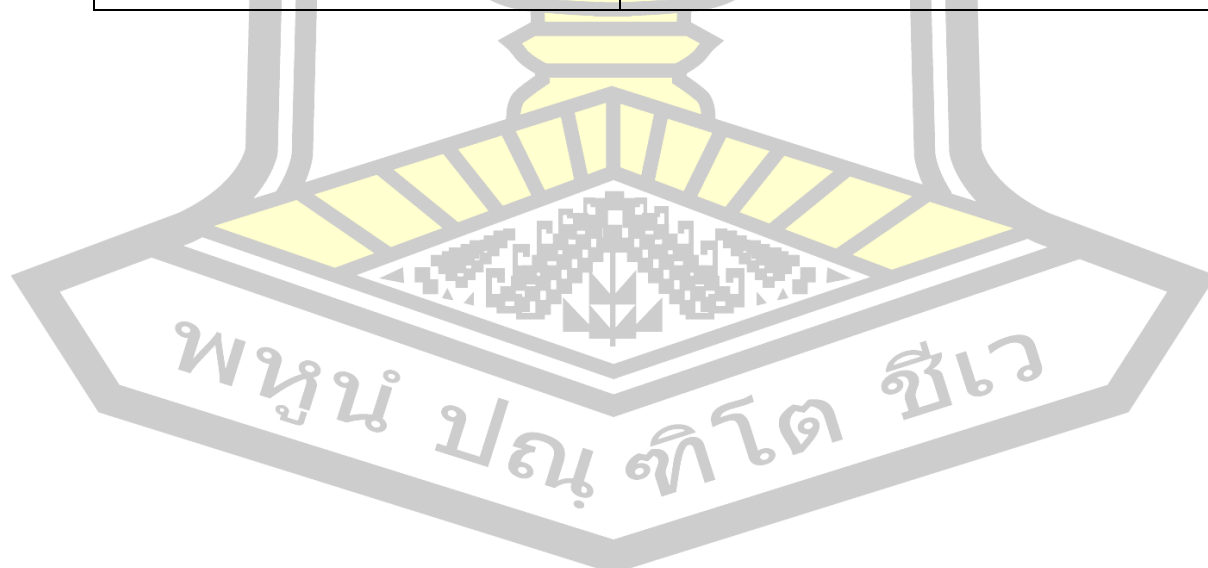
“...วิเคราะห์ไม่หมด สุ่มใส่เครื่องหมายบางตัวแปรเนื่องจากไม่ได้วาดรูปดูทิศทางการเคลื่อนที่...”

(นักเรียนคนที่ 16ก, 1 กุมภาพันธ์ 2567: สัมภาษณ์)

เมื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้จากบันทึกหลังการสอน ใบบันทึกกลุ่ม แบบทดสอบย่อย การสัมภาษณ์และรวมถึงคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายใน วงจรปฏิบัติการที่ 3 สามารถสะท้อนปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อปรับปรุงแก้ไขได้ดังนี้

ตาราง 21 ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ปัญหา	แนวทางการแก้ไข
บรรยากาศในห้องเรียนเป็นไปด้วยความเร่งรีบ ในวันที่มีกิจกรรมกลุ่มระดมความคิด	ผู้วิจัยพยายามลดขั้นตอนที่สามารถลดทอนได้ เช่น ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์โดยมีการวางอุปกรณ์จำแนกชนิดแล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับหน้าห้อง เพื่อให้เวลาในการทำกิจกรรมกระชับและตรงตามแผนการจัดการเรียนรู้
มีนักเรียนบางส่วนแสดงวิธีการ ตรวจสอบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและขั้นตอนประเมิน อย่างไม่เป็นลำดับขั้นตอน	ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนเห็นความสำคัญว่าทำไมขั้นตอนประเมินนี้ถึงสำคัญและจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง
นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ไม่ละเอียด โดยส่วนใหญ่ที่พบนักเรียนระบุตัวแปรไม่ครบรวมไปถึงระบุเครื่องหมายผิดบางตัวแปรทำให้คำนวณผิดในขั้นกำกับและควบคุม	อธิบายลักษณะของเครื่องหมายเป็นปริมาณทางเวกเตอร์ต้องคำนึงถึงเครื่องหมายในตอนระบุตัวแปรและทวนซ้ำทฤษฎีและหลักการอย่างซ้ำๆเพื่อให้ นักเรียนตระหนักถึงการระบุตัวแปรและเครื่องหมายอยู่เสมอ
นักเรียนระบุคำถามจากการวิเคราะห์จากโจทย์ผิด	ผู้วิจัยได้ให้นักเรียนตระหนักรู้และขีดเส้นใต้คำถามทุกครั้งที่ทำโจทย์การแก้ปัญหามทางฟิสิกส์เพื่อเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาที่ดี



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันซึ่งมีลำดับการรายงานดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

สรุปผล

ผลการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถสรุปผลได้ ดังนี้

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีจำนวนนักเรียนผ่าน 8 คน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 11.66 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 64.76 ของคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย 24 คน

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีจำนวนนักเรียนผ่าน 19 คน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 13.58 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.46 ของคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.17 ของนักเรียนทั้งหมดใน กลุ่มเป้าหมาย 24 คน

ในวงจรวจรปฏิบัติการที่ 3 มีจำนวนนักเรียนผ่าน 24 คน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 15.53 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.82 ของคะแนนเต็ม 18 คะแนน คิดเป็น ร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเป้าหมาย 24 คน

อภิปรายผล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีรูปแบบงานวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ แบ่งเป็น 3 วงจรวจรปฏิบัติการ โดยแต่ละวงจรวจรปฏิบัติการสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ผลการอภิปรายวงจรวจรปฏิบัติการที่ 1

ในวงจรวจรปฏิบัติการที่ 1 นี้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในขั้นวางแผน ขั้นกำกับและควบคุมและขั้นประเมิน เป็น 3.89 4.50 3.27 คะแนนตามลำดับ โดยแต่ละขั้นตอนคะแนนเต็ม 6 คะแนน ขั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนน้อยที่สุดคือ ขั้นประเมิน ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะคำตอบจากชิ้นงานของนักเรียน พบว่าขั้นตอนที่นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ขั้นการประเมิน ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะคำตอบของนักเรียน พบว่านักเรียนหลายคนมีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 นักเรียนทำขั้นวางแผนได้ในตอนระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ระบุคำถามจากโจทย์ ระบุสูตรที่ใช้แต่ยังมีนักเรียนส่วนใหญ่เขียนการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ไม่เป็นลำดับขั้นตอน แต่เมื่อทำขั้นกำกับและควบคุมสามารถแก้โจทย์ได้ เมื่อถึงขั้นการประเมินพบว่านักเรียนยังไม่เข้าใจการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จึงทำให้นักเรียนบางส่วนไม่เขียนคำตอบในส่วนนี้และบางส่วนเขียนไม่ชัดเจนว่าได้ตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร ผลจากการสัมภาษณ์นักเรียน สะท้อนให้เห็นว่ายังไม่คุ้นเคยในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์และการตรวจสอบคำตอบในขั้นการประเมินทำให้ไม่รู้ว่าเขียนลงในกรอบอย่างไรทำให้พบว่านักเรียนมีปัญหาในขั้นการประเมินมากที่สุด แต่กลวิธีเมตาคอกนิชันแนวคิดของ (Beyer, 1997) ออกแบบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาและเมื่อคำนวณหาคำตอบแล้วจะต้องทำการตรวจสอบย้อนกลับทั้งขั้นตอนที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาและตรวจสอบคำตอบ

ปัญหาที่พบในวงจรวจรปฏิบัติการที่ 1 ที่ส่งผลให้นักเรียนในกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่มีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ คือ นักเรียนยังไม่มีความคุ้นเคยกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชันและไม่

เข้าใจการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ จึงทำให้นักเรียนบางส่วนไม่เขียนคำตอบในส่วนนี้และบางส่วนเขียนไม่ชัดเจนว่าขั้นตอนวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างไร ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขในวงจรปฏิบัติการถัดไปเพื่อให้ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนให้เป็นไปตามความมุ่งหมายของงานวิจัย

ผลการอภิปรายวงจรปฏิบัติการที่ 2

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในขั้นวางแผน ขั้นกำกับและควบคุมและขั้นประเมิน เป็น 4.61 4.79 4.18 คะแนนตามลำดับ โดยแต่ละขั้นตอนคะแนนเต็ม 6 คะแนน พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ขั้นการประเมิน ซึ่งการลงมือแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ในขั้นประเมินเป็นขั้นที่ต้องการให้นักเรียนได้ฝึกตรวจสอบความถูกต้องของการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของตนเอง เป็นการมองย้อนกลับไปตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาว่าสอดคล้องกับขั้นตอนที่วางแผนเอาไว้หรือไม่ แต่ละขั้นตอนถูกต้องแล้วหรือไม่และคำตอบที่ได้สอดคล้องและถูกต้องกับคำถามของโจทย์หรือไม่เพื่อประเมินความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง (พาสนา จุรัสตัน, 2556) กล่าวว่านักเรียนขาดการทบทวนเนื้อหา บทบาทของครูในการสอนเพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการแก้โจทย์ปัญหา คือ ต้องคอยกำกับให้นักเรียนหมั่นทบทวนหลักการความรู้หรือสูตร รวมถึงการฝึกใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันอยู่เสมอในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อให้ความชำนาญมาก และปีเยอร์ (Beyer. 1987 : 191-192) ได้ให้ความหมายว่าเมตาคอกนิชันเป็นการคิดเกี่ยวกับการคิด (thinking about thinking) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการ วางแผนในการทำงาน การสังเกตหรือตรวจสอบความก้าวหน้า การประเมินผลงานหรือกิจกรรม รวมทั้งการปรับปรุงงานหรือกิจกรรมให้สำเร็จตามแผนที่วางไว้เมื่อพิจารณาพบว่าภาพรวมของคะแนนแต่ละขั้นเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมา ข้อมูลที่รวบรวมได้จากบันทึกหลังสอนและการสัมภาษณ์สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนเริ่มมีความคุ้นเคยกับวิธีการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผลจากการวิเคราะห์จากใบกิจกรรมกลุ่มและแบบทดสอบย่อย ยังพบปัญหาที่คล้ายกันกับวงจรปฏิบัติการที่ผ่านมาที่ทำให้นักเรียนไม่ได้เต็มในแต่ละขั้นย่อย แต่โดยภาพรวมนักเรียนสามารถใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ดีขึ้น นักเรียนยกมือถามเมื่อไม่เข้าใจ เดินมาถามครูที่หน้าชั้นเรียนเมื่อไม่เข้าใจ จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขให้ดียิ่งขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ต่อไป

ผลการอภิปรายวงจรปฏิบัติการที่ 3

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากผู้วิจัยได้ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ทำให้มีคะแนนจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เฉลี่ยอยู่ที่ 15.53 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.82 ของคะแนนเต็ม 18 คะแนน มีจำนวนนักเรียนผ่าน 24 คน ที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ผ่านทั้งหมดของกลุ่มเป้าหมาย เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่าในวงจรปฏิบัติการที่ 3 นี้ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยในขั้นวางแผน ขั้นกำกับ และควบคุมและขั้นประเมิน เป็น 5.28 5.29 4.94 คะแนนตามลำดับ หลังจากนักเรียนมีความคุ้นเคยกับกลวิธีเมตาคอกนิชันนักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์โดยการวาดรูปก่อนที่จะระบุตัวแปร ทำให้ลดข้อผิดพลาดจากการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ได้มากขึ้น เมื่อนักเรียนภายในชั้นเรียนเห็นถึงความสำคัญของการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ การตรวจสอบคำตอบเป็นการมองย้อนกลับไปตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาว่าสอดคล้องกับขั้นตอนที่วางแผนเอาไว้หรือไม่ แต่ละขั้นตอนถูกต้องแล้วหรือไม่และคำตอบที่ได้สอดคล้องและถูกต้องกับคำถามของโจทย์หรือไม่เพื่อประเมินถูกต้องของคำตอบทำให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายได้คะแนนสูงขึ้นตามลำดับ (สุรภัทรสาแสง, 2553) กล่าวว่่านักเรียนได้รับการฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาเช่นนี้เป็นประจำจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ตนมีอยู่ไปใช้วิเคราะห์หาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้นได้ เมื่อนักเรียนภายในชั้นเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน กับเพื่อนภายในกลุ่มและต่างกลุ่มเพื่อระดมความคิด กระตุ้นการเรียนรู้เพื่อเปิดโอกาสในการเรียนรู้ให้มีความอยากรู้คำตอบ เพื่อเป็นการดึงความสนใจผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน อย่างไรก็ตาม คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ยังคงมีคะแนนในขั้นประเมินต่ำกว่าขั้นตอนอื่นๆ ผลจากการสัมภาษณ์ พบว่านักเรียนบางคนทำแบบทดสอบไม่ครบเพราะว่า บางคาบใช้เวลาในการทำกิจกรรมมากเกินไป ทำให้มีเวลาในการทำแบบทดสอบจำกัดจึงส่งผลให้อ่านโจทย์ไม่ละเอียด ระบุเครื่องหมายผิด เนื่องจากการจัดการทดสอบในแต่ละครั้งมีข้อจำกัดด้านเวลา รวมทั้งผู้วิจัยไม่สามารถตัดจำนวนของโจทย์ปัญหาออกได้เพราะโจทย์ปัญหาถูกกำหนดในจุดประสงค์การเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ จึงเป็นผลหลักที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเต็มที่ ส่งผลต่อคะแนนในขั้นการประเมินที่ทำให้น้อยกว่าขั้นวางแผนและขั้นกำกับและควบคุม ในกรณีนี้ผู้วิจัยควรคำนึงถึงความยากง่ายของโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เพื่อลดข้อจำกัดด้านเวลาจะทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ละเอียดลดข้อผิดพลาดมากขึ้น รวมทั้งคอยชี้แจงทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแต่ละขั้นตอนอยู่เสมอ

กล่าวโดยสรุป การจัดการเรียนแบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนได้ ผลจากการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนจากกลุ่มเป้าหมายจำนวน 8 คนที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์ หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 2 จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นเป็น 19 คน และเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในวงรอบปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นเป็น 24 คน มีคะแนนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องด้วยการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน เป็นหนึ่งในรูปแบบการสอนที่วิจัยกับเด็กไทยเพื่อออกแบบการสอนให้ผู้เรียนได้ ครบสองด้าน คือ ได้ทั้งด้านเนื้อหาวิชาและทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้วยการสอนรูปแบบนี้จะทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างเป็นรูปธรรมได้มีการนำไปใช้แล้วและได้ผลดีคือ เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียน คิดวิเคราะห์และคิดสร้างสรรค์ (วิริยะ ฤชชัยพาณิชย์, 2558) กล่าวว่า การเรียนรู้สร้างสรรค์เป็นฐาน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจ คือ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจทำให้ผู้เรียนนั้นมีความอยากเรียน อยากรู้ อยากค้นหาคำตอบตนเองได้ ขั้นตอนที่ 2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ คือ กระบวนการนี้ทั้งหมดจะเป็นการใช้ปัญหาเป็นตัวนำขึ้นการตั้งปัญหาในรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนแต่จะเป็นการปล่อยให้ผู้เรียนค้นหาปัญหาที่ตนเองสงสัย โดยปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นจะเป็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจในบทเรียน ค้นคิดจะปล่อยให้ผู้เรียนนั้นได้ใช้เวลาในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ ผู้สอนนั้นมีหน้าที่เดินให้คำปรึกษาตามกลุ่ม ให้คำปรึกษาเวลาที่ผู้เรียนมีปัญหาลักษณะที่ได้จากกระบวนการนี้ไม่ใช่คำตอบที่ถูกต้อง ทักษะการคิดและค้นคว้าหาคำตอบที่จะเกิดขึ้นจากเวลาที่ผู้สอนนั้นปล่อยให้ผู้เรียนได้ใช้เวลากับเนื้อหาที่ตนเองสนใจได้อย่างเต็มที่ ขั้นตอนที่ 4 นำเสนอ คือ กระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนนั้นตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ตนเองได้ค้นหามาและขั้นตอนที่ 5 การประเมินผลของกิจกรรม คือ การประเมินผลกิจกรรมทั้งหมดที่ผู้เรียนได้ทำมาตลอดเวลาของการเรียนรู้ และการสอดแทรกกลวิธีเมตาคอกนิชันเข้าไปในการจัดการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากมีขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการควบคุมและติดตามความคิด ผ่าน ขั้นตอนการวางแผน การกำกับและควบคุมและขั้นตอนการประเมิน สอดคล้องกับงานวิจัยของ (สุกัญญา กิ่งกลาง, 2564) การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ผลที่ได้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มสูงขึ้นหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ก่อนเริ่มนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมนักเรียนโดยการอธิบายลำดับขั้นตอนและลักษณะกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในชั้นเรียนให้ชัดเจน พร้อมทั้งยกตัวอย่างในขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

1.2 ผู้สอนควรเพิ่มกิจกรรมที่ท้าทายนักเรียนในคาบนั้นๆ เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมีการแข่งขันจะทำให้บรรยากาศการเรียนเป็นไปด้วยความสนุกสนานเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้อยากรู้ตลอดจนจบกิจกรรมการเรียนรู้

1.3 ครูผู้สอนควรกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับระดับความยากความง่ายของโจทย์ปัญหา และในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้เรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมนานเกินไป จะได้สามารถจัดการเรียนรู้ได้ครบทุกขั้นตอน

1.4 ในการแก้โจทย์ปัญหาที่โจทย์ไม่ได้ให้ข้อมูลโจทย์มาโดยตรงหรือโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อน ผู้สอนจะต้องเน้นให้นักเรียนวิเคราะห์ ตั้งข้อสังเกต เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุปริมาณที่เกี่ยวข้องให้รวมทั้งหมดให้นักเรียนวาดภาพประกอบเพื่อเป็นแนวทางในการระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องให้ถูกต้อง

1.5 ในขั้นการประเมินของการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นขั้นที่นักเรียนประสบปัญหามากที่สุด เนื่องจากนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาและการตรวจคำตอบ ผู้สอนควรอธิบายที่มาและความสำคัญของแต่ละขั้นอย่างช้าๆ พร้อมทั้งยกตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้และทำความเข้าใจได้มากขึ้นจากวิธีการเรียนรู้แบบใหม่ที่ต่างจากเดิมที่คุ้นชิน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 หากนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางพีสิกส์ครั้งต่อไป ผู้สอนควรทบทวนหลักการทางคณิตศาสตร์ที่ รวมทั้งใช้คำถามกระตุ้นเพื่อดึงความรู้เดิม เพิ่มความรู้ใหม่จากทฤษฎีต่อไปจะทำให้เพิ่มความสำเร็จของการวิจัยมากยิ่งขึ้น

2.2 ในจัดกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่ม ควรแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น กลุ่มเรียนเก่ง เรียนกลาง และเรียนอ่อน ไม่ควรพิจารณาผลจากการเรียนเพียงอย่างเดียว ควรต้องทำการศึกษาความพึงพอใจ แรงจูงใจและพฤติกรรมของผู้เรียนร่วมด้วย

2.3 นำกลวิธีเมตาคอกนิชันไปใช้ร่วมกันกับการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่นที่มีขั้นตอนน้อยลง เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหรือแก้ปัญหาในเนื้อหาอื่นหรือกลุ่มเป้าหมายอื่น

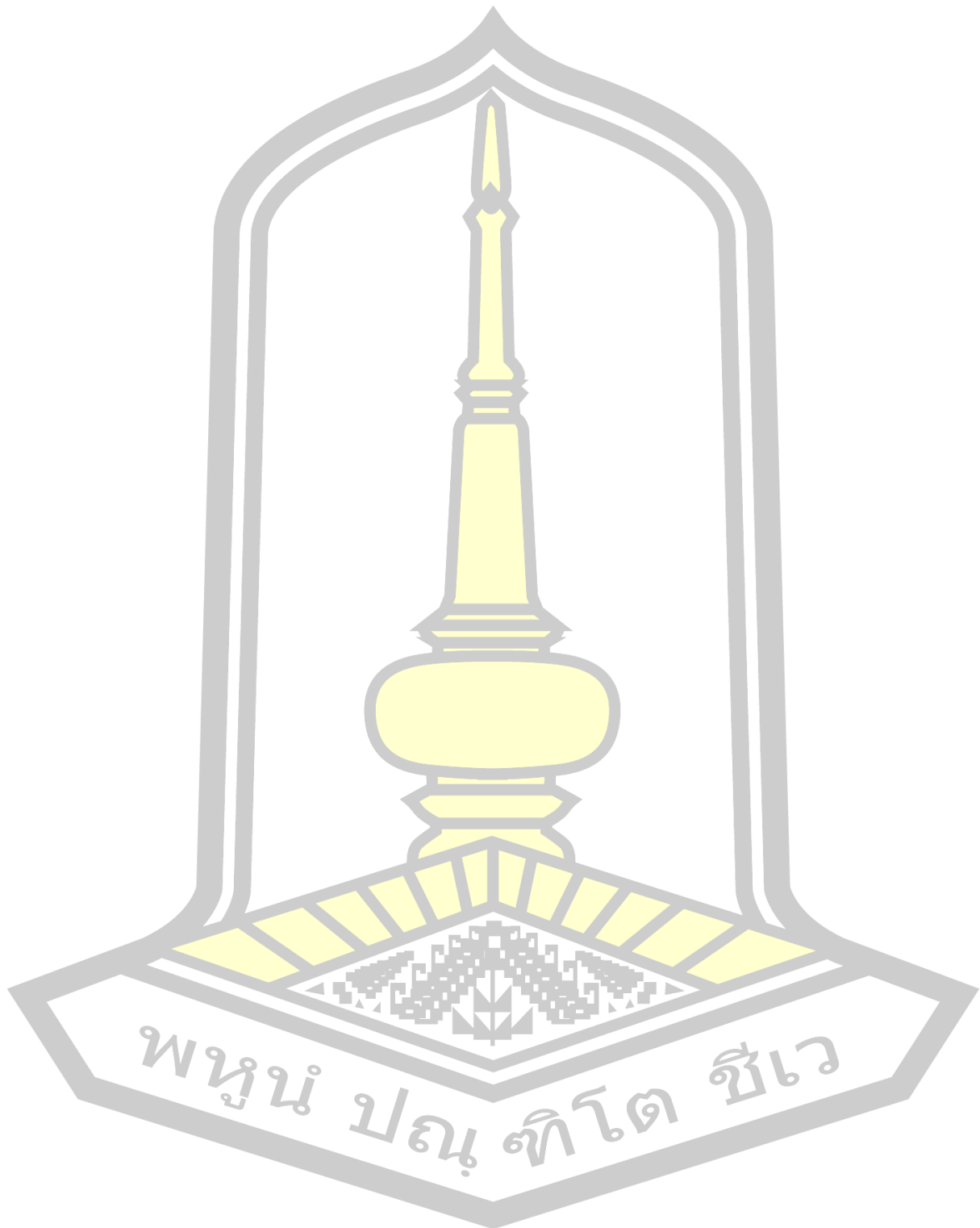
2.4 ศึกษาข้อจำกัดของกลวิธีหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะนำไปใช้ในการวิจัยก่อน เริ่มทำการวิจัยเพื่อที่จะสามารถวางแผนในการลดข้อผิดพลาดและจุดบกพร่องของกลวิธีหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้นั้นๆ ได้

2.5 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยควรกำหนดเวลา ในการทำแบบทดสอบให้เหมาะสมตามจำนวนข้อและระดับความยาก-ง่ายของ แบบทดสอบปะปนกัน ไม่ควรให้มีสองคำถามในข้อเดียวกัน เพื่อให้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบได้เต็มที่และเพื่อให้การทดสอบ สามารถสะท้อนผลที่ตรงกับความสามารถของนักเรียนได้เต็มที่

2.6 ในการวิจัยครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรเพิ่มเครื่องมือวิจัย เช่น แบบสังเกตพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ เพื่อนำมาใช้สนับสนุนให้การวิจารณ์ และการสรุปผลวิจัยมีความสมบูรณ์และน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น



บรรณานุกรม



กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.

กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม). (2566). หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม (ฝ่ายมัธยม) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560). มหาสารคาม.

เกริก คักดีสุภาพ. (2562). การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 13(2), 7–21.

ทวีป ศิริริศมี. (2537). แนวทางในการเผยแพร่ผลงานวิจัย เอกสารการประชุมปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิจัยการศึกษาครั้งที่ 5 เรื่องการนำผลวิจัยไปใช้ในการจัดการศึกษา. กรุงเทพฯ: กองวิจัย การศึกษากรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

น้อมศรี เคท. (2537). เรื่องน่ารู้สำหรับครูคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

มงคล เรียงณรงค์, และลัดดา ศิลาน้อย. (2558). การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชา ส21103 สังคมศึกษา 2. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 38(4).

ประวิต เอรารวรรณ์. (2545). การวิจัยปฏิบัติการ ACTION RESEARH. กรุงเทพฯ: บริษัท สำนักพิมพ์ ดอกหญ้าวิชาการ จำกัด.

อิสราพร เภรินทวงศ์. (2557). การเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติของ Hewson & Hewson (2003) ร่วมกับการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนา. วารสาร ศึกษาศาสตร์.มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 37(2), 172-179.

จิตรา แก้วชัย และ หล้า ภาณุตานนท์. (2553). การศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง โจทย์ปัญหา ร้อยละ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยเน้นขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา. วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัย บัณฑิตศึกษา, 4(2), 39-50.

ณรงค์ฤทธิ์ ประเสริฐสุข. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ การพัฒนาเมตาคอกนิชัน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง งานและพลังงาน โดยใช้ กลวิธีเมตาคอกนิชัน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.

ธันยากร ช่วยทุกข์เพื่อน. (2559). การศึกษาข้อบกพร่องของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กลวิธีแก้ปัญหาเชิงตรรกะของเฮลเลอร์และเฮลเลอร์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี: ศึกษานิพนธ์ศึกษานิพนธ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 11(1), 26-35.

นิภาพร ช่วยธานี. (2555). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง จลนศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอกนิชันสำหรับนักศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, พิเศษ(การ 86 ประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5), 38-35.

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

บุญเจิด ภิญโญนนตพงษ์. (2547). การวัดและประเมินผลการเรียน. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญเรียง ขจรศิลป์. (2529). วิธีวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประพนธ์ เจียรกุล. (2539). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการวิจัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สยาม.

เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์. (2535). การพัฒนาทางพุทธิปัญญา. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์. (2544). วิทยาการด้านการคิด. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน. (2552). ผลการใช้วิธีสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล (TAI) ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยทักษิณ.

เพิ่มรุศ บุปผามาตะนัง. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชา คณิตศาสตร์เรื่องการหารทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ (TAI) กับการสอนตามปกติ. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พาสนา จุลรัตน์. (2556). เมตาคอกนิชันกับการเรียนรู้ , วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์. 14(1), น. 1-17.

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2538). การวิจัยเชิงปฏิบัติการ. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 28(2), 10-14.

ลัดดา ศิลาน้อย. (2558). การวิจัยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รายวิชา ส 21103 สังคมศึกษา 2. ขอนแก่น: วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 38(4), 141-148.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

วิริยะ ฤชชัยพาณิชย์. (2558). การสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน Creativity-based Learning (CBL). วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้, 1(2), 23 - 37.

ศิริพร แก้วอ่อน. (2558) การพัฒนาความสามารถและเจตคติในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์. สถาบันวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ: กรุงเทพฯ.

ศิริณา นามโน. (2560). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ศรีสุมา ทศมี. (2552). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอกนิชัน. (การศึกษานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุกัญญา กิ่งกลาง. (2564). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แก๊สและสมบัติของแก๊ส ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับ กลวิธีเมตาคอกนิชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สมคิด พุคามี. (2539). การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา สำหรับนักเรียนชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง. กรุงเทพฯ: ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ไทย.

สมศักดิ์ โสภณพินิจ. (2537). ยุทธวิธีการแก้โจทย์เชิงคณิตศาสตร์กับการสอน. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 2(2), 61-79.

สุรภัทร สาแสง. (2553). ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของการประยุกต์การสอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้กลวิธี STAR ที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สุวิมล ว่องวานิช. (2548). การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุคนธ์ สินธพานนท์และคณะ. (2555). พัฒนาการทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.

สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์. (2533). การพัฒนาชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).

หน่วยศึกษานิเทศน์. (2545). *การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

อนรรฆ สมพงษ์ และลดาวัลย์ มะลิไทย. (2560). *การศึกษากิจการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนแบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (Creativity Based Learning: CBL) ในรายวิชาการศึกษาเอกสารและหลักฐานทางประวัติศาสตร์ สาขาวิชาสังคมศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*. ออนไลน์. สืบค้นเมื่อ 15 ตุลาคม 2566. แหล่งที่มา: <https://www.slideshare.net/EmmyNichanan/cbl-77494336>.

อุษา ชมภูพฤษ. (2561). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน*. 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.

Beyer, B. K. (1987). *Practical Strategies for Teaching*. Boston: Allyn and Bacon.

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.

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

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

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.

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

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 rubricwith application to introductory physics. *Physical Review Physics EducationResearch*, 12(1), 15-26.

Elawar, M. C. (1992). Effects of teaching metacognitive skills to students with lowmathematics ability. *Teaching and Teacher Education*, 8(2), 109-121.

Ertmer, P., & Newby, T. J. (1996). The Expert Learner: Stratic, Self-regulated andReflective. *Instructional Science*, 24, 1-24.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring. *American Psycholohist*, 34(10), 906-911.

Forgaty, R. (2002). How to Integrate the Curricula. *Pearson Education*, Inc IL : Skylight Professional Development.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. International. *Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2).

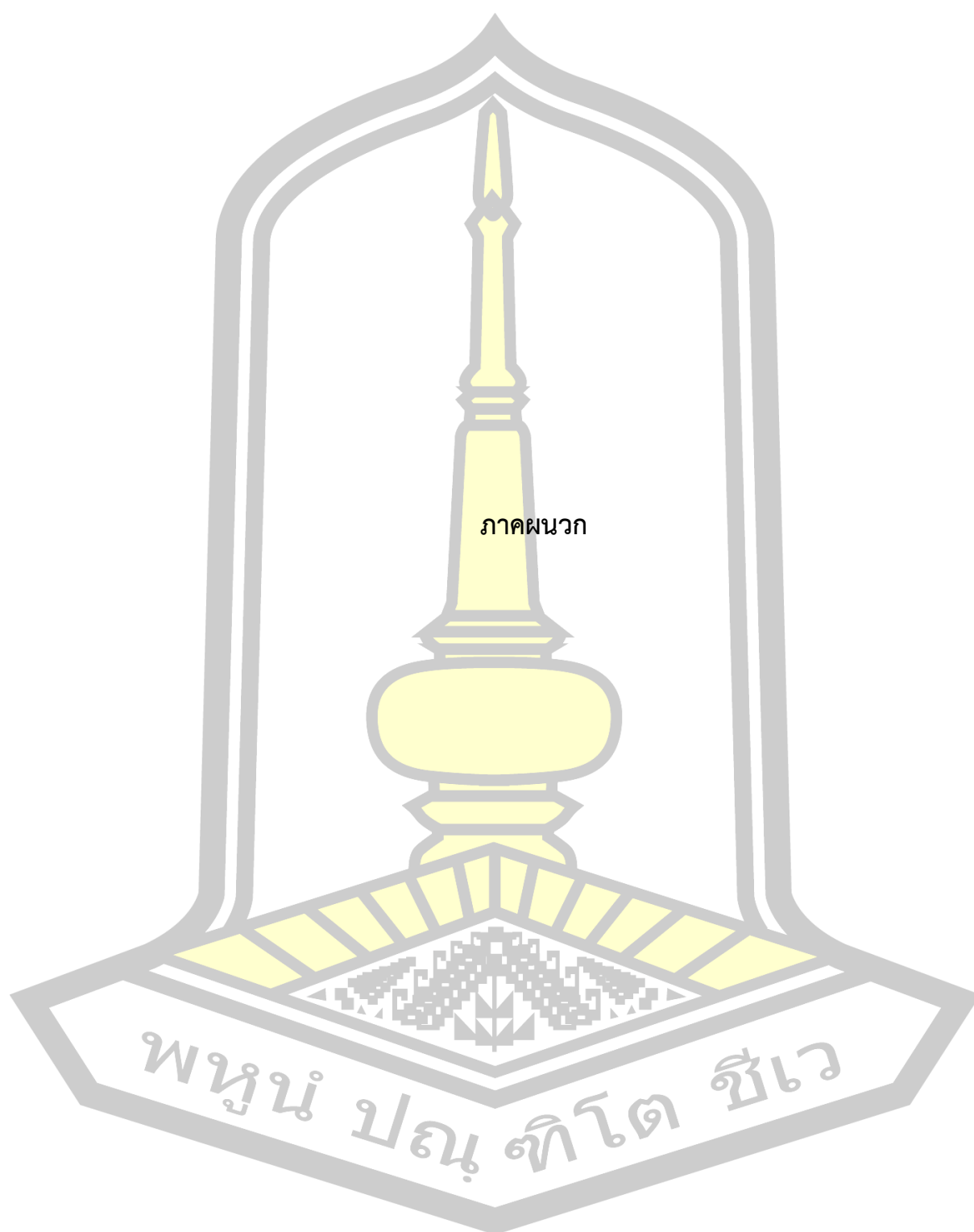
Georghiades, P. (2000). Beyond Conceptual Change Learning in Science Education: Focusing Transfer, Durability and Metacognition. *Educational Research*, 45(2), 119-139.

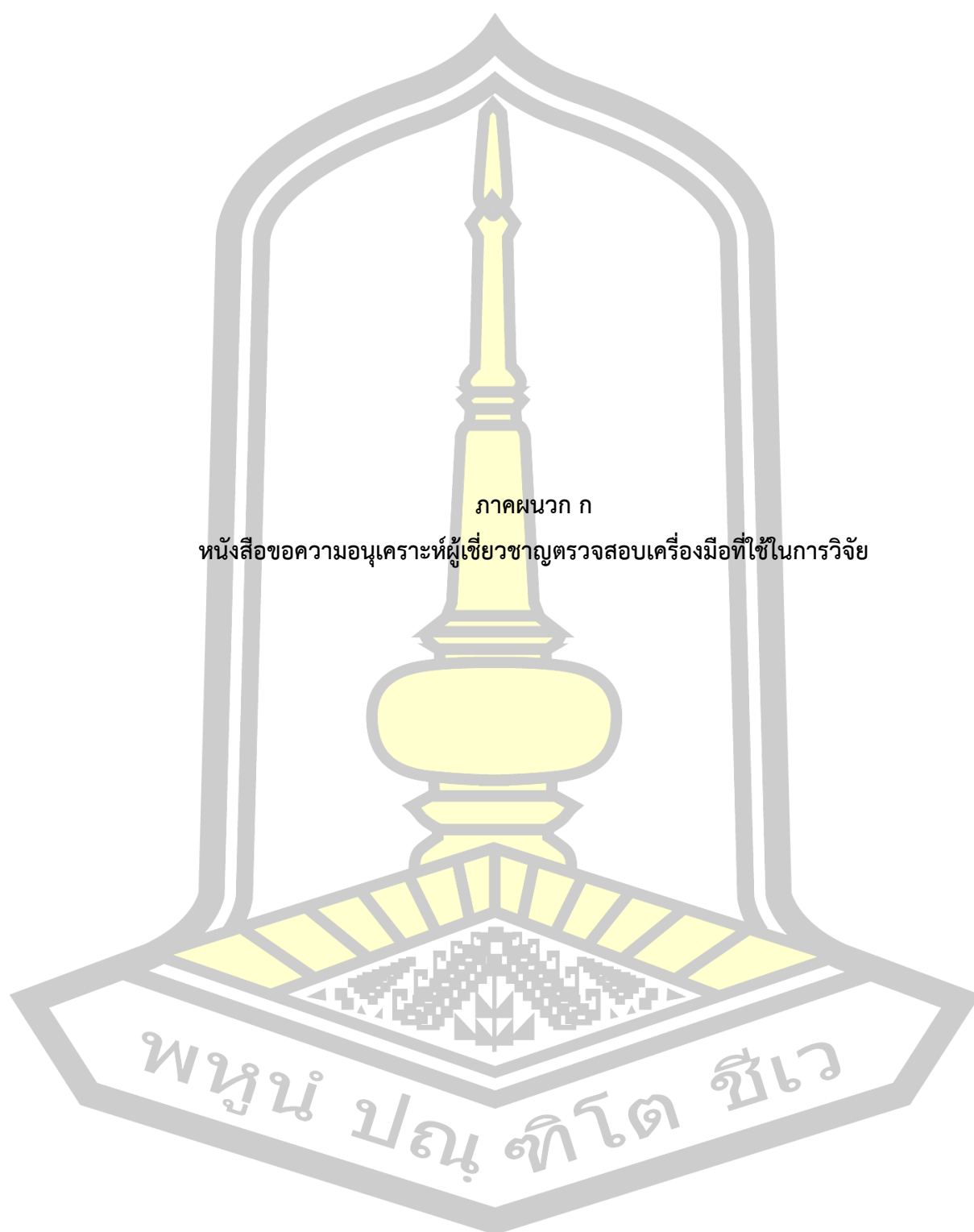
- Gok, T. & Silay, L. (2008). EFFECTS OF PROBLEM-SOLVING STRATEGIES TEACHING ON THE PROBLEM- SOLVING ATTITUDES OF COOPERATIVE LEARNING GROUPS IN 101 PHYSICS EDUCATION. *Journal of Theory and Practice in Education*, 4(2), 243-266.
- Hartman, H. J. (1998). Metacognition in Teaching and Learning: an introduction. *Instructional Science International Journal of Learning and Cognition*, 26, 1-3.
- Henry, C., & Kemmis, S. (1985). A point-by-point to action research for teacher. *The Australian Administrator*, 6(4), 1-4.
- Hennessey, M. G. (1999). *Probing the dimensions of Metacognition : Implication for coceptual change teaching-learning*. Boston, MA.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer (3rd ed)*. Victoria: Deakin University.
- Krulik, S., & J. Rudnick. (n.d.). *Problem Solving: A Handbook for Senior High School Teacher*. Boston: Allyn and Bacon.
- 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 Dimention of Thinking and Cognitive Instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Wells, A. (2000). *Emotonal Disorders and Metacognition : Innovative Cognitive Therapy*. Chichester.

Wood, Colin. (2006) . The Development of Creative Problem Solving in Chemistry.
Chemistry Education Research and Practice, 7(2).

Zulkipli, N., Kabit, M.R. and Ghani, K.A. (2008). Metacognition: What roles does it play
in students' academic performance. *Int. J. Learn*, 15, 97-105.









บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216

ที่ อว 0605.5(2)/ว5247

วันที่ 15 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นายชัยวัช อ้อมแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงศ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

พณณ ปณ จิตโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2)/ว5273

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

17 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.ชัยภัทร พลายบัว

ด้วย นายชัยรัช อ้อมแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง โมเมนต์และ การชนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงศ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทองศักดิ์ คุลสู่อ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0 4371 3174

เบอร์โทรนิสิต 0924465009



ที่ อว 0605.5(2)/ว5273

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

17 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ดร.ฉันทชัย จันทะเสน

ด้วย นายชัยธวัช อ้อมแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงศ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทองศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0 4371 3174

เบอร์โทรนิสิต 0924465009



ที่ อว 0605.5(2)/ว5273

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

17 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายธนภุต พิษขุนทด

ด้วย นายชัยรัช อ้อมแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงศ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทองศักดิ์ ภูสีอ่อน)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

โทรศัพท์, โทรสาร 0 4371 3174

เบอร์โทรนิสิต 0924465009



ที่ อว 0605.5(2)/ว5273

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

17 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายสุนัย อัมมรุ้ง

ด้วย นายชัยธวัช อ้อมแก้ว นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 เรื่อง โมเมนตัมและการชนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำรงหลักสูตร (กศ.ม.) การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี วงศ์สะพาน เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

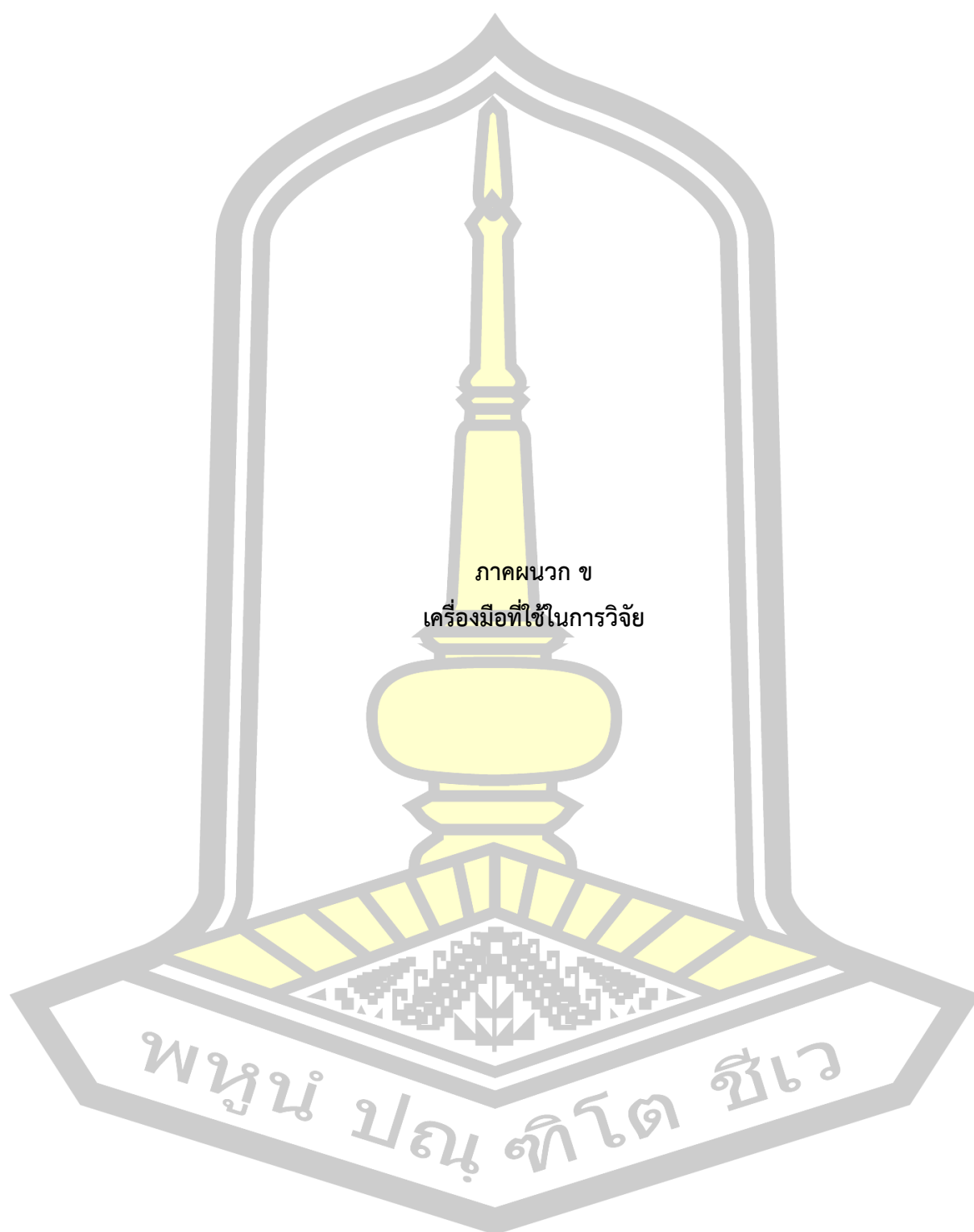
เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0 4371 3174
เบอร์โทรนิสิต 0924465009



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

▲

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ โมเมนตัมและการชน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2566

1. ผลการเรียนรู้

อธิบายและคำนวณแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของวัตถุรวมทั้งอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงตลกับโมเมนตัม

2. สาระสำคัญ

เมื่อมีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไปโดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความเข้าใจ (K)

นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุใดๆจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม

ด้านทักษะกระบวนการ (P)

นักเรียนสามารถคำนวณแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไปได้

ด้านคุณลักษณะ (A)

นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลาและรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียน

4. สาระการเรียนรู้

เมื่อวัตถุมวล m เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว $\vec{u}$ มีแรงคงตัว $\vec{F}$ กระทำต่อวัตถุในช่วงเวลา Δt ทำให้ความเร็วของวัตถุเปลี่ยนเป็น $\vec{v}$ จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน ดังสมการ

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$$

เมื่อ	$\vec{F}$	คือ	แรงลัพธ์ที่คงตัวที่กระทำต่อวัตถุมวล m
	$m\vec{u}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุก่อนออกแรงกระทำ
	$m\vec{v}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุหลังออกแรงกระทำ
	$m\vec{v} - m\vec{u}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลา Δt
	$\frac{m\vec{v} - m\vec{u}}{\Delta t}$	คือ	โมเมนตัมของวัตถุที่เปลี่ยนไปใน 1 หน่วยเวลา หรือ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ

สรุปได้ว่า กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุทั้งขนาดและทิศทาง

▼

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคognition

ขั้นที่1 กระตุ้นความสนใจ

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ซึ่งเกิดจาก มวล ความเร็วของวัตถุทำให้โมเมนตัมเปลี่ยนแปลงไป นักเรียนคิดว่าแรงลัพธ์สามารถทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่

1.2 ครูตั้งปัญหาเพื่อนำเข้าสู่การทํากิจกรรมโดยตั้งปัญหาดังนี้ ถ้าฟุตบอลมีความเร็วต้นในการเคลื่อน ถ้านักเรียนต้องการให้ความเร็วปลายของลูกบอลเปลี่ยนแปลงไปนักเรียนจะทําอย่างไร

ขั้นที่2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ

2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนภายในห้อง กลุ่มละ 6 คน เพื่อทําใบกิจกรรมที่ 2 ปกป้องผู้โดยสารและตอบคำถามข้างต้นผ่านใบกิจกรรมที่ 2

2.2 ครูกำหนดโจทย์ปัญหา เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ในหนังสือเรียนหน้า 55 ให้เลือกกลุ่มละ 1 ข้อ รวมกันแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามที่กลุ่มตนเองสนใจแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรมที่ 2

2.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหาเรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและครูอธิบายความหมายเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยกลวิธีเมตาคognition

ขั้นที่3 ค้นคว้าและคิด

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่โดยจะมีการค้นคว้าและคิดเองเพื่อหาคำตอบที่เกี่ยวข้องกับปัญหาข้างต้นที่กลุ่มตนเองได้รับลงในiPad เพื่อนำเสนอ

3.2 ครูให้ตัวแทนกลุ่มมาจับคู่เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นพร้อมจดรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการแลกเปลี่ยนดังกล่าวเพื่อนำไปอภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่ม

ขั้นที่ 4 นำเสนอ

4.1 ครูให้ตัวแทนสมาชิกในแต่ละกลุ่มได้ออกมานำเสนอจากกิจกรรมข้างต้น ไม่เกินกลุ่มละ 3 นาที

4.2 เมื่อกลุ่มที่นำเสนอเสร็จให้กลุ่มอื่นๆ 1 2 กลุ่ม ถามคำถามจากการนำเสนอ

4.3 ครูสรุปข้อมูลที่ถูกต้องและเฉลยคำถามตามที่ได้ถามไปข้างต้นเพื่อลดความคลาดเคลื่อนของการเรียนรู้และทำให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้นจากการแก้โจทย์ปัญหาด้วยกลวิธีเมตาคognitionเพื่อเป็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาให้แก่ นักเรียน

ขั้นที่ 5 การประเมินผลของกิจกรรม

5.1 ครูให้นักเรียนทุกคนทําแบบทดสอบย่อยที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม คนละ 1 ฉบับ

5.2 เมื่อหมดเวลาครูให้นักเรียนสลับกันตรวจแบบทดสอบย่อยตามที่ครูเฉลยบนหน้ากระดาน

5.3 ครูรวบรวมแบบทดสอบย่อยที่ 2 และใบกิจกรรมกลุ่มที่ 2 จากนักเรียนเพื่อนำไปสรุปและประเมิน

ต่อไป

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการประเมิน	เครื่องมือ	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความเข้าใจ (K) นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่า แรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุใดๆ จะเท่ากับอัตราการใช้เปลี่ยน โมเมนตัมนั้น	นักเรียนทำ แบบทดสอบย่อย	แบบทดสอบตอนที่ 1	มากกว่าร้อยละ 70
ด้านทักษะกระบวนการ (P) นักเรียนสามารถคำนวณแรง ลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้ โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไป ได้	นักเรียนทำ แบบทดสอบย่อย	แบบทดสอบตอนที่ 2	มากกว่าร้อยละ 70
ด้านคุณลักษณะ (A) นักเรียนเข้าเรียนตรงเวลา และรับผิดชอบงานที่ได้รับ มอบหมายในชั้นเรียน	การเช็คชื่อเข้าเรียน และการตรวจงานที่ มอบหมายในใบ กิจกรรมกลุ่มที่ 1	แบบบันทึกการเช็คชื่อและ แบบบันทึกการส่งงาน	นักเรียนได้รับการประเมิน ตั้งแต่ระดับ ดี เป็นต้นไป

ด้านความเข้าใจ (K) : แบบประเมินแบบทดสอบย่อย ตอนที่ 1

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ตอบคำถามได้ตรงประเด็น				
2	ความครบถ้วนของประเด็นคำถาม				
รวม					

เกณฑ์การตัดสิน

ระดับคะแนน	ผลการตัดสิน
6 8	ผ่าน
0 5	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบย่อย ตอนที่ 1

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
คำอธิบายตรงกับประเด็นที่กำหนด	อธิบายได้สอดคล้องประเด็นคำถามทุกประเด็น	อธิบายได้สอดคล้องประเด็นคำถามเป็นส่วนใหญ่	อธิบายได้สอดคล้องประเด็นคำถามบางส่วน	อธิบายไม่สอดคล้องประเด็นคำถาม
ความครบถ้วนของประเด็นคำถาม	ตอบคำถามทุกข้อตอบทุกประเด็นคำถาม	ตอบคำถามทุกข้อแต่ตอบไม่ครบทุกประเด็นคำถาม	ตอบคำถามบางข้อและตอบทุกประเด็นคำถาม	ไม่ตอบคำถาม

ด้านทักษะกระบวนการ (P): แบบประเมินแบบทดสอบย่อย ตอนที่ 2

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	คะแนน
1	ขั้นวางแผน	
2	ขั้นกำกับและควบคุม	
3	ขั้นการประเมิน	
รวม		

เกณฑ์การตัดสิน

ระดับคะแนน	ผลการตัดสิน
10-14	ผ่าน
0-9	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบย่อย ตอนที่ 2

ขั้นตอน	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	น้ำหนักคะแนน
1. ขั้นการวางแผน	1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ - ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ หรือระบุผิด - 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 หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่ถูกต้อง - ระบุสูตร หรือ หลักการในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์	0 1 2	
	1.4 การออกแบบขั้นตอน หรือ การวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา - ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่เป็นลำดับชัดเจน - ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน	0 1 2	
2. ขั้นตอนการ และควบคุม	2.1 การแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบหรือวางแผนเอาไว้ - ไม่แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำ แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดีเป็นลำดับขั้นตอน	0 1 2	2
3. ขั้นตอนการ ประเมิน	3.1 การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่มีการเขียนอธิบายหรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา - เขียนอธิบายหรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง - เขียนอธิบายหรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง	0 1 2	2
	3.2 การตรวจสอบคำตอบ - ไม่มีการเขียนอธิบาย หรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ - เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ แต่ไม่ชัดเจนและไม่สอดคล้องกับคำตอบที่ถูกต้อง - เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับคำตอบที่ถูกต้อง	0 1 2	

ด้านคุณลักษณะ (A) : แบบเช็คชื่อและการส่งงาน

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินการทำงานของนักเรียน โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในแบบบันทึกตามจริงใน

ตอนต้นคาบและเช็คบันทึกการส่งงานของนักเรียน

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

เกณฑ์การตัดสิน

ระดับคะแนน	ผลการตัดสิน
ดี ขึ้นไป	ผ่าน
พอใช้ ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การประเมินการเข้าร่วมกิจกรรมของนักเรียน

ประเด็น การ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีเยี่ยม	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การเข้า เรียนและ การส่งงาน	เข้าเรียนตรงเวลา ก่อน เวลาเรียน 5 นาที ส่งงานครบท้ายคาบ	เข้าเรียนสายไม่เกิน 5 นาที ส่งงานครบท้ายคาบ	เข้าเรียนสายไม่เกิน 5 นาที ส่งงานไม่ครบท้าย คาบ	เข้าเรียนสายเกิน 5 นาที ส่งงานไม่ครบท้ายคาบ

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

7.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 1 ม.4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม(ฝ่ายมัธยม)
- 2) PowerPoint เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
- 3) แบบทดสอบย่อยที่ 2 เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม
- 4) ใบกิจกรรมกลุ่มที่ 2 เรื่อง ปกป้องผู้โดยสาร

7.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) ห้องเรียน
- 2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

8. ความเห็นของอาจารย์

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อ

(.....)

ตำแหน่ง

9. บันทึกผลหลังการสอน

9.1 ผลการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้

การใช้สื่อ/แหล่งเรียนรู้

.....

.....

.....

การวัดและประเมินผล

.....

.....

.....

9.2 ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

.....

9.3 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้วิจัย
 (นายชัยวิช อ้อมแก้ว)
 วันที่.....



ใบกิจกรรมกลุ่มที่ 2
เรื่อง ปกป้องผู้โดยสาร

กลุ่มที่.....

ชื่อ..... เลขที่.....

ชื่อ..... เลขที่.....

ชื่อ..... เลขที่.....

ชื่อ..... เลขที่.....

ชื่อ..... เลขที่.....

ชื่อ..... เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- ให้นักเรียนวาดภาพยานพาหนะของกลุ่มตนเอง อธิบายหลักการปกป้อง

[illegible]

- 2.ให้นักเรียนเลือกโจทย์ที่สนใจจากหนังสือเรียนหน้า 55 (1 ข้อ) เขียนโจทย์พร้อมทั้งแสดงวิธีทำดังนี้

- ## 1. ขั้ววางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

1.2 สิ่งที่น่าสนใจตาม

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

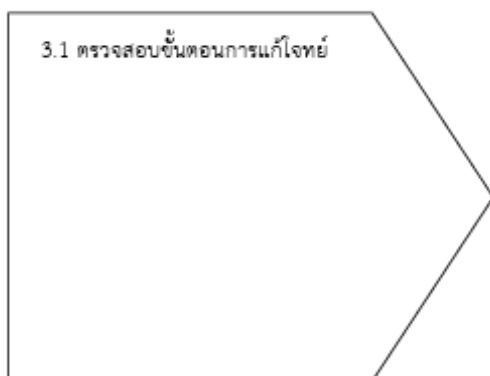
2. ขั้นกำกับและควบคุม

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

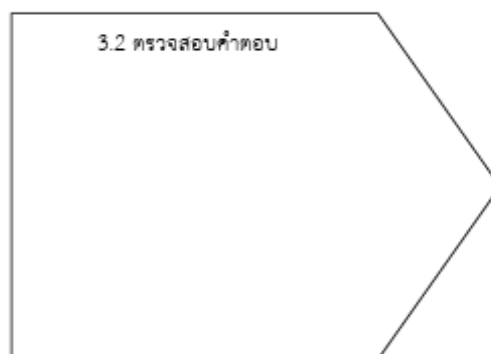


3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์



3.2 ตรวจสอบคำตอบ




เฉลยใบกิจกรรมกลุ่มที่ 2
เรื่อง ปกป้องผู้โดยสาร

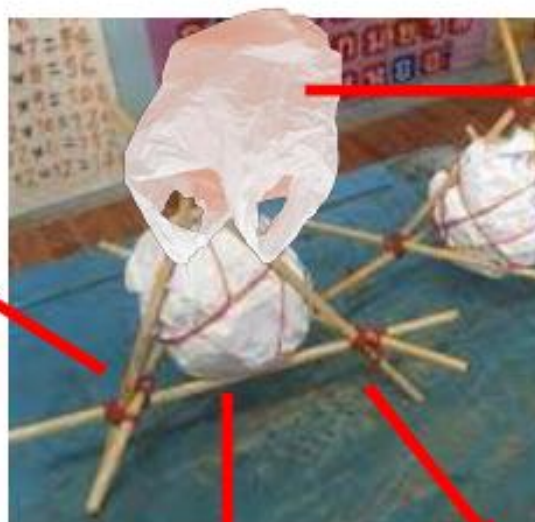
กลุ่มที่.....

ชื่อ.....	เลขที่.....
ชื่อ.....	เลขที่.....
ชื่อ.....	เลขที่.....
ชื่อ.....	เลขที่.....
ชื่อ.....	เลขที่.....
ชื่อ.....	เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ให้นักเรียนวาดภาพยานพาหนะของกลุ่มตนเอง อธิบายหลักการปกป้อง

ใช้ตะเกียบ ประกอบเป็น
รูปพีระมิต เมื่อตกกระทบ
กับพื้นจะทำให้ เวลาใน
กระทบพื้นมากขึ้นแรง
น้อยลงส่งผลให้ไข่ไม่แตก



ใช้ถุงพลาสติกเพื่อชะลอความเร็วใน
ขณะที่ปล่อยจนกระทบพื้นเมื่อ
ความเร็วน้อยลง แรงที่กระทำน้อยลง
ส่งผลให้ไข่ไม่แตก

ใช้กระดาษหุ้มไข่ ป้องกันเมื่อกระทบพื้น
ไข่สัมผัสกับพื้นจะทำให้เวลาที่กระทบเพิ่มขึ้น
ส่งผลให้ไข่ไม่แตก

ใช้ยางมัดเพื่อทำให้รูปทรงของสิ่งประดิษฐ์คง
รูปเมื่อกระทบพื้น

บุญ ภิเดช

เฉลยใบกิจกรรมกลุ่มที่ 2 ตอนที่ 2

ยกตัวอย่างโจทย์จากหนังสือเรียน: รถยนต์คันหนึ่งเคลื่อนที่ไปในแนวตรงจากความเร็ว 10 m/s เป็น 5 m/s ถ้ารถมีมวล 10 Kg โมเมนตัมของรถที่เปลี่ยนแปลงไปมีค่าเท่าไร

1. ขั้นวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$u = 10 \text{ m/s}$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

$$m = 10 \text{ kg}$$

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

$$\Delta P = ?$$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$\Delta P = mv - mu$$

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

1. ดูทิศทางของการเคลื่อนที่วัตถุ

2. แทนค่าที่ทราบในสูตรที่กำหนด

3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการ

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

$$\Delta P = mv - mu$$

$$= 10(5) - 10(10)$$

$$= 50 - 100$$

$$= -50 \text{ kg.m/s}$$

(-) โมเมนตัมของวัตถุมีกำลังลดลง

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว

2. แทนค่าที่ทราบในสูตรถูกต้องแล้ว

3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการทราบถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

แทนค่าคำตอบที่ได้กลับเข้าไปในสูตร

$$\Delta P = mv - mu$$

$$-50 = 10(v) - 10(10)$$

$$-50 + 100 = 10v$$

$$\frac{50}{10} = v$$

$$v = 5 \text{ m/s}$$

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ กลับเข้าไปในสูตร

พบว่า ความเร็วปลาย เท่ากับ ค่าที่โจทย์ให้มา

ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม คือ -50 kg.m/s

แบบทดสอบย่อย 2
เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

ชื่อ.....เลขที่.....

ตอนที่1 : จงเขียนอธิบายเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

1. แรงที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

.....

.....

2. เราสามารถเขียนสมการแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ดังนี้

.....

.....

3. แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม มีหน่วยเป็น

.....

.....

ตอนที่2 : ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. รถยนต์คันหนึ่งมวล 200 Kg กำลังวิ่งไปด้วยความเร็วคงที่ 36 km/hr บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าคนขับบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 4 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด

1. ขั้นวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

.....

1.2 สิ่งที่ต้องหาคำถาม

.....

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

.....

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

.....

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

3.2 ตรวจสอบคำตอบ



เฉลยแบบทดสอบย่อย 2

เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม

ชื่อ.....เลขที่.....

ตอนที่1 : จงเขียนอธิบายเพื่อตอบคำถามต่อไปนี้

1. แรงที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

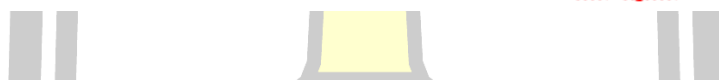
- มวล
- ความเร็วต้น
- ความเร็วปลาย
- เวลา

2. เราสามารถเขียนสมการแรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ดังนี้

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

3. แรงและการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม มีหน่วยเป็น

- แรง มีหน่วย เป็นนิวตัน(N) และการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม (kg.m/s หรือ N.s)



เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบย่อย ตอนที่ 1

ประเด็นที่ประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
คำอธิบายตรงกับประเด็นที่กำหนด	อธิบายได้สอดคล้องประเด็นคำถามทุกประเด็น	อธิบายได้สอดคล้องประเด็นคำถามเป็นส่วนใหญ่	อธิบายได้สอดคล้องคล้อยประเด็นคำถามบางส่วน	อธิบายไม่สอดคล้องคล้อยประเด็นคำถาม
ความครบถ้วนของประเด็นคำถาม	ตอบคำถามทุกข้อตอบทุกประเด็นคำถาม	ตอบคำถามทุกข้อแต่ตอบไม่ครบทุกประเด็นคำถาม	ตอบคำถามบางข้อและตอบทุกประเด็นคำถาม	ไม่ตอบคำถาม

เกณฑ์การตัดสิน

ระดับคะแนน	ผลการตัดสิน
6-8	ผ่าน
0-5	ไม่ผ่าน

เฉลยตอนที่2 : ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. รถยนต์คันหนึ่งมวล 200 Kg กำลังวิ่งไปด้วยความเร็วคงที่ 36 km/hr บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าคนขับบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 4 วินาที **จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด**

1. ขั้นวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$m = 200 \text{ kg}$$

$$u = 36 \text{ km/hr}$$

$$t = 4 \text{ s}$$

$$v = 0 \text{ m/s}$$

1.2 สิ่งที่ต้องหาค่า

$$F = ?$$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

1. เปลี่ยนหน่วยความเร็วต้น

2. แทนค่าที่ทราบในสูตรที่กำหนด

3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการ

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

$$u = 36 \times \frac{5}{18} = 10 \text{ m/s}$$

$$F = \frac{mv - mu}{\Delta t}$$

$$= \frac{200(0) - 200(10)}{4 - 0}$$

$$F = -500 \text{ N}$$

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว

2. แทนค่าที่ทราบในสูตรถูกต้องแล้ว

3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการทราบถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ กลับเข้าไปในสูตร

$$-500 = \frac{200(0) - 200u}{4 - 0}$$

$$-500 = 200(0) - 200u$$

$$u = \frac{-2000}{-200}$$

$$u = 10 \text{ m/s}$$

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ กลับเข้าไปในสูตร

พบว่า ความเร็วต้น เท่ากับ ค่าที่โจทย์ให้มาจากการเปลี่ยนหน่วยเป็น m/s

ดังนั้น แรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด คือ -500 N

ด้านทักษะกระบวนการ (P): แบบประเมินแบบทดสอบย่อย ตอนที่ 2

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนประเมินโดยการทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	คะแนน
1	ขั้นวางแผน	
2	ขั้นกำกับและควบคุม	
3	ขั้นการประเมิน	
รวม		

เกณฑ์การตัดสิน

ระดับคะแนน	ผลการตัดสิน
10-14	ผ่าน
0-9	ไม่ผ่าน

เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบย่อย ตอนที่ 2

ขั้นตอน	รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน	น้ำหนักคะแนน
1. ขั้นการวางแผน	1.1 การระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ - ไม่ระบุข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ หรือระบุผิด - 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 หลักการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่ถูกต้อง - ระบุสูตร หรือ หลักการในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องสมบูรณ์	0 1 2	
	1.4 การออกแบบขั้นตอน หรือ การวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา - ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่เป็นลำดับชัดเจน - ระบุขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน	0 1 2	

2. ขั้นกำกับ และควบคุม	2.1 การแสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบหรือวางแผนเอาไว้ - ไม่แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำ แต่ไม่เป็นไปตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ - แสดงวิธีทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบเอาไว้เป็นอย่างดีเป็นลำดับขั้นตอน	0 1 2	2
3. ขั้นการ ประเมิน	3.1 การตรวจสอบขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา - ไม่มีการเขียนอธิบายหรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา - เขียนอธิบายหรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา แต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง - เขียนอธิบายหรือแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องในแต่ละขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง	0 1 2	2
	3.2 การตรวจสอบคำตอบ - ไม่มีการเขียนอธิบาย หรือไม่แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ - เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ แต่ไม่ชัดเจนและไม่ได้สอดคล้องกับคำตอบที่ถูกต้อง - เขียนอธิบาย หรือแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้อย่างชัดเจนและสอดคล้องกับคำตอบที่ถูกต้อง	0 1 2	



ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์.

แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

เรื่อง โมเมนตัม แรงและการเปลี่ยนโมเมนตัม

- คำชี้แจง
- 1.กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ 30 นาที
 - 2.แบบทดสอบฉบับนี้ประกอบด้วยโจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ทั้งสิ้น 3 ข้อ
 - 3.นักเรียนต้องเขียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน

ชื่อ.....เลขที่.....



1. วัตถุึมีมวล 50 kg เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 4 m/s^2 หลังเวลาผ่านไป 4 S จะมีโมเมนตัมเท่าใด

1. ขั้นวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้
หลักการที่ใช้

1.2 สิ่งทีุ่โจทย์ถาม

1.3 สูตรหรือ

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

2.ปล่อยลูกเทนนิสมวล 1.0 kg จากจุดซึ่งสูงจากพื้น 20 m ขณะลูกเทนนิสกระทบพื้นจะมีโมเมนตัมเท่าไร

1. ขั้นวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้
หลักการที่ใช้

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

1.3 สูตรหรือ

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

3.รถยนต์คันหนึ่งมวล 200 Kg กำลังวิ่งไปด้วยความเร็วคงที่ 72 km/hr บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าคนขับบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 4 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด

1. ขั้นวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้
หลักการที่ใช้

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

1.3 สูตรหรือ

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

เฉลย

1. วัตถุที่มีมวล 50 kg เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 4 m/s^2 หลังจากเวลาผ่านไป 4 s จะมีโมเมนตัมเท่าใด

1. ขั้นวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$u = 0 \text{ m/s}$$

$$a = 4 \text{ m/s}^2$$

$$t = 4 \text{ s}$$

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

$$p = ?$$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$v = u + at$$

$$p = mv$$

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

1. ตรวจสอบเครื่องหมายตัวแปร

2. แทนค่าที่ทราบในสูตรที่กำหนด

3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการ

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

$$v = u + at$$

$$= 0 + (4)(4)$$

$$v = 16 \text{ m/s}$$

$$p = mv = 50(16) = 800 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว

2. แทนค่าที่ทราบในสูตรถูกต้องแล้ว

3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการทราบถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ กลับเข้าไปในสูตร

$$p = mv$$

$$800 = 50(v)$$

$$v = \frac{800}{50}$$

$$v = 16 \text{ m/s}$$

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ กลับเข้าไปในสูตร

พบว่า ความเร็วปลาย เท่ากับ ค่าที่โจทย์ให้มา

ดังนั้น โมเมนตัม คือ $800 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$

2. ปล่อยลูกเทนนิสมวล 1.0 kg จากจุดซึ่งสูงจากพื้น 20 m ขณะลูกเทนนิสกระทบพื้นจะมีโมเมนตัมเท่าไร

1. ขั้นวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$\begin{aligned} m &= 1 \text{ kg} \\ u &= 0 \text{ m/s} \\ s &= 20 \text{ m} \\ g &= +10 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

$$p = ?$$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$\begin{aligned} v^2 &= u^2 + 2as \\ p &= mv \end{aligned}$$

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

1. ตรวจสอบเครื่องหมายตัวแปร
2. แทนค่าที่ทราบในสูตรที่กำหนด
3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการ

2. ขั้นกำกับและควบคุม



2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

$$\begin{aligned} v^2 &= u^2 + 2gs \\ &= 0^2 + (2)(10)(20) \\ v &= 20 \text{ m/s} \\ p &= mv = 1(20) = 20 \text{ kg} \cdot \text{m/s} \end{aligned}$$

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
2. แทนค่าที่ทราบในสูตรถูกต้องแล้ว
3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการทราบถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ กลับเข้าไปในสูตร

$$\begin{aligned} p &= mv \\ 20 &= 1(v) \\ v &= \frac{20}{1} \\ v &= 20 \text{ m/s} \end{aligned}$$

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ กลับเข้าไปในสูตร

พบว่า ความเร็วปลาย เท่ากับ ค่าที่โจทย์ให้มา

ดังนั้น โมเมนตัม คือ 20 kg.m/s

3. รถยนต์คันหนึ่งมวล 200 Kg กำลังวิ่งไปด้วยความเร็วคงที่ 72 km/hr บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าคนขับบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 4 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด

1. ขั้นวางแผน

1.1 ข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้

$$\begin{aligned} m &= 200 \text{ kg} \\ u &= 72 \text{ km/hr} \\ v &= 0 \text{ m/s} \\ t &= 4 \text{ s} \end{aligned}$$

1.2 สิ่งที่โจทย์ถาม

$$F = ?$$

1.3 สูตรหรือหลักการที่ใช้

$$F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

1.4 วางแผนขั้นตอนและการแก้ปัญหา

1. เปลี่ยนหน่วยความเร็วต้น
2. แทนค่าที่ทราบในสูตรที่กำหนด
3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการ

2. ขั้นกำกับและควบคุม

2.1 แสดงวิธีแก้โจทย์

$$\begin{aligned} u &= 72 \times \frac{5}{18} = 20 \text{ m/s} \\ F &= \frac{mv - mu}{\Delta t} \\ &= \frac{200(0) - 200(20)}{4 - 0} \\ F &= -1000 \text{ N} \end{aligned}$$

3. ขั้นประเมิน

3.1 ตรวจสอบขั้นตอนการแก้โจทย์

1. ใช้สูตรถูกต้องแล้ว
2. แทนค่าที่ทราบในสูตรถูกต้องแล้ว
3. คำนวณหาค่าที่ต้องการตามที่โจทย์ต้องการทราบถูกต้องแล้ว

3.2 ตรวจสอบคำตอบ

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ กลับเข้าไปในสูตร

$$-1000 = \frac{200(0) - 200u}{4 - 0}$$

$$-4000 = 200(0) - 200u$$

$$u = \frac{-4000}{-200}$$

$$u = 20 \text{ m/s}$$

เมื่อแทนค่าคำตอบที่ได้ กลับเข้าไปในสูตร

พบว่า ความเร็วต้น เท่ากับ ค่าที่โจทย์ให้มาจากการเปลี่ยนหน่วยเป็น m/s

ดังนั้น แรงเฉลี่ยที่ทำให้รถหยุด คือ -1000 N

ตัวอย่างแบบสัมภาษณ์

ประเด็นในการสัมภาษณ์	ลักษณะของคำถามในการสัมภาษณ์	บันทึกความคิดเห็นของนักเรียน
1.วิธีการจัดการเรียนรู้	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับโดยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชันในแต่ละชั้นดังต่อไปนี้ ชั้นตอนที่ 1 กระตุ้นความสนใจ ชั้นตอนที่ 2 ตั้งปัญหาและแบ่งกลุ่มตามความสนใจ ชั้นตอนที่ 3 ค้นคว้าและคิด + กลวิธีเมตาคอกนิชัน ชั้นตอนที่ 4 นำเสนอ+ กลวิธีเมตาคอกนิชัน ชั้นตอนที่ 5 การประเมินผลของกิจกรรม	
2. สื่อการสอน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับสื่อการสอนที่ครูใช้ในการจัดการเรียนการสอน	
3. เวลา	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการจัดสรรเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละชั้น	
4. การมีส่วนร่วม	นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากน้อยเพียงใด	
5. กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหากลวิธีเมตาคอกนิชัน	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาโดยกลวิธีเมตาคอกนิชัน รวมถึงประสบปัญหาในการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อแก้โจทย์ปัญหาในแต่ละชั้นต่อไปนี้หรือไม่อย่างไร ชั้นที่ 1 ชั้นวางแผน ชั้นที่ 2 ชั้นกำกับ ชั้นที่ 3 ชั้นประเมิน	

ลงชื่อ.....ผู้สัมภาษณ์

(.....)



ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ หน่วยการเรียนรู้

เรื่อง

คำชี้แจง : ให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบในแผนการสอน และให้คะแนนตามระดับ

- การประเมิน
- 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมากที่สุด
 - 4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมาก
 - 3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมปานกลาง
 - 2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อย
 - 1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อยที่สุด

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. องค์ประกอบของแผนและหน่วยการเรียนรู้					
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด					
2. สำคัญ					
2.1 มีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์					
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้					
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
3. จุดประสงค์การเรียนรู้					
3.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน					
3.2 สามารถประเมินผลได้จริง					
3.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
3.4 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้					
4. สำคัญการเรียนรู้					
4.1 สำคัญการเรียนรู้มีความถูกต้อง					
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้					
4.4 เหมาะสมกับเวลาจัดการเรียนรู้					

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. องค์ประกอบของแผนและหน่วยการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	4	4	4	5	4.40	0.49	มาก
2. สารสำคัญ								
2.1 มีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	4	4	5	4.40	0.49	มาก
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.49	มาก
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.49	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้								
3.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.4 บอกรอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4. สารการเรียนรู้								
4.1 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	4	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
4.4 เหมาะสมกับเวลาจัดการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5.2 เรียงลำดับการสอนได้เหมาะสม	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5.6 ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้นักเรียน	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
6.สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก
6.สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (ต่อ)

6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
7. การวัดและประเมินผล								
7.1 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.2 ความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
เฉลี่ย						4.45	0.49	มาก



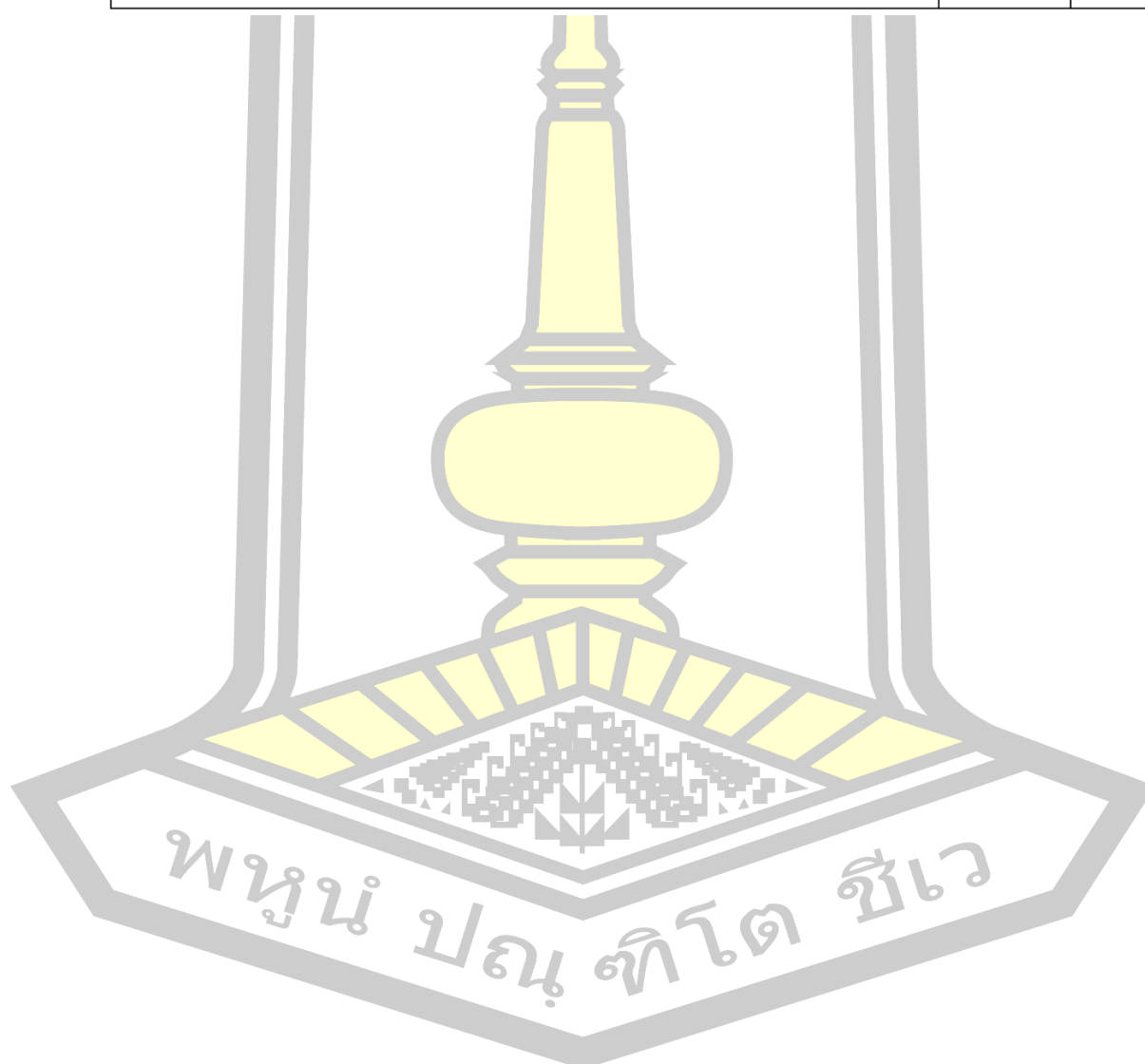
ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. องค์ประกอบของแผนและหน่วยการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2. สารสำคัญ								
2.1 มีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	4	4	4	5	4.40	0.49	มาก
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	4	4	4	5	4.40	0.49	มาก
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.49	มาก
3. จุดประสงค์การเรียนรู้								
3.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.4 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4. สารการเรียนรู้								
4.1 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	4	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
4.4 เหมาะสมกับเวลาจัดการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.2 เรียงลำดับการสอนได้เหมาะสม	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.6 ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้นักเรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ)

6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
7. การวัดและประเมินผล								
7.1 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.2 ความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
เฉลี่ย						4.56	0.47	มากที่สุด



ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. องค์ประกอบของแผนและหน่วยการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2. สารสำคัญ								
2.1 มีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้								
3.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.4 บอกรอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4. สารการเรียนรู้								
4.1 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	4	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
4.4 เหมาะสมกับเวลาจัดการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
5.2 เรียงลำดับการสอนได้เหมาะสม	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.6 ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้นักเรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ)

6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
7. การวัดและประเมินผล								
7.1 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.2 ความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้	5	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
7.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.59	0.47	มากที่สุด



ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. องค์ประกอบของแผนและหน่วยการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2. สารสำคัญ								
2.1 มีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้								
3.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.4 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.49	มาก
4. สารการเรียนรู้								
4.1 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.49	มาก
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
4.4 เหมาะสมกับเวลาจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.20	0.40	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5.2 เรียงลำดับการสอนได้เหมาะสม	5	5	4	4	4	4.40	0.40	มาก
5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.40	มาก
5.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.40	มาก
5.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	4	4	4.40	0.40	มาก
5.6 ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้นักเรียน	5	5	4	4	4	4.40	0.40	มาก
6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	0.40	มาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (ต่อ)

6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	5	4	4	4.20	0.40	มาก
7. การวัดและประเมินผล								
7.1 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.2 ความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
7.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
7.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
เฉลี่ย						4.43	0.48	มาก



ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. องค์ประกอบของแผนและหน่วยการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2. สารสำคัญ								
2.1 มีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้								
3.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนา ชัดเจน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.4 บอกรายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.49	มาก
4. สารการเรียนรู้								
4.1 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	4	4	4.40	0.49	มาก
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การ เรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
4.4 เหมาะสมกับเวลาจัดการเรียนรู้	4	4	4	4	5	4.20	0.40	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 เร้าความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	4	4	4.20	0.49	มาก
5.2 เรียงลำดับการสอนได้เหมาะสม	5	4	4	4	4	4.20	0.40	มาก
5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4	4	4.20	0.40	มาก
5.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	4	4	4	4	4.20	0.40	มาก
5.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	4	4	4	4	4.20	0.40	มาก
5.6 ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทาง ฟิสิกส์ให้นักเรียน	5	5	4	4	4	4.40	0.40	มาก
6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4	4	4	5	4	4.20	0.40	มาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 (ต่อ)

6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	5	4	4	4.20	0.40	มาก
7. การวัดและประเมินผล								
7.1 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.2 ความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
7.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
7.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
เฉลี่ย						4.39	0.46	มาก



ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. องค์ประกอบของแผนและหน่วยการเรียนรู้								
1.1 ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหาที่กำหนด	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2. สารสำคัญ								
2.1 มีความกะทัดรัด ได้ใจความชัดเจนสมบูรณ์	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้								
3.1 ระบุความสามารถของนักเรียนที่ต้องการพัฒนาชัดเจน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 สามารถประเมินผลได้จริง	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.3 จุดประสงค์เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
3.4 บอกขอบข่ายของเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4. สารการเรียนรู้								
4.1 สารการเรียนรู้มีความถูกต้อง	5	5	5	4	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	4	4	4.60	0.49	มากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4	4	4.40	0.49	มาก
4.4 เหมาะสมกับเวลาจัดการเรียนรู้	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้								
5.1 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	5	4	4	5	5	4.60	0.49	มากที่สุด
5.2 เรียงลำดับการสอนได้เหมาะสม	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.4 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.5 เหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
5.6 ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ให้นักเรียน	5	5	4	5	5	4.80	0.40	มากที่สุด
6. สื่อและแหล่งการเรียนรู้								
6.1 สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับการเรียนรู้	4	4	5	5	4	4.40	0.49	มาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 (ต่อ)

6.2 สื่อการเรียนการสอนเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4	4	5	4	5	4.40	0.49	มาก
7. การวัดและประเมินผล								
7.1 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด	4	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.2 ความเหมาะสมของเครื่องมือที่ใช้	5	5	4	4	5	4.40	0.49	มาก
7.3 ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนน	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
7.4 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ย						4.59	0.47	มากที่สุด



ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์

ปัญหาทางฟิสิกส์

คำชี้แจง

โปรดพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้ว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกา / ลงในช่อง “คะแนนพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

+1 แน่ใจว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 ไม่แน่ว่า ข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 แน่ใจว่า ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	โจทย์ปัญหา	คะแนนการพิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
นักเรียนสามารถคำนวณวัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ	1) วัตถุมีมวล 50 kg เคลื่อนที่จากหยุดนิ่งด้วยความเร่ง 4 m/s^2 หลังเวลาผ่านไป 4 S จะมีโมเมนตัมเท่าใด				
นักเรียนสามารถคำนวณวัตถุที่เคลื่อนที่จะมีโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุ	2) ปลอยลูกเทนนิสมวล 1.0 kg จากจุดซึ่งสูงจากพื้น 20 m ขณะลูกเทนนิสกระทบพื้นจะมีโมเมนตัมเท่าไร				
นักเรียนสามารถคำนวณแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุจะทำให้โมเมนตัมของวัตถุเปลี่ยนไปโดยแรงลัพธ์เท่ากับอัตราการเปลี่ยนโมเมนตัมของวัตถุ	3) รถยนต์คันหนึ่งมวล 200 Kg กำลังวิ่งไปด้วยความเร็วคงที่ 72 km/hr บนถนนตรงสายหนึ่ง ถ้าคนขับบังคับให้รถหยุดได้ภายในเวลา 4 วินาที จงหาแรงเฉลี่ยที่กระทำให้รถหยุด				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

()

วันที่.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายชัยรัช อ้อมแก้ว
วันเกิด	วันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2541
สถานที่เกิด	อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	267 หมู่ 7 บ้านดินดำ ตำบลดินดำ อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2559 ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนภูเวียงวิทยาคม จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2564 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2567 การศึกษาปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ภัโต ชีเว