



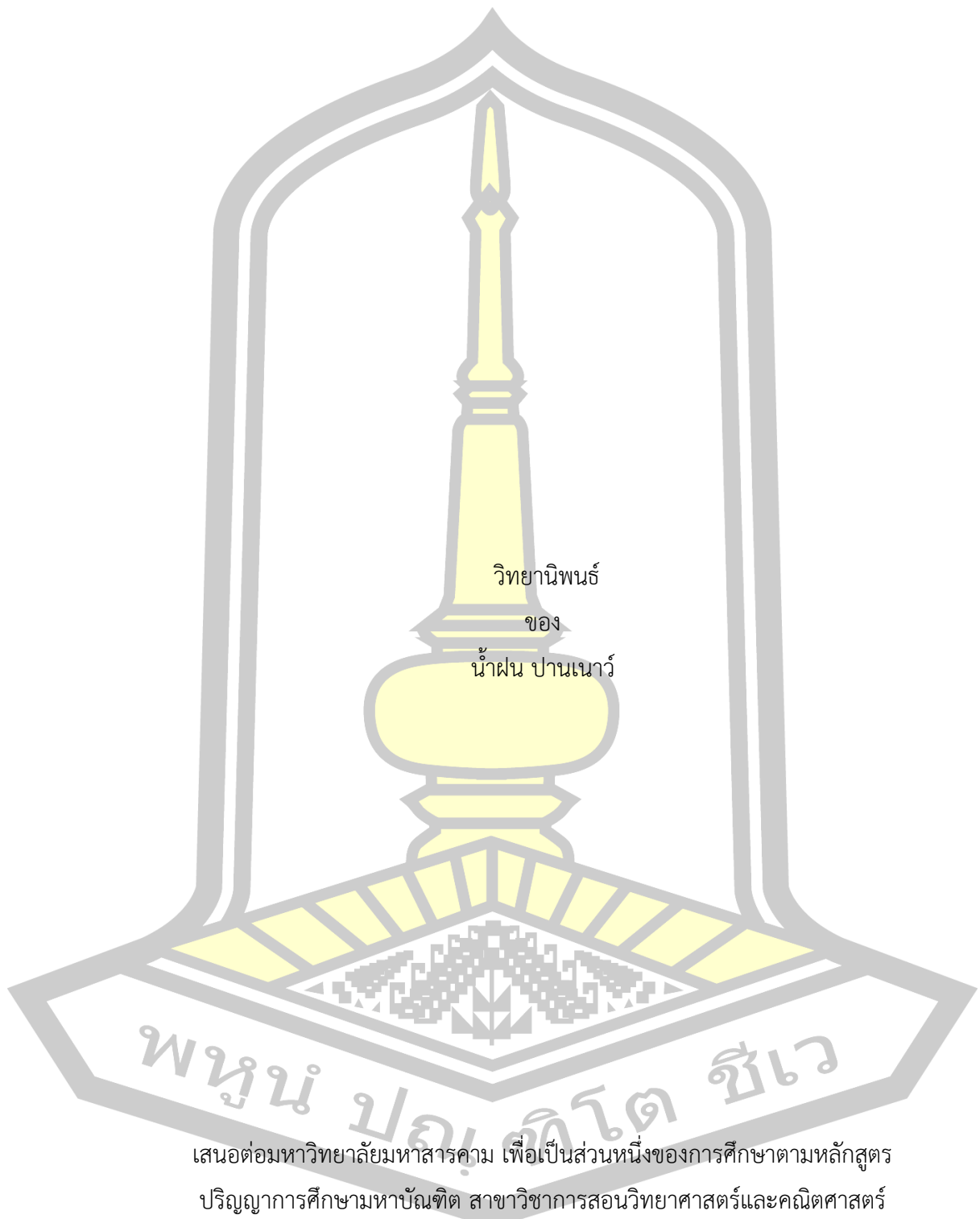
การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน

วิทยานิพนธ์
ของ
น้ำฝน ปานเนาวิ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มิถุนายน 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน

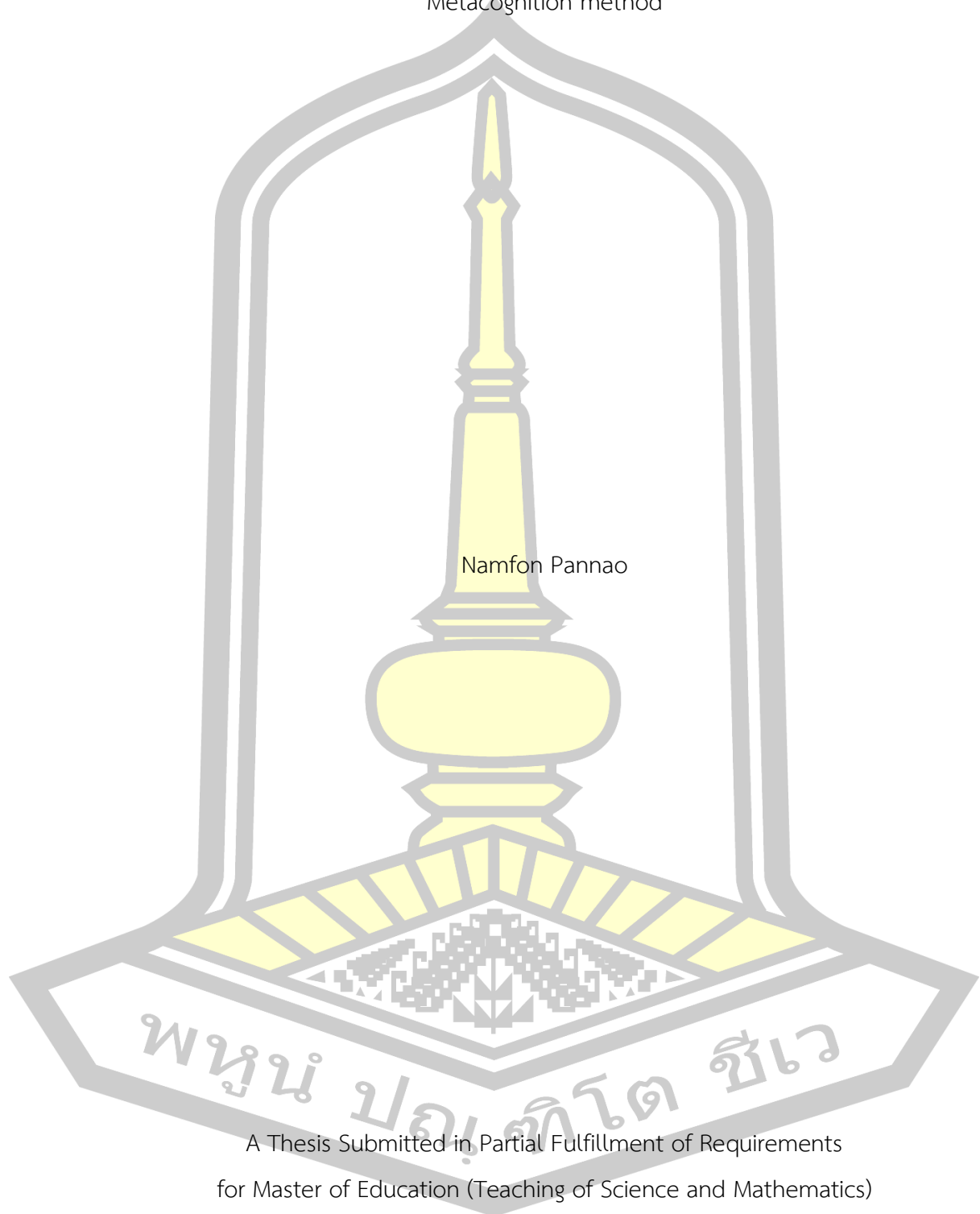


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

มิถุนายน 2563

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

The Development of problem solving ability of Mathayomsuksa 5 student by Using
Metacognition method



Namfon Pannao

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

June 2020

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวน้ำฝน ปานเนา
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. สมทรง สิทธิ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์)

กรรมการ

(รศ. ดร. ประสาท เนืองเฉลิม)

กรรมการ

(อ. ดร. กันยารัตน์ สอนสุภาพ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
มหาสารคาม

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พูน บัณฑิต วิชา

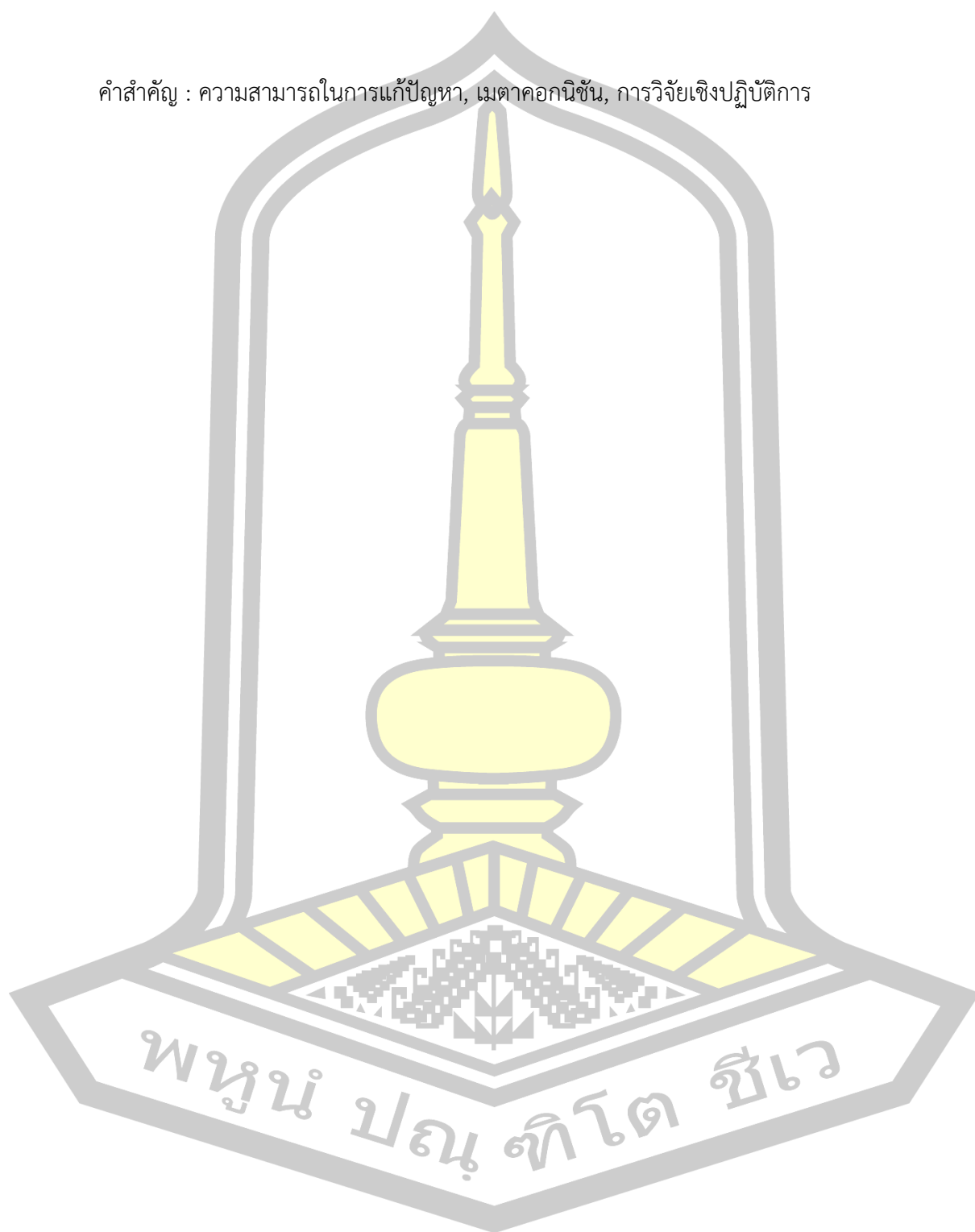
ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน		
ผู้วิจัย	น้ำฝน ปานเนา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์		
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต	สาขาวิชา	การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2563

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหารายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 11 คน โดยได้จากการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง หลังจากการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา จากนักเรียนในชั้นเรียนเดียวกันทั้งหมด 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 4 ชนิด ได้แก่ (1) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ลักษณะแบบทดสอบจะเป็นแบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด (2) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของผู้เรียน (3) แบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้าง (4) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม จำนวน 10 แผนการเรียนรู้ รวมเวลา 15 ชั่วโมง การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วยกระบวนการทั้งหมด 4 ขั้นตอน คือ การวางแผน การปฏิบัติ การสังเกตและการสะท้อนผล โดยแบ่งออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ ประเมินผลโดยทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละวงรอบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 11 คน มีความสามารถในการแก้ปัญหา หลังจากเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพิ่มขึ้น โดยพบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน และการประเมินเมื่อสิ้นสุดวงรอบปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนได้

คำสำคัญ : ความสามารถในการแก้ปัญหา, เมตาคognition, การวิจัยเชิงปฏิบัติการ



TITLE	The Development of problem solving ability of Mathayomsuksa 5 student by Using Metacognition method		
AUTHOR	Namfon Pannao		
ADVISORS	Assistant Professor Urit Charoen-In , Ph.D.		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Teaching of Science and Mathematics
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2020

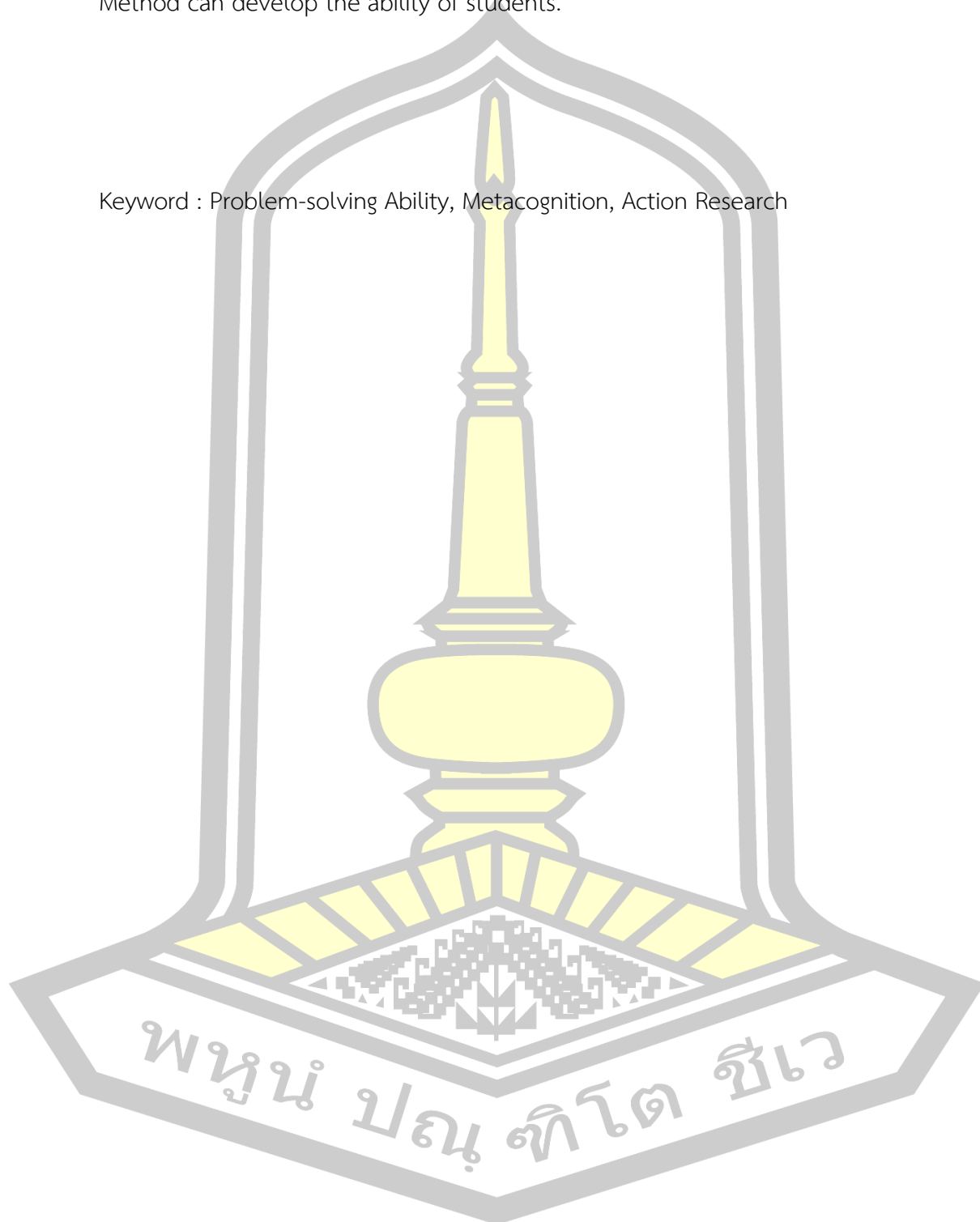
ABSTRACT

The action research aim to develop problem-solving ability using the Metacognition method in order to pass the criteria of 70% of full score. The target group of this study contained of 11 students. The targets are 11 students from a Mathayomsuksa 5, which were purposive sampling from 28 students in the same classroom, using problem-solving ability test. The instruments tool research were (1) 3 sets of the problem-solving ability test, (2) observation form in students problem solving, (3) the semi-structure interview and (4) 10 plans for integrated with the Metacognition method in Physics for 15 hours. The classroom action research consisted of 3 cycles each one; planning, action observing and reflection. Whereas action research approach used in this study composed of 3 spiral, which the first spiral used for the first to the third plan, the second spiral used for the fourth to the seventh plan, and the third spiral used for the eighth to the tenth plan. The ability test is used after each cycle. The statistics using for data analysis is mean percentage and standard deviation.

The result from classroom action research revealed that: The target students who learning using Metacognition method were obviously higher in the problem-solving ability of 11 students in the first loop there were 5 students second loop up to 8 students and in cycle third there were 10 students

passed their criteria of 70% of full score. It showed that the using Metacognition Method can develop the ability of students.

Keyword : Problem-solving Ability, Metacognition, Action Research



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและเอาใจใส่ดูแลให้คำปรึกษาตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างดีจาก ผศ.ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ อ.ดร.สมทรง สิทธิ ประธานกรรมการสอบ รศ.ดร.ประสพท เนืองเฉลิม และ อ.ดร.กันยารัตน์ สอนสุภาพ กรรมการสอบผู้ศึกษาค้นคว้าของกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณคณาจารย์คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คณาจารย์สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอนที่กรุณาให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญให้งานการศึกษาค้นคว้าเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผศ.ดร.วราพร เอราวรรณ อาจารย์ประจำวิชาภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม นายกริช อุทาภักดี และ นายไพรัตน์ น้อยนนท์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา 26 ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ที่อนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนบรบือ ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าขอมอบบูชาพระคุณบิดา มารดา และบูรพาจารย์ ที่ให้การศึกษอบรมสั่งสอนให้มีสติปัญญา และคุณธรรมอันเป็นเครื่องชี้นำทางสู่ความสำเร็จในชีวิต

พูน ปณ ทิโต ชีเว

น้ำฝน ปานเนา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	3
ความสำคัญของการวิจัย	3
ขอบเขตของการวิจัย	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560.....	6
แนวคิดเมตาคognition.....	17
ความสามารถในการแก้ปัญหา.....	29
การวิจัยเชิงปฏิบัติการ	37
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ	45
บริบทของโรงเรียนบรบือ	50
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	51
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	57
กลุ่มเป้าหมาย.....	57

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	57
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	57
วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	74
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	81
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาแต่ละวงจรปฏิบัติการ.....	83
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	102
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	102
สรุปผล.....	102
อภิปรายผล.....	103
ข้อจำกัด.....	106
ข้อเสนอแนะ.....	106
บรรณานุกรม.....	108
ภาคผนวก.....	115
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้.....	116
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	127
ภาคผนวก ค แบบประเมินความสอดคล้อง ความเหมาะสมและผลการวิเคราะห์คุณภาพของ เครื่องมือ.....	138
ภาคผนวก ง ภาพกิจกรรมนักเรียน.....	145
148	
ภาคผนวก จ หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	148
ประวัติผู้เขียน.....	154

สารบัญตาราง

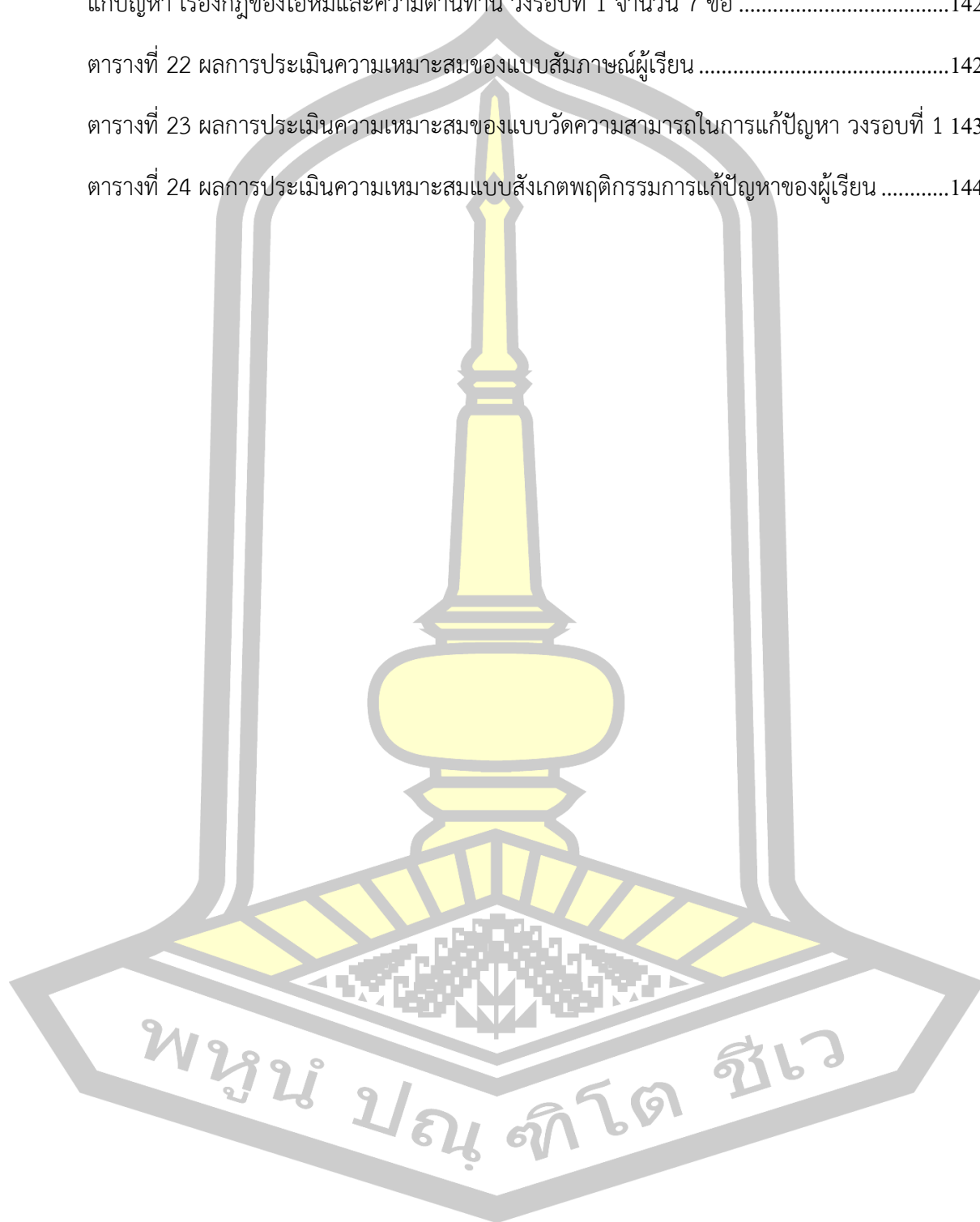
	หน้า
ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม	14
ตารางที่ 2 ข้อมูลนักเรียน โรงเรียนบรบือ ปีการศึกษา 2562.....	50
ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หน่วยแผนการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ เรื่องไฟฟ้ากระแส	58
ตารางที่ 4 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้	64
ตารางที่ 5 ข้อบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหา ในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา	65
ตารางที่ 6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องย่อยประจำหน่วย มาตรฐานตัวชี้วัด จุดประสงค์การ	66
ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา.....	68
ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมด้านความสามารถในการแก้ปัญหา.....	71
ตารางที่ 9 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย	81
ตารางที่ 10 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการ	83
ตารางที่ 11 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงรอบที่ 1.....	85
ตารางที่ 12 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1	90
ตารางที่ 13 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการ	92
ตารางที่ 14 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงรอบที่ 2.....	93
ตารางที่ 15 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2	97
ตารางที่ 16 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการ	98
ตารางที่ 17 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงรอบที่ 3.....	99
ตารางที่ 18 ผลเฉลี่ยของการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 1.....	139
ตารางที่ 19 ผลเฉลี่ยของการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 2.....	140
ตารางที่ 20 ผลเฉลี่ยของการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 3.....	141

ตารางที่ 21 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหา เรื่องกฎของโอห์มและความต้านทาน วงรอบที่ 1 จำนวน 7 ข้อ142

ตารางที่ 22 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์ผู้เรียน142

ตารางที่ 23 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วงรอบที่ 1 143

ตารางที่ 24 ผลการประเมินความเหมาะสมแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน144



บทที่ 1

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานปีพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องได้มีการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องมีการวางแผนจัดการชั้นเรียนให้ตรงตามตัวชี้วัดและ กระบวนการคิดขั้นสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสังเกต สสำรวจ ตรวจสอบและการทดลองและนำผลมาจัดระบบและสามารถส่งเสริมให้ ผู้เรียนพัฒนาตนเอง ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์นอกจากจะให้ ผู้เรียนได้ความรู้ที่เป็นเนื้อหาแล้วยังทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การใช้ กระบวนการในการแก้ปัญหาและ มุ่งเน้น พัฒนาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับแนวนโยบายการจัดการ การศึกษาของชาติโดยเป้าหมายส่วนหนึ่ง คือ ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาในด้านกระบวนการคิด จินตนาการ มีทักษะกระบวนการและมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ การสอนวิทยาศาสตร์จึงไม่ ควรเน้นเนื้อหาเพียงด้านเดียว ครูต้องจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสวงหาความรู้ได้ด้วย ตนเอง โดยการปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ตนเองโดยใช้ทักษะการคิดและกระบวนการคิดเป็น เครื่องมือ ซึ่งถือเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ สูงขึ้น (ศรีสุมา ทศมี, 2552) การเรียนวิชาฟิสิกส์เป็นการศึกษาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของ สสารกับพลังงาน โดยศึกษาในส่วนของสิ่งที่มีชีวิต จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ จนสรุปเป็นทฤษฎีและกฎเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ ธรรมชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

การจัดการเรียนรู้เป็นอีกประการหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อผู้เรียนด้วย ครูควรเปลี่ยนแปลง วิธีการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนจากเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้ มีการวางแผนร่วมกัน มีการร่วมมือกันทำงาน และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้มากที่สุดในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจ ว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (กรมวิชาการ, 2544)

ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญ เป็นกระบวนการที่จะทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบทฤษฎี กฎ หรือหลักการที่จะสามารถนำไปประยุกต์เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ (กุญชรี้ คำชาย, 2540) การแก้ปัญหายังสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งผู้เรียนจะสามารถทำได้ ผู้เรียนต้องสามารถประยุกต์และบูรณาการความรู้ไปเป็นเครื่องมือในการจัดการปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การใช้เหตุผล การคิดวิเคราะห์ การคิดตัดสินใจ อีกทั้งยังช่วยพัฒนาทักษะในการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมไปถึงทักษะการทำงานเป็นทีมด้วย (วิจารณ์ พานิช, 2555) การแก้ปัญหามาตามแนวคิดของกิลฟอร์ดที่ผู้คนส่วนใหญ่ให้การยอมรับ สามารถนำมาเป็นแนวทางสำหรับพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล (สุวิทย์ มูลคำ, 2547 ; อ้างอิงจาก Guilford, 1971)

จากผลการวิเคราะห์ข้อสอบปลายภาคของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม พบว่าจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ค่าเฉลี่ยทั้งห้องที่ได้คือ 10.57 คิดเป็นร้อยละ 35.23 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยังไม่น่าพอใจ ซึ่งอาจเกิดจากนักเรียนยังขาดความสามารถในด้านการแก้ปัญหา การวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหา รวมไปถึงการใช้กฎเกณฑ์ ทฤษฎีเพื่อนำมาใช้ตรวจสอบผลลัพธ์จากสถานการณ์ต่าง ๆ จึงทำให้คำตอบที่นักเรียนหาจากโจทย์ปัญหา หรือประเด็นปัญหานั้นผิด และนักเรียนไม่สามารถอธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือมีกระบวนการในการคิดการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้ เมื่อผู้วิจัยนำสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้ว มาใช้กระตุ้นความสนใจนักเรียน นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหา และไม่มี การวางแผนในการแก้ปัญหานั้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าปัญหาดังกล่าว ส่งผลการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ จึงได้สนใจจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ของปราโมทย์ รังศรี (ปราโมทย์ รังศรี, 2560) เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 สถานการณ์ มาทดสอบนักเรียน พบว่า ในจำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 28 คน ทำแบบทดสอบได้คะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งสิ้น 17 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ 11 คน ซึ่งเป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่ถือเป็นทักษะพื้นฐานที่มีความจำป็นต่อนักเรียน ผู้วิจัยเล็งเห็นว่านักเรียนควรได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยจัดการชั้นเรียนให้เหมาะสมกับเนื้อหา โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ลงมือทำด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนทำหน้าที่เพียงเป็นผู้จัดกิจกรรมและให้คำแนะนำ (อดิสร ดวงศรี, 2540) เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาด้วยตนเอง ซึ่งจะช่วยให้ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ รู้จักการวางแผน วิเคราะห์ปัญหา และรู้จักแก้ปัญหากันเป็นกลุ่ม ได้มี

โอกาสทำงานร่วมกันกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในปัญหาได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนให้ดีขึ้นได้

กลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นการควบคุมและการประเมินความคิดของตนเอง การที่บุคคลสามารถกำกับความคิด และประเมินความคิดของตนเองได้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ใช้ความรู้ในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเอง ซึ่งครอบคลุมในด้านการวางแผน ตรวจสอบความก้าวหน้า และประเมินผลได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544) เมตาคอกนิชัน คือความรู้หรือการตระหนักรู้ของบุคคลเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งจะต้องวางแผน จัดระบบความคิดของตนเอง และสามารถตรวจสอบประเมินผลตนเองหลังจากการทำกิจกรรมได้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552) เพื่อจะทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และพัฒนาความสามารถทางการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จากปัญหาดังกล่าวกระบวนการที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความรู้ความเข้าใจในบทเรียน มีทักษะในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งถือเป็นสิ่งสำคัญต่อการเรียนและการใช้ชีวิตของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการวิจัยโดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ที่จะนำไปพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาประยุกต์ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและบริบทชั้นเรียน
2. ได้แนวทางสำหรับครูผู้สอนในการพัฒนาผู้เรียนและปรับปรุงการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน มาช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้
3. นักเรียนสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 11 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

3. ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถทางพฤติกรรมด้านการคิด การตัดสินใจลงมือแก้ปัญหา ในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยใช้กฎเกณฑ์หรือทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องไปประยุกต์ใช้ กับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ ซึ่งสามารถวัดได้จากคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยกระบวนการในการแก้ปัญหาโดยยึดตามขั้นตอนของกิลฟอร์ดประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) คือ การตั้งประเด็นปัญหา หรือการค้นพบปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) คือ การให้นักเรียนระบุสาเหตุของปัญหา การกำหนดขอบเขตความรู้ที่ต้องใช้ในการแก้ปัญหา

3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) คือ นักเรียนรวบรวมองค์ความรู้ วางแผนการทำงาน และออกแบบวิธีการที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) คือ นักเรียนบันทึกผลที่ได้จากการแก้ปัญหา เสนอทฤษฎีเพื่อมาตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ และประเมินผลจากการแก้ปัญหาได้

5. ขั้นนำไปประยุกต์ใช้ (Reapplication) คือ นักเรียนสรุปผล นำผลจากการแก้ปัญหาไปอธิบายเชื่อมโยงเข้ากับทฤษฎีได้อย่างสมเหตุสมผล

การประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาจะประเมินได้จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่ได้แสดงออกมาด้วยการใช้แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนในการประเมินและจากคะแนนที่นักเรียนทำได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

2. กลวิธีเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Strategy) หมายถึง วิธีการหรือขั้นตอนที่จะทำให้ นักเรียนใช้ควบคุมกระบวนการทางความคิด สติปัญญา และพฤติกรรมของตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันแบ่งย่อย ๆ ได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. วางแผนแก้ปัญหา (Planning) ประกอบด้วย การกำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาและเรียงลำดับวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอน

2. กำกับการแก้ปัญหา (Monitoring) ประกอบด้วย การควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา

3. ประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) ประกอบด้วย การประเมินความสำเร็จตามเป้าหมายพิจารณาความถูกต้องของผลลัพธ์และประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้เป็นการมองย้อนกลับไปวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติร่วมกับกลวิธีเมตาคอกนิชัน หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้เตรียมไว้ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเริ่มจากปัญหานำปัญหามาวิเคราะห์แยกเป็นประเด็น เลือกวิธีการที่เหมาะสมนำไปสู่การวางแผนเพื่อแก้ปัญหาย่างเป็นระบบ และปฏิบัติให้เป็นไปตามขั้นตอนที่วางไว้ มีขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนทำความเข้าใจกับปัญหา จนนำไปสู่การวางแผนขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาและเสนอ แนวทางในการแก้ไขปัญหาค้นหาคำตอบ

2. ชี้นสอน หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล เพื่อนำมา ประกอบการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ เลือกวิธีการการแก้ปัญหาที่เหมาะสมกับปัญหาที่มี และแก้ไข ข้อผิดพลาดขณะปฏิบัติกิจกรรมได้

3. ชี้นสรุป หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องประเมินความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้และ อภิปรายถึงปัญหาพร้อมทั้งลงข้อสรุป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งหัวข้อที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า และรวบรวมมามีลำดับและเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560
2. แนวคิดเมตาคognition
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. การวิจัยเชิงปฏิบัติการ
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ
6. บริบทของโรงเรียนบรบือ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและการสร้างองค์ความรู้ การจัดหลักสูตรขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยึดหลักการดังนี้

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญมากในสังคมปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มีเพื่ออำนวยความสะดวกให้มนุษย์ในชีวิตประจำวันทุกอย่างล้วนเป็นผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์สามารถช่วยให้ มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัยค้นคว้า มีทักษะสำคัญใน การค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบสามารถ ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของ โลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge-Based Society) ทุกคนจำเป็นต้องได้รับการ

พัฒนาให้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้นสามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ มีคุณธรรม

2. ธรรมชาติและลักษณะเฉพาะของวิทยาศาสตร์

ความรู้วิทยาศาสตร์ได้มาด้วยความพยายามของมนุษย์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process) ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหาโดยผ่านการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ตลอดจนการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ เพิ่มพูนตลอดเวลา ความรู้และกระบวนการดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ เพื่อนำมาใช้อ้างอิงในการสนับสนุนหรือโต้แย้ง เมื่อมีการค้นพบข้อมูลหรือหลักฐานใหม่หรือแม้แต่ข้อมูลเดิมเดียวกันก็ทำให้เกิดความขัดแย้งขึ้นได้ ถ้านักวิทยาศาสตร์แปลความหมายด้วยวิธีการหรือแนวคิดที่แตกต่างกัน ดังนั้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงอาจมีความเปลี่ยนแปลงได้ วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่ทุกคนสามารถมีส่วนร่วมได้ไม่ว่าอยู่ในส่วนใดของโลกวิทยาศาสตร์จึงเป็นผลจากการสร้างเสริมความรู้ของบุคคลการสื่อสารและการเผยแพร่ข้อมูล เพื่อให้เกิดความคิดในเชิงวิเคราะห์วิจารณ์มีผลให้ความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและส่งผลต่อคนในสังคมและสิ่งแวดล้อม การศึกษาค้นคว้าและการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์จึงต้องอยู่ภายในขอบเขต คุณธรรม จริยธรรม เป็นที่ยอมรับของสังคมและเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน ความรู้วิทยาศาสตร์ เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีเป็นกระบวนการในการทำงานต่าง ๆ ทักษะ ประสบการณ์ จินตนาการและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของมนุษย์ โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองความต้องการและแก้ปัญหาของมวลมนุษย์ เทคโนโลยีเกี่ยวข้องกับ ทรัพยากร กระบวนการและระบบการจัดการจึงต้องใช้เทคโนโลยีการสร้างสรรคสังคมและสิ่งแวดล้อม

3. เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจ ตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำมาจัดระบบหลักการ แนวคิด และทฤษฎี ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ตั้งแต่เริ่มแรกก่อนเข้าเรียน เมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติและข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำรงชีวิต

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

4. สารและมาตรฐานการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงจัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษาได้ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงานการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรมการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 ชีววิทยา

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดยีนบนโครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.3 เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืชการสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.4 เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์ รวมทั้งการหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊สการลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนอง การเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพและพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมปัญหา และผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

สาระที่ 5 เคมี

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ สมบัติของธาตุ พันธะเคมีและสมบัติของสาร แก๊สและสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์และพอลิเมอร์ รวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.2 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี ปริมาณสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และเซลล์เคมีไฟฟ้ารวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.3 เข้าใจหลักการทำปฏิบัติการเคมี การวัดปริมาณสาร หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วย การคำนวณปริมาณของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย รวมทั้งการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยางค์ และหลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส อุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอร์วาลส์ ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ธรณีพิบัติภัยและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การศึกษาลำดับชั้นหิน ทรัพยากรธรณี แผนที่ และการนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจสมดุลพลังงานของโลก การหมุนเวียนของอากาศบนโลก การหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรการเกิดเมฆ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการพยากรณ์อากาศ

มาตรฐาน ว 7.3 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิดและวิวัฒนาการของ เอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ ความสัมพันธ์ของดาราศาสตร์กับมนุษย์จากการศึกษา ตำแหน่งดาวบนทรงกลมฟ้าและปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ รวมทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 8.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว 30204)

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 4 รหัสวิชา ว 30204

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

จำนวน 3 ชั่วโมง / สัปดาห์

ศึกษาการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบนของเครื่องเสียง การได้ยินเสียง ความเข้มเสียง คุณภาพเสียง มลพิษทางเสียง คลื่นนิ่งของเสียง การสั่นพ้องของเสียง การเกิดบีต ปราณุกรณ์ดอปเพลอร์ คลื่นการแทรกของเสียง ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต กฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความต่างศักย์ ความจุและพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ การต่อตัวเก็บประจุ กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ กฎของโอห์ม สภาพต้านทาน การต่อตัวต้านทานอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า แบตเตอรี่ การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง การเปลี่ยนพลังงานทดแทนให้เป็นพลังงานไฟฟ้า และเทคโนโลยีด้านพลังงานโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศด้านการคิดและการแก้ปัญหา สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายการเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียงความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นการกระจัดของอนุภาคกับคลื่นความดัน ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วของเสียงในอากาศที่ขึ้นกับอุณหภูมิในหน่วย

องศาเซลเซียส การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด การเลี้ยวเบน ของคลื่นเสียง รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. อธิบายความเข้มเสียง ระดับเสียง องค์ประกอบของการได้ยิน คุณภาพเสียง และมลพิษทางเสียงรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3. ทดลองและอธิบายการสั่นพ้องของอากาศในท่อปลายเปิดหนึ่งด้าน รวมทั้งสังเกตและอธิบายการเกิดบีต คลื่นนิ่ง ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คลื่นกระแทกของเสียงคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำความรู้เรื่องเสียงไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ทดลอง และอธิบายการทำวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าให้มีประจุไฟฟ้าโดยการขัดสีกันและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต

5. อธิบาย และคำนวณแรงไฟฟ้าตามกฎของคูลอมบ์

6. อธิบาย และคำนวณสนามไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่กระทำกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่อยู่ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งหาสนามไฟฟ้าลัทธิเนื่องจากระบบจุดประจุโดยรวมกันแบบเวกเตอร์

7. อธิบาย และคำนวณพลังงานศักย์ไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์ระหว่างสองตำแหน่งใด ๆ

8. อธิบายส่วนประกอบของตัวเก็บประจุ ความสัมพันธ์ระหว่างประจุไฟฟ้า ความต่างศักย์ และความจุของตัวเก็บประจุ และอธิบายพลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ และความจุสมมูล รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

9. นำความรู้เรื่องไฟฟ้าสถิตไปอธิบายหลักการการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด และปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน

10. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

11. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัด และสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัวและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบายและคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน

12. ทดลอง อธิบาย และคำนวณอีเอฟเอ็มของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณพลังงานไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า

13. ทดลอง และคำนวณอีเอฟเอ็มสมมุติจากการต่อแบตเตอรี่ แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน

14. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้นด้านประสิทธิภาพและคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

โครงสร้างรายวิชา

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ผลการ เรียนรู้	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
1	เสียง	1. ธรรมชาติของเสียง - การเคลื่อนที่ของเสียง - อัตราเร็วของเสียง - พฤติกรรมของเสียง 2. การได้ยินเสียง - ความเข้มเสียง - ระดับเสียงและความถี่เสียงกับการเริ่มได้ยิน - ระดับสูงต่ำเสียงและคุณภาพเสียง - มลพิษทางเสียงและการป้องกัน 3. ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียง - คลื่นนิ่งของเสียง - การสั่นพ้องของอากาศในท่อ - บีต - ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ 4. การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องเสียง	ข้อ 1-3	17	10
สอบกลางภาค				3	20

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ผลการ เรียนรู้	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
2	ไฟฟ้าสถิต	<p>1.ธรรมชาติของไฟฟ้าสถิต</p> <ul style="list-style-type: none"> -ประจุไฟฟ้าและกฎการอนุรักษ์ประจุไฟฟ้า -การเหนี่ยวนำไฟฟ้าสถิต <p>2.กฎของคูลอมบ์</p> <p>3.สนามไฟฟ้า</p> <ul style="list-style-type: none"> -สนามไฟฟ้าของจุดประจุ -สนามไฟฟ้าของระบบประจุ -เส้นสนามไฟฟ้า -แรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า <p>4.ศักย์ไฟฟ้าและความต่างศักย์</p> <ul style="list-style-type: none"> -ความต่างศักย์เนื่องจากสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ -ศักย์เนื่องจากจุดประจุ <p>5.ตัวเก็บประจุ</p> <ul style="list-style-type: none"> -หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ -ความจุของตัวเก็บประจุ -พลังงานสะสมในตัวเก็บประจุ -การต่อตัวเก็บประจุ <p>6.การนำความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้าสถิตไปใช้ประโยชน์</p> <ul style="list-style-type: none"> -เครื่องถ่ายเอกสารเครื่องพิมพ์เลเซอร์ -การเคลือบสีฝุ่นด้วยไฟฟ้าสถิต -เครื่องฟอกอากาศ และเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต -การอธิบายปรากฏการณ์ฟ้าผ่าและฟ้าแลบ -การใช้สารรัดข้อมือของช่างอิเล็กทรอนิกส์ 	ข้อ 4-9	19	20

ตารางที่ 1 โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วยการ เรียนรู้	สาระการเรียนรู้/สาระสำคัญ	ผลการ เรียนรู้	เวลา (ชม.)	น้ำหนัก คะแนน
		-การเติมน้ำมัน			
3	ไฟฟ้ากระแส	<p>1.กระแสไฟฟ้า</p> <ul style="list-style-type: none"> -กระแสไฟฟ้าตัวนำ -กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ <p>2.ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์</p> <ul style="list-style-type: none"> -กฎของโอห์มและความต้านทาน -สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า -ตัวต้านทาน -การต่อตัวต้านทาน <p>3.พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง</p> <ul style="list-style-type: none"> -พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์ -พลังงานของไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง <p>4.แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงเบื้องต้น</p> <ul style="list-style-type: none"> -การต่อแบตเตอรี่ -การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง <p>5.พลังงานไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีด้านพลังงาน</p> <ul style="list-style-type: none"> -พลังงานทดแทน -เทคโนโลยีด้านพลังงาน 	ข้อ 10-14	18	20
สอบปลายภาค				3	30
รวมตลอดภาคการเรียนรู้				60	100

แนวคิดเมตาคอกนิชัน

1. ความหมายของเมตาคอกนิชัน

มีนักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของเมตาคอกนิชันไว้ น่าสนใจหลากหลายความหมาย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมมา มี ดังนี้

เพ็ญพิไล ฤทธาคุณานนท์ (2535) ได้กล่าวถึงเมตาคอกนิชันไว้อย่างกว้าง ๆ ว่า “เป็น ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการหรือกิจกรรมทางปัญญา หรืออาจจะเป็นการกำกับ(Regulate) กิจกรรมทางปัญญาก็ได้ การเรียกชื่อว่าอภิปัญญา (Metacognition) ก็เพราะเป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ ความรู้ความเข้าใจ”

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ให้ความหมายเมตาคอกนิชันว่า หมายถึง การควบคุมและ การประเมินความคิดของตนเอง การที่บุคคลสามารถกำกับความคิด และประเมินความคิดของตนเอง ได้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ไซความรู้นั้นในการควบคุมหรือปรับการกระทำของตนเองซึ่งครอบคลุมใน ด้านการวางแผน ตรวจสอบความก้าวหน้าและประเมินผลได้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552) ให้ความหมายเมตาคอกนิชันว่าหมายถึง ความรู้หรือการ ตระหนักรู้ของบุคคลเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งจะต้องวางแผน จัดระบบ ความคิดของตนเอง และสามารถตรวจสอบประเมินผลตนเองหลังจากการทำกิจกรรมได้

วิทยากร เชียงกุล (2549) ได้ให้ความหมายว่า เมตาคอกนิชันเป็นความสามารถในการ วิเคราะห์ (Analyze) พินิจพิเคราะห์ (Reflection) เพื่อความเข้าใจระบอบการรู้คิด การเรียนรู้ทาง ความคิดของตัวเอง ด้านจุดแข็งและจุดอ่อน การมีความสามารถเช่นนี้จะทำให้รู้จักเลือกใช้ยุทธศาสตร์ การเรียนรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้เหมาะสมยิ่งขึ้น

โดยสรุป จากความหมายของเมตาคอกนิชันที่กล่าวมาข้างต้น เมตาคอกนิชัน (Metacognition) หมายถึง การรู้คิด การตระหนักรู้ (Awareness) เกี่ยวกับความรู้กระบวนการคิด ของบุคคล หรือการที่บุคคลมีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการคิดของตน สามารถที่จะควบคุมและ ตรวจสอบการคิดและผลที่เกิดจากการคิดของตนเองอย่างมีเป้าหมายและมีทิศทาง ซึ่งเกี่ยวข้องกับ กระบวนการการวางแผน การกำกับติดตาม และการประเมินในการเชื่อมโยงความรู้ที่ได้ไปใช้ทำงาน จนสำเร็จได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ทำให้การคิดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ความสำคัญของแนวคิดเมตาคอกนิชัน

Flavell (1978) ได้กล่าวว่า แนวคิดเมตาคอกนิชัน นั้นมีผลกับการสื่อสารข้อมูลในการ พูด การทำความเข้าใจด้วยการพูด การเขียน ความสามารถทางด้านภาษา การจดจำการแก้ปัญหา

การเข้าสังคม การควบคุมและการจัดระบบตนเองเพื่อให้สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม บุคลิกภาพและการศึกษา ยกตัวอย่างเช่น การที่บุคคลสามารถพัฒนาตนเองอย่างอิสระว่า สามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเองและรู้ว่าตนเองเรียนรู้ได้อย่างไร

Flavell (1979) และ Brown (1987) ระบุว่าแนวคิดเมตาคอกนิชันเป็นการสะท้อนความคิดของแต่ละบุคคลที่จะทราบในการกำกับควบคุมการคิด ซึ่งนับว่าเป็นเป้าหมายสำคัญในการที่จะประสบความสำเร็จในระดับสูงเมื่อบุคคลนั้นได้นำความรู้ที่ตนเองมีอยู่ออกมาใช้ (Brown. 1994) ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจในยุทธวิธีต่าง ๆ เกี่ยวกับการเรียนรู้ ซึ่งนับว่าเป็นเครื่องมือที่ชี้ให้เห็นกระบวนการคิด เพราะเป็นการควบคุมตนเองอย่างดีเยี่ยมเพื่อให้ตนเองบรรลุผลในการเรียน (Thomas. 1992) การคิดเกี่ยวกับการรู้มีความสำคัญอย่างมากกับการเรียนรู้ในระดับที่สูงต่อไปและมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในวงกว้าง (Schraw and Moshman, 1995) เพราะการคิดเกี่ยวกับการรู้มีบทบาทในการนำไปใช้แก้ปัญหาในหลากหลายสาขาได้ (Davidson, 1994)

จากข้อมูลข้างต้นทำให้สามารถสรุปได้ว่า แนวคิดเมตาคอกนิชัน มีความสำคัญและเชื่อมโยงได้กับหลายสิ่งหลายอย่าง เริ่มตั้งแต่การรับรู้ การศึกษาหาความหมาย การทำให้บุคคลเข้าใจในระดับความสามารถของตนเอง เข้าใจในการเรียนของตนเอง ทราบว่าอะไรควรอยู่ก่อนอยู่หลังโดยเริ่มจากการวางแผน กำกับ ควบคุม ดำเนินงาน ของตนเองซึ่งส่งผลในบุคคลสามารถจัดระบบความคิดของตนเองให้มีประสิทธิภาพ สามารถแก้ไขปัญหาคัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ทำให้งานสามารถสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่ได้วางไว้

3. องค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน

Baker และ Brown (ทีศนา แชมมณี และคณะ, 2550 ; อ้างอิงมาจาก Baker and Brown, 1984) ได้สรุปไว้ว่าเมตาคอกนิชัน แยกได้เป็น 2 องค์ประกอบคือ

1. การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการตระหนักรู้ถึงทักษะ กลวิธีและแหล่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และรู้ว่าจะต้องทำอะไร กล่าวคือเป็นเรื่องของการที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิดและความสอดคล้องกับสถานการณ์การเรียนรู้ รวมไปถึงการแสดงออกในสิ่งที่รู้ออกมา โดยการอธิบายให้ผู้อื่นฟังได้สามารถสรุปใจความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้นั้นหรือมีวิธีการทำการวางแผน ขอบข่าย การจดบันทึกและความสามารถในการสะท้อนการคิดของตนออกมาในขณะที่อ่านเรื่องราวหรือในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้รู้งานนั้นจะต้องประกอบด้วยสิ่งใดบ้าง ที่จะทำให้งานนั้นเกิดประสิทธิภาพและทำให้สถานการณ์นั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการกำกับตนเอง (Self-Regulation) เป็นความสามารถในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดแก้ปัญหา รวมไปถึงการพิจารณาว่ามีความเข้าใจในสิ่งนั้นหรือไม่การประเมินความพยายามในการทำงาน การวางแผนในขั้นตอนการทำงาน การทดสอบวิธีการที่ใช้การตัดสินใจในการใช้เวลา การเปลี่ยนไปใช้วิธีอื่นเพื่อแก้ปัญหา

วิทยากร เชียงกุล (2549) กล่าวถึงองค์ประกอบเมตาคอกนิชัน มี 2 ส่วน

1. การรู้จักความคิดของตัวเอง เป็นการเข้าใจเกี่ยวกับกลวิธีที่คิด การรู้จักจุดแข็งและจุดอ่อนในเรื่องทักษะ หัวข้อกิจกรรมต่าง ๆ ของบุคคล
2. การติดตามและควบคุมวิธีที่เราเรียนรู้ คือ ความสามารถที่จะรับงานและตัดสินใจว่าจะเลือกทำวิธีไหนให้ดีที่สุด รู้จักใช้ยุทธศาสตร์และทักษะของเราอย่างมีประสิทธิภาพ

Wells (2000) ได้แบ่งองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งแบ่งได้เป็น ดังนี้
 - 1.1 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่ชัดเจน (Explicit Metacognitive Knowledge) คือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก และสามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้
 - 1.2 ความรู้ในเมตาคอกนิชันที่ไม่ชัดเจน (Implicit Metacognitive Knowledge) คือ สิ่งที่เกี่ยวข้องกับจิตสำนึก แต่ไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดได้
2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน เป็นสิ่งที่สามารถเชื่อมโยงความสับสนทางอารมณ์ในวิธีการที่หลากหลาย
3. กลวิธีควบคุมเมตาคอกนิชัน คือ คำตอบของบุคคลขณะที่มีการควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ของระบบทางปัญญา

ฟลาวเวล (Flavell, 1985 ; Flavell, 1979 ; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544) อธิบายว่าเมตาคอกนิชันประกอบด้วย 2 องค์ประกอบใหญ่ คือ

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 3 ประการ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับ บุคคล ความรู้เกี่ยวกับงาน และกลวิธีต่าง ๆ

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Knowledge) หมายถึงความรู้หรือความเชื่อทั้งหมดที่มีอยู่เกี่ยวกับการรู้คิด เป็นความรู้ที่เก็บสะสมจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคลเป็นการที่บุคคลรู้ว่าตนเองรู้อะไร และมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับ องค์ประกอบที่มีผลต่อ

กิจกรรมการคิดกิจกรรมทางปัญญาของบุคคล ซึ่งความรู้ในเมตาคอกนิชันประกอบด้วย 1) ความรู้เกี่ยวกับบุคคล (Person) 2) งาน (Task) และ 3) กลวิธี (Strategy) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับบุคคล (Person) หมายถึง ความรู้ที่บุคคลนั้น มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะความสามารถทางปัญญา การเรียนรู้ ความคิด รวมไปถึงการทำงานของบุคคลนั้น

1.2 ความรู้เกี่ยวกับงาน (Task) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของงานที่จะต้องมีการเรียนรู้ถึงระดับความยากความง่ายของงาน ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง รวมไปถึงด้านปัญหาและอุปสรรคของงาน

1.3 ความรู้เกี่ยวกับกลวิธี (Strategy) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับกลวิธีที่จะใช้ในการเรียนรู้ รวมไปถึงกลวิธีต่าง ๆ ที่จะต้องตระหนักถึงการเลือกใช้กลวิธีที่เหมาะสมที่จะนำมาแก้ไข ปัญหา หรือสถานการณ์ใด ๆ

2. ประสบการณ์ในเมตาคอกนิชัน (Metacognitive Experiences) เป็นประสบการณ์ทางความคิดหรือความรู้สึกที่มีต่อการใช้ปัญญาในการแก้ปัญหาซึ่งจะอาศัยการควบคุมทางความคิดของตัวเอง ซึ่งจะมีความสอดคล้องและมีความสำคัญมากกับการกำกับตนเอง (Self-Regulation) เพื่อจะพัฒนากิจกรรมการคิดให้สามารถบรรลุเป้าหมายได้ตามที่ต้องการ

โดยสรุปองค์ประกอบของเมตาคอกนิชัน ประกอบด้วย การตระหนักรู้ คือการที่บุคคลตระหนักถึงทักษะ กลวิธี การที่บุคคลรู้ถึงสิ่งที่ตนเองคิดซึ่งจะมีผลต่อกิจกรรมทางสติปัญญาและการกำกับตนเอง คือ ความสามารถในการกำกับตนเองในขณะที่กำลังคิดและการควบคุมตรวจสอบกระบวนการคิดเพื่อหาแนวทางสู่ความสำเร็จ

4. ขั้นตอนของการจัดเรียนรู้ด้วยกลวิธีเมตาคอกนิชัน

สุเทียบ ละอองทอง (2545) ได้สังเคราะห์และพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน เรียกว่า PRIME MODEL ประกอบด้วย 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นการวางแผนการอ่าน (P-Plan)
2. ขั้นการอ่านเพื่อสร้างสรรค์ความหมาย (R-Read)
3. ขั้นระบุข้อมูลสำคัญ (I-Identify)
4. ขั้นกำกับตรวจสอบความเข้าใจ (M-Monitor)
5. ขั้นการประเมินผลการอ่าน (E-Evaluation)

วรารวรรณ จันทรวงศ์ (2557) ได้ทำการสังเคราะห์กระบวนการเมตาคอกนิชันที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. การนึกย้อนความรู้เดิม (Recalling) หมายถึง การที่ผู้เรียนค่อย ๆ คิด ค่อย ๆ พิจารณาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจที่ตนเคยมี จนกระทั่งสามารถปรับความรู้ (Regulating) ให้เข้ากับสภาพที่พบได้ มีการคิดเชิงลึกโดยการปรับความรู้ขัดเกลาความรู้ที่ตนมีอยู่ แล้วเชื่อมโยงความรู้เข้ากับคำถามของครูที่เจตนาในระยยะแรกหรือเรื่องราวที่กำลังพูดคุยกันระหว่างผู้เรียนกับครูว่าผู้เรียนได้เรียนอะไรมาแล้ว และต่อไปจะเรียนอะไร

2. การวางแผนการเรียน (Planning) หมายถึง การที่ผู้เรียนมีการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ในการเรียนของตนเอง มีการเลือกและกำหนดเทคนิคและวิธีการเรียนรู้ ผู้เรียนมีการจัดลำดับและขั้นตอนการปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเองมีการกำหนดความคาดหวังและคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นโดยล่วงหน้ามีการเลือกและกำหนดเส้นทางที่จะทำงานให้สำเร็จอย่างหลากหลาย

3. การแสวงหาความรู้ (Investigating) หมายถึง การที่ผู้เรียนมีการตีความหมายว่าสิ่งใดที่ตนจะต้องรับรู้และแสดงว่าเขาเกิดการเรียนรู้ผ่านวิธีการที่หลากหลายกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนจะมีทั้งการสืบเสาะหาข้อมูล การมีปฏิสัมพันธ์กับข้อมูลและการตีความหมายข้อมูล ผู้เรียนมีการทบทวนกิจกรรมที่ได้ทำไปแล้วและแลกเปลี่ยนความรู้กับบุคคลอื่นด้วยข้อมูลที่ตนเสาะแสวงหา มา ผู้เรียนมีความมุ่งมั่นที่จะทำใหตนเองบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้มีการฝึกฝน มีความเพียรพยายาม มีความรับผิดชอบตามที่ตนได้รับมาจากกลุ่ม

4. การประเมินผล (Evaluating) หมายถึง การที่ผู้เรียนมีความมีการสรุปความรู้ที่ได้รับมาและตีความหมายข้อมูลที่ได้ มีการสรุปเทคนิควิธีการที่ตนใช้ได้ผล มีการประเมินความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตนตั้งไว้ มีการประเมินสรุปปัญหาที่พบและสามารถบอกข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ มีการพิจารณาผลลัพธ์หรือข้อความที่เกิดขึ้นด้วยความระมัดระวัง รอบคอบ

5. การเชื่อมโยงความรู้ (Relating) หมายถึง การที่ผู้เรียนมีการอธิบายความยากลำบากในขณะเสาะแสวงหาความรู้มีการอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นขณะเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่และมีการสะท้อนผลการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างระมัดระวัง สร้างเป็นความรู้ใหม่ขึ้นในการดำเนินการตามขั้นตอน

Garofalo และ Lester (1985) ได้เสนอกรอบแนวคิดเกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน โดยสรุปได้ดังนี้

1. การเริ่มต้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา (Orientation) หมายถึง พฤติกรรมอันมีกลวิธีในการวิเคราะห์ข้อมูลและทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งจะประกอบด้วย

- 1.1 การทำความเข้าใจกลวิธี
- 1.2 การวิเคราะห์ข่าวสารข้อมูลเงื่อนไข
- 1.3 การพิจารณาความคุ้นเคยกับปัญหา
- 1.4 การสร้างตัวแทนของปัญหา
- 1.5 การประเมินความยากและโอกาสที่จะสำเร็จ
2. การกำหนดโครงสร้างของการแก้ปัญหา (Organization) หมายถึงการวางแผนกำหนดพฤติกรรม และการเลือกปฏิบัติ ประกอบด้วย
 - 2.1 การระบุเป้าหมายย่อยและเป้าหมายสุดท้าย
 - 2.2 การวางแผนรวม
 - 2.3 การวางแผนย่อย
3. การดำเนินการแก้ปัญหา (Execution) จะประกอบด้วยดังนี้
 - 3.1 ดำเนินการตามแผนย่อย
 - 3.2 กำกับประเมินความก้าวหน้าของการดำเนินการตามแผนย่อยและรวม
 - 3.3 กำกับตนเองในด้านความถูกต้องของงานและการใช้เวลา
4. การประเมินความถูกต้อง (Verification) หมายถึง การประเมินการตัดสินใจและผลลัพธ์ของการปฏิบัติตามแผน ประกอบด้วยประเมินการนิยามปัญหาและการแก้ปัญหา และประเมินผลการแก้ปัญหา

Davidson, Davidson และ Sternberg (1994) ได้ระบุวิธีการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การระบุและนิยามปัญหา (Identifying and Defining the Problem) ในการแก้ปัญหานั้นบุคคลจำต้องระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และเป้าหมายในการแก้ปัญหาขั้นแรกของการนิยาม ปัญหาคือการลงรหัส (Code) เพื่อเก็บลักษณะสำคัญ ๆ ของปัญหาลงไว้ในความจำระยะสั้น และการเรียกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดังกล่าวจากความจำระยะยาวขึ้นมาหลังจากนั้นผู้แก้ปัญหาต้องระบุให้ได้ว่าสิ่งใดรู้แล้วสิ่งใดยังไม่รู้และโจทย์ถามอะไร
2. การสร้างตัวแทนปัญหา (Representing the Problem) เมื่อระบุปัญหาได้แล้ว ต้องสร้างความสัมพันธ์ของปัญหาของสิ่งที่ยังไม่รู้และสิ่งที่โจทย์ถามจากตรงนี้ข้อมูลอาจจะถูกเพิ่มเข้ามาหรือขจัดออกไปและถูกตีความจากสถานการณ์เดิมและถูกเก็บไว้ในความทรงจำ

3. การวางแผนการแก้ปัญหา (Planning How to Proceed) การวางแผนนี้ จะรวมถึงการแบ่งปัญหาย่อย ๆ จากนั้นจึงค่อย ๆ ดำเนินการแก้ปัญหาเป็นลำดับไปในการวางแผน จะต้องมีการเลือกกระบวนการพื้นฐานในทางกลวิธีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

4. การประเมินผลการแก้ปัญหา (Evaluating the Problem) ในขั้นตอนนี้บุคคลที่แก้ปัญหา จำเป็นต้องใส่ใจกับสิ่งที่ทำไปแล้วสิ่งที่กำลังจะทำและสิ่งที่ควรจะทำต่อไปการประเมินผลการแก้ปัญหาคือการที่บุคคลควบคุมตัวแทนภายในของปัญหาที่ตนสร้างขึ้นมาในตอนแรกได้ และยังคงสร้างต่อไปเพื่อทำความเข้าใจและบางครั้งจำเป็นต้องใช้กลวิธีใหม่เมื่อกลวิธีเดิมที่ใช้ทำให้การแก้ปัญหาไม่สำเร็จ

Beyer (1987) ได้ศึกษากลวิธีเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหา และได้แบ่งเมตาคอกนิชันในการแก้ปัญหออกเป็น 3 กลวิธีย่อย ๆ ดังนี้

1. วางแผนแก้ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้กับสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา กับประสบการณ์เดิมของผู้แก้โจทย์ปัญหา มากำหนดว่าจะแก้โจทย์ปัญหาด้วยวิธีใด ประกอบด้วย

1.1 กำหนดเป้าหมายในการแก้ปัญหา เป็นการพิจารณาโจทย์ว่าสิ่งที่โจทย์ให้หา สิ่งที่โจทย์กำหนดมาให้ และเลือกข้อมูลจำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา

1.2 เลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการตัดสินใจเลือกวิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสมที่สุด

1.3 เรียงลำดับวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา เป็นการนำวิธีการหรือขั้นตอนที่เลือกมาเป็นลำดับเป็นขั้นตอนย่อย ๆ ทำให้สะดวกต่อการแก้ปัญหาและตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น

1.4 คาดเดาอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นและวิธีการแก้ไขได้เป็นการคาดถึงสิ่งที่จะทำให้เกิดอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้

1.5 คาดเดาวิธีการแก้ไขอุปสรรค ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เป็นการคาดเดาถึงวิธีการที่จะทำให้สามารถกำจัดอุปสรรคและข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ในการแก้ปัญหา

1.6 ประเมินหรือทำนายผลลัพธ์ที่ต้องการ เป็นการคาดคะเนคำตอบที่ต้องการ โดยการวิเคราะห์ข้อมูล หรือเงื่อนไขที่โจทย์ปัญหามาดำเนินการให้อย่างมีเหตุผล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบคำตอบ

2. การกำกับและการแก้ปัญหา (Monitoring) เป็นการควบคุมและตรวจสอบวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาไปพร้อมกับการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 กำกับเป้าหมายการแก้ปัญหา เป็นการกำกับถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการขณะทำการแก้ปัญหา

2.2 กำกับวิธีและขั้นตอนการแก้ปัญหา เป็นการกำกับให้ปฏิบัติตามวิธีการและขั้นตอนที่เลือกไว้ในขณะทำการแก้ปัญหา โดยการกำกับถึงสิ่งต่อไปนี้

2.2.1 รู้ว่าแก้ปัญหาในเป้าหมายย่อยได้สำเร็จ

2.2.2 ตัดสินใจไปสู่วิธีการหรือขั้นตอนต่อไป

2.2.3 เลือกริธีการหรือขั้นตอนต่อไปอย่างเหมาะสม

2.2.4 รู้ข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

2.2.5 รู้วิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3. ประเมินการแก้ปัญหา (Assessing) เป็นการมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาเพื่อพิจารณารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด ประกอบด้วย

3.1 ประเมินความสำเร็จตามเป้าหมาย เป็นการตรวจสอบว่าหลังจากที่ได้แก้ปัญหาแล้ว ผู้แก้ปัญหสามารถบรรลุเป้าหมายของการแก้ปัญหานั้น ๆ ตามที่ได้ตั้งใจไว้หรือไม่ พิจารณาความถูกต้องของผลลัพธ์ เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหว่าถูกต้องหรือไม่ ด้วยวิธีใดหรือขั้นตอนใด เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

3.2 ประเมินความถูกต้องของวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ เป็นการมองย้อนกลับไปที่วิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหว่ามีความถูกต้องสมบูรณ์เพียงใด เพื่อจะช่วยให้พบข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นในขณะแก้ปัญหาแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นต่อไป

3.3 ประเมินการแก้อุปสรรคและข้อผิดพลาด เป็นการอภิปรายถึงปัญหาและอุปสรรคที่พบในขณะแก้ปัญหาแล้ววิเคราะห์หาสาเหตุและแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อเป็นการลดปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในครั้งต่อไป

3.4 พิจารณาประสิทธิภาพและความสำเร็จ เป็นการพิจารณาถึงวิธีการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหา ที่ทำให้การแก้ปัญหามีความถูกต้องแน่นอนประสบความสำเร็จได้ดีเพียงใด

โดยสรุปแล้วกลวิธีเมตาคอกนิชัน จากที่นักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษา พบว่ามีคุณลักษณะสำคัญของเมตาคอกนิชันที่จะสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำขั้นตอน การจัดการเรียนรู้เมตาคอกนิชันของปีเยอร์มาเป็นกลวิธีช่วยในการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน

5. ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน

Brown และ Smiley (1977) ให้คำนิยามยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน หมายถึง ยุทธศาสตร์ที่ทำให้บุคคลสามารถสะท้อนให้เห็นถึงการเรียนรู้ ความเข้าใจในการเรียนรู้และการควบคุมการเรียนรู้ของตน ความหมายยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน (Metacognitive Strategies) หมายถึง กระบวนการที่เป็นลำดับขั้นที่บุคคลใช้ควบคุมกิจกรรมทางความคิดเพื่อให้มั่นใจว่าเป้าหมายของความคิดได้บรรลุผลกระบวนการเหล่านี้ ช่วยในการจัดระเบียบและเข้าใจการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย การวางแผน และการควบคุมตรวจสอบกิจกรรมทางความคิด และรวมถึงการตรวจสอบผลที่ได้รับจากการทำกิจกรรมเหล่านั้นด้วย

Schoenfeld (1985) อธิบายความหมายของเมตาคอกนิชันในบริบททางด้านคณิตศาสตร์ รวมถึง ความรู้เกี่ยวกับยุทธวิธีทางความรู้ความคิด เช่น ความรู้เกี่ยวกับการคิดของตนเอง ควบคุมหรือกำกับกระบวนการทางความคิดของตน ความเชื่อและการเล็งเห็นในงาน (Beliefs and Intuition)

จากนิยามต่าง ๆ อาจสรุปได้ว่า ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน หมายถึง วิธีการหรือขั้นตอนที่จะทำให้การเรียนรู้บรรลุตามเป้าหมายของการเรียน โดยจะต้องดำเนินการให้ครบถ้วนตามขั้นตอน ให้ครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ เลือกใช้กลวิธีที่จะสามารถนำยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันมาใช้สำหรับการแก้ปัญหาได้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการเรียนรู้ที่มีศักยภาพกับตัวผู้เรียน

6. การฝึกยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน

กรมวิชาการ (2539) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับการฝึกยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน แต่ละขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผนการเรียนรู้ เป็นการกำหนดวัตถุประสงค์และขั้นตอนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียน ได้ตัดสินใจก่อนว่าต้องการเรียนรู้สิ่งใดและด้วยวิธีใด จึงจะทำให้การเรียนรู้นั้นมีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

1.1 กระตุ้นความรู้เดิม เป็นการฝึกโดยการชี้แจงให้ผู้เรียนทราบว่าเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้นถ้ารู้จักการใช้ความรู้เดิมมาช่วยทำความเข้าใจสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ ดังนั้นกิจกรรมการเรียนอาจจะให้ผู้เรียนอธิบายว่าสิ่งใดที่นักเรียนรู้แล้วเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนใหม่

1.2 คาดคะเนสิ่งที่จะเรียน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนคาดคะเนหรือทำนาย สิ่งที่จะเรียนโดยบอกเหตุผลของการคาดคะเนล่วงหน้าซึ่งจะเป็นแนวทางให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหา จากผลการคาดคะเนนั้น ๆ เช่น การคาดคะเนปัญหา การแก้ปัญหาปัญหาและทำนายผลที่เกิดตามมา การคาดคะเนที่สมเหตุสมผลทำได้ด้วยการอาศัยความรู้เดิม ภาพประกอบ และหัวเรื่อง

1.3 ตั้งวัตถุประสงค์ในการเรียน เป็นการฝึกโดยบอกผู้เรียนว่าควรเรียนอย่างมีจุดหมายไว้ในใจ เพราะจะช่วยกำหนดกรอบความสนใจและเพิ่มความตื่นตัวในการทำความเข้าใจจุดประสงค์ที่ตั้งไว้จะเป็นเป้าหมายในการเรียนรู้ในสิ่งที่เรียนได้

1.4 ตั้งคำถาม อธิบายถึงผลดีของการตั้งคำถามก่อนเรียนให้ผู้เรียนทราบการตั้งคำถามอาจจะพิจารณาจากหัวข้อเนื้อหาที่จะเรียนหรือประสบการณ์เดิม

2. การควบคุมและการตรวจสอบการเรียนรู้ เป็นการฝึกให้นักเรียนมุ่งสนใจที่การเรียนรู้ ความเข้าใจที่ต่อเนื่องหาสิ่งที่เรียนและผลการเรียนรู้ มีขั้นตอนการฝึกดังนี้

2.1 สรุปรูปโน้ตค้นของสิ่งที่เรียนเป็นช่วง ๆ เพื่อย่อและทบทวนสิ่งที่เรียน

2.2 ประเมินการคาดคะเนและคาดคะเนใหม่ ผู้เรียนต้องหาคำตอบให้กับสิ่งที่คาดคะเนไว้ในตอนแรก และเมื่อพบข้อเท็จจริงใหม่จะต้องปรับการคาดคะเนหรือตั้งการคาดคะเนขึ้นใหม่

2.3 เชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ให้ผู้เรียนฝึกกระทำสิ่งนี้ตลอดเวลาเมื่อพบแนวคิดใหม่

2.4 ตั้งคำถามถามตัวเอง ฝึกให้ผู้เรียนตั้งคำถามถามตัวเองในขณะที่เรียนอย่างสม่ำเสมอ

3. การประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการตรวจสอบความเข้าใจหลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตนเองมีขั้นตอนการฝึกดังนี้

3.1 สรุบบทเรียนทั้งหมด โดยสรุปเฉพาะมโนทัศน์ที่สำคัญอาจทำได้โดยการอภิปรายกลุ่มหรือสรุปย่อเป็นรายบุคคล

3.2 ประเมินผลการคาดคะเน อาจใช้การอธิบายถึงการคาดคะเน เช่น คาดคะเนถูกต้องได้อย่างไร มีข้อมูลและเหตุผลอะไรที่ทำให้เปลี่ยนการคาดคะเน

3.3 ตรวจสอบจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ โดยนักเรียนกลับไปตรวจสอบหลังการเรียนเสร็จสิ้นว่าได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

3.4 ตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน ตั้งคำถามผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งที่เรียนให้ครอบคลุม

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา (2539) ได้สรุปขั้นตอนการฝึกยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันว่า ผู้สอนอาจฝึกยุทธศาสตร์ให้นักเรียนที่ละขั้นตอน หรืออาจฝึกหลาย ๆ ขั้นตอนในการสอนแต่ละครั้งก็ได้ ในที่สุดฝึกครบทุกขั้นตอนในการสอน 1 ครั้ง ดังนี้

1. การฝึกวางแผนการเรียนรู้ เป็นการฝึกให้นักเรียนได้กำหนดแนวทางการเรียนรู้ล่วงหน้าก่อนเรียนรู้เนื้อหาจริงเพื่อให้การเรียนรู้นั้นบรรลุวัตถุประสงค์ประกอบด้วยวิธีย่อย ดังนี้

1.1 กระตุ้นความรู้เดิม เป็นการฝึกโดยการชี้แจงให้ผู้เรียนทราบว่า จะเรียนเข้าใจง่ายถ้ารู้จักใช้ความรู้เดิมมาช่วยทำความเข้าใจสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ ดังนั้นกิจกรรมการเรียนอาจให้ผู้เรียนอภิปรายว่าสิ่งใดที่นักเรียนรู้อยู่แล้วกับสิ่งใดที่จะเรียนใหม่

1.2 การคาดคะเนสิ่งที่จะเรียนเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคาดคะเนหรือทำนายสิ่งที่จะเรียนโดยบอกเหตุผลของการคาดคะเนล่วงหน้าซึ่งจะเป็นแนวทางให้ผู้เรียนรู้เนื้อหาจากผลการคาดคะเนนั้น ๆ เช่น การคาดคะเนปัญหาการแก้ปัญหาและทำนายผลที่จะเกิดตามมา การคาดคะเนที่สมเหตุสมผลทำให้ได้ด้วยการอาศัยความรู้เดิม

1.3 ตั้งวัตถุประสงค์ในการเรียน เป็นการฝึกโดยบอกผู้เรียนว่าควรเรียนอย่างมีจุดมุ่งหมายเพราะจะช่วยกำหนดความสนใจและเพิ่มความตื่นตัวในการทำความเข้าใจ

1.4 ตั้งคำถาม อธิบายถึงผลดีของการตั้งคำถามก่อนเรียนให้ผู้เรียนทราบการตั้งคำถามอาจจะพิจารณาจากหัวข้อเนื้อหาสิ่งที่จะเรียนรู้หรือประสบการณ์เดิม

2. การควบคุมและตรวจสอบการเรียนรู้ เป็นการฝึกให้นักเรียนมุ่งความสนใจที่การเรียนรู้ ความเข้าใจที่มีต่อเนื้อหาที่เรียนและผลการเรียนรู้ประกอบด้วยวิธีการย่อย ดังนี้

2.1 สรุปมโนทัศน์ของสิ่งที่จะเรียนเป็นช่วง ๆ เพื่อย่อและทบทวนสิ่งที่เรียน

2.2 ประเมินผลการคาดคะเนและคาดคะเนใหม่ ผู้เรียนต้องหาคำตอบให้กับสิ่งที่คาดคะเนไว้ในตอนแรก และเมื่อพบข้อเท็จจริงใหม่จะต้องปรับการคาดคะเนหรือตั้งการคาดคะเนใหม่

2.3 เชื่อมความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิม ให้ผู้เรียนฝึกกระทำสิ่งนี้ตลอดเวลาเมื่อพบแนวคิดใหม่ ๆ

2.4 ตั้งคำถามตัวเอง ฝึกให้ผู้เรียนรู้ตั้งคำถามตัวเองในขณะที่เรียนอย่างสม่ำเสมอ

3. การประเมินตนเอง เป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักตรวจสอบความเข้าใจของตนหลังการเรียน ประกอบด้วยวิธีการย่อย ดังนี้

3.1 สรุปบทเรียนทั้งหมด โดยสรุปเฉพาะมโนทัศน์ที่สำคัญ อาจทำให้โดยการอภิปรายกลุ่ม หรือสรุปย่อเป็นรายบุคคล

3.2 ประเมินผลการคาดคะเน อาจใช้การอภิปรายถึงการคาดคะเน เช่น คาดคะเนถูกต้องได้อย่างไรมีข้อมูลและเหตุผลอะไรที่ทำให้เปลี่ยนการคาดคะเน

3.3 ตรวจสอบวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ตั้งไว้ โดยให้นักเรียนกลับไปตรวจสอบหลังเรียนเสร็จสิ้นแล้วว่าได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

3.4 ตอบคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน ตั้งคำถามผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนให้ครอบคลุม

4. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาเมตาคognition จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษา พบสรุปบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนได้ ดังนี้

บทบาทของผู้สอน

1. ควรเน้นกิจกรรมและกระบวนการมากกว่าผลการเรียน
2. ช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดความตระหนักรู้ในกลวิธีการเรียนรู้ ทักษะการกำกับตนเอง และความสัมพันธ์ของกลวิธี

3. ควรเน้นการเชื่อมโยงการเรียนรู้และการบูรณาการ
4. ควรสอนให้ผู้เรียนรู้จักวิธีการวางแผน กำกับ และควบคุมตนเองและการทบทวนหรือประเมินการเรียนรู้ของตนเอง

5. ควรออกแบบการสอนในแบบที่มีความสมดุลระหว่างคุณภาพและปริมาณของกิจกรรมการเรียนรู้

6. ควรร่วมมือและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนในระหว่างเรียน

7. ควรเน้นเป้าหมายการเรียนรู้ทางปัญญาในระดับที่สูงขึ้น

8. การสอนต้องเหมาะสมกับภาวะและความเข้าใจในมโนทัศน์ปัจจุบันของผู้เรียน
บทบาทของผู้เรียน

1. ควรมีเป้าหมายในการเรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน

2. ควรมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น

3. ควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ปกครองและผู้ใหญ่อื่น เพื่อกระตุ้นให้เกิดการกำกับและควบคุมตนเองตั้งแต่เป็นเด็กเล็ก ตามบทบาทของผู้สอนและผู้เรียน ควรมีการออกแบบแผนการเรียนการสอนให้ครอบคลุมมากที่สุด จึงจะทำให้การพัฒนาเมตาคognition ชันเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคognition จะเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบแนวทางด้วยตนเองเพื่อใช้ในการนำไปแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม และฝึกกระบวนการคิด รู้จักการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน สามารถจัดระบบความคิดตนเอง เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหาไปสู่การค้นหาคำตอบที่ถูกต้อง

ความสามารถในการแก้ปัญหา

1. ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหา

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาไว้ ดังนี้ Good (1973) ได้กล่าวว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ก็คือ การแก้ปัญหาเป็นแบบแผนหรือวิธีการดำเนินการซึ่งอยู่ในสถานะที่มีความยากลำบากยุ่งยากหรืออยู่ในสถานะที่พยายามตรวจสอบข้อมูลที่หามาได้ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและมีการตรวจสอบสมมติฐานภายใต้การควบคุม มีการเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์และทดสอบสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่

กุญชรี คำชาย (2540) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนค้นพบการรวมกันของกฎและหลักการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

สุวิทย์ มูลคำ (2547) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา คือความสามารถทางสมองในการขจัดสถานะความไม่สมดุลที่เกิดขึ้น โดยพยายามปรับตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวัง

ประพันธ์ศิริ สุเลารัจ (2541) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหา หมายถึง การคิดพิจารณาไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นปมประเด็นสำคัญของเรื่องราวหรือสิ่งต่าง ๆ ที่คอยก่อกวนสร้างความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนและความวิตกกังวล โดยพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏและหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาที่ก่อความรำคาญ ความวิตกกังวล ความยุ่งยากสับสนให้หมดไปอย่างมีขั้นตอน

ดังนั้น สามารถสรุปความหมายของ การแก้ปัญหาได้ว่า หมายถึง กระบวนการที่ผ่านการคิด

รวบรวมโดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้ กฎเกณฑ์ นำไปประยุกต์ใช้เพื่อนำไปแก้ไขสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้

2. กระบวนการแก้ปัญหา

กรมวิชาการ (2549: 6) ได้กล่าวถึงกระบวนการแก้ปัญหาของโยธาได้ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจปัญหา เป็นการทำความเข้าใจว่าต้องการรู้อะไร มีข้อมูลใดบ้างที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรายการ การเขียนภาพ การสร้างตาราง การคิดย้อนหลังและวิธีอื่น ๆ

2. การวางแผนแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาวางแผนกำหนดวิธีการหาคำตอบประกอบด้วยวิธีคิด การเขียนรูปภาพ ประโยคสัญลักษณ์ สร้างตาราง เขียนแบบแผน ลำดับขั้นตอนการคิดและวิธีอื่น ๆ

3. การดำเนินการตามแผน เป็นขั้นปฏิบัติตามแผนโดยใช้ทักษะที่เคยเรียนรู้มา ประกอบด้วยวิธีคิด การแสดงวิธีทำการคิดคำนวณ และวิธีอื่น ๆ

4. การตรวจคำตอบ เป็นขั้นนี้ต้องพิจารณาว่า ได้แก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วหรือไม่ ประกอบด้วยวิธีคิด การคิดย้อนใหม่ตั้งแต่ต้น และวิธีอื่น ๆ

Weir (1974) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหาหรือตั้งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด

ขั้นที่ 2 นิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ หมายถึง ความสามารถในการค้นหาและอธิบายสาเหตุที่แท้จริง หรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ค้นหาแนวทางแก้ปัญหา และตั้งสมมติฐานหรือวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถหาวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา

ขั้นที่ 4 พิสูจน์คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้วิธีการแก้ปัญหาว่ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

Guilford (สฺวิทย์ มุลคำ, 2547 ; อ้างอิงจาก Guilford, 1971) ได้ให้วิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริง

2. **ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis)** หมายถึงขั้นในการพิจารณา วิเคราะห์สาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา

3. **ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production)** หมายถึงการหาวิธีแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา

4. **ขั้นตรวจสอบผล (Verification)** หมายถึงขั้นในการเสนอกฎเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหานั้นใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5. **ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ (Reapplication)** หมายถึงการนำวิธีการที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าเมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

ทิศนา แคมมณี (2551) ได้ให้วิธีการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. **สังเกต** เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล ทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุปและตระหนักในปัญหาได้

2. **วิเคราะห์** เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็นเพื่อจำแนกประเด็นปัญหา สาเหตุของปัญหา รวมไปถึงลำดับขั้นตอนของปัญหาได้

3. **สร้างทางเลือก** เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนได้แสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ อาจมีการค้นคว้า ทำการทดลองร่วมเพื่อตรวจสอบและใช้เป็นข้อมูลในการประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม

4. **เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก** เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนปฏิบัติตามแบบแผนของงานบันทึกการปฏิบัติงาน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

5. **สรุป** เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้สังเคราะห์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งอาจจะสรุปในรูปของรายงานก็ได้

สุวีร์ ศิวะแพทย์ (2549) ได้ลำดับขั้นในการแก้ปัญหาไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. **กำหนดปัญหา (Representing the problem)** ก่อนอื่นต้องมีการกำหนดปัญหาหรือความคิดรวบยอดให้ชัดเจน เพื่อให้เกิดความเข้าใจอันจะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาต่อไป บางครั้งสภาพการณ์ของปัญหาช่วยให้เกิดความเข้าใจอันจะนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาต่อไป บางครั้งสภาพการณ์ของปัญหาช่วยให้เกิดแนวคิดใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม การยึดติดกับคุณสมบัติหรือคุณประโยชน์ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งทำให้ขาดการสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหา

2. การค้นหาวิธีการแก้ปัญหา (Generating possible solutions) หลังจากที่ทราบปัญหาแน่ชัดแล้วขั้นต่อมาคือ การหาวิธีการที่เหมาะสมมาแก้ปัญหาซึ่งอาจมีความแตกต่างกันไปตามความเหมาะสมปัญหาที่มีความยากหรือเฉพาะเจาะจงต้องมีทักษะ เช่น ปัญหาทางคณิตศาสตร์อาจจำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีความรู้ช่วยแก้ปัญหา ส่วนปัญหาทั่วไปหากไม่ทราบวิธีการใด ๆ อาจใช้การลองผิดลองถูก (Trial and error) มาใช้ในบางกรณีที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย

3. ประเมินวิธีการแก้ปัญหา (Evaluating the solution) ในขั้นนี้จัดเป็นลำดับสุดท้ายของการแก้ปัญหา ซึ่งจะทำให้ทราบผลการแก้ไขว่ามีประสิทธิภาพเพียงใด ปัญหาบางอย่างสามารถนำเสนอวิธีแก้ไขปัญหาได้หลายรูปแบบ ส่วนบางปัญหาก็มีวิธีเดียวที่ถูกต้องการประเมินวิธีการแก้ปัญหาก็เป็นเรื่องจำเป็นเพื่อนำไปปรับให้เหมาะสมกับการนำไปใช้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2548) เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นที่นักการศึกษาให้การยอมรับ และใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาในการปฏิบัติทำให้สามารถกำหนดระยะเวลา วิธีการทำงานที่แน่นอนได้ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหาวิเคราะห์ประโยคที่เป็นปัญหาหรือตั้งปัญหา หมายถึงความสามารถในการบอกปัญหาภายในขอบเขตที่กำหนด

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามสาเหตุของปัญหาโดยแยกแยะจากลักษณะที่สำคัญ หรือวิเคราะห์ปัญหา หมายถึงความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงหรือสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นที่ 3 ขั้นค้นหาแนวทางแก้ปัญหา ตั้งสมมติฐานหรือวิธีการแก้ปัญหา หมายถึงความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์คือ ความสามารถในการอภิปรายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการใช้วิธีการแก้ปัญหาว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

สุวิชา วันสุศล (2554) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ขั้นตระหนักและทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหา
2. ขั้นค้นหาสาเหตุและรวบรวมข้อมูลที่เป็นต่อการจะแก้ปัญหา
3. ขั้นสำรวจ และแสวงหาแนวทางในการแก้ปัญหา
4. ขั้นตัดสินใจเลือกแนวทางที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา
5. ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทาง หรือวิธีที่สอดคล้องกับปัญหา
6. ขั้นสรุป ประเมินผลการแก้ปัญหา

จะเห็นได้ว่า วิธีการหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาที่มีแบบแผน มีเหตุผลและมีขั้นตอนที่เหมาะสม เพื่อจะหาวิธีการแก้ปัญหาได้ให้ถูกต้องและมีความละเอียดแตกต่างกัน ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกความสามารถในการแก้ปัญหาของกิลฟอร์ด แบ่งออกเป็น 4 ขั้น ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง ขั้นการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาที่แท้จริง
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) หมายถึงขั้นในการพิจารณา วิเคราะห์สาเหตุสำคัญของปัญหา หรือสิ่งใดบ้างที่ไม่ใช่สาเหตุสำคัญของปัญหา
3. ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา (Production) หมายถึงการหาวิธีแก้ปัญหาให้ตรงสาเหตุของปัญหาแล้วออกมาในรูปของวิธีการ ผลสุดท้ายจะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึงขั้นในการเสนอกฎเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าพบว่าผลลัพธ์นั้นไม่ได้ผลที่ถูกต้องก็ต้องมีการเสนอวิธีแก้ปัญหานั้นใหม่จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด
5. ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ (Reapplication) หมายถึงการนำวิธีการที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้าเมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยพบเห็นมาแล้ว

3. การวัดและการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหา

สำนักงานทดสอบทางการศึกษา กรมวิชาการได้กำหนดกระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ เครื่องมือที่ใช้วัดผู้เรียนมีอยู่ 4 ประเภท ดังนี้

1. การสังเกต เป็นกิจกรรมที่สำคัญที่ผู้สอนจะต้องใช้สังเกตผู้เรียนระหว่างเรียน การสังเกตจะสะท้อนพฤติกรรมการทำงานของผู้สอน ผู้เรียนมีความรู้ มีทักษะการคิดแก้ปัญหา ผู้สอนจะได้เข้าใจผู้เรียนมากขึ้น เมื่อมีการสังเกตพฤติกรรมบ่อย ๆ จะเห็นความเจริญเติบโตและการพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาในด้านต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะศึกษาจากข้อมูลที่เก็บเอาไว้เป็นรายบุคคลสามารถสรุปได้ว่าผู้เรียนเรียนคนไหนมีกระบวนการคิดแก้ปัญหาเลือกที่จะปฏิบัติอย่างไร การสังเกตมี 2 วิธี

- 1.1 การสังเกตอย่างไม่ตั้งใจ จะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาเมื่อผู้สอนมีความใกล้ชิดกับผู้เรียนเวลาที่ผู้เรียนตอบปัญหาหรือทำงานส่งผู้เรียนใช้วิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างไร ในการสังเกตพฤติกรรมแต่ละครั้งผู้สอนต้องจดบันทึกเอาไว้เป็นข้อมูลในการพิจารณาความคิดของผู้เรียน

- 1.2 การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตที่มีแบบฟอร์มที่ใช้กรอกข้อมูลเอาไว้ เช่น แบบสำรวจรายการ แบบมาตรฐานประมาณค่า แบบบันทึกพฤติกรรมหรือแบบบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ฉะนั้นการสังเกตที่ไม่ตั้งใจถ้าได้จัดทำแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลก็จะเป็นประโยชน์ทั้ง 2 ฝ่าย

2. การประเมินตนเอง หมายถึง การให้ผู้เรียนประเมินตนเองว่ามีพฤติกรรมเกี่ยวกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างไร เมื่อพบปัญหาอย่างไรอย่างหนึ่งหรือการคิดแก้ปัญหาในการทำงานกลุ่มกับเพื่อนๆ หรือร่วมกันตัดสินใจอย่างเป็นระบบ หรืออาจเขียนรายงานความก้าวหน้าของตนเองในการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 การตระหนักในปัญหา คือ การกำหนดปัญหา

2.2 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา คือ การสร้างทางเลือก

2.3 การตัดสินใจ คือ การทำแผนปฏิบัติการ

การประเมินตนเองของผู้เรียนจะชี้ให้เห็นว่าผลสะท้อนข้อมูลย้อนกลับควรจะพัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหาในการทำงานแต่ละครั้งของผู้เรียน ผู้เรียนอาจจะเขียนรายงานความรู้สึก ความต้องการตลอดจนปัญหาว่ามีความพอใจหรือไม่เพียงใด นำข้อมูลมาอภิปรายร่วมกับผู้สอนหรือกับเพื่อน ๆ เพื่อจะได้ทราบข้อบกพร่องนำมาปรับปรุงในครั้งต่อไป

3. แบบสำรวจรายการ (Checklists) คือ เครื่องมือที่ผู้สอนสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินพฤติกรรมผู้เรียน หรือขั้นตอนการปฏิบัติงานในกิจกรรมต่าง ๆ ต้องเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นการประเมินหรือวิธีการที่แบ่งแยกการกระทำหรือการแสดงอย่างชัดเจน แบบสำรวจนี้อาจดูความเจริญเติบโตและพัฒนาการตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ได้แก่ การพัฒนาด้านคุณลักษณะ ทักษะกระบวนการพฤติกรรมความสนใจ ความคิดรวบยอด แบบสำรวจรายการใช้ในการประเมินการแสดงออกการคิดแก้ปัญหา การออกแบบสำรวจรายการจะต้องออกแบบเพื่อให้ผู้สอนตรวจสอบเกณฑ์มาตรฐานในการฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มเล็ก ๆ จำนวน 4-5 คน ในแต่ละชั่วโมงหรือแต่ละวันเพื่อจะได้นำไปพัฒนาในการเรียนการสอนต่อไป

4. แบบทดสอบข้อเขียน การทดสอบข้อเขียนยังมีความจำเป็นอยู่จนถึงปัจจุบันนี้เพราะการทดสอบผู้เรียนจะต้องเขียนคำตอบ เพื่อเป็นการสะท้อนแนวการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนที่เป็นกระบวนการผู้สอนต้องกำหนดสถานการณ์ ที่มีปัญหาให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาที่จะเลือกปฏิบัติให้ออกมาเป็นความเรียงและผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน

ลักษณะสำคัญของการวัดและการประเมินผลจากสภาพจริงเพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องนี้ (ทิวต์ล มณีโชติ, 2555 ; อ้างอิงจาก กรมวิชาการ, 2545)

1. การวัดและการประเมินผลจากสภาพจริงมีลักษณะสำคัญคือ ใช้วิธีการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อนความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในด้านของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

2. เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียน เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในส่วนที่ควรส่งเสริมและส่วนที่ควรแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพตามความสามารถ ความสนใจและความต้องการของแต่ละบุคคล

3. เป็นการประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของทั้งตนเองและของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นตนเองสามารถพัฒนาข้อมูลได้

4. ข้อมูลที่ประเมินได้จะต้องสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าสามารถตอบสนองความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้หรือไม่

5. ประเมินความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริงได้

6. ประเมินด้านต่าง ๆ ด้วยวิธีที่หลากหลายในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง มยุรี หุ่นขำ (2544) ได้เสนอการวัดและประเมินผลการแก้ปัญหาไว้ว่าการวัดผลการแก้ปัญหาควรเป็นปัญหาใกล้ตัวนักเรียน เพื่อให้เด็กเข้าใจปัญหานี้ได้ในการสร้างสถานการณ์ปัญหาควรเป็นทางออก ซึ่งนักเรียนจะสามารถอธิบายให้เหตุผล ได้ดังนี้

1. ปัญหาที่นำมาใช้เป็นคำถามที่สำคัญ ๆ เกิดขึ้นบ่อย ๆ
2. กำหนดปัญหาที่มีทางออกหลาย ๆ ทาง
3. กำหนดรูปแบบคำถามให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้
4. กำหนดคำถามให้มีการเชื่อมโยงความคิดและสรุปได้ทั่ว ๆ ไป
5. วัดทักษะความสามารถในการคิดแก้ปัญหาแบบรวมๆ
6. การตัดสินใจมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและลักษณะของปัญหาอาจ

แบ่งเป็นการตัดสินใจตามลำดับขั้น

สุปราณี การพึ่งตน (2542) ได้เสนอเครื่องมือวัดและประเมินผลการแก้ปัญหา ดังนี้

1. วัดทักษะรวม ไม่ใช่แยกวัดเป็นส่วน ๆ
2. มีทางเลือกในการตีความหรือการตัดสินใจแก้ปัญหา
3. เป็นคำถามในการเชื่อมโยง

4. วัดทักษะการคิดขั้นสูงเช่น ให้อ่างแผน ให้ออกกระบวนกรแก้ปัญหาคิดต่อไปว่าจะทำอย่างไร จึงจะทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เป็นต้น

การวัดและการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นกระบวนกรที่ใช้ประเมินคุณภาพของตัวผู้เรียน สังกตจากพฤติกรรมของผู้เรียนโดยใช้เครื่องมือในการประเมินที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพตามความสามารถและหาแนวทางในการช่วยเหลือเสริมสร้างทักษะในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นปัญหาได้

4. แนวทางการส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา

อุษณีย์ โพธิสุข และคณะ (2544) เสนอว่าการเรียนรู้ข้อเท็จจริงกับการนำ ข้อเท็จจริงไปใช้เพื่อการแก้ปัญหาใหม่เป็นกระบวนกรที่แตกต่างกัน การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาได้ สำเร็จจากสถานการณ์หนึ่งไม่ได้หมายความว่าต้องแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นได้เสมอไปในการ แก้ปัญหานั้น ๆ จำเป็นต้องอาศัยข้อเท็จจริงในการแก้ปัญหาไม่สามารถที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถ แก้ปัญหาได้ควรฝึกให้เด็กรู้จักการสังเกตและคิดหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเอง เทคนิคที่สำคัญเป็นประโยชน์ในการสอนเด็กให้มีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เพื่อให้ครูผู้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนสามารถแนะนำ นักเรียนในขณะทำกิจกรรมไว้ดังนี้

1. พยายามมองปัญหาอย่างกว้าง หากภาพรวมของปัญหาให้ได้อย่างปล่อยให้รายละเอียดต่าง ๆ ที่อภิปรายพาให้หลงทางหรือออกนอกประเด็นของปัญหา
2. ประวังการตัดสินใจ อย่าลงมือตัดสินใจเร็วเกินไป
3. หากทางทำให้เห็นปัญหาชัดเจนขึ้น โดยการใช้อุปภาพ สมการหรือการวาดเข้าช่วย
4. พยายามเสนอปัญหาในแนวต่าง ๆ กัน เช่นปัญหาที่ไม่กระจ่างไม่สมบูรณ์ปัญหาที่ชัดเจนปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น
5. ระบุปัญหาด้วยวาจา พยายามเปลี่ยนรูปแบบของคำถามหรือปัญหาเพื่อตีความให้ชัดเจนปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นต้น
6. พยายามตีความปัญหาอย่างยืดหยุ่น
7. ลองคิดย้อนกลับเพื่อทบทวนการคิดว่าถูกต้องหรือไม่
8. ถ้าตีความปัญหาไม่ได้หรือแก้ปัญหาบางส่วนไม่ได้ลองพยายามคิดเนื้อหาในบางส่วนที่พอแก้ไขได้
9. ใช้การอุปมาอุปไมยเข้าช่วย

นอกจากนั้นได้อธิบายถึงลักษณะของครูที่ดีในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา คือ

1. ควรกระตุ้นให้เด็กมองเห็นปัญหา ขบคิด วิธีแก้ปัญหาในรูปแบบที่สร้างสรรค์
ไม่ใช่คำตอบเดียวตายตัวแล้วพอ

2. ทศนคติของครูเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมีลักษณะที่ขบคิดสร้างสรรค์และชอบการคิด
แก้ปัญหา

3. ครูต้องเตรียมปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกฝนอยู่เป็นประจำ

4. รู้จักปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงตามสถานการณ์

5. รู้ขีดความสามารถของนักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองมีความศรัทธาต่องานของตน
การส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหา ผู้สอนหรือครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการจัด
กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ มีกระบวนการคิดโดยจะต้องจัดการเรียนรู้อัน
ให้มีความเหมาะสมกับบริบทของห้องเรียน ผู้สอนควรเป็นที่ปรึกษาที่ดีแนะนำผู้เรียนในการตอบ
คำถามเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมกับความต้องการและฝึกให้นักเรียนรู้จักการค้นหาคำความรู้ แสวงหา
ความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อจะให้เป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งฝึกการทำงานผ่าน
กระบวนการกลุ่ม ให้ผู้เรียนเลือกจัดการเนื้อหาตามความถนัดและหรือที่ผู้เรียนมีความสนใจจะทำให้
ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ

1. ความหมายการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

องอาจ นัยวัฒน์ (2548) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการเป็นการวิจัยที่ทำโดยนักวิจัย
และคณะบุคคลที่เป็นผู้ปฏิบัติงานในหน่วยงาน โดยมีจุดมุ่งหมายหลักคือการนำเอาผลการศึกษาวิจัยที่
ค้นพบไปปรับปรุงแก้ไขปัญหา และพัฒนาคุณภาพให้ดีขึ้นมีความสอดคล้องกับสภาพ รวมไปถึงบริบท
ทางด้านสังคมและวัฒนธรรมและด้านอื่น ๆ ที่เกิดขึ้น

กิตติพร ปัญญาภิโยกุลผล (2541) กล่าวว่า การวิจัยปฏิบัติการ หมายถึงการศึกษาค้นคว้า
เพื่อหาวิธีแก้ปัญหา ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงเพื่อพัฒนาคุณภาพของงานที่ตนกำลังปฏิบัติอยู่ และ
ขณะเดียวกันก็สร้างความเข้าใจถึงสภาพและกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยผ่านกระบวนการ
ของวงจรแบบบันไดเวียนข้อมูลที่รวบรวมได้ระหว่างดำเนินงานเป็นฐานของการปรับแก้ไขขั้นถัดไป

อุทุมพร จามรมาน (2537) เสนอว่า การวิจัยที่เรียกว่า action research คือการวิจัยที่
ทำโดยครู ของครู เพื่อครู และสำหรับครูเป็นการวิจัยที่ครูซึ่งต้องตั้งปัญหาในการเรียนการสอนออกมา
และครูผู้ซึ่งต้องแสวงหาข้อมูลเพื่อมาแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยกระบวนการที่เชื่อถือได้ ผลการวิจัยคือ
คำตอบที่ครูอีกนั้นแหละจะเป็นผู้นำไปใช้แก้ปัญหาของตน

สรุปได้ว่า การวิจัยปฏิบัติการ หมายถึง การรวบรวมหรือการแสวงหาข้อเท็จจริงโดยใช้ขั้นตอนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปเพื่อนำแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยสามารถดำเนินการได้หลายๆ ครั้ง จนกระทั่งบรรลุจุดประสงค์

2. ลักษณะการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

องอาจ นัยวัฒน์ (2548) ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ 8 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. เกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านการปฏิบัติงาน (Practical Problem) ที่ผู้ปฏิบัติงานระดับล่างมักจะประสบในขณะที่ทำงานอยู่ประจำหรือปฏิบัติหน้าที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในแต่ละวัน มากกว่าการเกี่ยวข้องกับปัญหาทางด้านทฤษฎี (Theoretical Problem) ซึ่งได้รับการนิยามหรือกล่าวถึงโดยนักวิจัยบริสุทธิ์ในสาขาวิชาความรู้ใด ๆ โดยเฉพาะ

2. มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อการทำความเข้าใจ (Understanding) ต่อสภาพปัญหาที่เกี่ยวกับการปฏิบัติงานของครู ผู้บริหารการศึกษาอย่างลุ่มลึกและกระจ่างชัด ภายใต้กระบวนการใคร่ครวญตรวจสอบในลักษณะสะท้อนกลับของยุทธวิธีปฏิบัติที่นักวิจัยเชิงปฏิบัติการได้ลงมือกระทำลงไปอย่างวิพากษ์วิจารณ์ (critically) อันจะนำไปสู่การได้แนวทางปฏิบัติการสำหรับใช้แก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทแวดล้อมมากยิ่งขึ้น สำหรับการดำเนินงานในลำดับต่อไป นอกจากนั้นยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อการปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานรวมทั้งสภาวะการณ์เงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานมากกว่าการมีจุดมุ่งหมายเพื่อการสร้างสรรค์องค์ความรู้เชิงวิชาการอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นการเฉพาะ

3. มุ่งเน้นการตีความหมายเหตุการณ์ หรือสภาวะการณ์ของปัญหาที่เกิดขึ้น ตามความคิดเห็นหรือทัศนะของผู้ปฏิบัติงานหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับเหตุการณ์หรือสภาวะการณ์ของปัญหาดังกล่าวมากกว่าการอาศัยแนวคิดทฤษฎี กฎหรือหลักการของวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะเชื่อว่าท่าทางการกระทำ การติดต่อสื่อสารหรือพฤติกรรมใด ๆ ของมนุษย์ซึ่งที่ปรากฏให้เห็นเด่นชัดหรือไม่เห็นเด่นชัดในเหตุการณ์หรือสภาวะการณ์ของปัญหาหนึ่งๆ สามารถตีความหมายได้โดยการสรุปอ้างอิง (inference) จากแรงจูงใจความเชื่อ เจตนา หรือจุดมุ่งหมายของผู้แสดงพฤติกรรมประกอบเข้ากับบริบทแวดล้อมที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมหรือการกระทำเหล่านั้นขึ้น เช่น บรรทัดฐาน ค่านิยม และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ทางสังคมเป็นสำคัญโดยนัยดังกล่าวนี้แสดงว่า นักวิจัยไม่สามารถตีความหมายพฤติกรรมหรือการกระทำของบุคคลใด ๆ ได้เลย ถ้าปราศจากการพิจารณาบริบทแวดล้อมพฤติกรรมนั้น ๆ มาประกอบด้วย

4. เสนอผลการวิจัยในรูปแบบเรียบง่าย การเสนอรายงานผลการศึกษาวิจัยในรูปแบบด้วยการเลือกใช้ถ้อยคำ สำนวนในระดับเดียวกับผู้ปฏิบัติงานโดยพยายามหลีกเลี่ยงคำศัพท์เฉพาะสาขาวิชา (technical term) และภาษาที่มีลักษณะค่อนข้างเป็นนามธรรมเพื่อให้ง่ายต่อการติดตาม ทำความเข้าใจของผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้คำอธิบายเกี่ยวกับผลการวิจัยตลอดจนกระบวนการวิจัยอื่น ๆ สามารถตรวจสอบความตรง (validity) ได้จากการสนทนาแบบเป็นกันเองกับผู้ปฏิบัติงานหรือผู้มีส่วนร่วมหรือเกี่ยวข้องในทุกๆ กระบวนการวิจัย

5. มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย การดำเนินงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในทุกขั้นตอนจะต้องอยู่ภายใต้บรรยากาศการมีส่วนร่วม การร่วมมือร่วมใจ การเชื่อถือและไว้วางใจ การเป็นมิตรรวมทั้งความเป็นอิสระและความเสมอภาคในการแสดงความคิดเห็น

6. ผ่อนคลายความเข้มงวดเกี่ยวกับระเบียบวิธีการศึกษาวิจัย การดำเนินงานเชิงปฏิบัติการไม่ยึดติดอยู่ภายใต้กรอบการจัดกระทำทางการทดลองและการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนอย่างเคร่งครัดแบบตายตัวด้วยแบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) หรือวิธีการทางสถิติใด ๆ (Statistical Control) แนวคิดพื้นฐานดังกล่าวนี้ไม่ได้หมายความว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการละเลยหรือมองข้ามความสำคัญของการศึกษาค้นคว้าด้วยการอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ หากแต่ปรับวิธีการศึกษาค้นคว้าด้วยวิธีการดังกล่าวให้กลมกลืนหรือสอดคล้องกับลักษณะของปัญหา สภาวะการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งบริบททางสังคมและวัฒนธรรมที่แวดล้อมปัญหาที่ต้องการแสวงหาความรู้ความจริงด้วยเหตุนี้การวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยทั่วไปอาจเลือกใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณที่อาศัยแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Design) หรือการวิจัยเชิงคุณภาพ

7. ไม่เน้นการสรุปอ้างอิงผลการศึกษาวิจัยข้ามไปยังบริบทอื่น การสรุปอ้างผลการวิจัยหรือการขยายผลการวิจัยให้ครอบคลุมไปยังห้องเรียน หรือโรงเรียนที่มีทำเลที่ตั้งหรือบริบทอื่น ๆ แตกต่างไปจากทำเลหรือบริบทที่ทำการวิจัยจริง มีลักษณะค่อนข้างจำกัดกว่าการวิจัยเชิงทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ การสรุปอ้างอิงผลของการวิจัยที่ได้จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการไม่สามารถอาศัยกฎของความครอบคลุม (covering law) ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความสัมพันธ์ หรือการอ้างอิงเชิงสาเหตุ (causal Relationships) ดังนั้นในทางปฏิบัติโดยทั่วไป การสรุปอ้างอิงผลของการวิจัยที่ได้จากการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จึงมีแนวโน้มกระทำเฉพาะในขอบเขตของสถานที่บุคคลและเวลาที่ทำการศึกษาวิจัย อย่างไรก็ตามถ้าต้องการขยายผลของการวิจัยให้ครอบคลุมข้ามไปยังขอบเขตอื่นที่นอกเหนือก็สามารถกระทำได้ ถ้าปัจจัยที่เกี่ยวข้องในบริบทเหล่านั้น

มีลักษณะคล้ายคลึงหรืออยู่ในสภาวะการณ์ที่ใกล้เคียงกัน รวมทั้งได้รับการยืนยันจากผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ประกอบด้วย

8. สร้างดุลยภาพและความเสมอภาคระหว่างทัศนะของบุคคลภายในและภายนอก นักวิจัยเชิงปฏิบัติการที่เป็นบุคคลภายใน (insider) และบุคคลภายนอก (outsider) ของสถานที่ทำการศึกษาวิจัย มีบทบาทสำคัญ 2 ประการ คือ บุคคลภายในมีบทบาทเป็นทั้งผู้ปฏิบัติงานตามหน้าที่ปกติและเป็นนักวิจัยปฏิบัติการในสถานที่ทำงานของตนเองในขณะที่บุคคลภายนอกมีบทบาทเป็นผู้เชี่ยวชาญ ผู้ให้คำปรึกษาทางวิชาการให้กับบุคคลภายในและเป็นนักวิจัยเชิงปฏิบัติการ เช่นเดียวกับบุคคลภายใน นักวิจัยเชิงปฏิบัติการทั้งที่เป็นบุคคลภายในและบุคคลภายนอกจะต้องปรับบทบาทของตนเองให้มีดุลยภาพทางแนวความคิด ความเชื่อ และการปฏิบัติอยู่เสมอในแต่ละสภาวะการณ์ นอกจากนี้จะต้องสร้างความเสมอภาคทางความคิดเห็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมการวิจัยเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความขัดแย้งทางความคิดหรือความสับสนระหว่างบทบาทเหล่านั้นในขณะปฏิบัติงานวิจัย

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการพัฒนาขึ้นมาจากฐานคติ ความเชื่อ (assumption) สำคัญที่ว่า การสร้างสรรค์และการใช้ความรู้เชิงปฏิบัติการ (Action or Practical Knowledge) สำหรับการแก้ไขปัญหาหรือการพัฒนาใด ๆ ใน องค์กร ชุมชน หรือสังคมหนึ่ง ๆ จะต้องตั้งอยู่บนหลักการพื้นฐานของความเป็นประชาธิปไตย ความยุติธรรม ความสันติสุข และความสอดคล้องกลมกลืนกับบริบททางด้านวัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ รวมทั้งอยู่ใต้บรรยากาศของความเอื้ออาทร หรือเป็น แบบกัลยาณมิตรที่นักวิจัยและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการบวนการวิจัยมีการเรียนรู้ร่วมกัน รวมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นและให้เกียรติซึ่งกันและกัน ความรู้เชิงปฏิบัติการที่เป็นผลผลิตอันเกิดจากความร่วมมือร่วมใจระหว่างนักวิจัยกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหรือผู้มีส่วน ได้ส่วนเสีย (stakeholders) โดยผู้ปฏิบัติงานซึ่งมีความใกล้ชิดกับปัญหาได้เกิดความรู้สึกในการเป็นเจ้าของความรู้ จึงเป็นปัจจัยผลักดันสำคัญต่อแนวโน้มชุมชนหรือสังคมให้ดียิ่งๆ ขึ้นไป ซึ่งลักษณะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการโดยทั่วไปจะมีการนำความรู้ที่นั้น ๆ ไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาหรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงใด ๆ ในองค์กร

3. ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ประสาธ เนืองเฉลิม (2556) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจสภาพการปฏิบัติงาน เป็นขั้นตอนของการสำรวจบริบท ของครูว่ามี ปัญหาอะไร แล้ววิเคราะห์ว่าปัญหาเหล่านั้นมีสาเหตุมาจากอะไรและจะสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขสภาพการปฏิบัติงานส่วนใดบ้าง

ขั้นที่ 2 การวางแผน (Planning) เป็นขั้นตอนสำหรับกำหนดให้มีวัตถุประสงค์วิธีการ และวางแผนเพื่อนำไปลงมือปฏิบัติให้ค้นคว้าคำตอบหรือพัฒนานวัตกรรมและการแก้ไขหรือ เปลี่ยนแปลงสภาพการปฏิบัติการที่เป็นปัญหา

ขั้นที่ 3 การลงมือปฏิบัติ(Action) เป็นขั้นตอนการปฏิบัติการตามแผนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 4 การสะท้อนผลการปฏิบัติ(Reflection) หลังจากที่มีการปฏิบัติเพื่อแก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาตามแผนจนปรากฏผลแล้ว นักวิจัยต้องมีการสะท้อนผลการปฏิบัติว่ามีสิ่งใดที่ เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาไปบ้าง เพื่อสรุปและวางแผนเพื่อการปรับปรุงแก้ปัญหาลงใน วงรอบต่อไป

Kemmis และ McTaggart (ยาใจ พงษ์บริบูรณ์, 2537 ; อ้างอิงมาจาก Kemmis and McTaggart) ได้กล่าวถึงการวิจัยเชิงปฏิบัติการในแนวการนำไปใช้ เพื่อพัฒนาและปรับปรุงสภาพการ เรียนการสอนจริงในโรงเรียน ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan) เริ่มด้วยการสำรวจปัญหาสำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ร่วมกันระหว่างครูและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง อาจเป็นครูคนอื่น ๆ ที่สอนร่วมกัน นักเรียนผู้ปกครองหรือ ผู้บริหาร โดยการสำรวจสภาพการณ์ของปัญหาว่ามีอย่างไรบ้าง ปัญหาที่ต้องการแก้ไขคืออะไรปัญหานั้นเกี่ยวข้องกับใครบ้าง จะมีวิธีแก้ไขในรูปแบบใดบ้าง และการปฏิบัติการแก้ไขจะต้องมีการ เปลี่ยนแปลงในเรื่องใดบ้าง เช่น ครูต้องเปลี่ยนวิธีใช้คำถามในชั้นเรียน นักเรียนต้องทำงานเป็นกลุ่ม เนื้อหาบางหัวข้อในแบบเรียนจะต้องตัดทอนหรือขยายเพิ่มเติม ผู้บริหารต้องรับทราบการ เปลี่ยนแปลง บางอย่างและให้การสนับสนุน เป็นต้น ในขั้นการวางแผนจะมีการปรึกษาร่วมกัน ระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง การใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จะช่วยให้มองสภาพการณ์ของ ปัญหาชัดเจนขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) เป็นการนำแนวคิดที่มีการกำหนดเป็นกิจกรรมในขั้น วางแผนมาดำเนินการลงมือปฏิบัติ ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ประกอบกันไปด้วย โดยรับฟังจากผู้ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ จากการปฏิบัติจะเป็นการมองย้อนกลับว่า แผนที่วางไว้นั้นสมเหตุสมผลกับการปฏิบัติ ได้ จริงมากน้อยเพียงใด และอาจจะมีอุปสรรคอื่น ๆ มาเกี่ยวข้องโดยไม่คาดคิดซึ่งเป็นผลมาจากการ

เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ฉะนั้น แผนงานที่กำหนดไว้อาจยืดหยุ่นได้ โดยผู้วิจัยต้องใช้วิจารณญาณและการตัดสินใจที่เหมาะสม และมุ่งสู่การปฏิบัติเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้ เป็นเรื่องแน่นอนว่าสภาพการณ์จริงนั้นต้องมีความไม่ราบรื่น อุปสรรคและมีการขัดข้องบางประการ ฉะนั้น จึงจำเป็นต้องใช้การสังเกตการณ์ควบคู่ไปด้วย ควรมีการสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างระมัดระวัง ด้วยความใจกว้าง พร้อมกับจดบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น ทั้งที่เกิดขึ้นทั้งสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่ไม่ได้คาดหวัง สิ่งที่ต้องทำการสังเกต คือ กระบวนการของการปฏิบัติการ (The Action Process) ผลของการปฏิบัติการ (The Effect of Action) ซึ่งอาจเกิดขึ้นโดยตั้งใจหรือไม่ได้ตั้งใจก็ได้และสภาพการณ์แวดล้อมและข้อจำกัดของการปฏิบัติการ การสังเกตการณ์นี้รวมถึงการรวบรวมผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติทั้งโดยการเห็นด้วยตา การได้ฟัง และการใช้เครื่องมือแบบทดสอบ วัดผลออกมาในเชิงตัวเลข หรือใช้แบบสำรวจ แบบสอบถาม วัดสิ่งที่ต้องการทราบการเปลี่ยนแปลงด้วย ขณะที่การปฏิบัติการวิจัยกำลังดำเนินงานควบคู่กับการใช้การสังเกตผลการปฏิบัตินั้นควรเลือกใช้เทคนิคต่าง ๆ ที่เหมาะสมช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยซึ่งมีหลายวิธี เช่น การจดบันทึก สะสมการใช้บันทึกภาคสนาม การวิเคราะห์เอกสาร การใช้แบบสอบถามการสัมภาษณ์ การใช้เครื่องบันทึกเสียง การใช้แบบทดสอบ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) คือ การประเมินหรือการตรวจสอบ กระบวนการแก้ปัญหา หรือสิ่งที่ข้อจำกัดที่เป็น อุปสรรคต่อการปฏิบัติการวิจัย จะต้องตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่มุมต่าง ๆ ที่สัมพันธ์กับสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมของโรงเรียน และของระบบการศึกษาที่ประกอบกันอยู่ โดยผ่านการอภิปรายปัญหา เป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การปรับปรุง และการวางแผนการปฏิบัติต่อไป

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2552) ได้ให้ขั้นตอนของการทำวิจัยเชิงปฏิบัติการ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้

1.1 ความหมายของปัญหาการเรียนรู้หรือปัญหาวิจัย ปัญหา หมายถึง ประเด็นข้อสงสัย หรือคำถามที่ครูนักวิจัยต้องการดำเนินการ เพื่อหาคำตอบให้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริงด้วยกระบวนการวิจัย ปัญหาวิจัยจะมีลักษณะเป็นข้อสงสัย ของครู นักวิจัยต่อสภาพการณ์ต่าง ๆ ทั้งที่เป็นความแตกต่างและไม่แตกต่างระหว่างสภาพที่คาดหวังกับสภาพที่เป็นจริง สำหรับตัวอย่างของสภาพที่เป็นอยู่ เช่น นักเรียนไม่ค่อยสนใจเรียน เรียนแบบท่องจำและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่ำ และตัวอย่างของสภาพที่ควรจะเป็นประเทศกำลังก้าวไปสู่สังคมเทคโนโลยีและ

ข่าวสารข้อมูลควรพัฒนานักเรียนให้สนใจวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ควรอยู่ในระดับที่ได้มาตรฐาน

1.2 วิธีการวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการตั้งคำถาม การวิเคราะห์
ปัญหาวิธีนี้จะใช้วิธีการตั้งคำถามเกี่ยวกับสภาพปัญหา การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนโดยใช้คำถาม
หลักคือ อะไร? ทำไม? หรือ อย่างไร? แล้วนำไปสู่การกำหนดเป็นปัญหา วิจัยที่ครูนักวิจัยสนใจอยาก
ค้นหาคำตอบหรือหาแนวทางพัฒนา ซึ่งจะทำให้ได้ปัญหาวิจัยและหัวข้อวิจัย หรือชื่อเรื่องวิจัยที่
หลากหลาย

2. เมื่อวิเคราะห์ปัญหาการเรียนรู้ได้แล้ว ครูนักวิจัยจะต้องเลือกนวัตกรรมหรือวิธีการ
แก้ปัญหาให้เหมาะสมกับปัญหาการเรียนรู้ และครูนักวิจัยสามารถสร้างหรือจัดหาได้ด้วยตนเอง
นวัตกรรมการเรียนรู้ หรือนวัตกรรมการเรียนการสอน (Instructional innovation) หมายถึง แนวคิด
วิธีการ กระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาการเรียนรู้หรือ
พัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพและพัฒนาผู้เรียนได้มีคุณภาพ

3. การออกแบบและสร้างนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหา
เป็นการคิดกำหนดแบบหรือโครงร่างของนวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาตามที่ได้เลือกไว้ในขั้นตอนที่
2 เช่น แบบฝึกหรือชุดฝึกควรมีลักษณะอย่างไร มีกี่แบบฝึก รูปแบบของแบบฝึกหรือชุดฝึกควรเป็น
อย่างไร มีกี่แบบ รูปแบบของแบบฝึกหรือชุดฝึกควรเป็นอย่างไร เป็นต้น การออกแบบนวัตกรรมจะ
ช่วยทำให้ครูนักวิจัยมองเห็นภาพโครงสร้าง ส่วนประกอบทั้งหมดของภาพรวมทั้งหมด ซึ่งสะดวกต่อ
การสร้างหรือจัดทำต่อไป เมื่อออกแบบเสร็จแล้วก็ลงมือสร้างหรือจัดทำนวัตกรรมตามแบบหรือโครง
ร่างที่กำหนดไว้ หากต้องการให้ได้นวัตกรรมที่มีคุณภาพ มีความเชื่อมั่นต่อการนำไปใช้มากขึ้น ครู
นักวิจัยอาจให้เพื่อนครูหรือผู้รู้ตรวจสอบ พิจารณานวัตกรรมก่อนจะดีแล้วปรับปรุงแก้ไขตาม
ข้อเสนอแนะของผู้ตรวจสอบ ถือว่าเป็นการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นของนวัตกรรมก่อนจะนำไปใช้
จริงซึ่งจะช่วยให้ได้นวัตกรรมที่มีคุณภาพมากขึ้น

4. การใช้นวัตกรรมหรือวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ หรือจัดการเรียนการสอนโดยใช้
นวัตกรรม วิธีการแก้ปัญหาหรือพัฒนาที่ได้จัดทำไว้กับประชากรหรือกลุ่มเป้าหมายนักเรียนที่มีปัญหา
การเรียนรู้หรือต้องการพัฒนาตามระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ สังเกตผลหรือเก็บรวบรวมข้อมูลและนำไป
วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลการวิจัยและเขียนรายงานการวิจัยต่อไป

5. การสรุปผลการวิจัย ข้อค้นพบหรือผลการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร แล้วเขียนไว้เป็นหลักฐานการปฏิบัติงานไว้ในรูปของรายงานการวิจัย โดยอาจจะเขียนแบบไม่เน้นวิชาการ แบบกึ่งวิชาการหรือแบบเชิงวิชาการก็ได้ตามแนวทางการเขียนที่ได้นำเสนอไว้

องอาจ นัยพัฒน์ (2548) ได้กำหนดขั้นตอนของวิจัยเชิงปฏิบัติการไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Planning) เป็นการกำหนดแนวทางปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า โดยอาศัยการคาดคะเนแนวโน้มของผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ประกอบกับการระลึกถึงเหตุการณ์หรือเรื่องราวในอดีตที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขตามประสบการณ์ทั้งทางตรงและทางอ้อมของผู้วางแผน ภายใต้การไตร่ตรองถึง ปัจจัยสนับสนุน ขัดขวาง ความสำเร็จในการแก้ไขปัญหาการต่อต้าน รวมทั้งสภาวะการณ์เงื่อนไขอื่น ๆ ที่แวดล้อมปัญหาอยู่ในเวลานั้น โดยทั่วไปการวางแผนจะต้องคำนึงถึงความยืดหยุ่น ทั้งนี้เพื่อจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในอนาคต

ขั้นที่ 2 การปฏิบัติการ (Action) เป็นการลงมือดำเนินงานตามแผนที่กำหนดไว้ อย่างระมัดระวังและควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผน อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงการปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้มีโอกาสแปรเปลี่ยนไปตามเงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์เวลานั้นได้ ด้วยเหตุนี้แผนปฏิบัติการที่ดีจะต้องมีลักษณะเป็นเพียงแผนชั่วคราว ซึ่งเปิดช่องให้ผู้ปฏิบัติการสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามเงื่อนไขและปัจจัยที่เป็นอยู่ในขณะนั้น การปฏิบัติการที่ดีจะต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องเป็นพลวัตรภายใต้การใช้ดุลยพินิจในการตัดสินใจ

ขั้นที่ 3 การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานที่ได้ลงมือกระทำลงไป รวมทั้งสังเกตการณ์ปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการดำเนินงานตามแผนที่วางไว้ ตลอดจนประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างปฏิบัติการตามแผนว่ามีสภาพหรือลักษณะเป็นอย่างไร การสังเกตการณ์ที่ดีจะต้องมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างคร่าวๆ โดยจะต้องมีขอบเขตไม่แคบหรือจำกัดจนเกินไป เพื่อจะได้เป็นแนวทางสำหรับการสะท้อนกลับกระบวนการและผลการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นตามมา

ขั้นที่ 4 การสะท้อนกลับ (Reflection) เป็นการให้ข้อมูลถึงการกระทำตามที่บันทึกข้อมูลไว้จากการสังเกตในเชิงวิพากษ์กระบวนการและผลการปฏิบัติงานตามที่วางแผนไว้ตลอดจนการวิเคราะห์เกี่ยวกับปัจจัยสนับสนุนและปัจจัยอุปสรรคการพัฒนารวมทั้งประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่ การสะท้อนกลับโดยอาศัยกระบวนการกลุ่มในลักษณะวิพากษ์วิจารณ์ หรือประเมินผลการปฏิบัติงานระหว่างบุคคลที่มีส่วนร่วมในการวิจัย จะเป็นวิธีการ

ปรับปรุงวิธีการปฏิบัติงานตามแนวทางดั้งเดิมไปเป็นการปฏิบัติงานตามวิธีการใหม่ ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวน และปรับปรุงวางแผนปฏิบัติการในวงจรกระบวนการวิจัยในรอบต่อไป

จากการได้ศึกษา เอกสารและงานวิจัย เพื่อนำวิธีการหรือขั้นตอน ทฤษฎีการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนเกี่ยวกับการวิจัยเชิงปฏิบัติการสำหรับมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ โดยยึด ขั้นตอน การทำวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis และ McTaggart ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการวางแผน (Planning-P) เป็นการสำรวจสภาพปัญหาสำคัญที่ต้องการให้มีการแก้ไข ร่วมกันระหว่างครูและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง วางแผนรูปแบบ และการปฏิบัติการแก้ไขจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องใดบ้าง ในขั้นการวางแผนจะมีการปรึกษาร่วมกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องการใช้แนวคิดวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหา จะช่วยให้มองเห็นสภาพการณ์ของปัญหาชัดเจนขึ้น
2. ขั้นปฏิบัติ (Action-A) เป็นการนำแนวคิดที่มีการกำหนดเป็นกิจกรรมในขั้นวางแผน มาดำเนินการลงมือปฏิบัติ ใช้การวิเคราะห์วิจารณ์ประกอบกันไป แผนที่ตั้งไว้จะต้องมีความสอดคล้อง และเหมาะสมในการปฏิบัติ
3. ขั้นสังเกต (Observing-O) ขณะที่การวิจัยดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนที่วางไว้ เป็นเรื่องแน่นอนว่าสภาพการณ์จริงนั้นต้องมีความไม่ราบรื่น อุปสรรคและมีการขัดข้องบางประการ จึงจำเป็นต้องใช้การสังเกตการณ์ควบคู่ไปด้วย ควรมีสงเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยเลือกใช้วิธีการสังเกตที่เหมาะสม
4. ขั้นสะท้อนผล (Reflecting-R) คือ การประเมินหรือการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา หรือสิ่งที่เป็นข้อจำกัดที่เป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติการเป็นพื้นฐานข้อมูลที่น่าไปสู่การแก้ไขปรับปรุง และการวางแผนการปฏิบัติต่อไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

1. ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

บุญชม ศรีสะอาด (2546) ได้ระบุไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติบางครั้ง อาจเรียกว่าวิธีการสอนแบบบรรยาย ซึ่งเป็นการสอนที่อาศัยความสามารถของผู้สอนในการเรียบเรียงเนื้อหาสาระและการใช้เทคนิคการถ่ายทอดเนื้อหาสาระให้น่าสนใจ

วรพร ขาวสุทธิ์ (2542) ได้ระบุไว้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นการจัดการเรียนการสอน โดยมีการดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้ คือ ขั้นนำ เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจและความพร้อมที่จะเชื่อมโยงเข้าสู่การเรียน

ชั้นสอน เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม โดยผู้สอนจะสอนและแนะนำการสอนและให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ชั้นสรุป ผู้สอนและผู้เรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเพื่อให้เกิดความเข้าใจชัดเจนมากขึ้นและสามารถนำความรู้ไปใช้ได้และชั้นการวัดการประเมินผลผู้สอนโดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ

วีระพันธ์ สิทธิพงษ์ (2540) ได้ระบุไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ปกติเป็นการสอนที่จัดขึ้นในสถาบันการศึกษา ซึ่งเป็นการดำเนินการสอนตามหลักสูตรรายวิชาที่สถาบันการศึกษา กำหนดไว้เพื่อใช้สอนในแต่ละวิชาและเพื่อให้ทราบถึงโครงสร้างของวิชาที่แบ่งย่อยเป็นหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อย วัตถุประสงค์ทางการศึกษาของแต่ละหัวข้อใหญ่และหัวข้อย่อย วิธีการสอน และวิธีการประเมิน

ผกา สัตยธรรม (2524) ได้ให้ความหมายการสอนแบบปกติไว้ว่า การพูด การเล่าหรือการบรรยายเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แก่ผู้ฟัง เป็นการให้เนื้อหาหรือประสบการณ์ทางอ้อมแก่ผู้เรียนให้ได้แนวคิดด้านต่าง ๆ ตามความเป็นจริง เป็นลักษณะการเรียนรู้ที่ได้จากการฟังเป็นส่วนใหญ่ อาจารย์ผู้สอนมีจุดประสงค์ที่จะให้ผู้เรียนได้รับฟัง รับรู้ เกิดความเข้าใจและเกิดการเรียนรู้ขึ้นโดยมีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ และสามารถนำสิ่งที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้และผู้เรียนมีความสนใจในการสอนและการเรียน ก็ประสบความสำเร็จไปแล้วขั้นหนึ่งถ้าขาดความสนใจก็จะไม่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

วีระพันธ์ สิทธิพงษ์ (2540) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบปกติไว้ว่าการสอนตามปกติที่จัดขึ้นในโรงเรียน ซึ่งเป็นการดำเนินการสอนตามหลักสูตรการสอนตามปกติมีลักษณะดังนี้

1. การเรียนการสอนยึดตามหลักสูตร โดยใช้เนื้อหาเป็นหลัก
2. กำหนดเวลาเรียนแน่ชัด ใช้เวลาเรียนพร้อม ๆ กันทั้งกลุ่ม
3. เน้นความตอบสนองความต้องการของกลุ่ม
4. ใช้ตำรา แบบฝึกหัดเป็นอุปกรณ์สำคัญในการสอน
5. จำกัดขอบเขตการเรียนรู้
6. สอนโดยวิธีบรรยายหรือสาธิตเป็นหลัก
7. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้แบบกว้าง ๆ
8. เกณฑ์ที่วัดขึ้นอยู่กับบุคคล
9. การประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนจะแยกออกจากการสอนและเกิดขึ้นเกือบ

ตลอดเวลา ในช่วงของการทดสอบ

10. ยึดถือคะแนนการสอบเป็นหลัก

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบปกติสามารถสรุปได้ว่า เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่คาดหวัง โดยนำเนื้อหาจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม และให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้

2. ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

สุวัฒน์ มุทสมธา (2523) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธีปกติว่ามี 4 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นจัดทำคำบรรยาย ต้องจัดลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ให้เหมาะสม ตรงไหนควรเน้น ตรงไหนควรหาตัวอย่างสอดแทรกให้สนุกสนานและให้ข้อคิดแก่นักเรียน
2. ขั้นบรรยาย ต้องบรรยายตามลำดับขั้น เครื่องมือที่ใช้ในการบรรยายต้องจัดให้พร้อม
3. ขั้นสรุป ครูควรสรุปเป็นระยะ ๆ เป็นตอน ๆ หรือสรุปตอนท้ายทีเดียวแล้วแต่ความเหมาะสม
4. ขั้นมอบหมายงานให้นักเรียนปฏิบัติ อาจตั้งปัญหาให้นักเรียนไปคิดแก้หรือค้นคว้าประเด็นต่าง ๆ ที่ครูกระตุ้นให้คิดอย่างเป็นระยะระหว่างบรรยาย เพื่อให้นักเรียนนำหลักการต่าง ๆ ที่ได้รับไปใช้ต่อ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้จัดลำดับขั้นการสอนแบบปกติหรือแบบบรรยายไว้ ดังนี้

1. ทบทวนความรู้เดิม เพื่อนำความรู้เดิมที่นักเรียนเรียนมาก่อนแล้วเป็นพื้นฐานในการศึกษาหาความรู้ใหม่ ทั้งเป็นการเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ให้เป็นเรื่องเดียวกันตลอดทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเกิดความคิดรวบยอด หรือหลักการของเรื่องนั้น ๆ แจ่มแจ้งยิ่งขึ้น
2. สอนเนื้อหาใหม่ ซึ่งจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริง โดยใช้รูปภาพ ใช้สัญลักษณ์ ในการดำเนินการสอนซึ่งมีการกำหนดไว้ในคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. สรุป เป็นที่ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้ว เป็นวิธีลัด
4. ฝึกทักษะหรือทำแบบฝึกหัด เป็นขั้นที่นักเรียนฝึกความชำนาญ โดยการทำแบบฝึกหัดตามหนังสือเรียน แบบฝึกทักษะ
5. นำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันมาแก้ปัญหา
6. ประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินความสามารถของนักเรียนจากบทเรียนนั้น ๆ โดยการประเมินจากแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ

สรุปได้ว่าขั้นตอนวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมักจะประกอบด้วยขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นกิจกรรมการสอนและ ขั้นสรุป วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ส่วนใหญ่มักจะใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและบริบทชั้นเรียน โดยครูอาจเสริมด้วยการซักถาม จัดกิจกรรมอื่นร่วมด้วยเพื่อที่จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดความรู้ได้ โดยในงานวิจัยครั้งนี้ยึดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของ สุกัญญา กัตัญญ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

3. ข้อดีและข้อเสียของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

สุวัฒน์ มุทเมธา (2523) กล่าวถึงข้อดีไว้ว่าสะดวกในการนำมาใช้สอน เพราะผู้สอนไม่จำเป็นต้องมีการเตรียมเนื้อเรื่อง สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย ยิ่งใช้วิธีสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ไม่มีกิจกรรมอย่างอื่นประกอบ ก็สามารถใช้ กระดาษบันทึกเพียงแผ่นสองแผ่นก็สามารถทำการสอนได้

สมคิด อิศระวัฒน์ (2543) ได้กล่าวถึงข้อเสียของการสอนแบบปกติไว้ว่า ความคงทนในการเรียนรู้เกิดขึ้นได้น้อย เพราะการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นแบบผิวเผิน ผู้เรียนไม่มีโอกาสในการแสดงออก บทบาทคือผู้นั่งฟังหากผู้สอนไม่มีความสามารถในการถ่ายทอดใช้เสียงในระดับเดียวกันก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเบื่อหน่าย ง่วงนอนและเกิดความไม่สนใจ อย่างไรก็ตามการสอนแบบปกติหรือแบบบรรยาย ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญเบื้องต้นในการเรียนการสอน เพราะในการสอนทุก ๆ วิธีการจะต้องมีการบรรยายหรือการบอกแทรกอยู่ในวิธีการนั้น ๆ อยู่เสมอ

ผกา สัตยธรรม (2524) ได้กล่าวถึงข้อเสียของวิธีสอนแบบปกติไว้ดังนี้

1. เป็นการถ่ายทอดความรู้จากอาจารย์ผู้บรรยายแต่ฝ่ายเดียวเป็นส่วนใหญ่ การแสดงความคิดเห็น หรือความร่วมมือในชั้นเรียนจะเกิดการคิดและเรียนรู้ได้เป็นส่วนน้อย

2. แม้จะมีการใช้สื่อการสอนที่ดีมีผู้บรรยายที่ดี แต่บางลักษณะวิชาต้องการทักษะในเชิงปฏิบัติการจากการสอนและการเรียน

การดำเนินกิจกรรมในงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยนำกลวิธีเมตาคอกนิชันมาเป็นนวัตกรรมในการพัฒนานักเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของกลวิธีเมตาคอกนิชันโดยยึดตามแนวคิดของบีเยอร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ วางแผน แก้ปัญหา กำกับการแก้ปัญหา และประเมินการแก้ปัญหา นำมาแทรกในชั้นการสอนของกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ โดยจัดรูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับขั้นตอนและเหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน ซึ่งกลวิธีเมตาคอกนิชันจะฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้ ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหตามสถานการณ์

ปัญหาด้วยตนเอง จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจปัญหา ได้คิด วิเคราะห์ปัญหาถึงสาเหตุของ ปัญหาและรายละเอียดอื่นที่เกี่ยวข้อง วางแผนการดำเนินการอย่างเป็นระบบ ซึ่งการแก้ปัญหาถือเป็น ทักษะพื้นฐานที่สำคัญและจำเป็นต่อนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่จะต้องได้รับการพัฒนา ส่งผลให้นักเรียน มีทักษะด้านการคิดสู่การพัฒนาทักษะด้านอื่นอีกด้วย ซึ่งกลวิธีเมตาคอกนิชันเป็นวิธีการที่จะทำให้ นักเรียนบรรลุผลตามเป้าหมายของการเรียนการสอนและมุ่งส่งเสริมพัฒนานักเรียนด้านนี้โดยตรงจึงมี ความเหมาะสมอย่างยิ่งที่นำกลวิธีเมตาคอกนิชันนี้มาจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถใน การแก้ปัญหาของนักเรียน

บริบทของโรงเรียนบรบือ

จากการข้อมูลบริบทพื้นฐานของโรงเรียน ปีการศึกษา 2562 สรุปข้อมูลได้ดังนี้

ชื่อโรงเรียน โรงเรียนบรบือ ตั้งอยู่ที่ หมู่ที่ 1 บ้านบรบือ ถนนแจ้งสนิท ตำบลบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44130 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 26 เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ เปิดสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึง มัธยมศึกษาปีที่ 6 มีนักเรียนทั้งหมด 1,761 คน มีห้องเรียนทั้งหมด 60 ห้องเรียน เนื้อที่ 34 ไร่ 2 งาน 60 ตารางวา เขตพื้นที่บริการ 3 ตำบล ได้แก่ ตำบลหนองจิก ตำบลบ่อใหญ่ และตำบลบรบือ ตารางที่ 2 ข้อมูลนักเรียน โรงเรียนบรบือ ปีการศึกษา 2562

ระดับชั้นเรียน	เพศ		รวม	จำนวนห้อง
	ชาย	หญิง		
ม.1	186	194	380	10
ม.2	135	146	281	10
ม.3	135	202	337	10
ม.4	92	187	279	10
ม.5	99	145	244	10
ม.6	69	171	240	10
รวมทั้งหมด	716	1,045	1,761	60

นักเรียนที่เป็นนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้คือ นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 11 คน โดยนักเรียนกลุ่มเป้าหมายนี้ได้จากการใช้แบบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาทดสอบคัดเลือกนักเรียน เพื่อที่จะนำมาพัฒนาความสามารถด้านการแก้ปัญหาให้ ผ่านเกณฑ์ ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนในชั้นเรียนของนักเรียนเหล่านี้ พบว่า ส่วนใหญ่

นักเรียนขาดความสนใจในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ในบทเรียนนักเรียนจะใช้วิธีการจำเนื้อหามากกว่า การเข้าใจ การมีส่วนร่วมในชั้นเรียน บทบาทของนักเรียนในการทำกิจกรรมนั้นยังน้อยและเมื่อ ยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่พบหรือเกี่ยวข้องในรายวิชา มาให้นักเรียนวิเคราะห์ พบว่านักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ประเด็นสำคัญของปัญหา และวางแผนการแก้ปัญหาได้ รวมถึงไม่สามารถเลือกใช้ ทฤษฎีที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหามาใช้ในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ ได้

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเล็งเห็นว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะได้รับการพัฒนาทักษะด้านกระบวนการคิด มุ่งสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา เพราะ นักเรียนยังไม่เข้าใจปัญหา ไม่สามารถระบุปัญหาและสาเหตุปัญหาที่ชัดเจนจากประเด็นปัญหาที่กำหนดให้ได้ รวมถึงไม่สามารถวิเคราะห์รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้น ส่งผลให้นักเรียน ไม่รู้แนวทางที่จะนำไปวางแผนและตัดสินใจในการเลือกใช้วิธีการหรือทฤษฎีที่เหมาะสมกับ สถานการณ์ปัญหา ทำให้การลงมือปฏิบัติเพื่อหาคำตอบเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย ไม่สามารถหาข้อสรุปที่ ได้จากการทำกิจกรรมเพื่อเชื่อมโยงผลที่ได้กับทฤษฎีทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง ทำให้นักเรียนไม่บรรลุ เป้าหมายของการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกนักเรียนนี้มาเป็นกลุ่มเป้าหมายในการพัฒนา ความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน หวังให้นักเรียนได้กำกับความคิดของตนเอง ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ฝึกการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย จัดระเบียบทางความคิด สามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยจะได้สะท้อนความคิดของตนเองเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถแก้ไขปัญหตามสถานการณ์ปัญหาได้ดี และบรรลุเป้าหมายของทุกกิจกรรมได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

พัทธ ทองตัน (2545) ได้ศึกษาผลการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์และการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนต้นจากการวิจัย พบว่านักเรียนในกลุ่มทดลองที่เรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตา คอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์หลังการเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ของกรม วิชาการคือสูงกว่าร้อยละ 60 ที่กำหนดไว้โดยมีค่ามัชฌิมเลขคณิตคิดเป็นร้อยละเท่ากับ 60.11 และสูง กว่านักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าในการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเป็นการนำกลวิธีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเมตาคอกนิชันของ นักเรียนมาใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

วิชาเคมี ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์กรมวิชาการคือสูงกว่า ร้อยละ 60 อีกทั้งยังสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ได้ ดีกว่าการเรียนวิทยาศาสตร์แบบปกติเนื่องจากการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์จัดเป็นกระบวนการที่มี ขั้นตอนและพบว่าในกลุ่มทดลองที่มีการใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา วิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันแสดงให้เห็นว่าเมตาคอกนิชันเป็นตัวแปรสำคัญ ในการที่บุคคลจะสามารถปฏิบัติงานใด ๆ ให้มีประสิทธิภาพต้องมีการรู้เกี่ยวกับความคิดของตนเองอยู่ ตลอดเวลาในการปฏิบัติงานนั้น

อุไร สินธุจสานนท์ (2545) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เมตาคอกนิชันประชากรกลุ่มตัวอย่าง ในการ วิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการสอนเมตาคอกนิชัน มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นการวางแผน ขั้นกำกับ และขั้นการประเมิน จำนวน 10 แผน แผนการสอนแก้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันจำนวน 30 แผน แบบบันทึกกระบวนการแก้โจทย์ ปัญหาและ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นลักษณะของแก้โจทย์ ปัญหาและ แบบทดสอบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นลักษณะของแก้โจทย์ ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ใช่กลวิธีทั้ง 10 กลวิธี กลวิธีละ 1 ข้อรวมทั้งหมด 10 ข้อ ทำการทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เมตาคอกนิชันมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนน ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

วินิจฉัย ไชยจันทร์ (2550) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาการใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันใน การพัฒนาทักษะการเรียนรู้วิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผล การจัดการเรียนรู้โดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน และเพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้วิชาเคมีของ นักเรียนโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการ เรียนรู้ 2) แบบบันทึกการเรียนรู้อ่าน 3) แบบสอบถามความคิดเห็น 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนรู้ 5) แบบวัดทักษะการเรียนรู้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของโรงเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนสามารถใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันในการเรียนรู้ในขั้นตอนการ วางแผน การกำกับ และการประเมินได้ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี สูงกว่าเกณฑ์ที่ กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 4 คน 3) จากการวัดทักษะการเรียนรู้ของนักเรียน คะแนนทักษะการแก้โจทย์ปัญหาวิชาเคมีของนักเรียน ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทุกคน คะแนนทักษะ การอ่านวิชาเคมีของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.78 และ

คะแนนทักษะการทดลองวิชาเคมีของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 34.78

สุขสันต์ บัวสาย (2551) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคลองน้ำใสวิทยาคาร จังหวัดสระแก้ว เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนวิชาเคมี ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน (2) นักเรียนที่เรียนวิชาเคมี ที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคอกนิชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.27 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.22 และมีจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนเต็มร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70

สิริเกศ หมัดเจริญ (2554) ซึ่งได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนคูเมืองวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชัยภูมิ เขต 23 จังหวัดบุรีรัมย์ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 34 คน ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือมีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผลการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ เมื่อสิ้นสุดการวิจัยพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.95 ของคะแนนเต็มและมีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มคิดเป็นร้อยละ 73.53 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แสดงให้เห็นว่า การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ฝึกตามกลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนได้ 2) ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องเสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อสิ้นสุดการสอนทุกวงจร โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 72.35 ของคะแนนเต็มและมีนักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มคิดเป็นร้อยละ 70.59 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นั่นคือ การจัดการเรียนการสอน โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียงของนักเรียนได้

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Hartman (1998) ได้ศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์ให้สำเร็จนั้นผู้สอนจะสามารถนำความสามารถในการรู้คิด (Metacognition) ของพวกเขาใช้ในการสอนการรู้คิดเป็นความคิดระดับสูงที่เกี่ยวข้องกับคำถามต่อไปนี้ “จะสอนอะไร” “ทำไมถึงจะสอนอย่างนั้น” และ “จะสอนอย่างไร” การสอนจะต้องมีการควบคุมตนเองการวางระเบียบแบบแผนในการสอนจึงจะทำให้ค้นพบความต้องการของนักเรียนซึ่งตามเงื่อนไขเหล่านี้เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและผู้สอนสามารถที่จะพัฒนาการรู้คิดของผู้เรียนโดยการเพิ่มความตระหนักรู้ (Awareness) และการควบคุมตนเองของผู้เรียน (Self – Regulation)

Blank (2000) ได้ทดลองสอนเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเขตชานเมืองเป็นเวลา 3 เดือนนักเรียนห้องแรกเรียนโดยใช้วิธีการการเรียนรู้ที่ใช้การรู้คิด ซึ่งประกอบด้วยขั้นประเมินความคิดขั้นสร้างความคิดขั้นนำความคิดและขั้นนำความคิดไปใช้มีการใช้คำถาม เพื่อให้ นักเรียนสะท้อนสถานภาพความคิดทางวิทยาศาสตร์ของตนโดยใช้กรอบแนวคิดของทฤษฎี การเปลี่ยนแปลงแนวคิดคือความไม่พึงพอใจในแนวคิดแนวคิดใหม่สามารถเข้าใจได้ แนวคิดใหม่มีความน่าเชื่อถือและแนวคิดใหม่สามารถนำไปใช้ได้กว้างขวางส่วนนักเรียนอีกห้องเป็นกลุ่มควบคุมเรียนบทเรียนเดียวกับกลุ่มทดลองแต่ไม่มีการใช้การรู้คิด ผลการศึกษา พบว่านักเรียนกลุ่มทดลอง เข้าใจอย่างมีความหมายในเรื่องเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้มากกว่ากลุ่มควบคุมแต่ทั้ง 2 กลุ่มมีความรู้ ในเนื้อหาสาระไม่แตกต่างกันการวิจัยครั้งนี้จึงสรุปได้ว่าการรู้คิดมีประโยชน์ในการทำให้นักเรียน สร้างตัวเชื่อมที่เข้มแข็ง (Strong Bridges) ระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แนวความคิด และความเข้าใจได้ดี

(Mittlefehldt, 2003) ได้ทดลองสอนเรื่องความหนาแน่น และแรงดันโดยใช้เทคนิคการรู้คิดซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการเข้าใจได้ (Intelligibility) ความสามารถเชื่อถือได้ (Plausibility) และความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง (Wide Applicability) กับเทคนิคการคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดี (Good Science Thinking) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้น คือ

การเชื่อมโยงการซักถามการสะท้อนตนเอง การซักถามเกี่ยวกับความจริงและความน่าเชื่อถือ และการเปรียบเทียบความคิดของตนเองกับความคิดของคนอื่นโดยต้องการหาคำตอบว่านักเรียน มีการใช้ยุทธศาสตร์การรู้คิดประเภทใดในการเรียนมนิเทศใหม่ทางวิทยาศาสตร์ใช้เหตุการณ์ที่ซับซ้อนและยุทธศาสตร์การรู้คิดที่ใช้ดังกล่าวมีส่วนช่วยในการเรียนการถ่ายโอนความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ระหว่างเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้เรียนหรือไม่ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 ห้องเรียน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม ๆ ละ 2 ห้อง และกลุ่มควบคุม 2 ห้องในกลุ่มทดลองกลุ่มหนึ่งเรียน เรื่องเหตุการณ์หรือความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลและได้รับเอกสารส่งเสริมการถ่ายโอนความรู้ ส่วนอีกกลุ่มเรียนเหมือนกลุ่มแรกและได้รับการสอนถ่ายโอนความรู้เพิ่มเติมส่วนกลุ่มควบคุมเรียน เหมือนกลุ่มทดลองกลุ่มหลังแต่ได้รับการสอนการถ่ายโอนจากครูเพียงบทเรียนเดียว ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ใช้กิจกรรมการรู้คิดสามารถถ่ายโอนความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ระหว่างบทเรียน ได้ดีกว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนกิจกรรมการเรียนรู้โดยนักเรียนชอบใช้เทคนิคการรู้คิดประเภทความสามารถเข้าใจได้และความสามารถในการนำไปใช้อย่างกว้างขวางมากที่สุด เนื่องจากการเชื่อมโยงแนวความคิดใหม่กับบริบทที่คุ้นเคยช่วยให้ นักเรียนมีความเข้าใจวัตถุประสงค์ของการเรียนได้และนักเรียนสามารถเรียนรู้มีประสิทธิภาพได้โดยการเปรียบเทียบแนวความคิดของตนเองกับแนวความคิดของคนอื่น ๆ

Helen Ngozi ibe (2009) ได้ศึกษายุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันกับการมีส่วนร่วม ในห้องเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่าครูผู้สอนต้องเผชิญความท้าทายอย่างต่อเนื่องของวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการศึกษาความแตกต่างระหว่างกลุ่มนักเรียน โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชัน (Metacognitive Strategies) การมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่ม think - pair - share (TPS)กลุ่ม Metacognitive Questions (MQ) และกลุ่มควบคุมทำการทดลอง 11 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย 24, 22 และ 21 วิชา สำหรับกลุ่มควบคุม TPS and MQ ตามลำดับ ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความหนาแน่น ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ใช้สถิติเชิงพรรณนา ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตรวจสอบสมมติฐานโดยการทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์ ความแปรปรวน (ANCOVA) ผลการวิจัย พบว่ากลวิธีทางอภิปัญญา (MQ) มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้าง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธี TPSข้อเสนอแนะจากการวิจัย ควร

ใช้กลวิธีทางอภิปัญญา และผสมผสานคำถามในห้องเรียน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม เก็บข้อมูลอีกต่อไปและทักษะทั่วไป

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับเมตาคอกนิชัน พบว่า กลวิธีเมตาคอกนิชัน มีความสัมพันธ์กับการเรียนรู้ของนักเรียน การวิจัยที่ใช้การจัดการเรียนการสอนโดยใช้เมตาคอกนิชัน จะช่วยพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการคิด ตัดสินใจ ประเมินการรู้คิดของตนเอง สามารถส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนได้ ดังนั้น การใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันมาจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนโดยจะต้องจัดให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนและบริบทของชั้นเรียนด้วย เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับตัวนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถการแก้ปัญหาได้ และนำไปสู่การพัฒนาทักษะทางด้านการคิดด้านอื่น ๆ ของนักเรียนอีกด้วย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาในครั้งนี้ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
4. วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

กลุ่มเป้าหมาย

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเลือกกลุ่มเป้าหมาย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนบรบือ อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 11 คน เป็นนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ โดยทำการคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายนี้จากการทดสอบโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของ ปราโมทย์ รังศรี (ปราโมทย์ รังศรี, 2560)แบ่งระดับความสามารถนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ด้วย ระดับดี และดีเยี่ยม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในวิจัยครั้งนี้มี 4 ชนิด ดังนี้

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เรื่องไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 แผน 15 ชั่วโมง
2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบวัดความสามารถแบบอัตนัย จำนวน 3 ชุด
3. แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน
4. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง มีลักษณะเป็นแบบบันทึกผล คำถามปลายเปิด จำนวน 1 ชุด

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน จำนวน 10 แผน รวมทั้งสิ้น 15 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ และศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เรื่องไฟฟ้ากระแส

1.2 วิเคราะห์ รายละเอียดของสาระสำคัญ มาตรฐาน จุดประสงค์การเรียนรู้การวัด และประเมินผล และขอบข่ายของสาระการเรียนรู้ รายวิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

1.3 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ของวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาสาระ มาตรฐานตัวชี้วัดปี สาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำไปกำหนดเป็นรายละเอียดในการสร้างแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังตารางต่อไปนี้ ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หน่วยแผนการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ เรื่องไฟฟ้ากระแส

วงรอบ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
1	1	1. กระแสไฟฟ้า - กระแสไฟฟ้า ในตัวนำ	กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้า จะเกิดขึ้นเมื่อมีประจุไฟฟ้า ลัพธ์เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่ง ใดตำแหน่งหนึ่งในตัวนำ ไฟฟ้า โดยอาจเป็นการ เคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า บวกหรือประจุไฟฟ้าลบ หรือทั้งสองชนิด	1. นักเรียนอธิบาย กระแสไฟฟ้าในตัวนำได้ 2. นักเรียนคำนวณหา กระแสไฟฟ้าในตัวนำ และปริมาณที่เกี่ยวข้อง ได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมใน ชั้นเรียน	2
	2	- กระแสไฟฟ้า ในลวดตัวนำ	กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ จะมีค่าขึ้นกับจำนวน อิเล็กตรอนต่อหนึ่งหน่วย ปริมาตรและความเร็วลอย เลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระ ประจุของอิเล็กตรอนและ ขนาดของพื้นที่หน้าตัดของ ลวดตัวนำ	1. นักเรียนอธิบายการ เคลื่อนที่ของ อิเล็กตรอนอิสระและ กระแสไฟฟ้าในลวด ตัวนำได้ 2. นักเรียนคำนวณหา กระแสไฟฟ้าในลวด ตัวนำ และปริมาณที่ เกี่ยวข้องได้ 3. นักเรียนมีความใฝ่ เรียนรู้	1

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หน่วยแผนการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ เรื่องไฟฟ้ากระแส (ต่อ)

วงรอบ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	3	2.ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต่างศักย์ - กฎของโอห์ม และความต้านทาน	กฎของโอห์ม มีใจความว่า ถ้าอุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์ระหว่างปลายของตัวนำนั้น เขียนในรูปสมการได้เป็น $I/V = K$ เมื่อ K เป็นความนำไฟฟ้า หรือ $(V/I) = (1/K) = R$ เมื่อ R เป็นค่าคงที่ซึ่งเป็นความต้านทานไฟฟ้าของลวดตัวนำมีหน่วยเป็นโอห์ม	1. สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้ 2. สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับกฎของโอห์มได้ 3. นักเรียนคำนวณหาความต่างศักย์ และปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ 4. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน	2
2	4	- สภาพต้านทานไฟฟ้าและสภาพนำไฟฟ้า	ความต้านทานไฟฟ้า R ของลวดตัวนำยาว l พื้นที่หน้าตัด A ตามสมการ $R = \rho(l/A)$ เมื่อ ρ เป็นสภาพต้านทานไฟฟ้า ความนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นซีเมนส์ (S) และสภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นซีเมนส์ต่อเมตร (S/m)	1. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสภาพต้านทาน กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนคำนวณหาสภาพต้านทาน กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ 3. นักเรียนสนใจในการเรียน	1

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หน่วยแผนการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ เรื่องไฟฟ้ากระแส (ต่อ)

วงรอบ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	5	- ตัวต้านทาน	ความต้านทานของตัวต้านทานค่าคงตัวบอกได้โดยการอ่านแถบสีที่อยู่บนตัวต้านทาน ใช้ควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจรให้เหมาะสม	1. นักเรียนอ่านความต้านทานของตัวต้านทานจากแถบสีตัวต้านทานได้ 2. นักเรียนสามารถวัดค่าความต้านทานเทียบกับการอ่านค่าความต้านทานบนแถบสีได้ 3. นักเรียนมีความรับผิดชอบ	1
2	6	- การต่อตัวต้านทาน	การต่อตัวต้านทานแบบขนาน จะได้ความต้านทานสมมูลลดลง ซึ่งก็คือเท่ากับผลบวกของส่วนกลับของตัวต้านทานแต่ละตัว และการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม ความต้านทานสมมูลจะเพิ่มขึ้น	1.นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเมื่อต่อความต้านทานแบบอนุกรมและขนานได้ 2.นักเรียนคำนวณความต้านทานรวมตจากการต่อตัวต้านทานเมื่อนำตัวต้านทานไปต่อแบบอนุกรมหรือขนานได้ 3. นักเรียนมีความสามัคคี	2

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หน่วยแผนการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ เรื่องไฟฟ้ากระแส (ต่อ)

วงรอบ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	7	3. พลังงานในวงจร ไฟฟ้ากระแสตรง - พลังงานไฟฟ้า และความต่าง ศักย์	แหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรงเช่น แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงาน ไฟฟ้าแก่วงจรพลังงานไฟฟ้า ที่ประจุไฟฟ้าได้รับต่อหนึ่ง หน่วยประจุไฟฟ้าเมื่อ เคลื่อนที่ผ่านแหล่งกำเนิด ไฟฟ้าเรียกว่า อีเอ็มเอฟ คำนวณได้จากสมการ $\epsilon = \Delta V + Ir$	1. ทดลองเพื่ออธิบาย ความสัมพันธ์ระหว่าง อีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่ กับความต่างศักย์ ระหว่างขั้วของระหว่าง ขั้วของแบตเตอรี่ได้ 2. คำนวณหาความต่าง ศักย์และปริมาณที่ เกี่ยวข้องกับอีเอ็มเอฟ ของแหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรงได้ 3. นักเรียนตรงต่อเวลา	1
3	8	- พลังงานไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้าของ เครื่องใช้ไฟฟ้ากระแส ตรง	พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปใน เครื่องใช้ไฟฟ้าในหนึ่ง หน่วยเวลา เรียกว่า กำลังไฟฟ้า ซึ่งมีค่าขึ้นกับ ความต่างศักย์และ กระแสไฟฟ้คำนวณได้ จากสมการ $W = It\Delta V$ และ $P = I\Delta V$	1. อธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความต่าง ศักย์และกระแสไฟฟ้า ของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ 2. คำนวณหาพลังงาน ไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และ ปริมาณที่เกี่ยวข้องจาก สถานการณ์ที่กำหนดให้ ได้ 3. นักเรียนกระตือรือร้น ในการเรียน	2

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์หน่วยแผนการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ เรื่องไฟฟ้ากระแส (ต่อ)

วงรอบ	แผนที่	สาระการเรียนรู้	สาระสำคัญ	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
	9	4. แบตเตอรี่และวงจรกระแสไฟฟ้าตรงเบื้องต้น - การต่อแบตเตอรี่	การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม n ก้อน จะได้ อิเอ็มเอฟสมมูล ε และความต้านทานภายในสมมูล r มีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n$ และ $r = r_1 + r_2 + \dots + r_n$ การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน n ก้อน จะได้ อิเอ็มเอฟสมมูล ε คงเดิม และความต้านทานภายในสมมูล r มีค่าลดลงตามสมการ $\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$	1. ทดลองเพื่ออธิบายอิเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลเมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้ 2. คำนวณอิเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้ 3. นักเรียนมีวินัยในชั้นเรียน	1
	10	- การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	กระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่ประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน คำนวณได้จากสมการ $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$	1. สามารถวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเพื่อนำมาแก้ปัญหาได้ 2. คำนวณหากระแสไฟฟ้าในวงจรและปริมาณที่เกี่ยวข้องได้ 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	2
รวม					15

1.4 จัดทำแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งในหัวข้อหลักในแต่ละแผนประกอบไปด้วย สารระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในส่วนในด้าน มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ สารการเรียนรู้ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผล เพื่อให้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนในชั้นเรียน โดยได้แก้ไขในส่วนของการปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสารการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา และสามารถวัดผลกับนักเรียนได้ง่ายขึ้น

1.6 นำแบบประเมินคุณภาพความเหมาะสมของแผนการกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมกับแผนการกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาประเมินคุณภาพด้านความถูกต้องความเหมาะสม ความชัดเจน ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้และความสอดคล้องขององค์ประกอบของแผน พร้อมทั้งปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน ตรวจสอบ และพิจารณา ซึ่งผู้เชี่ยวชาญประกอบไปด้วย

1) ผศ.ดร.มนตรี วงษ์สะพาน วุฒิกการศึกษา กศ.ด (การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2) ผศ.ดร วราพร เอราวรรณ วุฒิกการศึกษา ค.ด (การวัดผลและประเมินผลการวิจัย) ตำแหน่ง อาจารย์ประจำวิชาภาควิจัยและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

3) อาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม วุฒิกการศึกษา วท.ด (ฟิสิกส์) ตำแหน่ง อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์

4) นายกริช อุทากดี ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ

5) นายไพรัตน์ น้อยนนท์ ตำแหน่งครู ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบรบือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษามหาสารคาม เขต 26 ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์

นำผลการประเมิน แผนการจัดการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ซึ่งเป็นคะแนนที่คำนวณ โดยใช้แบบประเมินชนิดมาตราส่วนระดับ (Rating scale) ตามวิธีของลิเคอร์ท์ ซึ่งมี 5 ระดับโดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

4.51–5.00 คะแนน หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.51–4.50 คะแนน หมายถึง เหมาะสมมาก

2.51–3.50 คะแนน หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.51–2.50 คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00–1.50 คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

นำผลจากการประเมินตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ โดยใช้เกณฑ์ ที่ค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพและความเหมาะสม ตั้งแต่ 3.51 – 5.00 จึงจะถือว่าเป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ได้ ซึ่งผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน มีผลการประเมินตั้งแต่ 4.33 ถึง 4.56 สรุปผลการประเมินอยู่ในระดับที่เหมาะสม นอกจากนั้น ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำให้แก้ไขในส่วนของรูปประโยคที่ใช้ในชั้นการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงตารางการประเมินพฤติกรรมนักเรียน โดยพบว่าผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
1	4.48	มาก
2	4.50	มาก
3	4.49	มาก
4	4.56	มากที่สุด
5	4.48	มาก
6	4.53	มากที่สุด
7	4.48	มาก
8	4.33	มาก
9	4.39	มาก
10	4.50	มาก

1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไข แล้วเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง เพื่อนำไปจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มเป้าหมาย

2. แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบวัดความสามารถแบบอัตนัย โดยจะกำหนดรูปแบบของคำถามที่ใช้ในแต่ละข้อ ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน ที่ผู้วิจัยต้องการจะวัดและประเมิน ในประเด็นพฤติกรรมความสามารถด้านการแก้ปัญหาแต่ละด้านของนักเรียนได้ โดยจะใช้ทดสอบหลังจากสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ เพื่อเป็นการประเมินนักเรียนในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนกระบวนการในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาข้อมูล ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความหมาย วิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาจาก ทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2 ศึกษาข้อบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหา รายละเอียดข้อบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหามีดังนี้

ตารางที่ 5 ข้อบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหา ในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหา (ตามแนวความคิดของกิลฟอร์ด)	ข้อบ่งชี้ความสามารถในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ	1. นักเรียนระบุปัญหาที่ค้นพบ
ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	1. นักเรียนระบุองค์ประกอบของปัญหา 2. นักเรียนวิเคราะห์สาเหตุสำคัญของปัญหา
ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	1. นักเรียนค้นหาวิธีการการแก้ปัญหาที่เหมาะสม 2. นักเรียนออกแบบแนวทาง วิธีการเพื่อแก้ปัญหา
ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล	1. นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ 2. นักเรียนมีการประเมินผลการแก้ปัญหา 3. นักเรียนค้นหาแนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้	1. นักเรียนนำวิธีการที่ถูกต้องไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ปัญหา

พหุ ประถมศึกษา

ตารางที่ 6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องย่อยประจำหน่วย มาตรฐานตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบสำหรับเก็บข้อมูลในแต่ละวงรอบ

วงรอบ	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ		
			สร้าง	ใช้จริง	
1	1. กระแสไฟฟ้า ในตัวนำ	1. นักเรียนอธิบายกระแสไฟฟ้าในตัวนำได้	1	1	
		2. นักเรียนคำนวณหากระแสไฟฟ้าในตัวนำ และปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	3	1	
	2. กระแสไฟฟ้า ในลวดตัวนำ	3. นักเรียนอธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้	1	1	
		4. นักเรียนคำนวณหากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ และปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	2	1	
		5. นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากประเด็นปัญหาได้	2	1	
		6. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับกฎของโอห์มได้	2	1	
		7. นักเรียนคำนวณหาความต่างศักย์ และปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	2	1	
จำนวนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วงรอบที่ 1			13	7	
2	1. สภาพ ต้านทานไฟฟ้า และสภาพนำ ไฟฟ้า	1. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างสภาพต้านทาน กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าได้	1	1	
		2. นักเรียนคำนวณหาสภาพต้านทาน กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้าและปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	2	1	
	2. ตัวต้านทาน	3. นักเรียนอ่านความต้านทานของตัวต้านทานจากแถบสีตัวต้านทานได้	2	2	
		3. การต่อตัว ต้านทาน	4. นักเรียนสามารถวัดค่าความต้านเทียบกับการอ่านค่าความต้านทานบนแถบสีได้	2	1
			5. นักเรียนสามารถอธิบายหลักการเมื่อต่อความต้านทานแบบอนุกรมและขนานได้	2	1
			6. นักเรียนคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานไปต่อแบบอนุกรมหรือขนานได้	2	1

ตารางที่ 6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องย่อยประจำหน่วย มาตรฐานตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบสำหรับเก็บข้อมูลในแต่ละวงรอบ (ต่อ)

วงรอบ	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ	
			สร้าง	ใช้จริง
		7. นักเรียนทดลองเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอีเอ็มเอฟของแบตเตอรี่กับความต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ได้	2	1
		8. นักเรียนคำนวณหาความต่างศักย์และปริมาณที่เกี่ยวข้องกับอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงได้	1	1
จำนวนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วงรอบที่ 2			14	8
3	1. พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 2. การต่อแบตเตอรี่ 3. การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	1. นักเรียนอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้	2	1
		2. นักเรียนคำนวณหาพลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และปริมาณที่เกี่ยวข้องจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	3	2
		3. นักเรียนทดลองเพื่ออธิบายอีเอ็มเอฟสมมูลและความต้านทานภายในสมมูลเมื่อต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้	2	1
		4. นักเรียนคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนานได้	2	2
		5. นักเรียนสามารถวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเพื่อนำมาแก้ปัญหาได้	1	1
		6. นักเรียนคำนวณหากระแสไฟฟ้าในวงจรและปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	3	2
จำนวนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วงรอบที่ 3			13	7

2.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา จำนวน 3 ชุด แต่ละชุดเป็นแบบวัดแบบอัตโนมัติ ประกอบด้วยสถานการณ์ 1 สถานการณ์ปัญหา โดยนำไปใช้เมื่อวงจรปฏิบัติการแต่ละรอบสิ้นสุด ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ขั้นประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ	นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ค้นพบ จากสถานการณ์ปัญหาที่มีให้ได้ ระบุองค์ประกอบของปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจนและครอบคลุม	นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ค้นพบ จากสถานการณ์ปัญหาที่มีให้ได้ ระบุองค์ประกอบของปัญหาได้ถูกต้อง ใช้ภาษากววม แต่ยังไม่เข้าใจ	นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ และระบุองค์ประกอบของปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ระบุสาเหตุของปัญหา กำหนดขอบเขตความรู้ที่ต้องใช้อย่างชัดเจน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ระบุสาเหตุของปัญหา กำหนดขอบเขตความรู้ที่ต้องใช้ ใช้ภาษากววม แต่ยังไม่เข้าใจ	นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ ระบุสาเหตุของปัญหา จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม วางแผนการทำงานได้ครบถ้วน เพื่อนำไปแก้ปัญหา ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาได้	นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน วางแผนการทำงาน เพื่อนำไปแก้ปัญหา ได้ไม่ครอบคลุม	นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้ไม่เกี่ยวข้อง กับสถานการณ์ปัญหาที่ให้มีมา

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา (ต่อ)

ขั้นประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผล	นักเรียนบันทึกผลข้อมูลจากการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน ใช้ภาษาเข้าใจง่าย ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ อย่างมีเหตุผล	นักเรียนบันทึกผลข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องจากการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา วกวน แต่ยังพอเข้าใจ ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้	นักเรียนไม่สามารถบันทึกผล และตรวจสอบข้อมูลจากการแก้ปัญหาได้
ขั้นที่ 5 การนำไปประยุกต์ใช้	นักเรียนสามารถสรุปผล รวบรวมความรู้ ได้ ครบถ้วน ประเมินผลได้เหมาะสม สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด สามารถนำไป อธิบายอย่างมีเหตุผล และนำไปประยุกต์ใช้ได้	นักเรียนสามารถสรุปผล รวบรวมความรู้ ได้ ถูกต้องแต่ไม่ละเอียด และครอบคลุม ประเมินผลการแก้ปัญหาได้ อธิบาย และนำไปประยุกต์ใช้ได้ แต่ยังไม่เหมาะสม	นักเรียนไม่สามารถสรุปผล รวบรวมความรู้ ประเมินผลและประยุกต์ใช้ได้

2.4 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง และความเหมาะสม ในแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งได้แก้ไขในส่วนของประโยคใน คำสั่งในใบกิจกรรม อุปกรณ์การทดลอง และปรับปรุงสถานการณ์ปัญหาให้สอดคล้องกับเนื้อหามากขึ้น

2.5 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อ ตรวจสอบความเหมาะสมและความเที่ยงตรง โดยใช้ค่าความสอดคล้อง โดยประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC ตั้งแต่ 0.50 – 1.00 ไว้ ซึ่งผลการประเมินแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาผลการประเมินของค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8-1 ทุกข้อ

2.6 นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้แก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 30 คน ซึ่งไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาหาคุณภาพของข้อสอบ

2.7 นำผลทดสอบของนักเรียนที่ได้จากการทดลองใช้ (Try-Out) มาวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบโดยใช้วิธีของวิทนีและซาเบอร์ส แล้วคัดข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2-1.00 ไว้ ซึ่งแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.5-0.69 (ดัชนีภาคผนวก ค หน้า 138)

2.8 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถที่ได้สร้างขึ้นทั้งฉบับ โดยใช้ KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (สมนึก ภัททิยธนี, 2553) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8 (ดัชนีภาคผนวก ค หน้า 138)

2.9 นำแบบแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาลงฉบับปรับปรุงแล้ว ที่มีคะแนนความสอดคล้องตามเกณฑ์ จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในงานวิจัยเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย

3. แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน

แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียนเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับบทบาทของผู้เรียน ขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน มีรายละเอียดการสร้างดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน และทำการแยกประเด็นในการศึกษาเกี่ยวกับการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียนออกเป็นหัวข้อย่อย

3.2 วิเคราะห์พฤติกรรมบ่งชี้ที่นักเรียนจะแสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา และหัวข้อพฤติกรรมที่จะสังเกต

3.3 สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหตามนัยามการแก้ปัญหา และประเด็นที่วางแผนเพื่อสังเกตผู้เรียน มีลักษณะเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมเป็นเกณฑ์แบบรูปลิต ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

ด้านการแก้ปัญหา	ข้อบ่งชี้การประเมิน	ระดับคะแนนและพฤติกรรมบ่งชี้การแก้ปัญหา		
		2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านที่ 1 เตรียมการ	ระบุปัญหาที่ค้นพบ	ระบุปัญหาได้ถูกต้องตรงกับสถานการณ์ปัญหา	ระบุปัญหาได้แต่ยังไม่ครอบคลุม ตรงประเด็น	ไม่สามารถระบุปัญหาได้
ด้านที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา	ระบุองค์ประกอบของปัญหา	ระบุองค์ประกอบของปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน	ระบุองค์ประกอบของปัญหาได้แต่คลาดเคลื่อนเล็กน้อย	ไม่สามารถระบุองค์ประกอบของปัญหาได้
	วิเคราะห์สาเหตุสำคัญของปัญหา	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ครอบคลุมใช้ภาษาเข้าใจง่าย	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ไม่ครอบคลุมใช้ภาษาวกวน แต่ยังไม่พอเข้าใจ	ไม่สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
ด้านที่ 3 เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสมมาใช้เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสม มาใช้เพื่อแก้ปัญหาได้ใช้ภาษาวกวน แต่ยังไม่พอเข้าใจ	นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการหรือขั้นตอนเพื่อนำมาแก้ปัญหาได้
	ออกแบบแนวทางวิธีการเพื่อแก้ปัญหา	ออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม วางแผนการทำงานได้ครบถ้วน เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา	ออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้ วางแผนการทำงานได้ไม่ครอบคลุมสถานการณ์ปัญหา	ไม่สามารถออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมด้านความสามารถในการแก้ปัญหา (ต่อ)

ด้านการ แก้ปัญหา	ข้อบ่งชี้การ ประเมิน	ระดับคะแนนและพฤติกรรมบ่งชี้การแก้ปัญหา		
		2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านที่ 4 ตรวจสอบผล	ตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้	ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ จากการแก้ปัญหาได้ อย่างมีเหตุผล ถูกต้อง และชัดเจน	ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ จากการแก้ปัญหาได้แต่ ยังไม่ครอบคลุม	ไม่สามารถ ตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้ จากการ แก้ปัญหาได้
	ประเมินผล การแก้ปัญหา	ประเมินผลการ แก้ปัญหา ระบุ จุดบกพร่อง ข้อดี หรือข้อเสียจากการ แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ได้	ประเมินผลการ แก้ปัญหา ระบุ จุดบกพร่อง ข้อดี หรือ ข้อเสียจากการ แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ได้แต่ยังไม่ ชัดเจน	ไม่สามารถ ประเมินผล การแก้ปัญหา ได้
	ค้นหา แนวทางการ ปรับปรุง	ค้นพบวิธีการที่ เหมาะสม เพื่อนำมา แก้ไขจุดบกพร่องใน การแก้ปัญหาได้ ครอบคลุม	ค้นพบวิธีการที่ เหมาะสม เพื่อนำมา แก้ไขจุดบกพร่องใน การแก้ปัญหาได้ ครอบคลุม แต่ยังไม่ ตรงประเด็น	ไม่สามารถ ค้นหาแนว ทางการ ปรับปรุง
ด้านที่ 5 การนำ ความรู้ ไปประยุกต์ใช้	การนำ ประยุกต์ใช้	นำไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างเหมาะสม ถูกต้อง	นำไปประยุกต์ใช้ได้แต่ ยังไม่ชัดเจน	ไม่สามารถ นำไป ประยุกต์ใช้ได้

3.4 นำแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและเหมาะสม ระหว่างนิยามศัพท์เฉพาะกับประเด็นที่จะสังเกตกับผู้เรียน

3.5 ผู้วิจัยทำการแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างนิยามศัพท์เฉพาะกับประเด็นที่จะสังเกตผู้เรียน (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2552) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ซึ่งได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือปรับข้อความให้กระชับและสื่อถึงพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียนให้ชัดเจนขึ้น

3.6 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปใช้ในการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายต่อไป

4. แบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง

ในการสร้างแบบสัมภาษณ์ผู้เรียนในการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ใช้เป็นคำถามปลายเปิด บันทึกรายละเอียด วิธีการคิดและการนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามที่จะสามารถศึกษาประเด็นการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ โดยจะสัมภาษณ์กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 กำหนดขอบเขตของรายละเอียดในประเด็นที่จะสัมภาษณ์

4.2 สร้างแบบสัมภาษณ์นักเรียน ตามขอบเขตที่กำหนดไว้

4.3 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อทำการตรวจสอบความเหมาะสม พิจารณาความถูกต้องของคำถามที่ใช้กับประเด็นที่ต้องการจะศึกษา ซึ่งได้ปรับข้อความเพิ่มเติม ให้มีความสอดคล้องกับลำดับการคิด ข้อคำถามที่จะใช้สื่อถึงสิ่งที่ต้องการรู้จากการสัมภาษณ์

4.4 นำแบบสัมภาษณ์นักเรียนเสนอต่ออาจารย์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างคำถามกับพฤติกรรมที่จะสังเกตผู้เรียน (เยาวดี วิบูลย์ศรี, 2552) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ซึ่งได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือปรับข้อความเพิ่มเติม ปรับปรุง คำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ให้มีความสอดคล้องกับประเด็นคำถามและขั้นของความสามารถในการ แก้ปัญหามากขึ้น

4.6 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำไปใช้ในการสัมภาษณ์ นักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) โดยผู้วิจัยนำ หลักการและขั้นตอนตามแนวคิดของ Kemmis และ McTaggart (Kemmis and McTaggart, 1992) เป็นกระบวนการในการดำเนินการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต และขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล และงานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิง ปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โดยผู้วิจัยได้ แบ่งวงรอบทั้งหมด 3 วงรอบ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

วงรอบที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning-P)

1.1 ผู้วิจัยทำการสังเกตชั้นเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โดยสังเกตการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอนและพฤติกรรมของผู้เรียน รวมถึงบริบทภายในห้องเรียน สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ เพื่อสำรวจสภาพปัญหาของนักเรียนขณะทำการเรียนการสอน และทำ การทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาผู้เรียน เพื่อคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมายสำหรับการวิจัย ในครั้งนี้

1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวข้อง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาใน รายวิชา ฟิสิกส์ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาผู้เรียน

1.3 ศึกษาเอกสาร งานวิจัย ที่จะนำมาสร้างเครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลการวิจัยและสร้าง เครื่องมือในการเก็บข้อมูลวิจัยเชิงปฏิบัติการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4 ศึกษาจุดประสงค์ หลักสูตร และเนื้อหาที่จะนำไปเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องไฟฟ้ากระแส รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

1.5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และวางแผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้มีความ เหมาะสม สอดคล้องกับหลักสูตรของโรงเรียน จากนั้นจัดทำแผนการเรียนรู้ตามที่ได้วิเคราะห์หน่วยไว้ ซึ่งแผนการเรียนรู้มี 3 แผน รวม 5 ชั่วโมง ดังนี้

แผนที่ 1 เรื่องกระแสไฟฟ้าในตัวนำ

แผนที่ 2 เรื่องกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ

แผนที่ 3 เรื่องกฎของโอห์มและความต้านทาน

1.5 นำแผนการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ นำมาแก้ไขปรับปรุงให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

1.6 แก้ไขแผนการสอนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้สอนจริงกับกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Action-A)

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1, 2 และ 3

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observing-O)

สังเกตชั้นเรียน ในขั้นตอนการสังเกตผู้วิจัยจะแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็นดังนี้

3.1 สังเกตพฤติกรรมนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาผู้เรียน

3.2 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 ผู้เรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาชุดที่ 1

3.4 ใช้แบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์ผู้เรียนเมื่อเสร็จสิ้นวงรอบที่ 1

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflecting-R)

ในการสะท้อนผลในแต่ละวงรอบ ผู้วิจัยจะสะท้อนผล คือ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาชุดที่ 1 ว่ามีผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเพื่อพิจารณาว่านักเรียนดังกล่าวสามารถแก้ปัญหาได้มีคะแนนเท่าใด

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน แบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อนำมาประเมินผลการเรียน

วงรอบที่ 2

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning-P)

1.1 นำปัญหาที่เกิดจากการสะท้อนผลในวงรอบที่ 1 มาวางแผนในการแก้ปัญหาในวงรอบที่ 2

1.2 ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ หาประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

1.3 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และวางแผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับหลักสูตรของโรงเรียน จากนั้นจัดทำแผนการเรียนรู้ตามที่ได้วิเคราะห์หน่วยไว้ ซึ่งแผนการศึกษามี 4 แผน รวม 5 ชั่วโมง ดังนี้

แผนที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า

แผนที่ 5 เรื่อง ตัวต้านทาน

แผนที่ 6 เรื่อง การต่อตัวต้านทาน

แผนที่ 7 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและความต่างศักย์

1.4 นำแผนการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ นำมาแก้ไขปรับปรุงให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

1.5 แก้ไขแผนการสอนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้สอนจริงกับกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Action-A)

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4,5,6 และ 7

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observing-O)

สังเกตชั้นเรียน ในขั้นตอนการสังเกตผู้วิจัยจะแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็นดังนี้

3.1 สังเกตพฤติกรรมนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาผู้เรียน

3.2 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 ผู้เรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาชุดที่ 2

3.4 ใช้แบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์ผู้เรียนเมื่อเสร็จสิ้นวงจรที่ 2

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflecting-R)

ในการสะท้อนผลในแต่ละวงจร ผู้วิจัยจะสะท้อนผล คือ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาชุดที่ 2 ว่ามีผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเพื่อพิจารณาว่านักเรียนดังกล่าวสามารถแก้ปัญหาได้มีคะแนนเท่าใด

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน แบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อนำมาประเมินผลการเรียน

วงรอบที่ 3

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Planning-P)

1.1 นำปัญหาที่เกิดจากการสะท้อนผลในวงรอบที่ 2 มาวางแผนในการแก้ปัญหาในวงรอบที่ 2

1.2 ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนที่นักเรียนยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ หาประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา

1.3 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ และวางแผนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้มีความเหมาะสม สอดคล้องกับหลักสูตรของโรงเรียน จากนั้นจัดทำแผนการเรียนรู้ตามที่ได้วิเคราะห์หน่วยไว้ ซึ่งแผนการเรียนรู้มี 3 แผน รวม 5 ชั่วโมง ดังนี้

แผนที่ 8 เรื่อง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง

แผนที่ 9 เรื่อง การต่อแบตเตอรี่

แผนที่ 10 เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

1.4 นำแผนการเรียนรู้ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ นำมาแก้ไขปรับปรุงให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

1.5 แก้ไขแผนการสอนตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้สอนจริงกับกลุ่มเป้าหมาย

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติ (Action-A)

จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8,9 และ 10

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกต (Observing-O)

สังเกตชั้นเรียน ในขั้นตอนการสังเกตผู้วิจัยจะแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็นดังนี้

3.1 สังเกตพฤติกรรมนักเรียนโดยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาผู้เรียน

3.2 บันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 ผู้เรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาชุดที่ 3

3.4 ใช้แบบสัมภาษณ์ สัมภาษณ์ผู้เรียนเมื่อเสร็จสิ้นวงจรรอบที่ 3

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผล (Reflecting-R)

ในการสะท้อนผลในแต่ละวงจรรอบ ผู้วิจัยจะสะท้อนผล คือ

1. ความสามารถในการแก้ปัญหา

1. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา

ชุดที่ 2 ว่ามีผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเพื่อพิจารณาว่านักเรียนดังกล่าวสามารถแก้ปัญหาได้มีคะแนนเท่าใด

2. ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากแบบสังเกตความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน แบบบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อนำมาประเมินผลการเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงปริมาณ จะวิเคราะห์คะแนนผู้เรียนโดยแบ่งเกณฑ์ระดับความสามารถโดย นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาลดกว่าร้อยละ 70 คือไม่ผ่านเกณฑ์ นักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาลดกว่าร้อยละ 70 ขึ้นไป คือผ่านเกณฑ์ระดับดี และคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาลดกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป คือผ่านเกณฑ์ในระดับดีเยี่ยม

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงคุณภาพ จะประเมินโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) มาจากแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหา และแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มีดังนี้

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. การหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) เพื่อคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดังนี้ (พิชิต ฤทธิจรูญ. 2551 : 150)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความเหมาะสมและความสอดคล้องของรูปแบบการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2. การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination Index) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา ของวิทนีและซาเบอร์ส (Whitney and Sabers) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2543: 200-201) ดังนี้

$$\text{สูตร } D = \frac{S_u - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	D	แทน ค่าอำนาจจำแนก
	S_u	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	S_L	แทน ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	X_{\min}	แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	X_{\max}	แทน คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	n	แทน จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

3. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ทั้งฉบับ โดยวิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน ด้วยสูตร KR - 20 ซึ่งคำนวณจากสูตร ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี,
2553)

$$KR - 20 : r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right)$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	n	แทน จำนวนข้อสอบทั้งฉบับ
	p	แทน อัตราส่วนของผู้ตอบถูกในข้อนั้น
	q	แทน อัตราส่วนของผู้ตอบผิดในข้อนั้น
	S^2	แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

สถิติพื้นฐาน

1. ร้อยละ (Percentage) ใช้สูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551)

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

เมื่อ	P	แทน ร้อยละ
	f	แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ
	n	แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ	\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม
	N	แทน จำนวนคนในกลุ่ม

3. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation : S.D.) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553)

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

เมื่อ S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
X แทน ข้อมูลแต่ละตัว
X² แทน ข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสอง
n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน โดยมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 11 คน มีจุดมุ่งหมายให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนทั้งหมด ผู้วิจัยมีการนำเสนอผลการดำเนินการวิจัยตามแผนปฏิบัติการในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาแต่ละวงจรปฏิบัติการ

4.1.1 ผลการดำเนินการวงจรปฏิบัติการที่ 1

4.1.2 ผลการดำเนินการวงจรปฏิบัติการที่ 2

4.1.3 ผลการดำเนินการวงจรปฏิบัติการที่ 3

ผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 28 คน ปรากฏดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา (10 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1	7	70	ผ่านระดับดี
2	7	70	ผ่านระดับดี
3	7.5	75	ผ่านระดับดี
4	6	60	ไม่ผ่าน
5	8	80	ผ่านระดับดีเยี่ยม
6	4.5	45	ไม่ผ่าน
7	3	30	ไม่ผ่าน
8	5	50	ไม่ผ่าน
9	8	80	ผ่านระดับดีเยี่ยม
10	7	70	ผ่านระดับดี

ตารางที่ 9 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับคัดเลือกนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย (ต่อ)

เลขที่	คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา (10 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
11	5.5	55	ไม่ผ่าน
12	7.5	75	ผ่านระดับดี
13	6.5	65	ไม่ผ่าน
14	7.5	75	ผ่านระดับดี
15	9	90	ผ่านระดับดีเยี่ยม
16	6	60	ไม่ผ่าน
17	8.5	85	ผ่านระดับดีเยี่ยม
18	5.5	55	ไม่ผ่าน
19	8	80	ผ่านระดับดีเยี่ยม
20	7	70	ผ่านระดับดี
21	7.5	75	ผ่านระดับดี
22	3.5	35	ไม่ผ่าน
23	7	70	ผ่านระดับดี
24	3.5	35	ไม่ผ่าน
25	7.5	75	ผ่านระดับดี
26	4	40	ไม่ผ่าน
27	7	70	ผ่านระดับดี
28	8	80	ผ่านระดับดีเยี่ยม

จากตารางที่ 9 พบว่า มีนักเรียนจำนวน 11 คนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 39.28 ของนักเรียนทั้งหมด

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาแต่ละวงจรปฏิบัติการ

4.1.1 ผลการดำเนินการวงจรปฏิบัติการที่ 1

1. ชั้นวางแผน

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและสังเกตสภาพการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนภายในชั้นเรียน พบว่า นักเรียนไม่มีความสนใจในรายวิชา และรู้สึกเบื่อหน่าย ผู้วิจัยได้สรุปว่า ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ด้วยการแก้ปัญหาที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน เพื่อที่จะทำให้ลดความเบื่อหน่ายในรายวิชาฟิสิกส์ และทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีความเข้าใจในเรื่องดังกล่าว นำความรู้ที่ได้ไปสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเองได้ จึงได้ศึกษาและวิธีการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันและเขียนแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนในวงรอบที่ 1

2. ชั้นปฏิบัติ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการจัดกิจกรรมทั้งสิ้น 3 แผนการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องกระแสไฟฟ้าในตัวนำ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ ใช้เวลาในการดำเนินการ 5 ชั่วโมง เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมเสร็จสิ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยจะทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 จำนวน 1 สถานการณ์ รวม 7 ข้อ ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนการสอน และใช้แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนผลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ชั้นสังเกต

นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นแบบวัดความสามารถแบบอัตนัย จำนวน 1 สถานการณ์ รวม 7 ข้อ คะแนนเต็ม 14 คะแนน โดยผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 แสดงผลเป็นไปดังตารางที่ 10 ตารางที่ 10 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1

นักเรียนคนที่	คะแนน(14 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1	7.5	53.57	ไม่ผ่าน
2	11	78.57	ผ่านระดับดี
3	9	64.28	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 10 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนน(14 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
4	11.5	82.14	ผ่านระดับดีเยี่ยม
5	8.5	60.71	ไม่ผ่าน
6	8	57.14	ไม่ผ่าน
7	10.5	75	ผ่านระดับดี
8	9	64.28	ไม่ผ่าน
9	5.5	39.28	ไม่ผ่าน
10	10	71.42	ผ่านระดับดี
11	10.5	75	ผ่านระดับดี
ค่าเฉลี่ย	9.18	65.57	ไม่ผ่าน
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	5 คน คิดเป็นร้อยละ 45.45 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	6 คน คิดเป็นร้อยละ 54.54 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		

จากตารางที่ 10 พบว่า ผลคะแนนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำแบบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ
45.45 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด โดยนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีมีจำนวน 4 คน ผ่าน
เกณฑ์ในระดับดีเยี่ยมจำนวน 1 คน และมีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อย
ละ 54.54 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

หลังจากประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดำเนินการเสร็จสิ้น เมื่อพิจารณาในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา ของ
นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 สามารถแสดงผลรายละเอียดผลการทดสอบความสามารถในการ
แก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละขั้นตอนได้ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงรอบที่ 1

นักเรียนคนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหา															คะแนนรวม(14 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ			ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ ปัญหา			ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอ แนวทางในการ แก้ปัญหา			ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ ผล			ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไป ประยุกต์ใช้					
	คะแนน(2 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(2 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(4 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(2 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(4 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
1	1	50	×	1.5	75	√	1.5	37.5	×	1.5	75	√	2	50	×	7.5	53.57	×
3	2	100	√	1.5	75	√	2.5	62.5	×	1	50	×	2	50	×	9	64.28	×
5	1.5	75	√	1.5	75	√	3	75	√	1	50	×	1.5	37.5	×	8.5	60.71	×
6	1.5	75	√	1	50	×	1.5	37.5	×	1.5	75	√	3.5	87.5	√	8	57.14	×
8	2	100	√	2	100	√	1	25	×	0.5	25	×	3.5	87.5	√	9	64.28	×
9	2	100	√	1.5	75	√	1.5	37.5	×	2	50	×	2.5	62.5	×	9.5	39.28	×

หมายเหตุ เครื่องหมาย √ หมายถึง ผ่าน

เครื่องหมาย × หมายถึง ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 11 ความสามารถในการแก้ปัญหาของวงรอบที่ 1 พบว่านักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งสิ้น 6 คน สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบของนักเรียนโดยแบ่งพิจารณาทีละขั้นตอนดังนี้

จากการทดสอบนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 6 คนนี้ มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้นเตรียมการ 1 คน คือ นักเรียนคนที่ 1 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 1 คน คือ นักเรียนคนที่ 6 ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา 5 คน ได้แก่ นักเรียนคนที่ 1,3,6,8 และ 9 ขั้นตรวจสอบผล 4 คน ได้แก่ นักเรียนคนที่ 3,5,8 และ 9 และขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ 4 คน ได้แก่นักเรียนคนที่ 1,3,5 และ 9 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ทำให้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบไม่ผ่าน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้นนี้ ไม่สามารถระบุปัญหาได้ ขาดความเข้าใจในสถานการณ์ปัญหา ทำให้นักเรียนไม่สามารถตีความจากสถานการณ์ปัญหาได้

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนมีปัญหาในการวิเคราะห์ปัญหา คือ ไม่สามารถระบุองค์ประกอบของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถกำหนดขอบเขตความรู้ที่ต้องใช้ ในการแก้ปัญหาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่มี

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนไม่สามารถออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหตามสถานการณ์ปัญหาที่มี นักเรียนยังเกิดความสับสนเนื้อหาที่เรียนที่จะนำมาเชื่อมโยงเพื่อทำการทดลอง ทำให้นักเรียนไม่สามารถวางแผนการทำงานให้เป็นขั้นตอนได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล นักเรียนไม่สามารถอธิบายวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ ที่ได้จากการแก้ปัญหา เกิดจากนักเรียนที่ไม่คุ้นชินกับการใช้อุปกรณ์การทดลอง เช่น มัลติมิเตอร์ จึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในระหว่างการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาบันทึกผลการทดลองได้ ส่งผลให้การตรวจสอบผลของนักเรียนล้มเหลว

ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ นักเรียนไม่สามารถนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหา มาประเมินค่าคำตอบและหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาไม่ตรงตามหลักการทฤษฎี ที่สอดคล้องกับกฎของโอห์ม

2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงการแก้ปัญหาของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกถึงการแก้ปัญหา โดยจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนตามพฤติกรรมบ่งชี้ที่ได้วิเคราะห์ขึ้นเพื่อนำมาเขียนเป็นข้อสรุป ซึ่งผลวิเคราะห์ทำแบบสังเกตพฤติกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่สนใจและกระตือรือร้นที่จะทำการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา โดยใช้การทดลองจากเครื่องมือที่มีให้ แต่นักเรียนยังขาดประสบการณ์ และไม่มีการสืบค้นรวบรวมความรู้ รวมถึงไม่สามารถวางแผนการทำงานเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนได้ แต่ยังมี การปรึกษากันในกลุ่ม นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่ม ร่วมกันตอบโต้เพื่อให้ได้แนวทางสำหรับนำไปแก้ปัญหาที่ดี นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในขั้นการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา เพราะนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนกับกิจกรรมที่นักเรียนทำได้ จึงเหมือนกับนักเรียนยังลองผิดลองถูก กับอุปกรณ์ที่มีให้ ส่งผลให้การเก็บข้อมูลเป็นไปล่าช้าและทำให้ไม่สามารถแก้ไขข้อบกพร่องในขณะที่ทำการแก้ปัญหาได้ ซึ่งสรุปพฤติกรรมของนักเรียนที่มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เป็นรายบุคคลได้ดังนี้

นักเรียนคนที่ 1 พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ แต่ยังระบุได้ไม่ชัดเจน ส่งผลให้ไม่สามารถระบุวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ขาดการวางแผนงานและการสรุปผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีความสอดคล้องกับปัญหาและไม่มีความเชื่อมโยงกับหลักการทางฟิสิกส์

นักเรียนคนที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ถูกต้อง บอกรายละเอียดของสถานการณ์ปัญหาได้ชัดเจน แต่การวางแผนและการเสนอวิธีการที่คัดเลือกมาสำหรับนำมาแก้ปัญหา ยังไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหาทั้งหมด การประเมินผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่ตรงประเด็น สรุปผลไม่สอดคล้องกับทฤษฎี

นักเรียนคนที่ 5 พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้ กำหนดขอบเขตความรู้ที่จำเป็นที่จะต้องนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ การวางแผนขั้นตอนยังไม่เห็นถึงความชัดเจนและรายละเอียดไม่มากพอ การลงมือแก้ปัญหายังไม่ถูกต้องตามขั้นตอน นำผลการแก้ปัญหามาสรุปได้ไม่ชัดเจน

นักเรียนคนที่ 6 พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้ มีการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา แต่การเสนอแนวทางในการแก้ปัญหายังไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหาที่มี การตรวจสอบผลการแก้ปัญหายังไม่ถูกต้องตามหลักการเท่าที่ควรและสรุปผลการแก้ปัญหามิได้สอดคล้องกับทฤษฎี

นักเรียนคนที่ 8 พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ให้ได้ วิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุของปัญหาได้ถูกต้อง แต่วิธีการที่คัดเลือกที่จะนำมาใช้แก้ปัญหายังไม่เห็นแนวทางที่เหมาะสมไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา การประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาเพื่อสรุปผลนั้นผลไม่เป็นไปตามข้อเท็จจริง

นักเรียนคนที่ 9 พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่สำคัญได้ แต่ไม่สามารถวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหาได้ส่งผลให้ไม่สามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและเลือกวิธีการที่จะนำมาใช้ได้ไม่ตรงกับปัญหาที่มี เป็นผลทำให้นักเรียนตรวจสอบผลลัพธ์ไม่ได้ สรุปผลจากการแก้ปัญหามิตรงประเด็น

จากการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยภาพรวม พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาได้ แต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์สาเหตุและประเด็นปัญหาที่สำคัญได้ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนไม่ค้นพบแนวทางที่ถูกต้องสำหรับนำมาวางแผนเพื่อลงมือแก้ปัญหา เป็นผลเกี่ยวเนื่องให้ขั้นตอนอื่นผิดพลาดตามไปด้วย

3) ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน และทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทำยวงจรปฏิบัติการที่ 1 โดยนำนักเรียนที่มีคะแนนจากแบบวัดที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มาสอบถาม เพื่อดูวิธีการคิดที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหของนักเรียนที่ ทำให้นักเรียนมีคะแนนจากแบบวัดความสามารถไม่ผ่านเกณฑ์ โดยผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนมาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาและหาสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์เพื่อหาแนวทางใน

การพัฒนาในการพัฒนาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ต่อไป ซึ่งผู้วิจัยจะแบ่งประเด็นสัมภาษณ์ของนักเรียน โดยพิจารณาเป็นชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 ชั้นเตรียมการ นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ให้ได้ แต่ยังไม่ครอบคลุม ประเด็นปัญหาทั้งหมด ไม่สามารถอธิบายปัจจัยอื่นที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหาดังกล่าวได้

ชั้นที่ 2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่จะต้องแก้ไขได้ เพราะจากสถานการณ์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่องกฎของโอห์ม เป็นทฤษฎีที่นักเรียนเคยเรียน ผ่านมาแล้วและมีในหนังสือเรียน เมื่อให้อุปกรณ์เพื่อให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อพิสูจน์กฎของโอห์ม โดยนำความรู้ที่เกี่ยวข้องมาประกอบการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด เมื่อผู้วิจัยได้ถาม ถึงสาเหตุของปัญหาและทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานี้ มีนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า “...ทำไมเราต้องทดลองในเมื่อมันมีในหนังสือแล้ว...”

(นักเรียนคนที่ 5,22 มกราคม 2563 : สัมภาษณ์)

จากคำพูดของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนไม่เห็นความสำคัญและความ จำเป็นที่จะต้องทดลองเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีฟิสิกส์ นักเรียนยึดหลักการตามหนังสือเรียนมากเกินไป และ ไม่เคยทำการทดลองในลักษณะการพิสูจน์จากทฤษฎีที่มีในบทเรียนเช่นนี้มาก่อน

ชั้นที่ 3 ชั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องออกแบบวิธีการทดลองเป็น ขั้นตอนที่จะนำมาลงมือแก้ปัญหาเพื่อจะพิสูจน์กฎของโอห์ม แต่นักเรียนยังเกิดความสับสน เมื่อผู้วิจัย ได้ถามนักเรียนถึงการเลือกวิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหา มีนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า

“...หนูไม่เคยใช้เครื่องมือการทดลองพวกนี้ หนูไม่รู้จะเริ่มยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 8,22 มกราคม 2563 : สัมภาษณ์)

จากคำพูดของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนไม่สามารถระบุวิธีการหรือ แนวทางที่จะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้เลย ด้วยเหตุเพราะนักเรียน ไม่เคยใช้เครื่องมือการทดลองเหล่านี้ ยังขาดพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในครั้ง นี้ จึงส่งผลให้นักเรียนไม่รู้ว่าจะใช้วิธีการใดมาใช้ในปัญหานี้

ชั้นที่ 4 ชั้นตรวจสอบผล นักเรียนนำผลจากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาของนักเรียนมา ตรวจสอบความถูกต้อง แต่เนื่องจากนักเรียนยังขาดประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือและหลักการ ใช้ งานอุปกรณ์ที่ถูกต้องทำให้การลงมือตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหานั้นผิดพลาด และจากที่ ได้สัมภาษณ์นักเรียนถึงวิธีการที่จะตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์จากการแก้ปัญหา มีนักเรียนคน หนึ่งกล่าวว่า

“...หนูไม่รู้จะจี้สายไฟวัดตรงไหน เพราะมันหลายสายหนูสับสน...”

(นักเรียนคนที่ 6,22 มกราคม 2563 : สัมภาษณ์)

จากคำพูดของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ได้ว่า หลังจากที่นักเรียนได้ทำการทดลองแล้ว เมื่อถึงขั้นตอนการเก็บข้อมูลนักเรียนเกิดความสับสนและขาดประสบการณ์ จึงทำให้นักเรียนไม่รู้ว่า จะต้องเก็บข้อมูลโดยวิธีใดให้ถูกตามหลักการ

ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ นักเรียนจะต้องนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหาหาข้อสรุป แต่นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้โดยยึดหลักการและเหตุผลตามทฤษฎีที่สอดคล้องกับกฎของโอห์มได้ ไม่ตรงตามข้อเท็จจริง จากการสัมภาษณ์มีนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า

“...ผมเข้าใจว่า ถ้าถ่านเพิ่มถ่ายไปหลายๆก้อน กระแสไฟฟ้าก็มากตามครับ แต่ผมไม่รู้ว่า จะเรียบเรียงคำพูดยังไง...”

(นักเรียนคนที่ 9,22 มกราคม 2563 : สัมภาษณ์)

จากคำพูดของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ได้ว่านักเรียนไม่สามารถสรุปข้อมูลความรู้ที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ เรียบเรียงประเด็นไม่ได้ ทำให้นักเรียนไม่สามารถประเมินค่าคำตอบเพื่อลงข้อสรุปในการแก้ปัญหาได้ส่งผลให้ไม่สามารถสรุปผลโดยใช้หลักการที่ตรงตามเนื้อหาของบทเรียนได้

จากการสัมภาษณ์นักเรียนด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง พบว่าสาเหตุที่นักเรียนเหล่านี้ยังไม่สามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้ จากการสอบถามนักเรียนเบื้องต้นก่อนปฏิบัติกิจกรรมพบว่า นักเรียนเคยเรียนวิชาที่เกี่ยวข้องกับวงจรไฟฟ้ามาแล้ว และเคยได้ยินอุปกรณ์ทางไฟฟ้า เช่น แอมมิเตอร์ มัลติมิเตอร์ โวลต์มิเตอร์ แต่ยังไม่เคยเห็นและไม่เคยใช้ทำการทดลองจริง ๆ นักเรียนลืมความรู้เหล่านี้แล้วจึงทำให้การจัดการเรียนการสอนในวงรอบนี้ค่อนข้างยาก

4. ขั้นสะท้อนผล

พบว่านักเรียนในกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ผลจากการประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาในขั้นการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาพบมากที่สุด เพราะนักเรียนขาดองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ที่จะนำไปใช้ในการทำกิจกรรม อีกทั้งนักเรียนยังไม่เคยได้รับประสบการณ์ในด้านนี้มาก่อน นักเรียนจึงไม่ทราบวิธีการที่จะแก้ปัญหาที่มีได้อย่างเหมาะสม ทำให้การปฏิบัติในขั้นตอนนั้น ๆ ของการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์ ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์สภาพปัญหาที่พบในขณะปฏิบัติการวิจัยเพื่อหาแนวทางปรับปรุงเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
1. นักเรียนไม่เข้าใจสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด เนื่องด้วยนักเรียนขาดองค์ความรู้วิชาฟิสิกส์ที่จำเป็นสำหรับนำมาใช้ในสถานการณ์ปัญหานี้ จึงทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้	1. ผู้สอนเกริ่นสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียนเบื้องต้น เพื่อให้ นักเรียนไปเตรียมตัวในด้านเนื้อหาและวางแผนการแก้ปัญหาไว้ล่วงหน้า
2. นักเรียนไม่มีประสบการณ์ด้านการทดลอง ไม่สามารถนำอุปกรณ์ทางไฟฟ้ามาใช้ในการทำกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ได้	2. ผู้สอนอธิบาย การใช้งานอุปกรณ์ แต่ละตัวอย่างละเอียด และวิธีการวัดในย่านต่าง ๆ ของมัลติมิเตอร์ รวมถึงรูปแบบการต่อวงจรไฟฟ้าที่ถูกต้องตามหลักการ
3. นักเรียนมีเวลาในชั้นการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์น้อยเกินไป จึงทำให้บางกลุ่มเก็บข้อมูลไม่สมบูรณ์และไม่ทันเวลา	3. ครูผู้สอนให้เวลาในกิจกรรมขั้นนี้มากขึ้น และกระตุ้นนักเรียนตรวจสอบความเรียบร้อยของงานและเร่งมือกระตุ้นนักเรียนให้กระชับเวลา

4.1.2 ผลการดำเนินการวงจรปฏิบัติการที่ 2

1. ชั้นวางแผน

ภายหลังจากการนำเสนอสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ที่นักเรียนยังไม่เข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหาไม่ได้และไม่สามารถปฏิบัติกิจกรรมได้เนื่องมาจากนักเรียนไม่มีความรู้ที่เป็นพื้นฐานที่จำเป็นที่ใช้ในการทดลองและยังขาดประสบการณ์ ผู้วิจัยจึงนำปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาวิเคราะห์เพื่อนำมาปรับปรุงรูปแบบการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ได้มีการปรับเนื้อหาในภาคก็การคำนวณให้มีความเข้าใจง่ายขึ้น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ได้ปรับในส่วนของขั้นการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการกิจกรรมให้ชัดเจนขึ้น แผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ได้เสริมหลักการและวิธีการทดลองเพิ่มในส่วนของใบความรู้ เพื่อให้ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและพิสูจน์หาผลลัพธ์ที่ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด

2. ชั้นปฏิบัติ

ในวงจรปฏิบัติการนี้ผู้วิจัยได้ทำการจัดกิจกรรมรวมทั้งสิ้น 4 แผนการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องตัวต้านทาน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องการต่อตัวต้านทาน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องพลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ภายหลังจากผู้วิจัยได้นำข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากวงจรแรก และนำมาปรับปรุงกิจกรรมตามการวางแผนไว้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 เพื่อดำเนินการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และผู้วิจัยจะทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 1 สถานการณ์ รวม 8 ข้อ ใช้แบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาสังเกต นักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนการสอน และใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนผลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ชั้นสังเกต

นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นแบบวัดความสามารถแบบอัตนัย จำนวน 1 สถานการณ์ รวม 8 ข้อ คะแนนเต็ม 16 คะแนน โดยผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 แสดงผลเป็นไปดังตารางที่ 13



ตารางที่ 13 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2

นักเรียนคนที่	คะแนน (16 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1	8.5	53.12	ไม่ผ่าน
2	11.5	71.87	ผ่านระดับดี
3	7.5	46.87	ไม่ผ่าน
4	13	81.25	ผ่านระดับดีเยี่ยม
5	12.5	78.12	ผ่านระดับดี
6	11.5	71.87	ผ่านระดับดี
7	12	75	ผ่านระดับดี
8	11.5	71.87	ผ่านระดับดี
9	9	56.25	ไม่ผ่าน
10	12	75	ผ่านระดับดี
11	11.5	71.87	ผ่านระดับดี
ค่าเฉลี่ย	10.95	68.43	ไม่ผ่าน
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	8 คน คิดเป็นร้อยละ 72.72 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	3 คน คิดเป็นร้อยละ 27.27 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		

จากตารางที่ 13 พบว่า ผลคะแนนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำแบบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ
72.72 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด โดยนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีมีจำนวน 7 คน ผ่าน
เกณฑ์ในระดับดีเยี่ยมจำนวน 1 คน และมีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อย
ละ 27.27 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

หลังจากประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดำเนินการเสร็จสิ้น เมื่อพิจารณาในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา
ของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 สามารถแสดงผลรายละเอียดผลการทดสอบความสามารถใน
การแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละขั้นตอนได้ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงรอบที่ 2

นักเรียนคนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหา															คะแนนรวม(14 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ			ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ ปัญหา			ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอ แนวทางในการ แก้ปัญหา			ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ ผล			ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไป ประยุกต์ใช้					
	คะแนน(4 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(2 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(4 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(4 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(2 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
1	3	75	✓	1	50	×	2	50	×	1.5	37.5	×	1	50	×	8.5	53.12	×
3	3	75	✓	1.5	75	✓	1.5	37.5	×	1.5	37.5	×	0.5	25	×	8	50	×
9	3	75	✓	1.5	75	✓	3	75	✓	1	25	×	0.5	25	×	9	56.25	×

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ หมายถึง ผ่าน

เครื่องหมาย × หมายถึง ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 14 ความสามารถในการแก้ปัญหาของวงรอบที่ 2 พบว่านักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งสิ้น 6 คน สามารถวิเคราะห์ผลการทดสอบของนักเรียนโดยแบ่งพิจารณาทีละขั้นตอนดังนี้

จากการทดสอบนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 6 คนนี้ มีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้นวิเคราะห์ปัญหา 1 คน คือนักเรียนคนที่ 1 ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา 2 คน คือนักเรียนคนที่ 1 และ 3 ขั้นตรวจสอบผล 3 คน คือนักเรียนคนที่ 1,3 และ 9 และขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ 3 คน คือนักเรียนคนที่ 1,3 และ 9 เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ทำให้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบไม่ผ่าน มีดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ ในขั้นนี้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ครบทุกคน นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ให้ได้ถูกต้อง บอกสาเหตุของปัญหาได้ชัดเจน ซึ่งเกิดจากนักเรียนรู้แนวทางมาจากวงรอบที่ 1 แล้วจึงทำให้นักเรียนทำได้ดี

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ ผลคำตอบที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหานั้นไม่สามารถบอกรายละเอียดประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ได้ แต่ไม่สามารถวางแผนและออกแบบกำหนดวิธีการที่จะนำไปแก้ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนยังไม่แม่นยำในหลักการต่อตัวทาน

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล นักเรียนไม่สามารถอธิบายวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาได้เลย นักเรียนระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้ แต่เมื่อถึงขั้นตอนการปฏิบัติหรือทดลองจริง นักเรียนไม่สามารถลงมือปฏิบัติได้ตามที่วางแผนส่งผลให้คำตอบที่ได้ผิดพลาดไม่สอดคล้องตามทฤษฎีหลักการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานตามบทเรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ นักเรียนไม่สามารถนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหามานับที่กผลและคำนวณเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับค่าที่วัดได้จากการทดลองเทียบกับทฤษฎีเพื่อศึกษาลักษณะของการต่อตัวด้านในลักษณะที่ต่างกันได้

2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงการแก้ปัญหาของนักเรียน

นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมแสดงออกถึงการแก้ปัญหา โดยจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนตามพฤติกรรมบ่งชี้ที่ได้วิเคราะห์ขึ้นเพื่อนำมาเขียนเป็นข้อสรุป โดยจะสังเกตตั้งแต่เริ่มต้นชั้นเรียน ในขณะการทำกิจกรรมและสิ้นสุด โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่สนใจกล้าแสดงความคิดเห็นมากขึ้น กล้าซักถามมีการแสดงถึงการใช้เหตุผลในการตอบคำถามร่วมกัน แต่ละกลุ่มร่วมกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม มีการแบ่งหน้าที่กันภายในกลุ่มด้วยประสบการณ์จากการใช้เครื่องมือในวงจรแรก ทำให้นักเรียนทำได้ดีขึ้นและจากการปรับปรุงกิจกรรมจากข้อผิดพลาดที่ได้จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 ส่งผลให้กระบวนการการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนค่อนข้างสมบูรณ์ แต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้ระบุข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ละเอียดครอบคลุมเนื้อหาไม่ดีพอ และสรุปผลที่ได้จากการทำกิจกรรมเชื่อมโยงเนื้อหาได้ไม่ชัดเจน

นักเรียนคนที่ 1 พบว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ให้ไว้ แต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและระบุสาเหตุของปัญหาได้ชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนวางแผนการดำเนินการไม่ได้ ประเมินผลตรวจสอบผลลัพธ์ได้ผิดพลาด และสรุปผลไม่สอดคล้องกับประเด็นปัญหา

นักเรียนคนที่ 3 พบว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ให้ไว้ วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ ออกแบบขั้นตอนการลงมือแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา แต่การตรวจสอบผลลัพธ์ยังไม่ถูกต้องตามวิธีการ ยังไม่เห็นความชัดเจน สรุปผลจากการแก้ปัญหาได้ไม่ครอบคลุม

นักเรียนคนที่ 9 พบว่านักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ให้ไว้ วิเคราะห์ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้ เสนอวิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหาได้เหมาะสมแต่การลงมือ

ปฏิบัติขณะทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบประเมินผลลัพธ์นั้นไม่เป็นไปตามแผน และไม่สามารถนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหามาบันทึกผลเพื่อหาข้อสรุปจากการปฏิบัติโดยใช้หลักการได้

จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนข้างต้นโดยสรุปพบว่า นักเรียนทั้ง 3 คน สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่มีนักเรียนคนที่ 1 ที่สามารถระบุปัญหาได้แต่ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ และมีนักเรียนจำนวน 2 คน ที่มีปัญหาในขั้นการเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา กล่าวคือ นักเรียนเลือกใช้วิธีการที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาได้ไม่ค่อยเหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา โดยรวมพบว่า นักเรียนทั้ง 3 คนนี้ ประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหาและสรุปผลไม่ครอบคลุม ไม่ตรงประเด็นและไม่เห็นถึงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับหลักการทางฟิสิกส์

3) ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันและทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่วางจรรยาปฏิบัติกรที่ 2 โดยนำนักเรียนที่มีคะแนนจากแบบวัดที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มาสอบถาม เพื่อดูวิธีการคิดที่ส่งผลต่อการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ทำให้นักเรียนมีคะแนนจากแบบวัดความสามารถไม่ผ่านเกณฑ์ โดยผู้วิจัยได้ถอดคำพูดของนักเรียนแต่ละคนมาวิเคราะห์เพื่อพิจารณาและหาสาเหตุที่ทำให้นักเรียนมีคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาซึ่งนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 คน มีปัญหาในขั้นที่ 3 ขั้นที่ 4 และขั้นที่ 5 เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งผู้วิจัยจะแบ่งประเด็นสัมภาษณ์ของนักเรียนโดยพิจารณาเป็นขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ นักเรียนจะต้องระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด แต่ด้วยสถานการณ์ปัญหาในลักษณะนี้ นักเรียนยังไม่คุ้นเคย อีกทั้งนักเรียนยังขาดความรู้พื้นฐานด้านนี้ จึงทำให้นักเรียนบอกปัญหาที่ไม่ครบประเด็น

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนจะต้องวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้อง รวมถึงองค์ความรู้และหลักการที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นต้องใช้ประกอบการแก้ปัญหา เพื่อหาคำตอบได้

ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องเสนอวิธีการที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเพื่อทำการทดลองต่อวงจรจากตัวต้านทานที่มีให้เพื่อพิสูจน์หาผลลัพธ์ที่ถูกต้อง โดยต่อในลักษณะแบบอนุกรมและแบบขนาน แต่ส่วนใหญ่ นักเรียนยังเกิดความสับสนในลักษณะของวงจรและขั้นตอนวิธีการต่อตัวต้านทานลงบนบอร์ด เมื่อผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ดังกล่าว ได้ข้อมูลการสัมภาษณ์ดังนี้

“...หนูไม่รู้จะแก้ปัญหาให้ได้คำตอบยังไง เพราะหนูยังไม่เข้าใจวิธีการต่อวงจร...”

(นักเรียนคนที่ 3,5 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

จากคำพูดของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนคนที่ 3 ยังไม่เข้าใจหลักการต่อตัวด้านทาน นักเรียนเลยไม่สามารถบอกแนวทางที่จะนำไปใช้แก้ปัญหาเพื่อวางแผนขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อหาผลลัพธ์ที่ถูกต้องจากสถานการณ์ปัญหานั้นได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล นักเรียนนำผลจากการลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาของนักเรียนมาตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายผลและประเมินผลที่ได้จากการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจวิธีการตรวจสอบความถูกต้องจากการแก้ปัญหาเพื่อพิสูจน์ว่าการทดลองที่ได้สอดคล้องกับทฤษฎีหรือไม่ จากที่ได้สัมภาษณ์นักเรียน มีนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า

“...หนูไม่เข้าใจว่าจะต้องตรวจสอบยังไง ว่ามันจะถูกต้องหรือเปล่า...”

(นักเรียนคนที่ 3,5 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

จากคำพูดของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ได้ว่า นักเรียนคนที่ 3 ที่ไม่สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองได้ เป็นเพราะว่านักเรียนคนนี้มีปัญหาตั้งแต่ยังไม่เข้าใจวิธีการต่อตัวด้านทานซึ่งส่งผล ทำให้ไม่สามารถลงมือปฏิบัติเพื่อหาความถูกต้องได้

ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ นักเรียนจะต้องนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหามาหาข้อสรุปและนำหลักการหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์มาร่วมอธิบายผลที่ได้ให้ตรงตามข้อเท็จจริงของสถานการณ์ปัญหา

จากการสัมภาษณ์นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 3 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปโดยรวม พบว่าสาเหตุที่นักเรียนเหล่านี้ยังไม่สามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้ เกิดจากนักเรียนไม่สามารถนำทฤษฎีที่มีในหนังสือเรียนมาประยุกต์ร่วมกับการทดลองได้ จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถแยกแยะลักษณะการต่อตัวด้านทานในลักษณะที่ต่างกันได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถประเมินผลความถูกต้องที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยการวัดค่าความต้านทานจากบอร์ดที่ต่อตัวด้านทานและคำนวณโดยใช้หลักการฟิสิกส์ได้ ไม่สามารถสื่อความหมายเชื่อมโยงกับหลักการได้ครบถ้วน

4. ขั้นสะท้อนผล

พบว่านักเรียนในกลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่ยังเกิดความสับสนในขั้นตอนของการปฏิบัติการกิจกรรมเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเช่นนี้เกิดจากนักเรียนยังไม่เข้าใจวิธีการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานและอนุกรมลงบนบอร์ดได้อย่างถูกต้อง เนื่องมาจากนักเรียนยังไม่คุ้นเคยและสับสนในลักษณะการต่อตัวด้านทานลงบนบอร์ด ประกอบกับเวลาที่กำหนดมีน้อยเกินไป ซึ่งเหล่านี้เป็นผลมาจากนักเรียนไม่สามารถวางแผนการทำงานให้ครอบคลุมทุกส่วน ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์สภาพปัญหาที่พบในขณะปฏิบัติการวิจัยเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหา และแนวทางปรับปรุงเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ปัญหา	แนวทางการแก้ปัญหา
<p>1. นักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ อาจเกิดจากตัวสถานการณ์ปัญหาที่ให้ค่อนข้างยาก และนักเรียนยังไม่เข้าใจเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าในรูปแบบต่าง ๆ จึงทำให้เกิดข้อผิดพลาด</p> <p>2. เวลาที่ใช้ในกิจกรรมในชั้นของการปฏิบัติยังมีไม่มากพอ ส่งผลให้นักเรียนบางกลุ่มบันทึกผลและสรุปผลการแก้ปัญหาไม่ทัน</p>	<p>1. ปรับสถานการณ์ปัญหาในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้วิเคราะห์ได้ง่ายขึ้น และให้ใบความรู้ที่จำเป็นที่จะใช้ในการแก้ปัญหา</p> <p>2. ผู้สอนต้องกระชับเวลา โดยผู้สอนควรแจ้งนักเรียนเรื่องการใช้เวลาในแต่ละขั้นตอน ขณะทำกิจกรรมให้ได้ทราบในความเหมาะสมการจัดสรรเวลาในกลุ่ม</p>

4.1.3 ผลการดำเนินการวงจรปฏิบัติการที่ 3

1. ชั้นวางแผน

ภายหลังจากการนำสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ที่นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ บันทึกผลและสรุปผลจากการแก้ปัญหาไม่ทันภายในเวลาที่กำหนด ผู้วิจัยจึงนำปัญหาที่เกิดขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาวิเคราะห์เพื่อนำมาปรับปรุงรูปแบบการจัดกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ในส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ได้ปรับในส่วนของเนื้อหาในชั้นการจัดการเรียนรู้ในแผน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 ได้ปรับรูปแบบของการทดลองให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้นและปฏิบัติกิจกรรมได้ทันเวลา และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ได้เพิ่มการจัดสรรเวลาในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจน เพื่อให้นักเรียนสามารถดำเนินกิจกรรมเพื่อพิสูจน์หาผลลัพธ์ที่ถูกต้องภายในเวลาที่กำหนด

2. ชั้นปฏิบัติ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยได้ทำการจัดกิจกรรมทั้งสิ้น 3 แผนการเรียนรู้ คือ แผนการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า กระแสตรง แผนการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องแบตเตอรี่และวงจรกระแสไฟฟ้าตรงเบื้องต้น และแผนการเรียนรู้ที่ 10 เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมเสร็จสิ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ผู้วิจัยจะทดสอบนักเรียนโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทำวงจรปฏิบัติการที่ 3 และใช้แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาสังเกตนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนการสอน และใช้แบบ

สัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง สัมภาษณ์นักเรียนที่มีคะแนนผลจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

3. ชั้นสังเกต

นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาซึ่งเป็นแบบวัดความสามารถแบบอัตนัย จำนวน 1 สถานการณ์ รวม 7 ข้อ คะแนนเต็ม 14 คะแนน โดยผลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทำวงจรถูกปฏิบัติการที่ 3 แสดงผลเป็นไปดังตารางที่ 16 ตารางที่ 16 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทำวงจรถูกปฏิบัติการที่ 3

นักเรียนคนที่	คะแนน(14 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
1	12	85.71	ผ่านระดับดีเยี่ยม
2	12.5	89.28	ผ่านระดับดีเยี่ยม
3	9	64.28	ไม่ผ่าน
4	10.5	75	ผ่านระดับดี
5	10	71.42	ผ่านระดับดี
6	11.5	82.14	ผ่านระดับดีเยี่ยม
7	11.5	82.14	ผ่านระดับดีเยี่ยม
8	13	92.85	ผ่านระดับดีเยี่ยม
9	11	78.57	ผ่านระดับดี
10	10	71.42	ผ่านระดับดี
11	12	85.71	ผ่านระดับดีเยี่ยม
ค่าเฉลี่ย	11.18	79.85	ผ่านระดับดี
จำนวนนักเรียนที่ผ่าน	10 คน คิดเป็นร้อยละ 90.90 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		
จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่าน	1 คน คิดเป็นร้อยละ 90.09 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด		

จากตารางที่ 16 พบว่า ผลคะแนนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทำวงจรถูกปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 90.90 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด โดยนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ในระดับดีมีจำนวน 6 คน ผ่านเกณฑ์ในระดับดีเยี่ยมจำนวน 4 คน และมีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด

หลังจากประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของวงจรปฏิบัติการที่ 3 เมื่อนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนคนที่ 3 ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการนี้มาพิจารณาในขั้นตอนต่าง ๆ ของการแก้ปัญหา และนำข้อมูลมาแสดงผลรายละเอียดของคำตอบในขั้นของการแก้ปัญหาในทั้ง 5 ขั้นตอน ผลการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละขั้นตอนได้ ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ของวงรอบที่ 3

นักเรียนคนที่	ความสามารถในการแก้ปัญหา																	
	ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียมการ			ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ ปัญหา			ขั้นที่ 3 ขั้นเสนอ แนวทางในการ แก้ปัญหา			ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบ ผล			ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไป ประยุกต์ใช้			คะแนนรวม(14 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน
	คะแนน(2 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(2 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(2 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(4 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน	คะแนน(4 คะแนน)	ร้อยละ	ผลการประเมิน			
3	1.5	75	✓	2	100	✓	1.5	75	✓	2.5	62.5	×	2	50	×	9	64.28	×

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ หมายถึง ผ่าน
เครื่องหมาย × หมายถึง ไม่ผ่าน

จากตารางที่ 17 ความสามารถในการแก้ปัญหาของวงรอบที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งสิ้น 1 คน ซึ่งนักเรียนคนที่ 3 นี้มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ผ่านตั้งแต่วงรอบที่ 1 โดยในวงรอบที่ 3 นี้ ไม่ผ่านขั้นตรวจสอบผล และขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ทำให้นักเรียนคนที่ 3 นี้ทำแบบทดสอบไม่ผ่าน มีดังนี้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล นักเรียนไม่สามารถเก็บข้อมูลเพื่อนำมาบันทึกผลการทดลอง และตรวจสอบความถูกต้องได้ครบถ้วน นักเรียนอธิบายผลได้ยังไม่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงแต่ในขั้นนี้ นักเรียนมีความพัฒนาขึ้นอย่างมาก อาจเป็นเพราะการทดลองในกิจกรรมนี้มีส่วนคล้ายคลึงกับแบบวัดในวงรอบที่ 2 จึงทำให้นักเรียนเก็บข้อมูลได้ค่อนข้างครบ

ขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปประยุกต์ใช้ นักเรียนนำผลที่ได้จากการแก้ปัญหา มาประเมินค่าคำตอบและหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาไม่ครอบคลุมทฤษฎี

2) ผลการสังเกตพฤติกรรมการแสดงถึงการแก้ปัญหาของนักเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกถึงการแก้ปัญหา โดยจะสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนตามพฤติกรรมบ่งชี้ที่ได้วิเคราะห์ขึ้นเพื่อนำมาเขียนเป็นข้อสรุป ซึ่งผลวิเคราะห์ทำแบบสังเกตพฤติกรรมในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหาและนักเรียนคนนี้มีพัฒนาการด้านการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นสังเกตได้จากการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในขณะทำกิจกรรมกลุ่ม แต่ยังไม่ค่อยมีส่วนร่วมในการตรวจสอบผลลัพธ์เท่าที่ควร ซึ่งเหตุนี้อาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำผลที่ได้ไปประเมินเพื่อหาข้อสรุปร่วมกับหลักการทางฟิสิกส์ได้ ซึ่งอาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้นักเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

นักเรียนคนที่ 3 พบว่า นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ปัญหา ระบุสาเหตุของปัญหาได้ชัดเจน เลือกใช้วิธีการที่จะมาใช้ในการแก้ปัญหาได้เหมาะสมแต่ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์เพื่อนำไปหาข้อสรุปจากการทดลองได้ ส่งผลให้นักเรียนบันทึกผล สรุปผลการทดลองได้ไม่ตรงประเด็น

จากการสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียนข้างต้นโดยสรุปพบว่า นักเรียนคนที่ 3 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ในวงจรปฏิบัติการนี้ เกิดจากในส่วนของ การลงมือปฏิบัติเพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ยังเกิดข้อผิดพลาด ส่งผลให้ไม่สามารถนำผลข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบผลลัพธ์มาหาข้อสรุปเพื่อประเมินผล และสรุปผลได้ไม่ครอบคลุมทฤษฎี แต่อย่างไรก็ตามจากการสังเกตนักเรียนคนดังกล่าวในทุกขั้นตอนของการแก้ปัญหาพบว่า ผลคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหามีค่าเพิ่มขึ้น

3) ผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ของนักเรียนจากแบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์นักเรียน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันและทำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 3 โดยน่านักเรียนที่มีคะแนนจากแบบวัดที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 มาสอบถามซึ่งมีจำนวน 1 คน คือนักเรียนคนที่ 3 เมื่อผู้วิจัยสอบถามนักเรียนดังกล่าว พบว่า

“...หนูก็ไม่รู้จะทำยังไง เพราะไม่เข้าใจ...”

(นักเรียนคนที่ 3,19 กุมภาพันธ์ 2563 : สัมภาษณ์)

จากคำตอบการสัมภาษณ์ของนักเรียน ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์ได้ว่านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาที่เรียนจึงไม่รู้วิธีการที่จะเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ และขาดวางแผนขั้นตอนการทำงานที่ละเอียด จึงเป็นผลกระทบต่อด้านอื่น ๆ ส่งผลให้ไม่สามารถนำผลจากการแก้ปัญหามาสรุปผลได้ไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหาที่ให้ได้ดีเท่าที่ควรสำหรับนักเรียนคนที่ 3 ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ในวงจรปฏิบัติการนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าเกิดจากนักเรียนคนดังกล่าวไม่ค่อยมีบทบาทภายในกลุ่มมากพอ และไม่มีควมใส่ใจในกิจกรรมมีส่วนร่วมกับเพื่อนเพียงเล็กน้อยในบาง

ขั้นตอนเท่านั้น ซึ่งครูผู้สอนจำเป็นต้องกระตุ้นนักเรียนหรือให้นักเรียนร่วมถามตอบกับครูผู้สอน ให้แสดงความคิดเห็นมากขึ้น ทั้งนี้ต้องเน้นย้ำให้นักเรียนตรวจสอบความถูกต้อง รายละเอียดของคำตอบในแบบวัดความสามารถให้ครอบคลุมประเด็นปัญหาทุกครั้ง

4. ขั้นสะท้อนผล

พบว่านักเรียนในกลุ่มเป้าหมายทำงานร่วมกันในกลุ่มได้ดีขึ้นกว่าทุกวงรอบ สามารถออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้เหมาะสม และวางแผนขั้นตอนการทำงานได้ชัดเจนในทุกขั้นกิจกรรม อีกทั้งยังสามารถจัดสรรเวลาได้อย่างเหมาะสม ทำให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ภายในเวลาที่กำหนด โดยภาพรวมจากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีการระดมความคิด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มก่อนการปฏิบัติการ มีการถกเถียง และช่วยกันลงมือพิสูจน์ผลลัพธ์ มีการทำงานอย่างเป็นระบบมากขึ้นจากเดิมและเป็นที่น่าพอใจ

จากการวิเคราะห์ผลการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้ครอบคลุม 5 ขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากผลจากคะแนนแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ในแต่ละวงจรปฏิบัติการที่นักเรียนสามารถนำข้อผิดพลาดที่ได้เรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการไปปรับปรุงและพัฒนาตนเองได้



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 11 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 3 วงรอบ ซึ่งผู้วิจัยขอเสนอผลจากการวิจัยดังต่อไปนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

สรุปผล

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งสิ้น 11 คน ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่ามีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งสิ้น 10 คน คิดเป็นร้อยละ 90.90 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด เมื่อพิจารณาในแต่ละวงจรปฏิบัติการผลเป็นดังนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 จัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 9.18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 65.57 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน โดยผ่านในระดับดีเยี่ยม 1 คน ระดับดี 4 คน และมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 6 คน

วงจรปฏิบัติการที่ 2 จัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 10.95 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.43 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 8 คน โดยผ่านในระดับดีเยี่ยม 1 คน ระดับดี 7 คน และมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน

วงจรถูกปฏิบัติที่ 3 จัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน พบว่า นักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเท่ากับ 11.18 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.85 ของคะแนนเต็ม มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 10 คน โดยผ่านในระดับดีเยี่ยม 4 คน ระดับดี 6 คน และมีนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 1 คน

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันชั้นมัธยมศึกษาปีที่ มีจุดมุ่งหมายที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนโดยจัดการเรียนการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มนำมาอภิปรายผลเป็นวงจรถูกปฏิบัติ ได้ดังนี้

วงจรถูกปฏิบัติที่ 1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 9.18 คิดเป็นร้อยละ 65.57 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 รวม 5 คน คิดเป็นร้อยละ 45.45 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 54.54 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด สาเหตุที่นักเรียนกลุ่มเป้าหมายยังไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จากผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลพบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจในปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาไม่ได้ ขาดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นที่เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าและการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม ส่งผลให้ไม่สามารถนำหลักการทางฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ที่เป็นปัญหาได้ (กฤษณี คำชาย, 2540) เมื่อนักเรียนไม่มีความเข้าใจเหล่านั้น ก็จะส่งผลต่อการเลือกเสนอวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับสถานการณ์ปัญหาที่มี เมื่อไม่สามารถเลือกวิธีการหรือแนวทางวางแผนการแก้ปัญหาที่ชัดเจนก็จะทำให้การทำกิจกรรมในคาบนั้น ๆ ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้ไม่เห็นการพัฒนาที่ชัดเจน และนักเรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการสอนและขาดทักษะการปฏิบัติการ ขาดประสบการณ์และไม่เคยเรียนในลักษณะนี้มาก่อน จึงทำให้ขาดแนวทางในการเรียนรู้ค้นหาข้อมูล เกิดความสับสนในบทเรียนและสถานการณ์ปัญหาที่ให้ เป็นผลเกี่ยวเนื่องให้วางแผนงานเป็นลำดับขั้นตอนไม่ได้ อีกทั้งนักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม ทำให้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมได้น้อยและได้ผลที่ไม่บรรลุตามเป้าหมาย ด้วยเหตุนี้แล้วผู้วิจัยจึงได้ปรับปรุงรูปแบบกิจกรรมโดยก่อนการเรียนรู้ในวงรอบที่ 2 โดยจะอธิบายหลักการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละตัวอย่างละเอียด รวมถึงการต่อวงจรไฟฟ้าขั้นต้นให้กับนักเรียนและให้สถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนไปศึกษาเตรียมตัวด้านเนื้อหาและวางแผนแก้ไขปัญหาล่วงหน้า

วงจรปฏิบัติการที่ 2 หลังจากได้ทำการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10.95 คิดเป็นร้อยละ 68.43 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 รวม 8 คน คิดเป็นร้อยละ 72.72 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 27.27 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด จากที่มีการปรับปรุงวิธีการสอนในวงรอบที่ 2 พบว่า นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่มดีขึ้น ภาพรวมของการทำกิจกรรมดีขึ้นกว่าวงจรปฏิบัติการแรก ค่าคะแนนจากแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหามีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม แต่สาเหตุที่นักเรียนยังไม่ผ่านเกณฑ์ เกิดจากนักเรียนยังไม่เข้าใจปัญหามากพอ วิเคราะห์เพื่อจำแนกประเด็นปัญหาของสาเหตุ เพื่อบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดและวางแผนขั้นตอนที่จำเป็นแนวทางในการลงมือแก้ปัญหาไม่ชัดเจน (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2548) และเกิดความสับสนในรูปแบบการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรมและแบบขนานลงบนบอร์ดต่อวงจรไฟฟ้า เกิดข้อผิดพลาดขณะทำกิจกรรมค่อนข้างมาก เนื่องจากนักเรียนไม่มีพื้นฐานความรู้ด้านนี้จึงทำให้จัดการเรียนรู้ได้ค่อนข้างยาก จึงส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ที่ถูกต้องได้ และไม่สามารถวัดค่าความต้านทานรวมจากวงจรได้ทันในเวลาที่กำหนด ส่งผลให้นักเรียนหาข้อสรุปจากการทดลองได้น้อยและไม่เป็นไปตามข้อเท็จจริง เหตุเช่นนี้ผู้วิจัยจึงปรับปรุงรูปแบบการสอนโดยหลังเสร็จสิ้นคาบการสอน โดยได้ให้สถานการณ์ปัญหาก็ให้นักเรียนล่วงหน้าเพื่อให้นักเรียนเขียนออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ลงไปกระดาษ และให้ความรู้เสริมที่เกี่ยวข้องสำหรับนำไปใช้กับสถานการณ์ปัญหา และหลักการใช้งานอุปกรณ์เพื่อใช้ในการวัดค่าเมื่อต่อตัวด้านทานในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เพื่อให้นักเรียนได้เก็บข้อมูลได้ถูกต้องไม่คลาดเคลื่อนเป็นไปตามทฤษฎี

วงจรปฏิบัติการที่ 3 หลังจากได้ทำการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนในวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ที่ 11.18 เป็นร้อยละ 79.85 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 รวม 10 คน คิดเป็นร้อยละ 90.91 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด และมีจำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09 ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายทั้งหมด ในวงจรปฏิบัติการนี้ กลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ตามจุดมุ่งหมายซึ่งเกิดจากผู้วิจัยได้ปรับปรุงรูปแบบการจัดกิจกรรมและนักเรียนมีประสบการณ์ด้านการทดลอง มีประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ดีขึ้น เกิดการเรียนรู้การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า วางแผนการแก้ปัญหาได้ชัดเจนแก้ไขข้อผิดพลาดและปัญหาที่เกิดขึ้นขณะทำกิจกรรมได้ดี สามารถตรวจสอบกระบวนการคิดได้ด้วยตนเองโดยนักเรียนจะต้องทำการเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมที่มีความสอดคล้อง

กับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดขึ้นและสามารถประเมินความถูกต้อง เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาที่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เบเกอร์ และบราวน์ (Baker and Brown, 1984) ที่กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้บุคคลทำงานอย่างมีแผนเพราะจะทำให้รู้ว่าจะทำงานนั้นจะต้องประกอบไปด้วยสิ่งใดบ้างที่จะทำงานนั้นให้เกิดประสิทธิภาพ และทำให้สถานการณ์นั้นมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อีกทั้งนักเรียนรู้จักการนำความรู้ทางฟิสิกส์มาประยุกต์เข้ากับสถานการณ์ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล มีความพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นในทุก ๆ ขั้นตอน สามารถนำความรู้ที่ได้มาเขียนเชื่อมโยงกับหลักการทางฟิสิกส์ได้อย่างเหมาะสม จึงทำให้คะแนนความสามารถจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาดีขึ้นตามลำดับ ส่งผลให้วงจรปฏิบัติการที่ 3 นี้ นักเรียนกลุ่มเป้าหมายผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้

จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิด ให้นักเรียนสามารถควบคุมและประเมินความคิดของตนเองได้ มีความเหมาะสมที่จะนำมาช่วยพัฒนาการแก้ปัญหาของนักเรียน รู้จักการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งสอดคล้องกับกับแนวคิดของ วูลโฟลค (จรุง ขำพงศ์, 2542) ที่กล่าวว่า การตระหนักรู้ (Awareness) เป็นการตระหนักให้รู้ในตัวเองว่า จะต้องใช้กลวิธี และแหล่งข้อมูลอะไรบ้างที่จำเป็นต่อการทำงานให้มีประสิทธิภาพ และจะต้องทำอะไร ซึ่งจะเป็นเรื่องที่บุคคลรู้ในสิ่งที่ตนเองคิด เมื่อผู้วิจัยได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้นในทุกวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์และหาแนวทางแก้ไขเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในการดำเนินกิจกรรมในวงจรปฏิบัติการต่อไป ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันตามแนวคิดของปีเยอร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ วางแผนแก้ปัญหา กำกับการแก้ปัญหา และประเมินการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีเป้าหมาย จัดระเบียบความคิดตนเองได้ สามารถสรุปความรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาต่อไปที่มีความคล้ายคลึงกันหรือสามารถประยุกต์ร่วมได้ ทั้งนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน เป็นการเรียนการสอนที่เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ กระตือรือร้น แสวงหาความรู้และคำตอบของปัญหา จะช่วยพัฒนาทักษะด้านการคิด การตัดสินใจ และการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนจะรู้จักวางแผนการทำงาน และเรียงลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหารวมถึงคาดการณ์ปัญหาและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหานั้น ๆ และทำ

ให้นักเรียนรู้จักการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ สอดคล้องกับ งานวิจัยของ ฤกษ์ฤดี เสน เรื่อง (2549) ซึ่งได้ศึกษาความสามารถในการตัดสินใจและการแก้ปัญหา ในวิชาวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 3 ที่เรียนโดยกลวิธีอธิบาย พบว่า นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถ ในการตัดสินใจในวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 มีค่าคะแนน เฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ .01 และมีค่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ข้อจำกัด

1. ด้านเวลา เวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนแต่ละคาบเรียน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนนำ ส่วนทำกิจกรรม และส่วนสรุป โดยในส่วนการทำกิจกรรมยังไม่เพียงพอสำหรับการทำกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนยังไม่ได้เตรียมตัวด้านเนื้อหา จะทำให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการสืบค้นหาข้อมูลไป มาก จนทำให้เวลาไม่เพียงพอต่อการทำกิจกรรม

2. ด้านอุปกรณ์ ในขณะที่ทำกิจกรรมกันเป็นกลุ่ม แต่ละคาบเรียน อุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง เช่น มัลติมิเตอร์ มีไม่เพียงพอ ไม่ครบทุกกลุ่ม จึงทำให้มีนักเรียนบางส่วนที่ไม่ได้ร่วมทำกิจกรรมในชั้น เรียนอย่างเต็มที่ ผู้วิจัยจึงอยากให้มีอุปกรณ์ที่เพียงพอ ครบทุกกลุ่ม เพื่อที่จะให้นักเรียนได้ร่วมกัน ทดลอง และพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

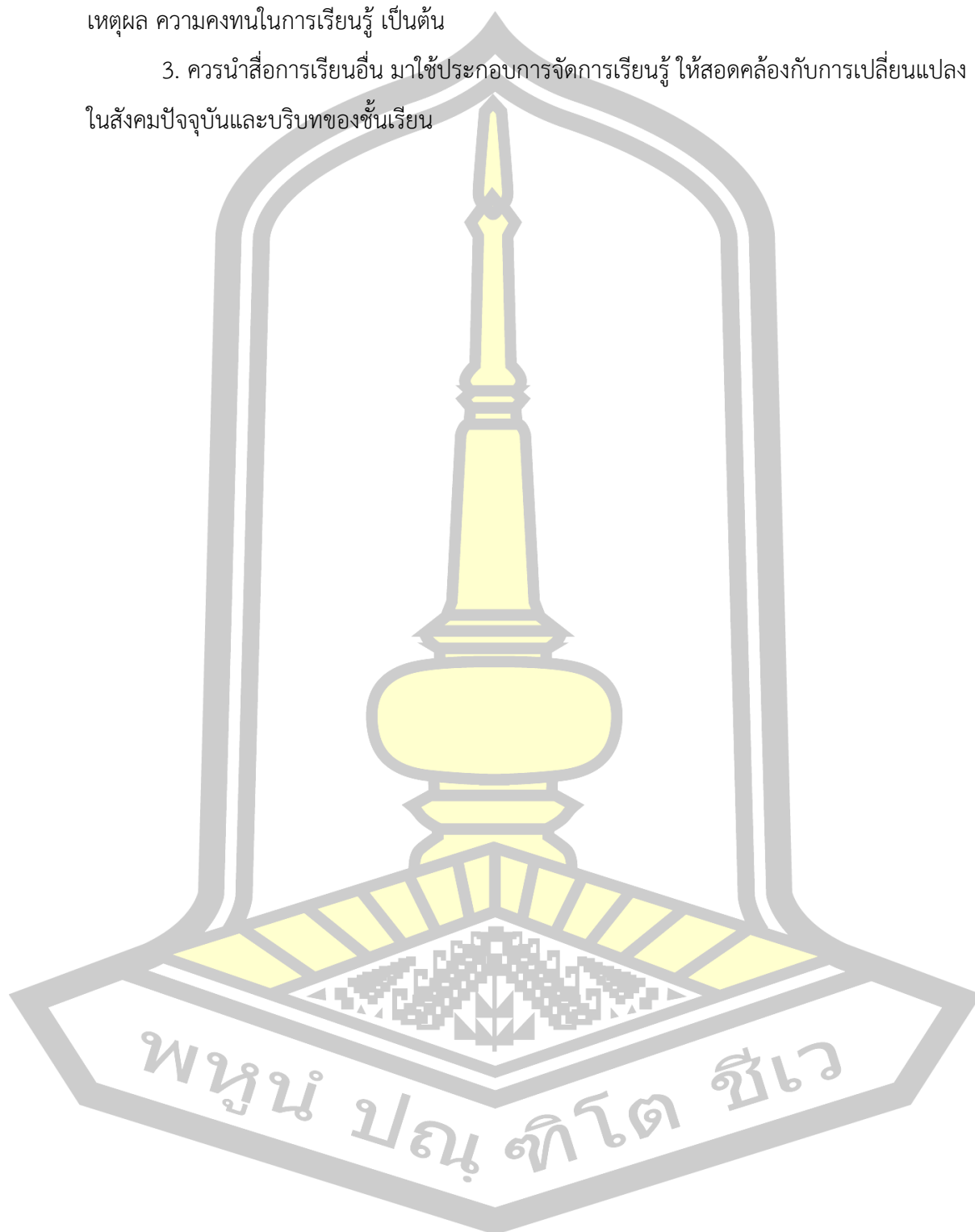
1. ด้านเวลา การจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้ เป็นกิจกรรมที่นักเรียนทำการแก้ปัญหา ได้ค่อนข้างช้า เนื่องจากนักเรียนใช้เวลาในการสืบค้นมากเกินไป จนเสียเวลาในการทำกิจกรรมไปต้อง แนะนำแนวความคิดเพิ่มเติมก่อน รวมถึงแนะนำอุปกรณ์บางตัวที่นักเรียนไม่เคยใช้มาก่อน และเกริ่นนำ ในเนื้อหาที่มีความจำเป็นต่อการแก้ปัญหาและให้นักเรียนไปศึกษามาล่วงหน้า

2. ด้านอุปกรณ์ ครูควรออกแบบกิจกรรมที่สนับสนุนให้นักเรียนเกิดการพัฒนาด้านแก้ปัญหา และลงมือทำนอกเวลาเรียน โดยใช้อุปกรณ์ที่มี หาได้ง่าย และเพียงพอต่อนักเรียนในห้อง และ ทบทวนนักเรียนเรื่องการใช้อุปกรณ์ เพื่อให้นักเรียนได้แม่นยำ โดยครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้น นักเรียนในห้อง เพื่อให้นักเรียนมีบทบาทในชั้นเรียนกันทุกคน

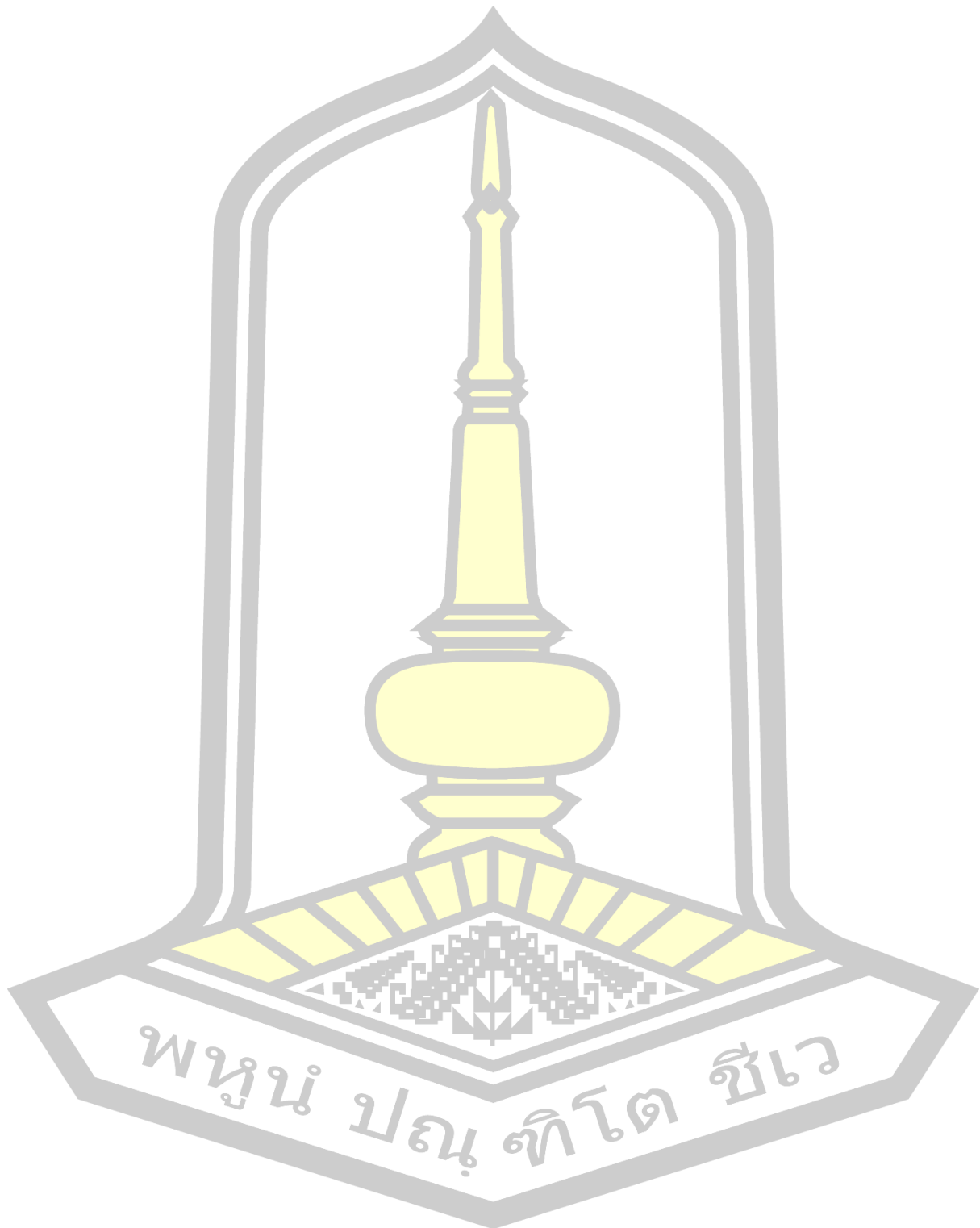
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำรูปแบบการสอนนี้ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเดิมอีกครั้งเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นในด้าน อื่น ๆ เช่น เจตคติในการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาผลการสอนโดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันร่วมกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผล ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น
3. ควรนำสื่อการเรียนอื่น มาใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในสังคมปัจจุบันและบริบทของชั้นเรียน



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2539). *ยุทธศาสตร์ในการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ. (2544). *คู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนุสสกรรมการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติพร ปัญญาภิบาล. (2541). *รูปแบบของวิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน*. กรณีศึกษา สำหรับครูมัธยมศึกษา: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- บุญศรี คำชาย. (2540). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2548). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ชัคเซสมิเดีย.
- จรุง ขำพงศ์. (2542). *ผลของการใช้กลวิธีเมตาคognitionชั้นที่มีต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). *80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น.
- दनัย ไชโยธา. (2534). *หลักการเรียนการสอนในสถาบันการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ทิวต์ถ์ มณีโชติ. (2555). *การพัฒนาสมรรถนะ ตัวชี้วัด และเครื่องมือวัดด้านการวัดและประเมินผล การศึกษาของครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- ทศนา แคมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. 7th ed. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2546). *การวิจัยสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- ประพันธ์ศิริ สุเลารัจ. (2541). *คิดเก่ง สมองไว*. กรุงเทพฯ: โปรดคทีฟบุ๊ก.

ประสาธ เนืองเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปราโมทย์ รังศรี. (2560). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ผกา สัตยธรรม. (2524). *เทคนิคการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.

พัทธ ทองตัน. (2545). *ผลของการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ต่อการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชิต ฤทธิจรรณ. (2552). *การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นต์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544b). *เมตาคอกนิชัน (Metacognition) ในวิทยาการด้านการคิด*. เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมนเนจเม้นท์ จำกัด.

เพ็ญพิไล ฤทธาคนานนท์. (2535). *จิตวิทยาการเรียนรู้ของเด็ก*. โอเดียนสโตร์.

มยุรี หุ่นขำ. (2544). *ผลการใช้รูปแบบพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาในบริบทของชุมชนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยาใจ พงษ์บริบูรณ์. (2537). *การวิจัยเชิงปฏิบัติการ*. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรารพร ชาวสุทธิ. (2542). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การสอนตนเองกับการเรียนการสอนแบบรายบุคคลและแบบกลุ่มสำหรับนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรารวรรณ จันทรวงศ์. (2557). *การคิดและการคิดเกี่ยวกับการรู้แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียน*. ขอนแก่นฯ: คลังนานาวิทยา.

- วิจารณ์ พานิช. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิทยากร เชียงกุล. (2549). *เรียนลึก รู้ไว ใช้สมองอย่างมีประสิทธิภาพ*. กรุงเทพฯ: สถาบันวิทยาการการเรียนรู้ (สวร.).
- วินิจฉัย ไชยจันทร์. (2550). *การใช้ยุทธศาสตร์เมตาคอกนิชันในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. ขอนแก่นฯ: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วีระพันธ์ สิทธิพงษ์. (2540). *ปรัชญาอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา*. กรุงเทพฯ: เอ.พี.กราฟฟิคดีไซน์ด์และการพิมพ์.
- ศรีสุมา ทศมี. (2552). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้เมตาคอกนิชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. รายงานการศึกษาอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สมคิด อิศระวัฒน์. (2543). *การสอนผู้ใหญ่*. กรุงเทพฯ: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กทม. สิ้นธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์=Research methodology for social science and humanities*. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สำนักงานทดสอบทางการศึกษา. (2539). *การประเมินผลจากสภาพจริง Authentic assessment*. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สิริเกศ หมดเจริญ. (2554). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสี่ยงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน*. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- สุกัญญา กัตถัญญ. (2542). ผลการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สุขสันต์ บัวสาย. (2551). ผลการสอนโดยวิธีสืบเสาะหาความรู้สอดแทรกเมตาคognitionชั้นที่มีต่อ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียน
คลองน้ำใสวิทยาการ จังหวัดสระแก้ว. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต แขนงวิชาหลักสูตร
และการสอน. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุเทียบ ละอองทอง. (2545). การพัฒนารูปแบบการสอนอ่านภาษาอังกฤษ เพื่อความเข้าใจโดยใช้
ยุทธศาสตร์เมตาคognition สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันราชภัฏบุรีรัมย์.
วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุปราณี การพึ่งตน. (2542). ผลการสอนโดยสร้างครีธาและโยนิโสมนสิการต่อความสามารถในการ
แก้ปัญหาทางการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุวรี ศิวะแพทย์. (2549). จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สุวัฒน์ มุทเมธา. (2523). การเรียนการสอนปัจจุบัน. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- สุวิชา วันสุดล. (2554). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการคิด
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้
เทคนิคการสอนแบบ 4MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ รูปแบบซิปปา. วิทยานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). ยุทธวิธีการสอนคิดแก้ปัญหา. กรุงเทพฯ: เนเจอร์ลบุคส์เซ็นเตอร์.
- องอาจ นัยพัฒน์. (2548). วิธีวิทยาการวิจัยเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพทางพฤติกรรมศาสตร์และ
สังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ: สามลดา.
- อดิสร ดวงศรี. (2540). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่
ได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อุทุมพร จามรมาน. (2537). การวิจัยของครู. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุไร สิ้นจรวงศานนท์. (2545). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เมตาคognition. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อุษณีย์ โปธิสุข. (2544). *คู่มือการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านทักษะความคิด*

ระดับสูง. กรุงเทพฯ: ศูนย์แห่งชาติเพื่อพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษ สำนักงานคณะกรรมการ
การศึกษาแห่งชาติ.

Baker, L. and A. L. Brown. (1984). *Metacognition Skill and Reading*. Longman.

Beyer, B. (1987). *Practical Strategies for the Teaching of Thinking*. Boston, MA: Allyn
and Bacon.

Blank, M. Lisa. (2000). *A Metacognitive Learning Cycle : A Better Warranty for Student
Understanding?*. Science Education.

Brown, A. L. (1987). *Metacognition Executive Control Self-Regulation and Other More
Mysterious Mechanisms*. Hillsdale NJ: Erlbaum.

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

Davidson, J.E., R. Deuser. and R. J. Sternberg. (1994). *The Role of Metacognition in
Problem Solving*. Cambridge. MA: MIT.

Davidson, R. (1994). *Can Psychology Make Sense of Change*. Society for the Study of
Addiction Monograph No.3. New York: Oxford University Press.

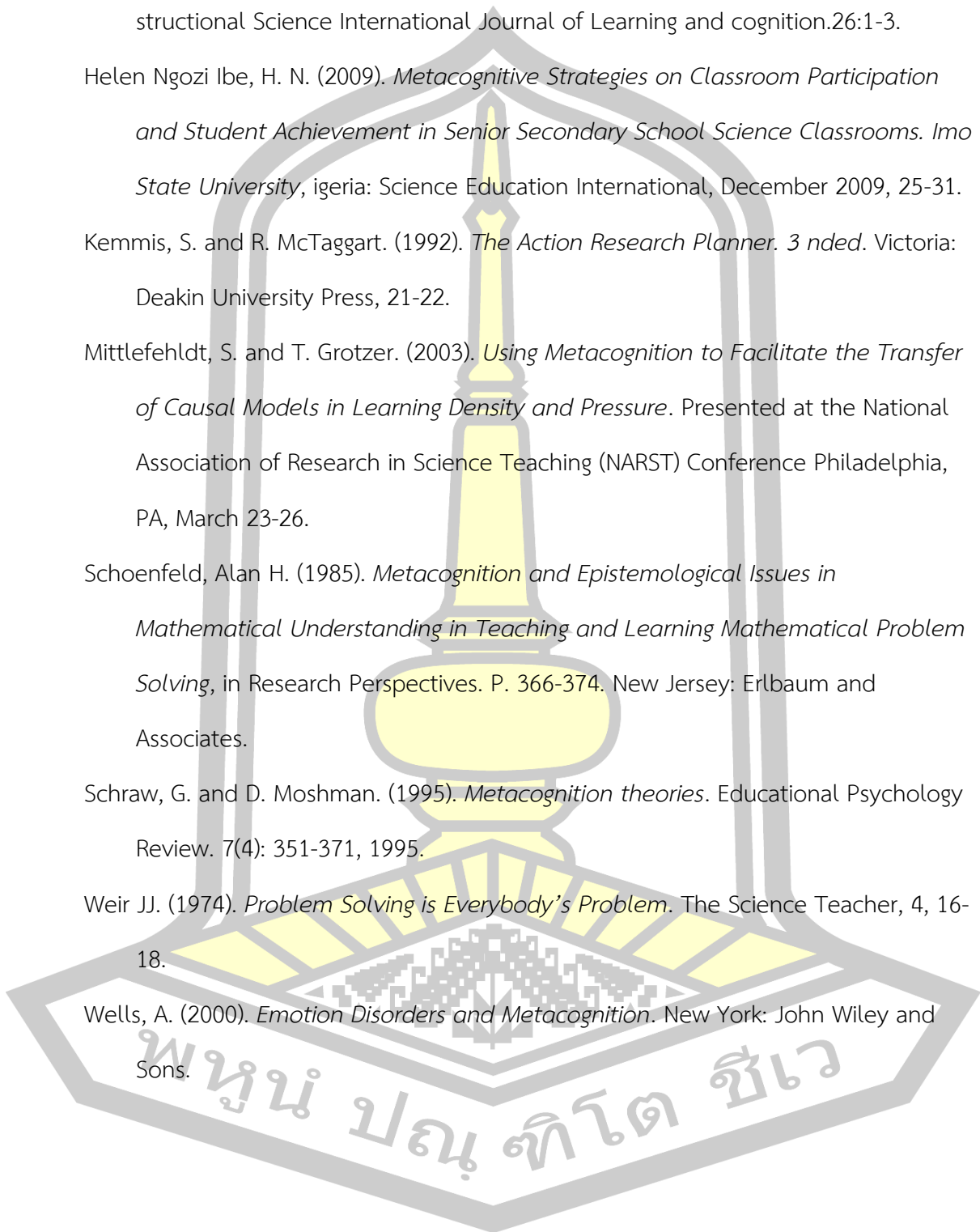
Flavell, J.H. (1978). *Metacognition Development*. In J.M. Scandura, & C.J. Brainerd
(Eds), *Structural/Process Theories of complex Human Behavior* (213-245).
Alphenaan den Rijn: Sijthoff and Noordhoff.

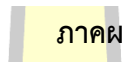
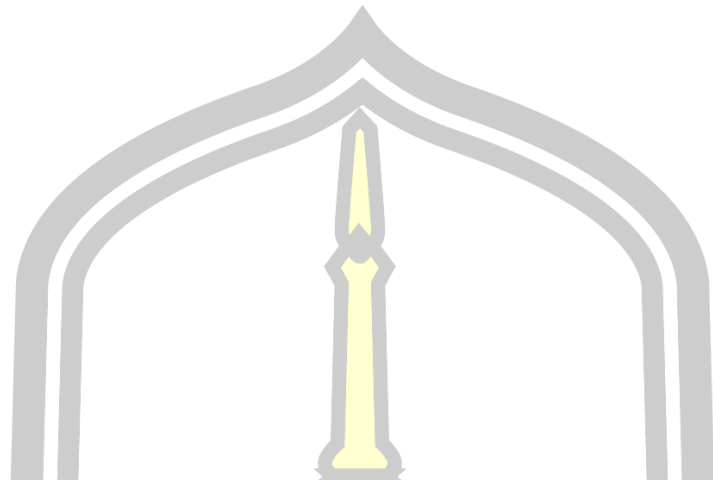
Flavell, J. . (1979). *Metacognition and Cognitive Monitoring : A New Area of Cognitive
Developmental Inquiry*.

Garofalo, J. an. F. K. L. (1985). *Metacognition, Cognitive Monitoring, and Mathematical
Performance*. *Journal for Research in Mathematics Education*.

Good, Carter V. (1973). *Dictionary of Educational*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

- Hartman, H.J. (1998). *Metacognition in Teaching and Learning* :an Introduction In Instructional Science International Journal of Learning and cognition.26:1-3.
- Helen Ngozi Ibe, H. N. (2009). *Metacognitive Strategies on Classroom Participation and Student Achievement in Senior Secondary School Science Classrooms. Imo State University, Nigeria: Science Education International, December 2009, 25-31.*
- Kemmis, S. and R. McTaggart. (1992). *The Action Research Planner. 3rd ed.* Victoria: Deakin University Press, 21-22.
- Mittlefehldt, S. and T. Grotzer. (2003). *Using Metacognition to Facilitate the Transfer of Causal Models in Learning Density and Pressure.* Presented at the National Association of Research in Science Teaching (NARST) Conference Philadelphia, PA, March 23-26.
- Schoenfeld, Alan H. (1985). *Metacognition and Epistemological Issues in Mathematical Understanding in Teaching and Learning Mathematical Problem Solving*, in Research Perspectives. P. 366-374. New Jersey: Erlbaum and Associates.
- Schraw, G. and D. Moshman. (1995). *Metacognition theories.* Educational Psychology Review. 7(4): 351-371, 1995.
- Weir J.J. (1974). *Problem Solving is Everybody's Problem.* The Science Teacher, 4, 16-18.
- Wells, A. (2000). *Emotion Disorders and Metacognition.* New York: John Wiley and Sons.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



แผนการจัดการเรียนรู้ 1

หน่วยการเรียนรู้ ไฟฟ้ากระแส

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่อง กระแสไฟฟ้าในตัวนำ

รหัสวิชา ว 30204

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลาเรียน 2 ชั่วโมง

ภาคเรียนที่ 2/2562

ผู้สอน นางสาวน้ำฝน ปานเนาว์

1. ผลการเรียนรู้

เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงาน ทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระสำคัญ

กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้า จะเกิดขึ้นเมื่อมีประจุไฟฟ้าลัทธิเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งในตัวนำไฟฟ้า โดยอาจเป็นการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวกหรือประจุไฟฟ้าลบ หรือทั้งสองชนิด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านพุทธิพิสัย

1. นักเรียนอธิบายกระแสไฟฟ้าในตัวนำได้

ด้านทักษะพิสัย

2. นักเรียนคำนวณหากระแสไฟฟ้าในตัวนำ และปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

ด้านจิตพิสัย

3. นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

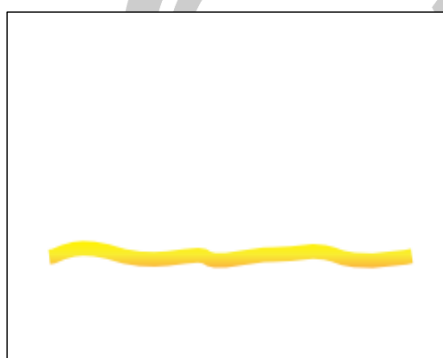
4. สาระการเรียนรู้

กระแสไฟฟ้าในตัวนำ

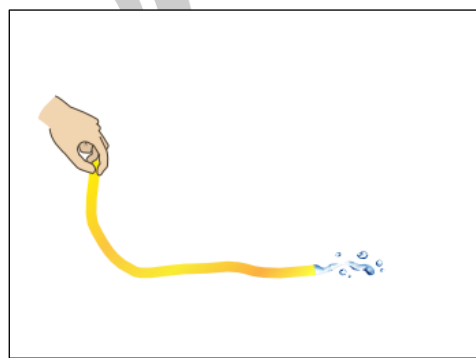
5. กิจกรรม / กระบวนการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูทบทวนความรู้ เรื่องกระแสไฟฟ้า โดยใช้ตัวอย่างเป็นรูปธรรม เช่นการไหลของน้ำในสายยางที่มีน้ำอยู่เต็มตลอดเวลา เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การอธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจากตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าต่างกันดังนี้



ก.สายยางที่มีปลายเสมอกันน้ำจะไหลออกจากสายยาง



ข.สายยางที่มีปลายด้านหนึ่งยกสูงขึ้นทำให้มีน้ำไหลออกที่ปลายอีกด้าน

จากรูปในสายยางที่มีน้ำอยู่เต็มและระดับปลายสายเสมอกัน ดังรูป ก. น้ำจะไม่ไหล เปรียบได้กับจุดสองจุดของตัวนำ ที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันหรือไม่มีความต่างศักย์ จึงไม่มีการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า นั่นคือ ไม่มีกระแสไฟฟ้า แต่ถ้ามีการยกปลายสายยางด้านหนึ่งให้ยกสูงขึ้น จะทำให้ปลายทั้งสองมีพลังงานศักย์โน้มถ่วงต่างกัน ข. น้ำจะไหลจากปลายด้านที่มีพลังงานศักย์สูงกว่าไปยังปลายที่มีพลังงานศักย์ต่ำกว่าเปรียบได้กับปลายของตัวนำ ที่ถูกทำให้มีศักย์ไฟฟ้าต่างกันหรือมีความต่างศักย์ระหว่างปลายทั้งสองอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในตัวนำ จะเคลื่อนที่จากปลายด้านหนึ่งไปยังปลายอีกด้านหนึ่ง

ขั้นที่ 2 ชั้นสอน

1. ครูให้สถานการณ์ปัญหาให้นักเรียนค้นหาคำตอบว่า จากความเข้าใจเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าที่ได้จากข้อสรุปข้างต้น ให้นักเรียนระบุว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำเป็นอย่างไร ถ้าเปรียบเทียบกับกระแสไฟฟ้ากับอัตราการไหลของน้ำในสายยาง และกระแสไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณใดบ้าง (ตอบตามความเข้าใจ) (วางแผนแก้ปัญหา)

2. นักเรียนค้นหาคำตอบ โดยมีครูอภิปรายร่วมกันว่า ปริมาณของกระแสไฟฟ้าตัวนำจะมีค่าเท่ากับปริมาณประจุไฟฟ้าที่ถ่ายเทผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลาตามสมการ (กำกับแก้ปัญหา)

$$I = \frac{Q}{t}$$

โดยที่ Q = ปริมาณของประจุ หน่วย คูลอมบ (C)

I = กระแสไฟฟ้า หน่วย แอมแปร์ (A)

t = เวลา หน่วย วินาที (s)

3. ครูยกตัวอย่างโจทย์ตัวอย่าง เพื่อฝึกคำนวณ ค่ากระแสไฟฟ้า จาก
ความสัมพันธ์ตามสมการข้างต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป

1. ครูอภิปรายร่วมกันกับนักเรียนจนได้ข้อสรุปว่า “กระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่ทำให้มีประจุไฟฟ้าลัทธิผ่านตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง ซึ่งอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในตัวนำจะเคลื่อนที่ตามแรงลัทธิที่กระทำเนื่องจากมีสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุดในตัวนำ ”

2. ครูให้ข้อสรุปกับนักเรียนว่าทิศทางของกระแสไฟฟ้าในตัวกลางใด ๆ มีทิศเดียวกับทิศสนามไฟฟ้าหรือมีทิศตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของประจุบวก ครูควรเน้นให้นักเรียนทราบว่า กระแสไฟฟ้าเป็นปริมาณสเกลลาร์ แต่ต้องกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้าด้วย

3. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่องกระแสไฟฟ้าในตัวนำ

(ประเมินการแก้ปัญหา)

6. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้วัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ความเข้าใจ (K) 1. นักเรียนอธิบาย กระแสไฟฟ้าในตัวนำได้	วัดจากใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1 กระแสไฟฟ้าในตัวนำ	ได้คะแนนมากกว่า ร้อยละ 70 ของ คะแนนเต็ม
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2. นักเรียนคำนวณหา กระแสไฟฟ้าในตัวนำ และ ปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	วัดจากใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1 กระแสไฟฟ้าในตัวนำ	ได้คะแนนมากกว่า ร้อยละ 70 ของ คะแนนเต็ม
ด้านเจตคติ (A) 3. นักเรียนมีส่วนร่วมในชั้น เรียน	สังเกตพฤติกรรมใน ห้องเรียน	แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	อยู่ในระดับดีขึ้นไป

7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. ใบกิจกรรม เรื่องกระแสไฟฟ้าตัวนำ
2. เครื่องมือสืบค้น
3. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

8. เอกสารอ้างอิง

1. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

9. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ

(นางสาวน้ำฝน ปานเนาว์)

ครูผู้สอนและบันทึก

วันที่...../...../.....

ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

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

ลงชื่อ

(นายไพรัตน์ น้อยนนท์)

ครูพี่เลี้ยง

วันที่...../...../.....

ความเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

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

ลงชื่อ

(นายภาณุวิชญ์ แสนคำภา)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วันที่...../...../.....

ความเห็นและข้อเสนอแนะของผู้อำนวยการ

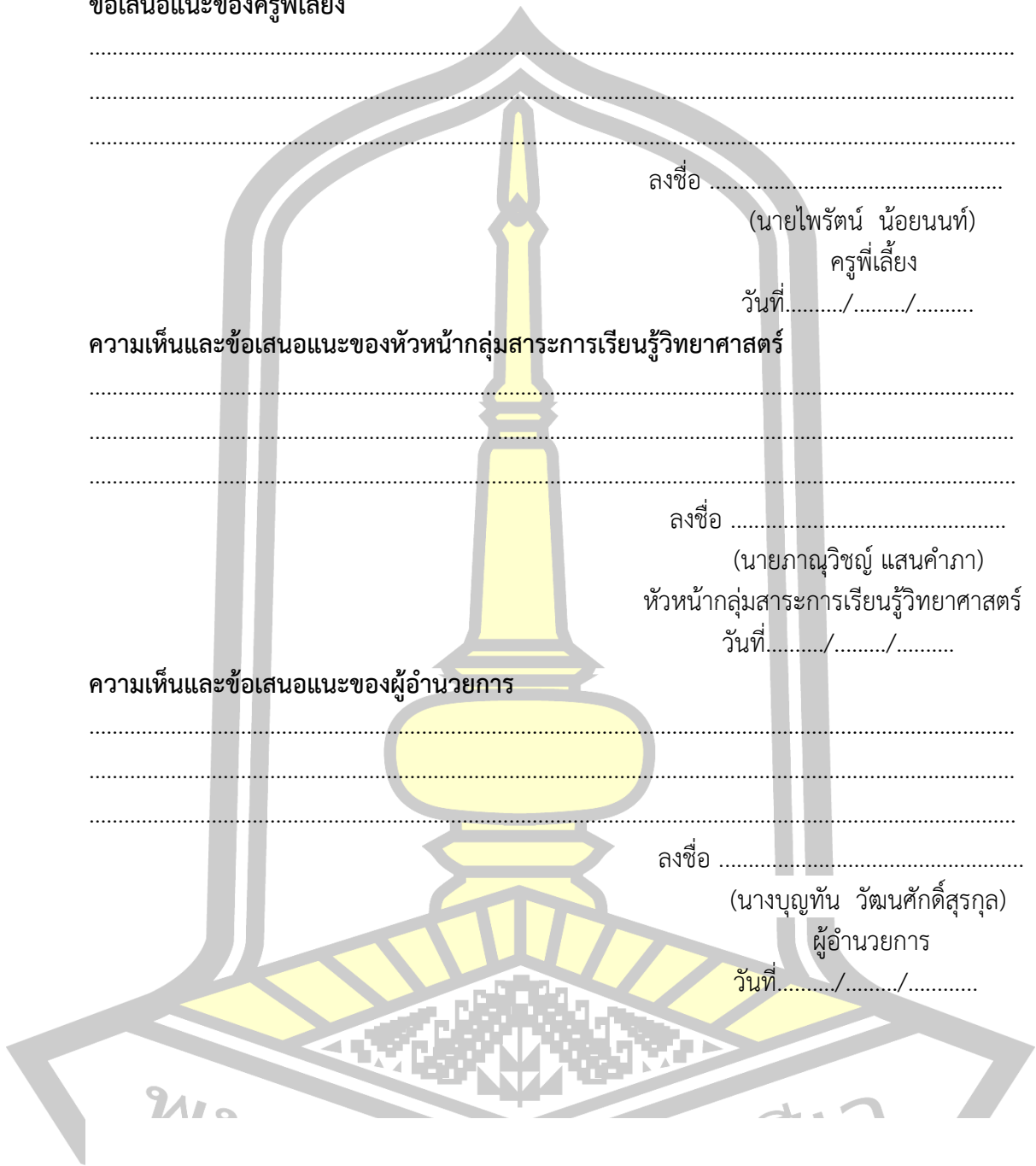
.....
.....
.....

ลงชื่อ

(นางบุญทัน วัฒนศักดิ์สุรกุล)

ผู้อำนวยการ

วันที่...../...../.....



ใบกิจกรรม เรื่อง กระแสไฟฟ้าในตัวนำ

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้สมบูรณ์

1. นักเรียนมีแนวคิดในการอธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในตัวนำอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าจากสถานการณ์นี้ มีตัวแปรใดบ้างที่เกี่ยวข้อง อย่างไร

.....

.....

.....

.....

3. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำใด ๆ ได้อย่างไร มีความสัมพันธ์อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. สิ่งใดบ้างที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในตัวนำไฟฟ้า

.....

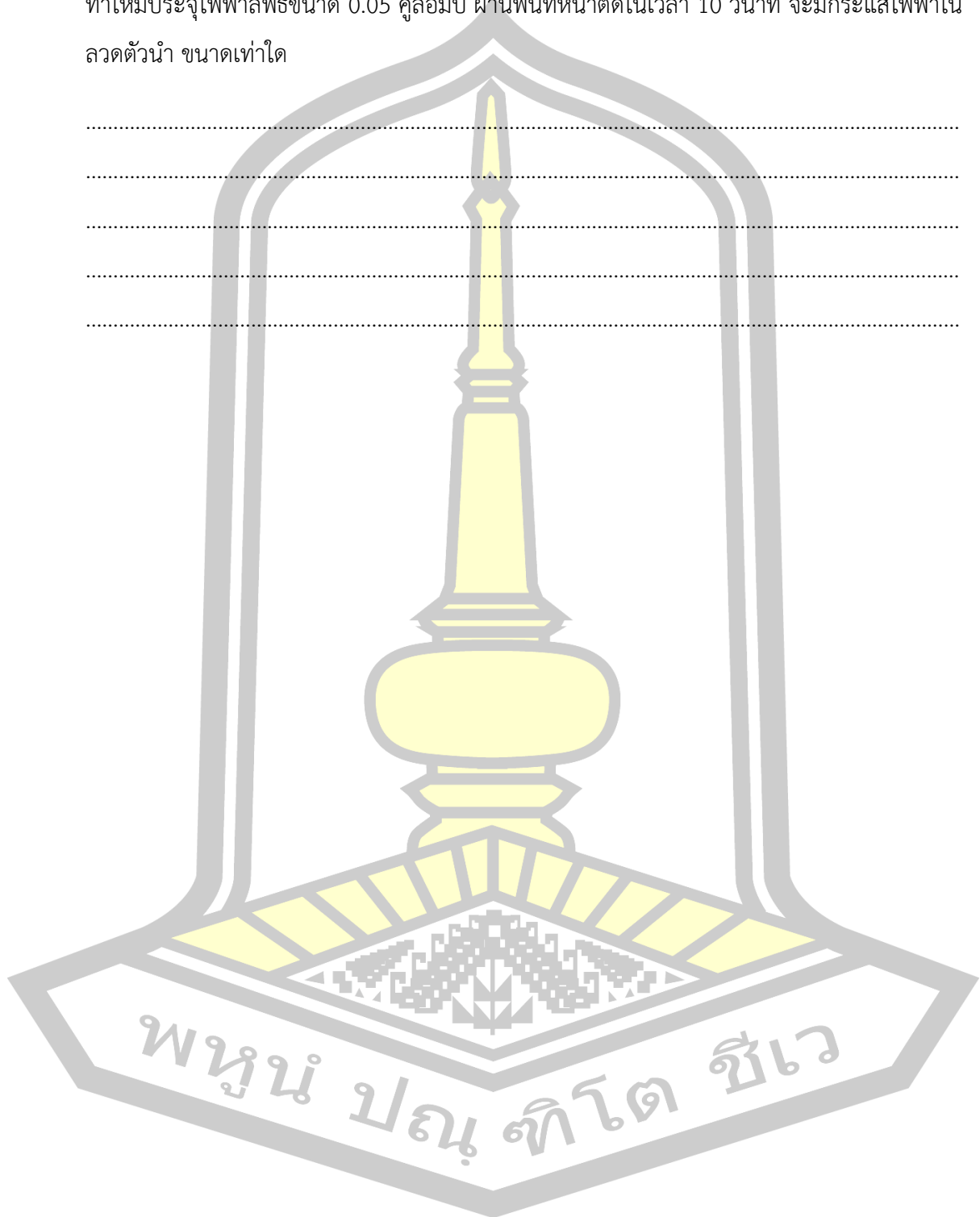
.....

.....

.....

พหุบัน ปณ กิโต ชเว

5. ลวดตัวนำ มีพื้นที่หน้าตัด 3 ตารางมิลลิเมตร ถ้าอิเล็กตรอนอิสระในลวดตัวนำ เคลื่อนที่จนกระทั่ง ทำให้มีประจุไฟฟ้าลัพธ์ขนาด 0.05 coulomb ผ่านพื้นที่หน้าตัดในเวลา 10 วินาที จะมีกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ขนาดเท่าใด



แบบประเมินแบบบันทึกกิจกรรม

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินให้ระดับคะแนนตามเกณฑ์ข้างล่างนี้ตามความเป็นจริงลงในช่องประเมินผล

ตัวชี้วัดในการประเมิน

- 3 คะแนน = เขียนอธิบายความรู้ความเข้าใจได้ครอบคลุม ตรงประเด็น เขียนสื่อ
ความมีรายละเอียดชัดเจน ถูกต้อง
- 2 คะแนน = เขียนอธิบายความรู้ความเข้าใจได้ตรงประเด็น ยังมีรายละเอียดไม่ชัดเจน
- 1 คะแนน = เขียนอธิบายความรู้ความเข้าใจไม่ถูกต้อง
- 0 คะแนน = ไม่เขียนคำตอบ

เกณฑ์ประเมิน

- 13 - 15 คะแนน = ดีมาก
- 10 - 12 คะแนน = ดี
- 7 - 9 คะแนน = ปานกลาง
- 0 - 6 คะแนน = ต้องปรับปรุง

กลุ่มที่	คำถามที่																				คะแนน
	1				2				3				4				5				
	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง ผู้สอนประเมินจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และบันทึกลงในช่องระดับคะแนนตามรายการประเมินดังนี้

เลขที่	ชื่อ-สกุล	คุณลักษณะอันพึงประสงค์									คะแนนรวม	ระดับคะแนน
		ตรงต่อเวลา			ใฝ่เรียนรู้			มีส่วนร่วมใน ห้องเรียน				
		2	1	0	2	1	0	2	1	0		
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												



เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะประสงค์

รายการประเมิน	คำอธิบายคุณภาพ		
	ดีมาก (2 คะแนน)	ปานกลาง (1 คะแนน)	ปรับปรุง (0 คะแนน)
1.การตรงต่อเวลา	เข้าเรียนครบทุกคาบ และมาก่อนเวลาที่ครูสอน	เข้าเรียนครบทุกคาบ	ไม่เข้าเรียน
2.ไม่เรียนรู้	ตอบคำถาม ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนทุกครั้ง	ตอบคำถาม ร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนเมื่อครูบอกเท่านั้น	ไม่สนใจ
3.การมีส่วนร่วมในห้องเรียน	ทำงานที่ได้รับมอบหมาย เป็นอย่างดี ถูกต้อง และไม่คุยกันระหว่างครูสอน	ทำงานที่ได้รับมอบหมาย เป็นแต่ขาดความถูกต้อง	ไม่ทำงานที่ได้รับมอบหมาย

เกณฑ์ประเมิน

ระดับคะแนน	5-6 คะแนน	ให้	ดี
ระดับคะแนน	3-4 คะแนน	ให้	พอใช้
ระดับคะแนน	0-2 คะแนน	ให้	ปรับปรุง

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



ตัวอย่างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วงรอบที่ 1

1. ให้สถานการณ์ปัญหากับนักเรียนดังนี้ “ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ต่อไปนี้ พิสูจน์กฎของโอห์ม”
 1. มัลติมิเตอร์
 2. ตัวต้านทาน 8-15 โอห์ม 1 ตัว
 3. แบตเตอรี่ขนาด 1.5 V 4 ก้อน พร้อมกระเบ 1 ชุด
 4. สายไฟพร้อมปากหนีบ
2. ให้นักเรียนภายในกลุ่มคิดและช่วยกันลงมือแก้ปัญหาภายในเวลาที่กำหนด หลังจากนั้นครูจะให้กระดาษขรุขระ 1 แผ่น และแบบบันทึกกิจกรรม พร้อมคำถาม และให้นักเรียนเขียนคำตอบ วิธีการคิด ลงไปในแบบบันทึก
3. นักเรียนต้องสามารถตั้งสมมติฐาน วางแผนการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
4. นักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติม จากหนังสือเรียนฟิสิกส์เพิ่มเติมเล่ม 4 และใบความรู้เรื่องกฎของโอห์ม
5. นักเรียนควรวางแผนอย่างรอบคอบและวางแผนก่อนทำการปฏิบัติ เพราะอาจเกิด อันตรายจากไฟฟ้าได้ และหลังจากนักเรียนวางแผนเรียบร้อยแล้ว ให้นำไปปรึกษาครู เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และคำแนะนำเพื่อนำมาแก้ไข ในการทดลองเพื่อพิสูจน์กฎของโอห์มต่อไป

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในวงรอบที่ 1 นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความรู้ทางฟิสิกส์และวิธีการคิดที่นักเรียนใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ มี 1 สถานการณ์ปัญหา โดยครอบคลุมกระบวนการความสามารถในการแก้ปัญหาทั้งหมด 5 ขั้นตอน
2. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถามอธิบายให้ชัดเจน
3. กำหนดเวลาในการทำทั้งสิ้น 40 นาที

โจทย์คำถาม

1. จากสถานการณ์ข้างต้นประเด็นปัญหาคืออะไร

.....

.....

.....

2. นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหา มีแนวทางหรือกระบวนการในการแก้ปัญหอย่างไร

.....

.....

.....

3. นักเรียนจะพิสูจน์หาผลลัพธ์ที่ได้โดยวิธีใด

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าถ้านักเรียนเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา ตามที่นักเรียนวางแผนไว้ จะเป็นผลตามทฤษฎีหรือไม่อย่างไร

.....

.....

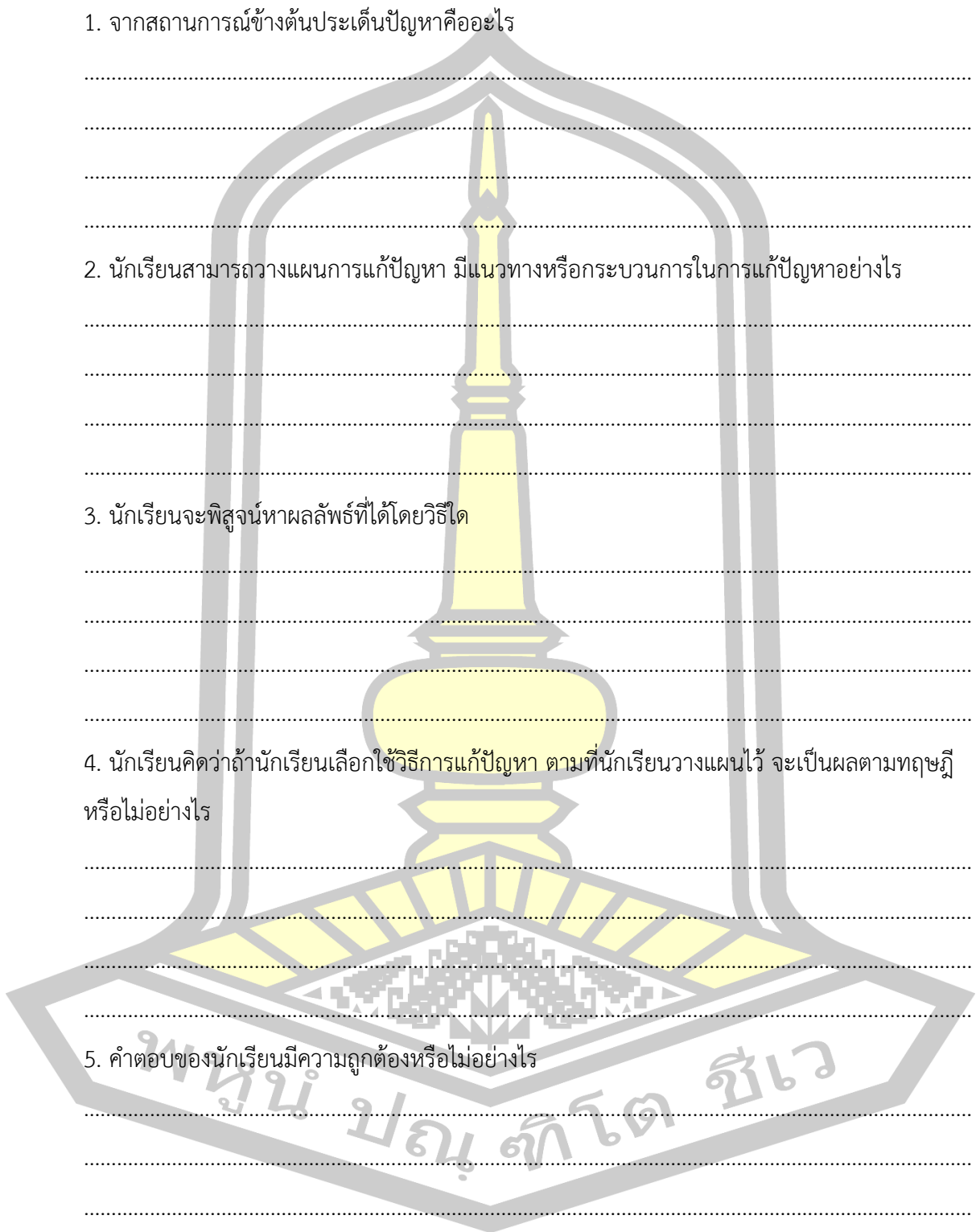
.....

5. คำตอบของนักเรียนมีความถูกต้องหรือไม่อย่างไร

.....

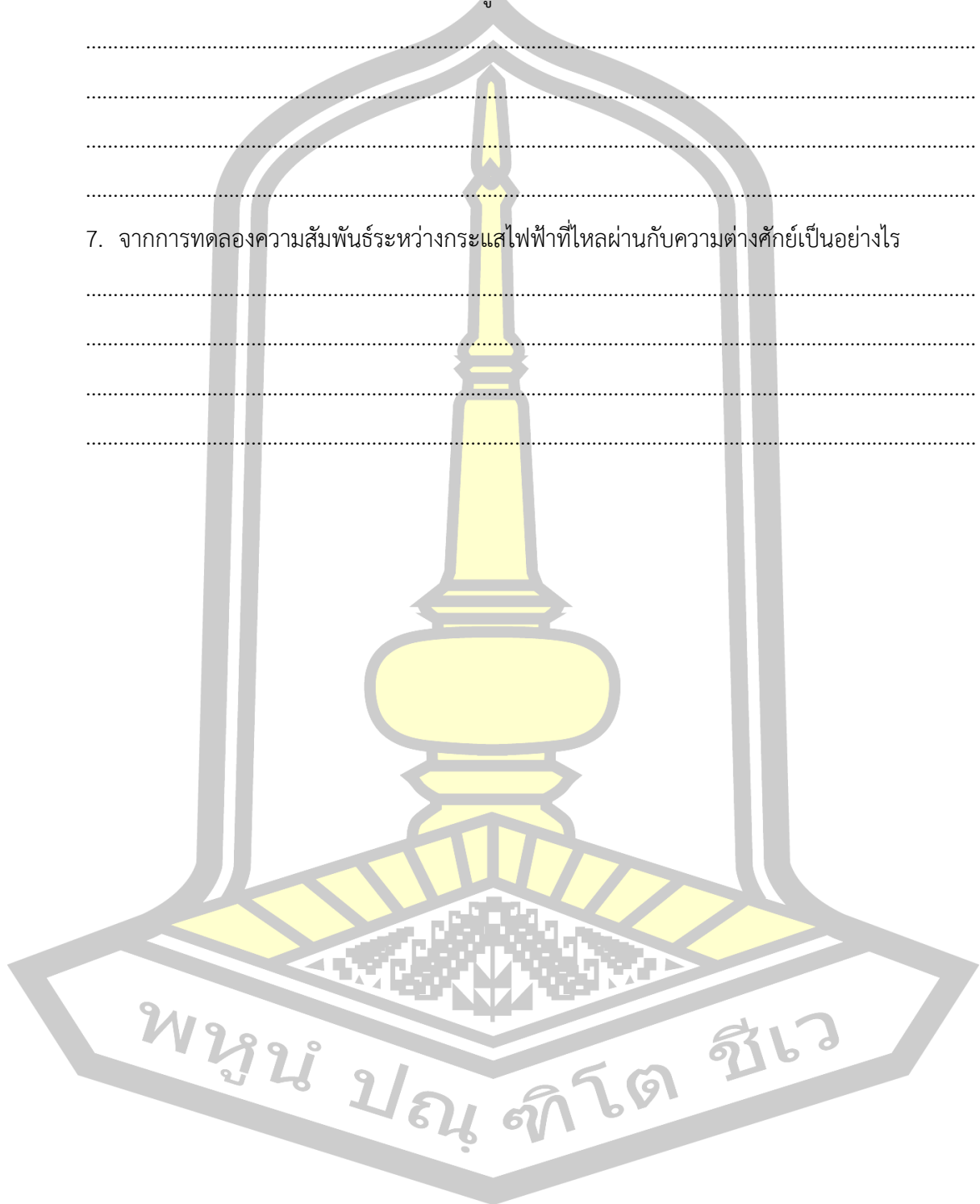
.....

.....



6. นักเรียนมีแนวทางในการประเมินผลความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้อย่างไร

7. จากการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกับความต่างศักย์เป็นอย่างไร

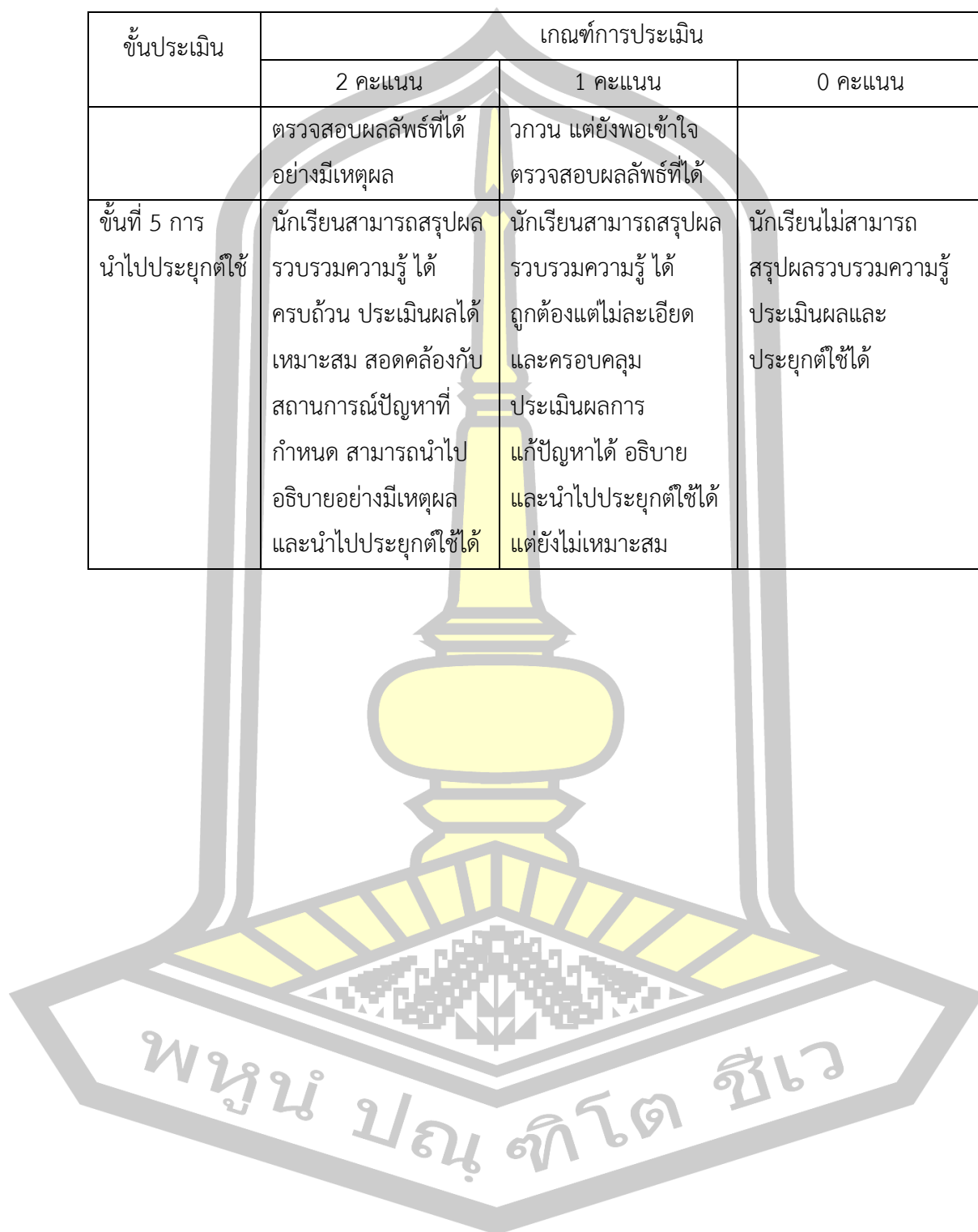


เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา

ชั้นประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ชั้นที่ 1 ชั้นเตรียมการ	นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ค้นพบ จากสถานการณ์ปัญหาที่มีให้ได้ ระบุองค์ประกอบของปัญหาได้ถูกต้อง ชัดเจนและครอบคลุม	นักเรียนสามารถระบุปัญหาที่ค้นพบ จากสถานการณ์ปัญหาที่มีให้ได้ ระบุองค์ประกอบของปัญหาได้ถูกต้อง ใช้ภาษาวกวน แต่ยังไม่เข้าใจ	นักเรียนไม่สามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ และระบุองค์ประกอบของปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
ชั้นที่ 2 ชั้นวิเคราะห์ปัญหา	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ระบุสาเหตุของปัญหา กำหนดขอบเขตความรู้ที่ต้องใช้อย่างชัดเจน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	นักเรียนสามารถวิเคราะห์ ระบุสาเหตุของปัญหา กำหนดขอบเขตความรู้ที่ต้องใช้ ใช้ภาษาวกวน แต่ยังไม่เข้าใจ	นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ ระบุสาเหตุของปัญหา จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้
ชั้นที่ 3 ชั้นเสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม วางแผนการทำงานได้ครบถ้วน เพื่อนำไปแก้ปัญหา ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหาได้	นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้ไม่ชัดเจน วางแผนการทำงาน เพื่อนำไปแก้ปัญหา ได้ไม่ครอบคลุม	นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้ไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ให้มา
ชั้นที่ 4 การตรวจสอบผล	นักเรียนบันทึกผลข้อมูลจากการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ชัดเจน ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	นักเรียนบันทึกผลข้อมูลตรวจสอบความถูกต้องจากการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา	นักเรียนไม่สามารถบันทึกผล และตรวจสอบข้อมูลจากการแก้ปัญหาได้

เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา (ต่อ)

ชั้นประเมิน	เกณฑ์การประเมิน		
	2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
	ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ อย่างมีเหตุผล	วกวน แต่ยังพอเข้าใจ ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้	
ขั้นที่ 5 การ นำไปประยุกต์ใช้	นักเรียนสามารถสรุปผล รวบรวมความรู้ ได้ ครบถ้วน ประเมินผลได้ เหมาะสม สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ กำหนด สามารถนำไป อธิบายอย่างมีเหตุผล และนำไปประยุกต์ใช้ได้	นักเรียนสามารถสรุปผล รวบรวมความรู้ ได้ ถูกต้องแต่ไม่ละเอียด และครอบคลุม ประเมินผลการ แก้ปัญหาได้ อธิบาย และนำไปประยุกต์ใช้ได้ แต่ยังไม่เหมาะสม	นักเรียนไม่สามารถ สรุปผลรวบรวมความรู้ ประเมินผลและ ประยุกต์ใช้ได้



เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน

ด้านการแก้ปัญหา	ข้อบ่งชี้การประเมิน	ระดับคะแนนและพฤติกรรมบ่งชี้การแก้ปัญหา		
		2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านที่ 1 เตรียมการ	ระบุปัญหาที่ค้นพบ	ระบุปัญหาได้ถูกต้องตรงกับสถานการณ์ปัญหา	ระบุปัญหาได้แต่ยังไม่ครอบคลุม ตรงประเด็น	ไม่สามารถระบุปัญหาได้
ด้านที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา	ระบุองค์ประกอบของปัญหา	ระบุองค์ประกอบของปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน	ระบุองค์ประกอบของปัญหาได้แต่คลาดเคลื่อนเล็กน้อย	ไม่สามารถระบุองค์ประกอบของปัญหาได้
	วิเคราะห์สาเหตุสำคัญของปัญหา	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ครอบคลุมใช้ภาษาเข้าใจง่าย	วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้ไม่ครอบคลุมใช้ภาษากวน แต่ยังไม่พอเข้าใจ	ไม่สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา
ด้านที่ 3 เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม	นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสมมาใช้เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน ใช้ภาษาเข้าใจง่าย	นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการหรือขั้นตอนที่เหมาะสม มาใช้เพื่อแก้ปัญหาได้ใช้ภาษากวน แต่ยังไม่พอเข้าใจ	นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการหรือขั้นตอนเพื่อนำมาแก้ปัญหาได้
	ออกแบบแนวทางวิธีการเพื่อแก้ปัญหา	ออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม วางแผนการทำงานได้ครบถ้วน เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา	ออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้ วางแผนการทำงานได้ไม่ครอบคลุมสถานการณ์ปัญหา	ไม่สามารถออกแบบวิธีการการแก้ปัญหาได้

เกณฑ์การประเมินแบบสังเกตพฤติกรรมกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน (ต่อ)

ด้านการ แก้ปัญหา	ข้อบ่งชี้การ ประเมิน	ระดับคะแนนและพฤติกรรมบ่งชี้การแก้ปัญหา		
		2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
ด้านที่ 4 ตรวจสอบผล	ตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้	ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ จากการแก้ปัญหาได้ อย่างมีเหตุผล ถูกต้อง และชัดเจน	ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ จากการแก้ปัญหาได้แต่ ยังไม่ครอบคลุม	ไม่สามารถ ตรวจสอบ ผลลัพธ์ที่ได้ จากการ แก้ปัญหาได้
	ประเมินผล การแก้ปัญหา	ประเมินผลการ แก้ปัญหา ระบุ จุดบกพร่อง ข้อดี หรือข้อเสียจากการ แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ได้	ประเมินผลการ แก้ปัญหา ระบุ จุดบกพร่อง ข้อดี หรือ ข้อเสียจากการ แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ได้แต่ยังไม่ ชัดเจน	ไม่สามารถ ประเมินผล การแก้ปัญหา ได้
	ค้นหา แนวทางการ ปรับปรุง	ค้นพบวิธีการที่ เหมาะสม เพื่อนำมา แก้ไขจุดบกพร่องใน การแก้ปัญหาได้ ครอบคลุม	ค้นพบวิธีการที่ เหมาะสม เพื่อนำมา แก้ไขจุดบกพร่องใน การแก้ปัญหาได้ ครอบคลุม แต่ยังไม่ ตรงประเด็น	ไม่สามารถ ค้นหาแนว ทางการ ปรับปรุง
ด้านที่ 5 การนำความรู้ ไปประยุกต์ใช้	การนำ ประยุกต์ใช้	นำไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างเหมาะสม ถูกต้อง	นำไปประยุกต์ใช้ได้แต่ ยังไม่ชัดเจน	ไม่สามารถ นำไป ประยุกต์ใช้ได้

ตัวอย่าง แบบสัมภาษณ์การแก้ปัญหาของผู้เรียน วงรอบที่ 1

ชื่อผู้เรียน.....ชั้น.....

วันที่..... การสัมภาษณ์ครั้งที่

แนวทางการสัมภาษณ์ผู้เรียน

1. แบบสัมภาษณ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารายละเอียดวิธีคิด ด้านความรู้และวิธีการที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งจะนำมาพิจารณาวิเคราะห์หาจุดที่นักเรียนยังแก้ปัญหาไม่ได้
2. เป็นการสัมภาษณ์เดี่ยว โดยคัดเลือกผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 หลังการประเมินท้ายวงรอบ



การสัมภาษณ์ผู้เรียนด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา	ประเด็นคำถาม
ด้านที่ 1 ด้านการระบุปัญหา	ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาขึ้นมาแล้วถามผู้เรียนว่า ปัญหาในสถานการณ์ปัญหานี้ มีอะไรบ้าง อย่างไร ให้ผู้เรียนอธิบาย
ด้านที่ 2 ด้านการวิเคราะห์ปัญหา	ผู้วิจัยถามผู้เรียนว่า <ul style="list-style-type: none"> - สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น เพราะอะไร - ผู้เรียนคิดว่ามีทฤษฎี หรือวิธีการใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหานี้
ด้านที่ 3 ด้านการลงมือแก้ปัญหา	ผู้วิจัยถามผู้เรียนว่า <ul style="list-style-type: none"> - วิธีการที่ผู้เรียนเลือกนำมาแก้ปัญหา เพราะเหตุใดผู้เรียนจึงเลือกใช้วิธีการนี้ - ผู้เรียนคิดว่าการวางแผนการทำงาน ร่วมกันกับเพื่อน เกิดผลดี หรือเสียอย่างไรบ้าง - ผู้เรียนคิดว่าจุดบกพร่องใดที่ผู้เรียน มีมากที่สุด
ด้านที่ 4 ด้านการตรวจสอบ	ผู้วิจัยถามผู้เรียนว่า <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนคิดว่าจะทดสอบผลจากการแก้ปัญหาได้จากวิธีการใดบ้าง - ผู้เรียนจะเลือกตรวจสอบความถูกต้องจากการแก้ปัญหาได้โดยวิธีใดก่อนเป็นอันดับแรก - ผู้เรียนคิดว่าการบันทึกผลข้อมูลอย่างไรที่จะช่วยรวบรวมผลได้รวดเร็วที่สุด - ปัญหาและอุปสรรคในระหว่างการแก้ปัญหาที่นักเรียนพบเจอส่วนใหญ่เป็นอะไรบ้าง
ด้านที่ 5 ด้านการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้	ผู้วิจัยถามผู้เรียนว่า <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนสามารถนำวิธีการที่ผู้เรียนเลือกใช้ไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาแบบใดได้บ้าง เพราะเหตุใดผู้เรียน จึงคิดว่าวิธีการนี้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนเลือกมา

ภาคผนวก ค

แบบประเมินความสอดคล้อง ความเหมาะสมและผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ



ตารางที่ 18 ผลเฉลี่ยของการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 1

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
1. สารการเรียนรู้			
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	3.8	4.2
1.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.8	4.6	4.6
2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.6	4.2	4.2
2.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	4.4	5
3. เนื้อหา			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4.4
3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.2	4.8	4.2
3.3 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	4	4.2	4.8
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4	5	4.6
4.2 กิจกรรมของแผนสร้างความสนใจได้ดี	4.6	3.8	5
4.3 เวลาในการลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.4	4.4	4
4.4 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	5	4.6	4.2
5. ด้านสื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.2	5	4.6
5.2 สื่อนวัตกรรมดึงดูดความสนใจ	3.8	4.4	4.8
6. ด้านการวัดและประเมินผล			
6.1 สามารถกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4.8	5
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.6	4.6	3.8
ค่าเฉลี่ยรวม	4.48	4.50	4.49

ตารางที่ 19 ผลเฉลี่ยของการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 2

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	แผนที่ 4
1. สารการเรียนรู้				
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.4	4.6	4.8	4.2
1.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	5	5	4.6	4.6
2. จุดประสงค์การเรียนรู้				
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.6	4.8	4.6	4.8
2.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4	4.2	4.2	4
3. เนื้อหา				
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4.2	4.6	3.8
3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.4	4.8	5	4.4
3.3 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	4.8	4.8	4	4.4
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4.6	5	4.4	4.6
4.2 กิจกรรมของแผนสร้างความสนใจได้ดี	3.8	4.8	5	5
4.3 เวลาในการลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5	3.8	4	4.6
4.4 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	4.2	4.2	4.4	4.8
5. ด้านสื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้				
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	3.8	4.2	4
5.2 สื่อนวัตกรรมดึงดูดความสนใจ	4.4	4.6	4.8	4.6
6. ด้านการวัดและประเมินผล				
6.1 สามารถกับกิจกรรมการเรียน	4.6	4.8	4.6	5
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.6	3.8	4.8	4.4
ค่าเฉลี่ยรวม	4.56	4.48	4.53	4.48

ตารางที่ 20 ผลเฉลี่ยของการประเมินของผู้เชี่ยวชาญแผนการจัดการเรียนรู้ วงรอบที่ 3

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3
1. สารการเรียนรู้			
1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.2	4.2	4.6
1.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	4.4	4.8	4.2
2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.8	4.6	4.8
2.2 เหมาะสมกับวัยของนักเรียน	3.8	4.6	5
3. เนื้อหา			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4	4.6
3.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.2	5	4.2
3.3 มีประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน	4.8	3.8	4.6
4. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
4.1 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	3.8	4.4	3.8
4.2 กิจกรรมของแผนสร้างความสนใจได้ดี	4.6	5	4.2
4.3 เวลาในการลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4	4.2	4.8
4.4 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง	3.8	4	4.4
5. ด้านสื่อที่ใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.8	4.4	4.2
5.2 สื่อนวัตกรรมดึงดูดความสนใจ	4.2	4.6	4.8
6. ด้านการวัดและประเมินผล			
6.1 สามารถกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.4	4	4.8
6.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์	4.6	4.2	4.6
ค่าเฉลี่ยรวม	4.33	4.39	4.50

ตารางที่ 21 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องกฎของโอห์มและความต้านทาน วงรอบที่ 1 จำนวน 7 ข้อ

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความยาก (P)	ผลการวิเคราะห์
1	0.62	0.42	มีคุณภาพ
2	0.69	0.53	มีคุณภาพ
3	0.64	0.52	มีคุณภาพ
4	0.58	0.36	มีคุณภาพ
5	0.50	0.51	มีคุณภาพ
6	0.64	0.42	มีคุณภาพ
7	0.66	0.53	มีคุณภาพ

ในการพิจารณา ค่าอำนาจจำแนกที่ดีต้องอยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 และค่าความยากที่ดีอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ซึ่งข้อสอบทั้ง 7 ข้ออยู่ในเกณฑ์ที่สามารถจำแนกได้ดีขึ้นไปทุกข้อ โดยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในวงรอบที่ 1 นี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80

ตารางที่ 22 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบสัมภาษณ์ผู้เรียน

รายการ	คะแนนความเห็นผู้เชี่ยวชาญหัดชั้น					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	ความสอดคล้อง							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของประเด็นคำถามกับขั้นของความสามารถในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
2. ความเหมาะสมของคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
3. ความเหมาะสมด้านรูปแบบบันทึกการสัมภาษณ์	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ 23 ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา วงรอบที่ 1

รายการ	คะแนนความเห็นผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	ดัชนีความสอดคล้อง							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมด้านข้อสอบข้อเขียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2. ความเหมาะสมของคำถามที่ใช้ในแบบวัด	+1	+1	+1	+1	0	4	0.8	ใช้ได้
3. ความเหมาะสมของสถานการณ์ปัญหา	+1	+1	+1	0	+1	4	0.8	ใช้ได้
4. ความเหมาะสมด้านเวลา	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
5. ความเหมาะสมด้านเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้

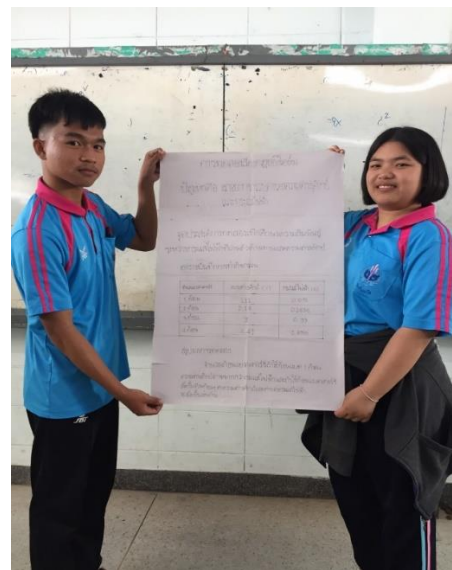
ตารางที่ 24 ผลการประเมินความเหมาะสมแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน

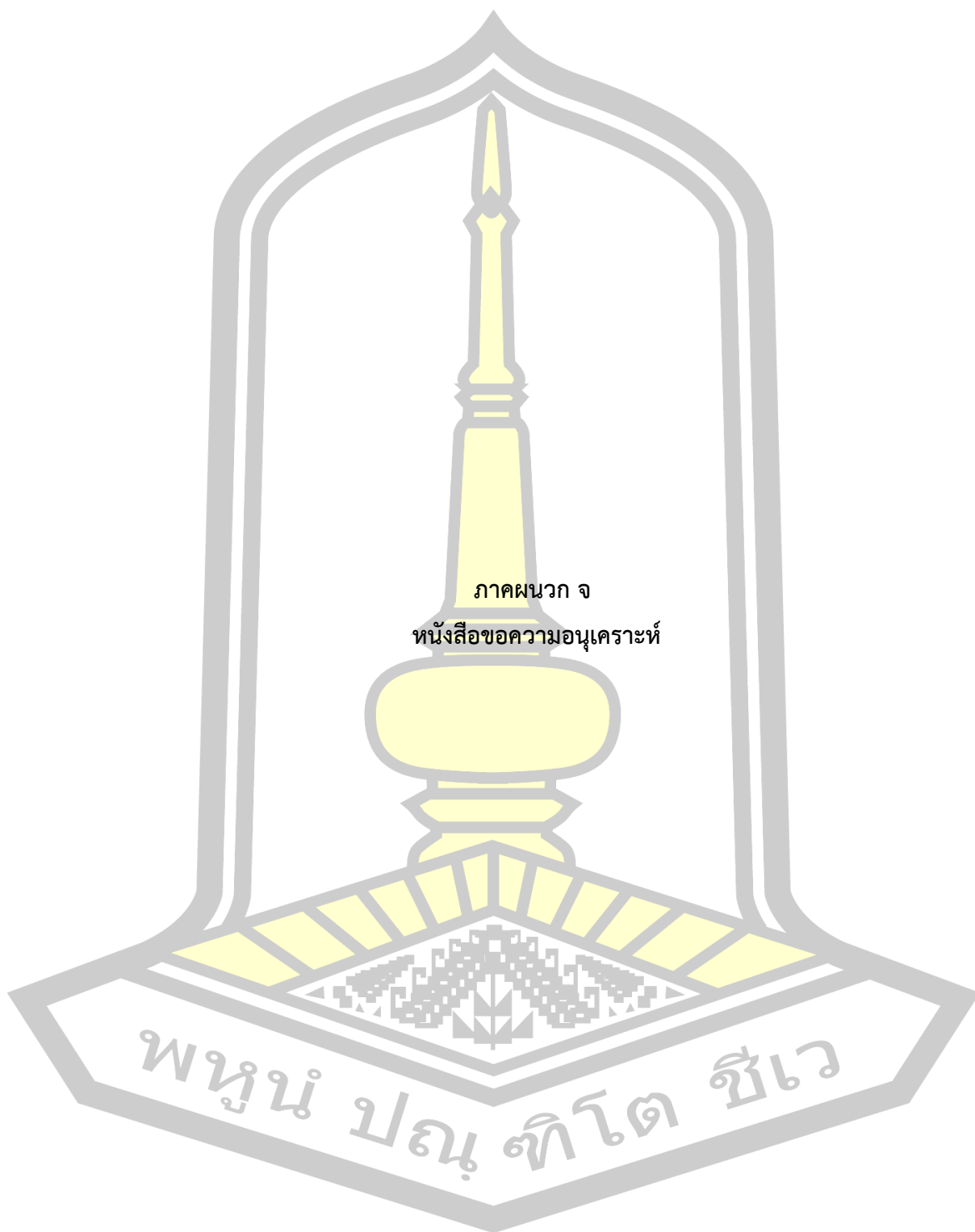
รายการ	คะแนนความเห็นผู้เชี่ยวชาญระดับนี้					รวม	ค่าเฉลี่ย	ผลการวิเคราะห์
	ความสอดคล้อง							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1. ความเหมาะสมของพฤติกรรมที่จะสังเกตผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
2. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน ด้านที่ 1 ระบุปัญหา	+1	0	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
3. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน ด้านที่ 2 ด้านการวิเคราะห์ปัญหา	+1	+1	0	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
4. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน ด้านที่ 3 เสนอแนวทางในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
5. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน ด้านที่ 4 การตรวจสอบผล	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
6. ความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมิน ด้านที่ 5 การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
7. ความเหมาะสมด้านรูปแบบของแบบสังเกตพฤติกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้

ภาคผนวก ง
ภาพกิจกรรมนักเรียน









ภาคผนวก จ
หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุบัน ปณ ทิโต ชีเว



ที่ อว 0605.5(2)/ว162

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายไพรัตน์ น้อยนนท์

ด้วย นางสาวน้ำฝน ปานเนาวัล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0938910065

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2) / วันที่ 28 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอรารวรรณ

ด้วย นางสาวน้ำฝน ปานเนาวัล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บุญ ภิไธย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2) / วันที่ 16 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. ฤทธิไกร ไชยงาม

ด้วย นางสาวน้ำฝน ปานเนาว์ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว185 วันที่ 20 มกราคม 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี วงษ์สะพาน

ด้วย นางสาวน้ำฝน ปานเนา นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์





ที่ อว 0605.5(2)/ว162

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

16 มกราคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายกรีช อุทาภักดิ์

ด้วย นางสาวน้ำฝน ปานเนาวัล นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และ
คณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์เรื่อง การพัฒนา
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตร กศ.ม. การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.
อุฤทธิ์ เจริญอินทร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และ
มีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ
ที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า
คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0938910065

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	น้ำฝน ปานเนาว์
วันเกิด	2 พฤศจิกายน 2539
สถานที่เกิด	อำเภอโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 72 หมู่ 5 ตำบลนาแพง อำเภอโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น รหัสไปรษณีย์ 40160
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2553 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมศึกษา อำเภอมัธยาศิรี จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2556 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนมัธยมศึกษา อำเภอมัธยาศิรี จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2556 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ.2563 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการสอน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ่ ปณุ่ ทีโตะ ชีเว