



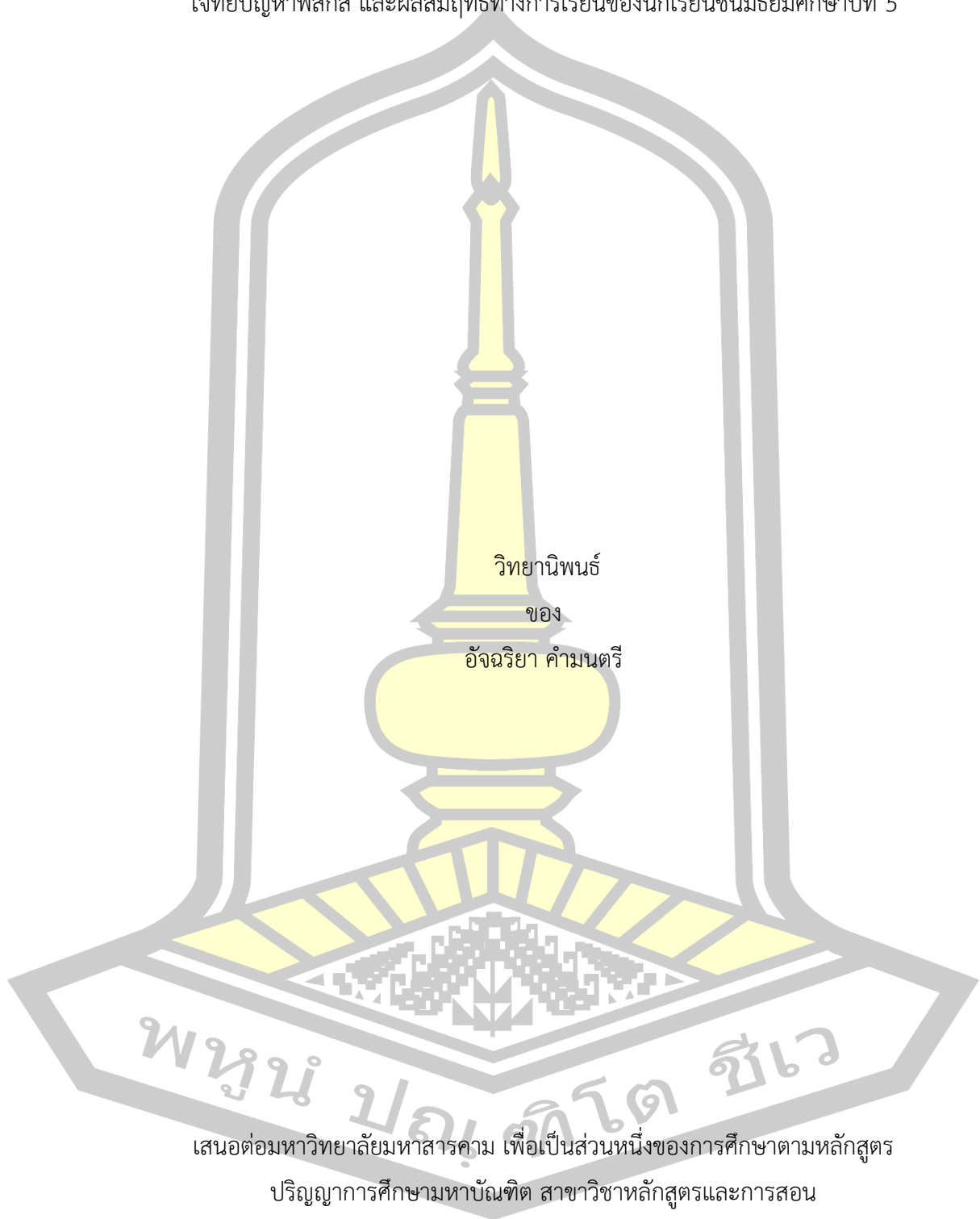
การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วิทยานิพนธ์
ของ
อัจฉริยา คำมนตรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
กรกฎาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

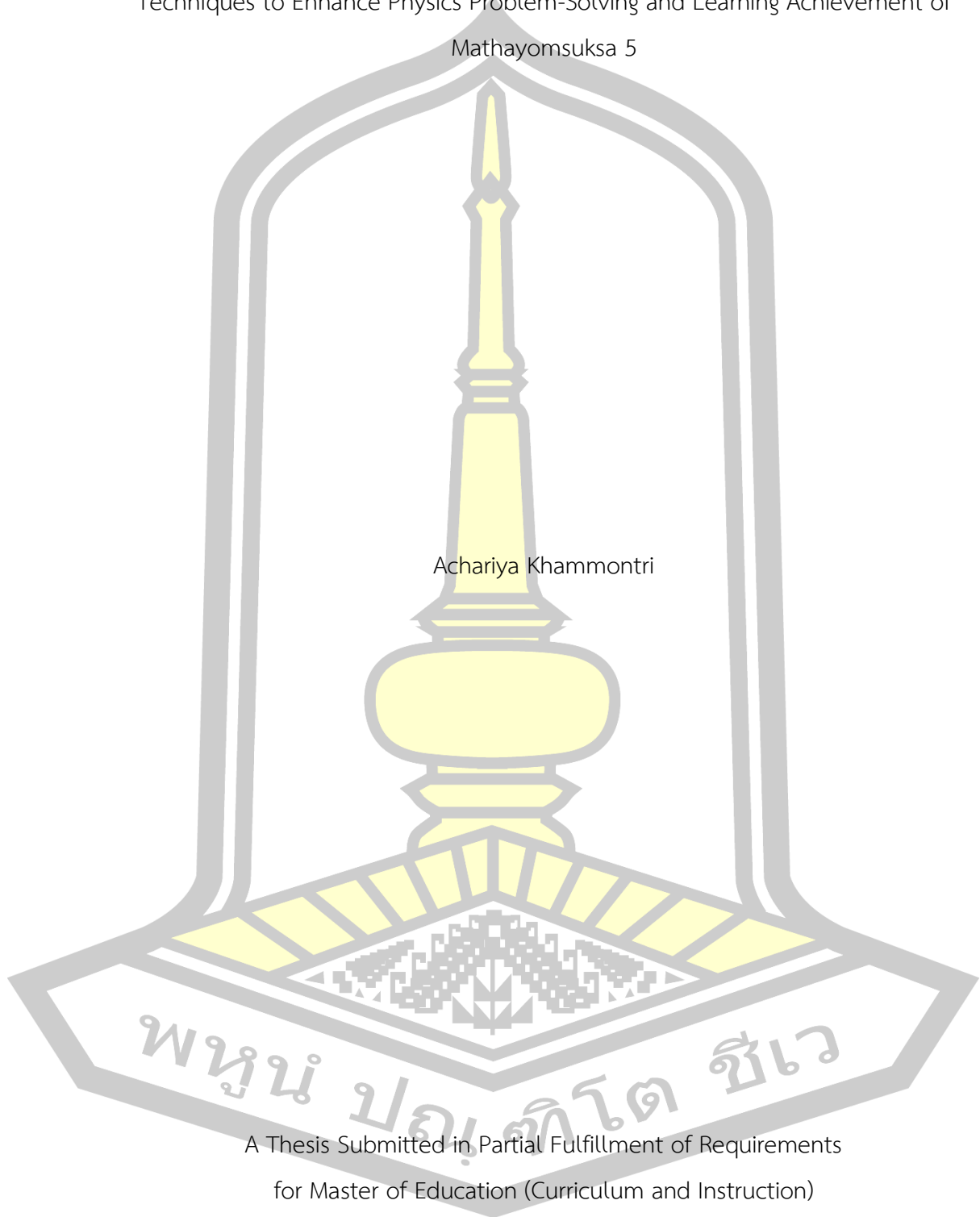


เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

กรกฎาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Instructing Problem-Based Learning with Learning Graphic Organizer
Techniques to Enhance Physics Problem-Solving and Learning Achievement of
Mathayomsuksa 5



Achariya Khammontri

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Master of Education (Curriculum and Instruction)

July 2021

Copyright of Maharakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวอัจฉริยา คำมนตรี
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา
หลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. กัญญารัตน์ โคอจร)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. ภมรพรรณ ยูระยาตร์)

กรรมการ

(ผศ. ดร. วราพร เอราวรรณ)

กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

(ผศ. ดร. เนตรชนก จันทร์สว่าง)

มหาวิทยาลัยขอนแก่นให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(รศ. ดร. พชรวิทย์ จันทร์ศิริสิริ)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัย อัจฉริยา คำมนตรี

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภมรพรรณ ยุระยาตร์

ปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต **สาขาวิชา** หลักสูตรและการสอน

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ความมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่ 2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 24 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แบบสังเกตการจัดการเรียนการสอนของครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) 2) แบบสัมภาษณ์ แบบกึ่งโครงสร้าง 3) แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เรื่อง ไฟฟ้ากระแส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 4) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นแบบอัตนัย 5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เป็นแบบปรนัย สถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก รายวิชาฟิสิกส์(เพิ่มเติม) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.74/75.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้น

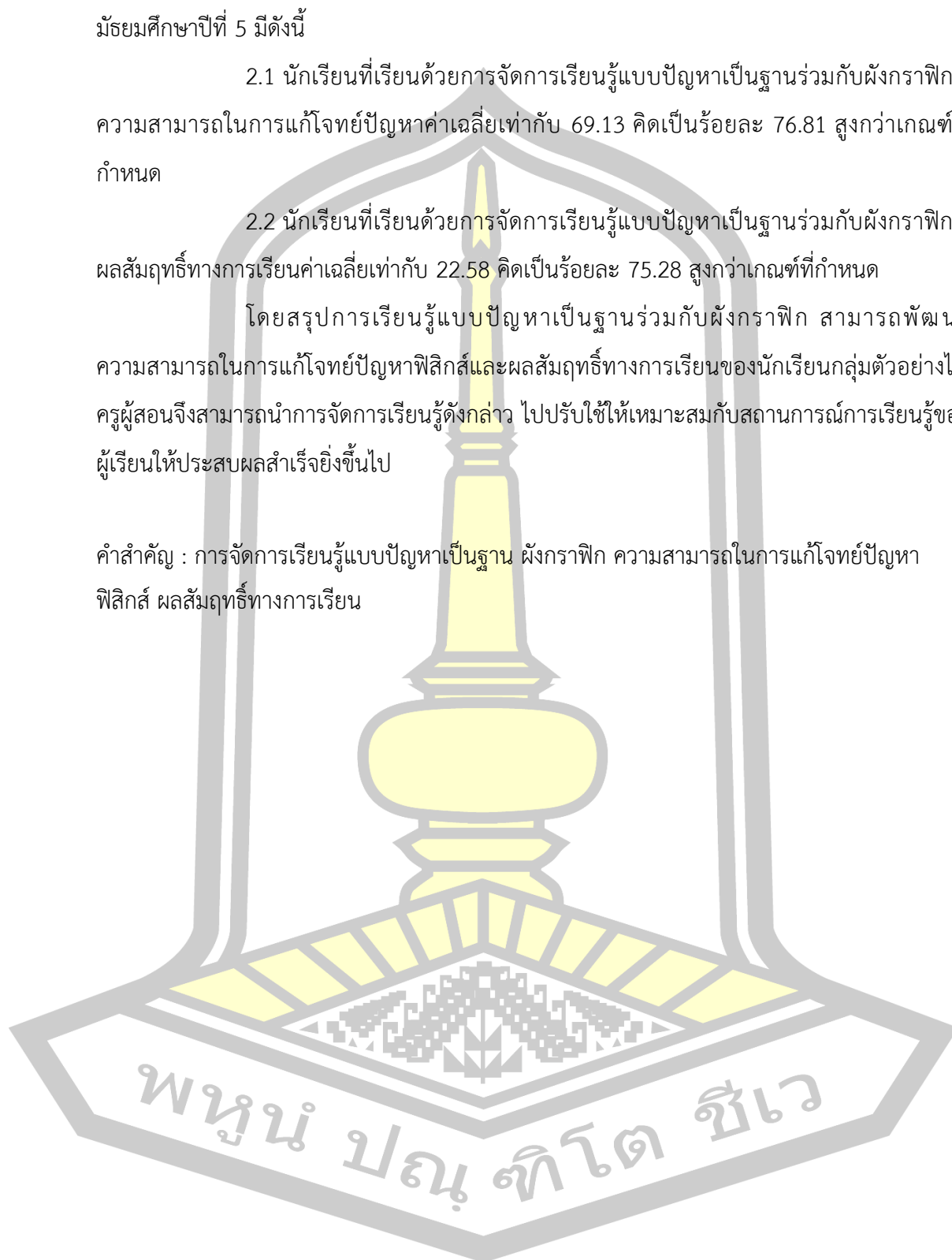
มัธยมศึกษาปีที่ 5 มีดังนี้

2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.13 คิดเป็นร้อยละ 76.81 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คิดเป็นร้อยละ 75.28 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

โดยสรุปการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ ครูผู้สอนจึงสามารถนำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จยิ่งขึ้นไป

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ผังกราฟิก ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



TITLE	Development of Instructing Problem-Based Learning with Learning Graphic Organizer Techniques to Enhance Physics Problem-Solving and Learning Achievement of Mathayomsuksa 5		
AUTHOR	Achariya Khammontri		
ADVISORS	Assistant Professor Phamornpun Yurayat		
DEGREE	Master of Education	MAJOR	Curriculum and Instruction
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2021

ABSTRACT

The purposes of this research were 1) To develop learning management by using problem-based learning with graphic organizer techniques of Matthayomsuksa 5, in order to be consistent with the efficiency criteria 70/70. 2) To study the effect of problem-based learning with graphic organizer techniques of Matthayomsuksa 5 students. 2.1 Compare the effect of Physics Problem-Solving ability after study of students instructed by problem-based learning with graphic organizer techniques and to pass the criteria 70 percent. 2.2 Compare the effect of learning achievement after study of students instructed by problem-based learning with graphic organizer techniques and to pass the criteria 70 percent. The sample used in this study consisted of 1 classroom of Matthayomsuksa 5, 24 students at Mahachapitayakhan School, Mueang District, Maharakham Province, in the second semester of the academic year of 2020, obtained using Purposive sampling. The instrument used in this study were 1) Observation form for teaching and learning management of Physics teacher. 2) Semi-structured interview. 3) Learning management by using problem-based learning with graphic organizer techniques. 4) Ability in physics problem-solving test. 5) Achievement test. The statistic used for analyzing data were Percentage, Mean and Standard Deviation.

The results of the study were as follow :

1. Learning management by using problem-based learning with graphic organizer techniques that were including 6 steps : Determine the problem, Understand the problem, Research, Knowledge Synthesis, Summarize and evaluate the value of the answer and Presentation and evaluation. The efficiency of the plan for learning management by using problem-based learning with graphic organizer techniques were 77.74/75.28

2. The effect of problem-based learning with graphic organizer techniques of Matthayomsuksa 5 students.

2.1 The students learning management by using problem-based learning with graphic organizer techniques had physics problem-solving ability after the study showed that there was an average score of 69.13 or 76.81 as a percentage, which was higher than the criterion.

2.2 The students learning management by using problem-based learning with graphic organizer techniques had an achievement test after the study showed that there was an average score of 22.58 or 75.28 as a percentage, which was higher than the criterion.

In conclusion, learning management by using problem-based learning with graphic organizer techniques has shown effectiveness and has influenced to develop ability in physics problem-solving and achievement test of target group. Therefore, the teacher can use this learning by applying in a suitable situation.

Keyword : problem-based learning graphic organizer techniques physics problem-solving achievement test

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัญญารัตน์ โคนจร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราพร เอราวรรณ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำตลอดจนช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวรดา พลเยี่ยม และ คุณครูบรรจบ สายสมบัติ ที่กรุณาเสียสละเวลา เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ไขปรับปรุงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการ และ คณะครูโรงเรียนมหาชัยพิทยาคารทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยจนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ สมาชิกในครอบครัวทุกคน และเพื่อนร่วมสาขาวิชา ที่คอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

อัจฉริยา คำมนตรี

พูน ปณ ทิโต ชีเว

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ฌ
บัญชีตาราง.....	ฉ
บัญชีภาพประกอบ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	5
ความสำคัญของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	10
ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์.....	18
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	28
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	36
ผังกราฟิก.....	48
ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน.....	72
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	77
1. งานวิจัยในประเทศ.....	77

2. งานวิจัยต่างประเทศ	82
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	85
1. กลุ่มเป้าหมาย	85
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	85
3. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	85
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	103
5. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	104
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	104
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล	108
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	108
ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	108
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	109
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	113
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	113
สรุปผล	113
อภิปรายผล.....	114
ข้อเสนอแนะ.....	117
บรรณานุกรม.....	119
ภาคผนวก.....	127
ภาคผนวก ก ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	128
ภาคผนวก ข ผลการประเมินเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ.....	153
ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์.....	174
ประวัติผู้เขียน	182

บัญชีตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 สรุปลขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก	69
ตารางที่ 2 การวิเคราะห์หน่วยที่ (14) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส	91
ตารางที่ 3 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา	97
ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องย่อยประจำหน่วย ผลการเรียนรู้ ความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	99
ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ผลงานนักเรียนงานกลุ่มกับงานเดี่ยว และทดสอบย่อยหลังแผนบางแผน หลังเรียนด้วยด้วยแผนการ จัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก.....	109
ตารางที่ 6 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลัง เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก.....	111
ตารางที่ 7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยแผนการ จัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก.....	112
ตารางที่ 8 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของชั้นการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับผังกราฟิกของผู้เชี่ยวชาญ	160
ตารางที่ 9 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับผังกราฟิกของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน	161
ตารางที่ 10 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน	163
ตารางที่ 11 วิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส.....	164
ตารางที่ 12 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัด ความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์	167
ตารางที่ 13 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ	167

ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของคะแนนพฤติกรรม ผลงานระหว่างเรียน และทดสอบย่อยบางแผน หลังเรียนด้วยด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก 169

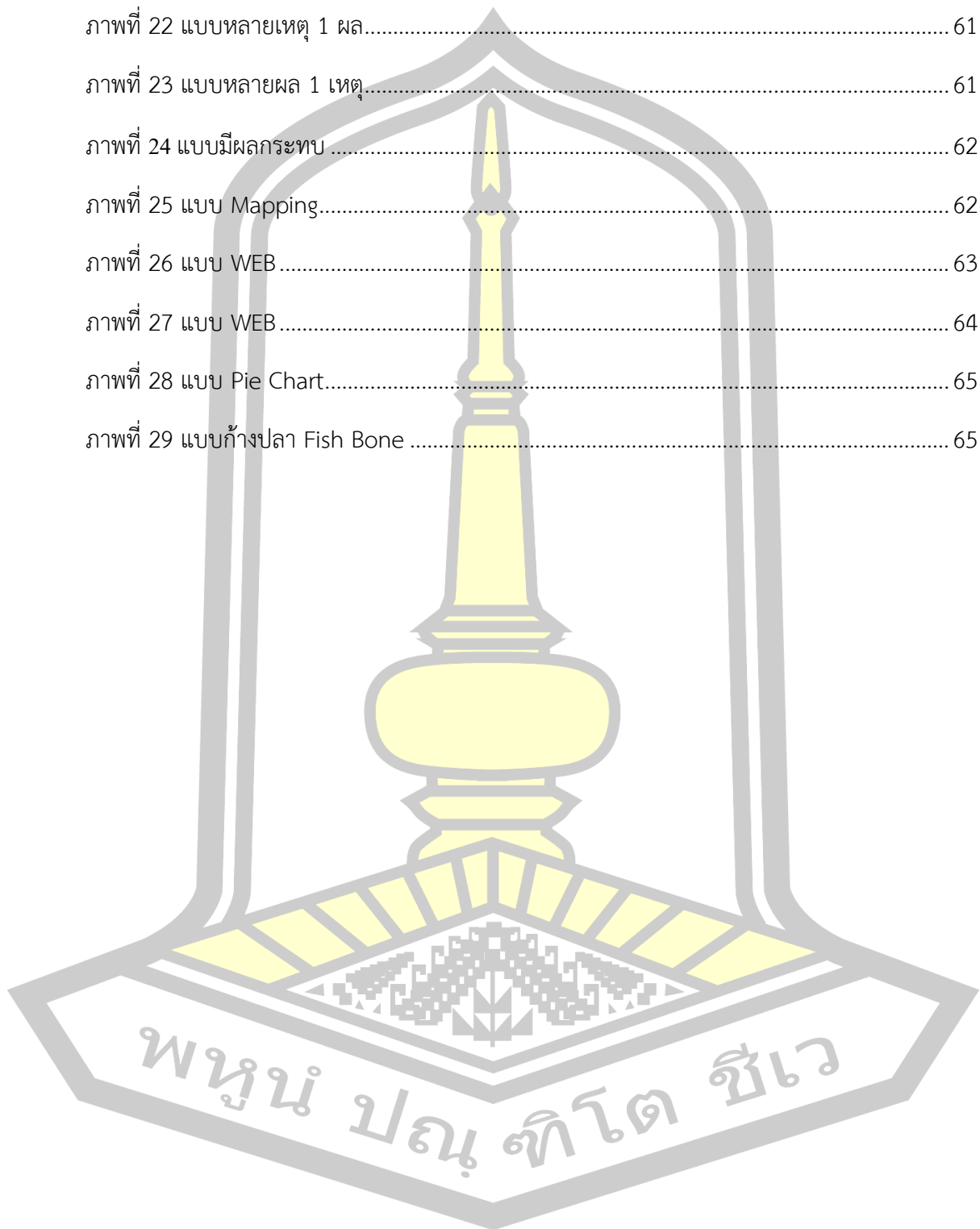
ตารางที่ 15 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของคะแนนพฤติกรรม ผลงานระหว่างเรียน ทดสอบย่อยบางแผน และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก 171



บัญชีภาพประกอบ

	หน้า
ภาพที่ 1 ตัวอย่างผังความคิดเครื่องการใช้ MIND MAP	52
ภาพที่ 2 รูปทรงเรขาคณิตที่ใช้ในผังความคิด	53
ภาพที่ 3 ลักษณะของเส้นที่ใช้ในผังความคิด	53
ภาพที่ 4 ผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์	54
ภาพที่ 5 ผังแมงมุมเรื่องการวัด	54
ภาพที่ 6 ผังลำดับขั้นตอนการสอนแบบจุลภาค	54
ภาพที่ 7 ตัวอย่างผังก้างปลาหาสาเหตุของการประพตติผิดระเบียบวินัยของนักเรียน	55
ภาพที่ 8 ผังแสดงกระบวนการวางแผนการสอนของแจกการ์ด	55
ภาพที่ 9 ผังแสดงความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ 3 ด้าน ของแบรี่และคิง	56
ภาพที่ 10 ผังแสดงเวลาที่ผู้เรียนใช้จริงเพื่อการเรียนรู้ (Academic Learning Time) ของแบรี่ และคิง	56
ภาพที่ 11 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี ของโกวิน	57
ภาพที่ 12 ผังพล็อตไดอะแกรม (Plot Diagram)	57
ภาพที่ 13 แบบ the fame	58
ภาพที่ 14 แบบเรียงลำดับเหตุการณ์และเวลา	58
ภาพที่ 15 แบบเรียงลำดับเหตุการณ์/เวลา	58
ภาพที่ 16 แบบวงจร	59
ภาพที่ 17 แบบ Venn Diagram	59
ภาพที่ 18 แบบตาราง	59
ภาพที่ 19 แบบ The 5 Ws	60
ภาพที่ 20 แบบก้างปลา	60

ภาพที่ 21 แบบ 1 เหตุ 1 ผล.....	61
ภาพที่ 22 แบบหลายเหตุ 1 ผล.....	61
ภาพที่ 23 แบบหลายผล 1 เหตุ.....	61
ภาพที่ 24 แบบมีผลกระทบ.....	62
ภาพที่ 25 แบบ Mapping.....	62
ภาพที่ 26 แบบ WEB.....	63
ภาพที่ 27 แบบ WEB.....	64
ภาพที่ 28 แบบ Pie Chart.....	65
ภาพที่ 29 แบบก้างปลา Fish Bone.....	65



บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบการคิดอย่างเป็นเหตุผลเป็นผล การคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ ให้เกิดวิสัยทัศน์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความเจริญทางด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้ และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิตโดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้จัดการเรียนการสอนโดยยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้เกิดผลตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 7-8) ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการใช้ทักษะกระบวนการคิด ซึ่งถือเป็นขั้นตอนสำคัญที่ช่วยให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

การเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์นับว่าเป็นหัวใจสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่มุ่งให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเน้นที่กระบวนการให้นักเรียนเกิดความคิด ความเข้าใจ และฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดพิจารณาเหตุผลตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นวิชาที่ใช้ตรรกะและคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ (มนต์ชัย สิทธิจันทร์, 2547 : 1 ;อ้างอิงมาจาก Constant. 1967) ฟิสิกส์เป็นการศึกษาองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของสสารกับพลังงานโดยศึกษาในส่วนของเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ไม่มีชีวิต จากการสังเกตและรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ จนสรุปเป็นทฤษฎีและกฎเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 4) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้เรียน ในการเรียนการสอนฟิสิกส์ที่ผ่านมาจะพบว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้สอนใช้วิธีสอนโดยเน้นการบรรยายและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหา มากกว่ากระบวนการ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่มีโอกาสได้ร่วมรู้ ร่วมคิดร่วมแก้ปัญหาที่กำลังเรียน การที่ผู้สอนใช้วิธีการดังกล่าวเป็นประจำย่อมทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย และไม่สนใจบทเรียน ผู้เรียนจึงไม่เกิดการเรียนรู้ ไม่เกิดมโนคติในเรื่องที่เรียน และไม่สามารถนำกฎเกณฑ์ต่างๆ ไปใช้ได้

ถูกต้อง ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนฟิสิกส์ตามมามากมาย เนื่องจากทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนฟิสิกส์ของผู้เรียนที่มองว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยากแม้ว่าจะตั้งใจเรียนแล้วยังเรียนไม่เข้าใจ

ครูจึงควรเปลี่ยนแปลงวิธีการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนจากเดิมที่ครูเป็นศูนย์กลางมาเป็นกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มีการวางแผนร่วมกัน มีการร่วมมือกันทำงานและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุด ในการจัดการสอนวิทยาศาสตร์ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาและสร้างความเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (กรมวิชาการ, 2544 : 2) ครูควรเลือกวิธีสอนหรือรูปแบบการสอนให้เหมาะสม ต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ใช้เวลาไม่เท่าเทียมกันวิธีสอนบางวิธีหรือการผสมผสานของการสอนบางวิธีจะเหมาะสมที่สุดกับเนื้อหาสาระบางเรื่องและควรเลือกวิธีสอนหรือรูปแบบให้สอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียน เปลี่ยนแปลงหลักสูตรที่เน้นเนื้อหามาเป็นหลักสูตรที่เน้นทักษะกระบวนการโดยมุ่งให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาเป็นอย่างสร้างสรรค์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541 : 41)

จากผลการสอบ 9 วิชาสามัญ พ.ศ. 2562 รายวิชาฟิสิกส์ในระดับประเทศ พบว่า จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำได้ คือ 28.69 และคะแนนต่ำสุด คือ 0 เป็นวิชาที่มีค่าเฉลี่ยน้อยเกือบอันดับสุดท้ายของรายวิชาทั้งหมดที่มีการสอบ (กลุ่มงานสารสนเทศและเทคโนโลยี การทดสอบ, 2561 : เว็บไซต์) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่นักเรียนไทยเรียนไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร และเมื่อพิจารณาไปที่ระดับโรงเรียนที่ผู้วิจัยฝึกประสบการณ์วิชาชีพรู คือ โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร จากผลการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2562 พบว่า ผลการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 60 ซึ่งเป็นคะแนนที่อยู่ในลำดับที่ 7 ของรายวิชาทั้งหมด 8 วิชา (โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร, 2562) ซึ่งจะเห็นว่าคะแนนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มสาระอื่นๆ โดยเฉพาะในรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) และนักเรียนมีผลการเรียนผ่านเกณฑ์ไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และคะแนนที่ได้คิดเป็นร้อยละ 55 เปอร์เซ็นต์ของคะแนนเต็ม (โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร, 2562) ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ในระดับชั้นที่สูงขึ้นไปจากการฝึกสอนของผู้วิจัยในห้องเรียนรายวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนขาดการทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปในแต่ละคาบทำให้จดจำเนื้อหาที่เรียนไปไม่ได้ ต้องมีการทบทวนความรู้เดิมทุกคาบที่เข้าสอนจึงทำให้เริ่มเนื้อหาใหม่ได้ช้า ขาดการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติทำให้การทำความเข้าใจเนื้อหาสาระ และธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ลดลงเพราะต้องเร่งสอนเนื้อหาให้ครบและทันตามหลักสูตร และในรายวิชาฟิสิกส์นั้นนอกจากทฤษฎีแล้วยังมีการคำนวณแก้โจทย์ปัญหาทั้งการเรียนรู้อันในห้องเรียน และการสอบ ซึ่งนักเรียนไม่เข้าใจโจทย์ปัญหาจึงไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ ยิ่งเป็นโจทย์ปัญหาที่แตกต่างไปจากตัวอย่างนักเรียนจะไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้เลย จึงส่งผลทำให้คะแนนสอบวัดผลทางการเรียนกลางภาค ปลายภาคได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

เนื้อหาในวิชาฟิสิกส์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หลักการ/ทฤษฎี และโจทย์ปัญหาที่ต้องใช้การคำนวณ การพัฒนา ปรับปรุง และแก้ไขปัญหาการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เกิดขึ้น ในส่วนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์นั้น จำเป็นต้องอาศัยวิธีการและรูปแบบการสอนที่เหมาะสมกับปัญหาของผู้เรียนมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน ในปัจจุบัน มีรูปแบบการสอนใหม่ๆ เกิดขึ้นหลายรูปแบบ หนึ่งในรูปแบบการสอนที่สอดคล้อง เหมาะสมในการนำมาพัฒนาความสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจในสภาพปัญหาที่แท้จริง เรียนรู้จากการเรียนและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นคว้าหาวิธีแก้ปัญหา มุ่งพัฒนาทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ได้มา (ประสาธต์ เนื่องเฉลิม, 2557: 159) นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียน และได้ลงมือปฏิบัติมากขึ้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด และแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยอิสระ ครูมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระ กิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของนักเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เป็นผู้แนะนำ และคอยอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน ทำให้การเรียนรู้เป็นกระบวนการตลอดชีวิต (Lifelong Process) เพราะความรู้เก่าที่นักเรียนมีอยู่จะถูกนำมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ตลอดเวลา จึงทำให้นักเรียนไม่ล้าหลัง ทันเหตุการณ์ ทันโลก และสามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคมยุคโลกาภิวัตน์ได้ดี (ทิตินา แคมมณี, 2546 : 136) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้นำไปเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยการสร้างบรรยากาศในห้องเรียน การจัดหาทรัพยากรและเลือกสื่อให้เหมาะสมกับนักเรียนเพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และทำให้นักเรียนเกิดวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ จากการศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ยึดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ตามสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2550 : 6-8) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องสร้างบริบทหรือสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้เกิดความสงสัย นำไปสู่การกระตุ้นให้เห็นปัญหา และเกิดความสนใจในการที่จะพยายามค้นหาคำตอบให้ได้ ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นนี้ นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถ่องแท้ว่า ปัญหานั้นเกิดขึ้นอย่างไร ต้นเหตุที่ทำให้ปัญหานั้นคืออะไร จนกระทั่งสามารถอธิบายถึงสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในทุกๆ ด้านได้ ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษา ค้นคว้าข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการที่จะค้นคว้าหาข้อมูลมาจากหลายๆ แหล่งข้อมูลที่สามารถเชื่อถือได้ ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูล ความรู้ ที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า มาทำการสังเคราะห์ ตีความว่า ข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ครบถ้วน เหมาะสมแล้วที่จะนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหา โดยมีสมาชิกในกลุ่มช่วยกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันประเมินและสรุปคำตอบของกลุ่มตนเองว่าข้อมูลที่ได้ค้นคว้าและเลือกเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหานั้นมีความเหมาะสมถูกต้องหรือไม่ โดย

สมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องระดมความคิดกัน แล้วนำมาสรุปรวมในกลุ่มอีกครั้งว่า คำตอบใดเหมาะสมที่สุดกับปัญหา ชั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมผลงานของตนเองพร้อม นำมาเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย สร้างสรรค์จากนั้นผู้เรียนทุกคนในห้องร่วมกัน ประเมินผลงานทั้งหมดและอภิปรายถึงปัญหาพร้อมทั้งลงข้อสรุปในที่สุด

เทคนิคการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ดีขึ้น และช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น คือ ผังกราฟิก เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยจัดระบบข้อมูลให้เป็นระเบียบง่ายต่อการใส่ใจ เพื่อให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น ซึ่งผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิด ประกอบไปด้วยความคิด หรือข้อมูลสำคัญที่เชื่อมโยงกัน อยู่ในรูปแบบต่างๆ เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่างๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้น และจดจำได้นาน (ทิตินา แซมมณี, 2551 : 386) นอกจากนี้ผังกราฟิกยังเป็นการรวบรวมข้อมูล หรือสาระจากแหล่งความรู้ต่างๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งการจัดกระทำข้อมูลนั้นต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบ การแยกแยะ การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข หรือการสรุป เพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามลักษณะเป้าหมาย หรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ (วัฒนาพร ระวังบุคข์, 2545 : 96) และหากต้องมีการแก้ปัญหาจะมีการรวบรวมข้อมูล และหาวิธีการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการคิดของตนเอง ซึ่งน่าจะเป็นเทคนิค หรือกลวิธีที่มีความเหมาะสมที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน เพราะขณะที่แก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์นั้น นักเรียนจะต้องพิจารณาความรู้ที่ตนมีอยู่และบอกตัวเองให้ได้ว่ามีควมรู้มากน้อยเพียงใดเกี่ยวกับโจทย์ปัญหา ดังกล่าว ได้มีการรวบรวมข้อมูล คิดถึงประสบการณ์ที่ผ่านมาว่าตนเองเคยแก้โจทย์ปัญหาลักษณะดังกล่าวหรือไม่ มีวิธีการใดที่จะช่วยได้บ้าง เพื่อวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ขณะที่แก้โจทย์ปัญหาจะมีการกำกับและตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเองทุกระยะว่ามีความก้าวหน้ามากน้อยเพียงใดหรือกำลังอยู่ในขั้นตอนใด ของกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและจะต้องทำอย่างไรต่อไปในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์จนได้คำตอบที่ถูกต้องตามที่โจทย์ต้องการ (Flavell, 1979 : 909-911) ผังกราฟิกเป็นการจัดกระทำข้อมูลโดยใช้ทักษะการคิด แล้วนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วด้วยแผนผังกราฟิก เช่น ผังแมงมุม ผังลำดับขั้นตอน หรือผังความคิด เป็นต้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียงลำดับ หรือวางแผนการแก้ปัญหา จัดระเบียบความรู้ในสิ่งที่เรียนได้อย่างเป็นระบบ จากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองร่วมกับประสบการณ์ หรือความรู้พื้นฐานของผู้เรียนเอง ซึ่งจากข้างต้นผังกราฟิกจึงเป็นแนวคิดที่มีความสอดคล้องในการนำไปแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน และคาดหวังว่า ถ้านักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ก็จะส่งผล ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีแนวโน้มดีขึ้นไปพร้อมกัน จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการที่นำการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเข้ามารวมกับผังกราฟิก โดยมีแนวคิด เริ่มจาก ขั้นที่ 1 ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ผังกราฟิกที่นำเข้ามาพร้อม คือ ผัง แมงมุม ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผังกราฟิกที่นำเข้ามาพร้อม คือ ผังลำดับขั้นตอน ขั้นที่ 4 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผังกราฟิกที่นำเข้ามาพร้อม คือ ผัง ความคิด และขั้นที่ 6 ขั้นสุดท้ายจะเป็นขั้นการนำเสนอและประเมินผลงานโดยผู้เรียน จากที่กล่าวมา ข้างต้น ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นว่า การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกจะสามารถช่วย ส่งเสริมให้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นและเหมาะสมที่จะนำมา พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ดีขึ้นเช่นกัน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่
 - 2.1 เปรียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกกับเกณฑ์ร้อยละ 70
 - 2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นแนวทางเพื่อใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน เพื่อให้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหารายวิชาฟิสิกส์ในการเรียนและการสอบ
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และผู้สนใจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ ในการเรียน และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
3. เป็นสารสนเทศทางการศึกษาเพื่อช่วยในการพัฒนา และศึกษาค้นคว้าวิจัยในการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ของครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ และผู้สนใจให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร จำนวน 24 คน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) ที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 55 เปอร์เซ็น จากคะแนนเต็ม ซึ่งศึกษาจากผลการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) ปีการศึกษา 2562

2. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3. ตัวแปรที่ใช้ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5. ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เดือน ธันวาคม-กุมภาพันธ์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นการเรียนรู้ด้วยปัญหา ให้ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา และทักษะอื่นๆของผู้เรียน ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ความเข้าใจผ่านการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน และทำให้ผู้เรียนเข้าใจในสภาพปัญหาที่แท้จริง มีทั้งหมด 6 ชั้น ดังนี้

ชั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นชั้นที่ผู้สอนต้องสร้างบริบทหรือสภาพแวดล้อมต่างๆที่ก่อให้เกิดให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย นำไปสู่การมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจในการที่จะพยายามค้นหาคำตอบให้ได้

ชั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถ่องแท้ว่า ปัญหานั้นเกิดขึ้นอย่างไร ต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นคืออะไร จนกระทั่งสามารถอธิบายถึงสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในทุกๆ ด้านได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า หลังจากที่ได้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงปัญหาแล้วในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษา ค้นคว้า ข้อมูล เอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการที่จะค้นคว้าหาข้อมูลมาจากหลายๆ แหล่งข้อมูลเราสามารถเชื่อถือได้

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูล ความรู้ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาทำการสังเคราะห์ตีความว่า ข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ครบถ้วน เหมาะสมแล้วที่จะนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหา โดยมีสมาชิกในกลุ่มช่วยกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ผู้เรียนนำข้อค้นพบที่ได้จากการปฏิบัติมาอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันประเมิน และสรุปคำตอบของกลุ่มตนเองว่าข้อมูลที่ได้ค้นคว้า และเลือกเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหานั้นมีความเหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องระดมความคิดเห็น แล้วนำมาสรุปรวมในกลุ่มอีกครั้งว่า คำตอบใดเหมาะสมที่สุดกับปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมผลงานของกลุ่มตนเอง พร้อมนำมาเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย สร้างสรรค์ จากนั้นผู้เรียนทุกคนในห้องร่วมกันประเมินผลงานทั้งหมดและอภิปรายถึงปัญหาพร้อมทั้งลงข้อสรุปในที่สุด

2. ผังกราฟิก หมายถึง รูปแบบการสื่อสาร เพื่อให้นำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ที่จัดอย่างเป็นระบบ และนำเสนอเป็นแผนภาพในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นาน ผังกราฟิกที่ผู้วิจัยได้เลือกนำมาใช้มีทั้งหมด 3 แบบ ดังนี้

2.1 ผังความคิด เป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้ เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรง เรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสื่อนั้นๆ

2.2 ผังแมงมุม เป็นผังแสดงมโนทัศน์ซึ่งมีลักษณะคล้ายใยแมงมุมสามารถช่วยผู้เรียนจัดระเบียบความคิดได้พร้อมทั้งมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา

2.3 ผังลำดับขั้นตอน เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ สามารถเรียง ลำดับขั้นตอน ความสำคัญในทางวางแผนการทำงาน เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างครบถ้วน

3. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก หมายถึง ลักษณะการสอนแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องสร้างบริบทหรือสภาพแวดล้อมต่างๆที่ก่อให้เกิดผู้เรียนเกิดความสงสัย นำไปสู่การมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจในการที่จะพยายามค้นหาคำตอบให้ได้

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถ่องแท้ว่า ปัญหานั้นเกิดขึ้นอย่างไร ต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นคืออะไร จนกระทั่งสามารถอธิบายถึงสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในทุกๆ ด้านได้ โดยให้ผู้เรียนร่วมกันถกเถียงปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วเขียนสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นว่ามีอะไรบ้างออกมาในรูปแบบของผังแมงมุม

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า หลังจากที่ผู้เรียนได้เข้าใจถึงปัญหาแล้วในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษา ค้นคว้า ข้อมูล เอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการที่จะค้นหาหาข้อมูลมาจากหลายๆ แหล่งข้อมูลเราสามารถเชื่อถือได้ ให้ผู้เรียนทำการวางแผนการศึกษาให้เป็นระบบว่าควรทำสิ่งใดก่อนหลังด้วยผังลำดับขั้นตอน มีการจัดแจงหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับเพื่อนๆ ในกลุ่มของตนเอง และมีผู้สอนคอยแนะนำ

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูล ความรู้ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาทำการสังเคราะห์ตีความว่า ข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ครอบคลุม เหมาะสมแล้วที่จะนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหา โดยมีสมาชิกในกลุ่มช่วยกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ผู้เรียนนำข้อค้นพบที่ได้จากการปฏิบัติมาอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันประเมิน และสรุปคำตอบของกลุ่มตนเองว่าข้อมูลที่ได้อ่านแล้ว และเลือกเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหานั้นมีความเหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องระดมความคิดเห็น แล้วนำมาสรุปรวมในกลุ่มอีกครั้งว่า คำตอบใดเหมาะสมที่สุดกับปัญหา โดยให้ผู้เรียนได้เขียนสรุปเนื้อหาตามความเข้าใจของตนเอง หรือของกลุ่มออกมาในรูปแบบของผังความคิด

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมผลงานของกลุ่มตนเอง พร้อมนำมาเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย สร้างสรรค์ จากนั้นผู้เรียนทุกคนในห้องร่วมกันประเมินผลงานทั้งหมดและอภิปรายถึงปัญหาพร้อมทั้งลงข้อสรุปในที่สุด

4. ประสิทธิภาพ หมายถึง การหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่จะพิสูจน์ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เมื่อนำไปใช้จริงจะเกิดประโยชน์ สามารถแก้ปัญหาปรับปรุง หรือพัฒนานักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ คุ่มค่า ตรงตามวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่ต้องการ จากการคำนวณค่า E_1 / E_2 ซึ่งประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) เป็นคะแนนระหว่างเรียนที่ได้จากคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ผลงานนักเรียนงานกลุ่มและการนำเสนอผลงาน และผลงานนักเรียนงานเดี่ยว รวมทั้งหมด 100 คะแนน ส่วน E_2 (ประสิทธิภาพของ

ผลลัพธ์) เป็นคะแนนที่ได้จากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรวมทั้งหมด 30 คะแนน โดยผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ 70/70

5. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์แบบเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เพื่อใช้วัดความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงทักษะการคำนวณ ประกอบด้วยจำนวน ตัวเลข และข้อความต่างๆ ของวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนของ Rojas ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องพิจารณาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ไม่ทราบค่าและโจทย์ต้องการรู้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ปัญหาพร้อมทั้งคาดคะเนคำตอบ

ขั้นที่ 2 จัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องคิดและเลือก กฎหลักการ สูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่น่าจะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรืออาจสร้างกรอบแนวคิดแผนภาพเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องวางแผน กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา เพื่อเตรียมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะทำแผนไว้หลายแผน หากแผนใดไม่ประสบความสำเร็จก็จะสามารถใช้แผนอื่นมาทดแทนได้

ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้กำหนดให้ เพื่อให้ได้คำตอบหรือแก้ปัญหาให้ได้ตามแผน

ขั้นที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำการตรวจสอบสมการที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณว่ามีความถูกต้องหรือผิดพลาดในส่วนตัวหรือไม่

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบและประเมินคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำการตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้รับว่ามีความสอดคล้อง ตรงตามโจทย์ที่ต้องการหรือไม่สมเหตุสมผลหรือไม่

ประเมินจากแบบประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นลักษณะของการประเมินตามสภาพจริงใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริค ซึ่งกำหนดไว้ 4 ระดับ และประเด็นการประเมินตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนข้างต้น

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ และตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งหัวข้อเรื่องและผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า และรวบรวม มีลำดับและเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน
5. ผังกราฟิก
6. ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย และเหมาะสมกับระดับชั้น

1. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 1.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 1.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
- 1.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

1.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

1.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

2.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

2.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

2.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

2.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ ๕ ประการ ดังนี้

3.1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

3.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้ ไต่แย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

3.3 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 4.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 4.2 ซื่อสัตย์สุจริต
- 4.3 มีวินัย
- 4.4 ใฝ่เรียนรู้
- 4.5 อยู่อย่างพอเพียง
- 4.6 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4.7 รักความเป็นไทย
- 4.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

5. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

5.1 สาระในองค์ความรู้ของกลุ่มวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

- สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
- สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ
- สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ
- สาระที่ 4 เทคโนโลยี

5.2 มาตรฐานการเรียนรู้

- สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ การแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์

อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกลงใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

6. วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระชีววิทยา เคมี ฟิสิกส์ และโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญและเพียงพอสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์ เพื่อประกอบวิชาชีพในสาขาที่ใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน เช่น แพทย์ ทันตแพทย์สัตวแพทย์ เทคโนโลยีชีวภาพ เทคนิคการแพทย์ วิศวกรรม สถาปัตยกรรม ฯลฯ โดยมีผลการเรียนรู้ที่ครอบคลุมด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะแห่งศตวรรษที่ ๒๑รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องมี วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้มีการปรับปรุงเพื่อให้มีเนื้อหาที่ทัดเทียมกับนานาชาติ เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหารวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง

7. สาระฟิสิกส์

7.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรงแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานสมดุลกลของวัตถุและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและโมดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพุง และหลักของอาร์คิมิดีสความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของ

แก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงแวนเดอวาลส์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

8. คุณภาพของผู้เรียน ผู้เรียนที่เรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

8.1 เข้าใจวิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ การแบ่งเซลล์ และการหายใจระดับเซลล์

8.2 เข้าใจหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดยีนบนออโตโซมและโครโมโซมเพศ โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของดีเอ็นเอ การจำลองดีเอ็นเอ กระบวนการสังเคราะห์โปรตีน การเกิดมิวเทชันในสิ่งมีชีวิต หลักการและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต แนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต เงื่อนไขของภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก กระบวนการเกิดสปีชีส์ใหม่ของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย โปรทิสต์ ฟันไจ และสัตว์ การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

8.3 เข้าใจโครงสร้างและส่วนประกอบของพืชทั้งราก ลำต้น และใบ การแลกเปลี่ยนแก๊ส การคายน้ำ การลำเลียงน้ำและธาตุอาหาร การลำเลียงอาหาร การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์และการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชและการประยุกต์ใช้ และการตอบสนองของพืช

8.4 เข้าใจกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต โครงสร้าง หน้าที่ และกระบวนการต่างๆ ของสัตว์และมนุษย์ ได้แก่ การย่อยอาหาร การแลกเปลี่ยนแก๊ส การเคลื่อนที่ การกำจัดของเสียออกจากร่างกายของสิ่งมีชีวิต ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์ การทำงานของระบบประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก ระบบสืบพันธุ์ การปฏิสนธิ การเจริญเติบโต ฮอโมนและพฤติกรรมของสัตว์

8.5 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบต่างๆ ในระบบนิเวศ การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรมนุษย์ในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

8.6 เข้าใจการศึกษาโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม สมบัติบางประการของธาตุและการจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ พันธะเคมี สมบัติของสารที่มี

ความสัมพันธ์กับพันธะเคมี กฎต่างๆ ของแก๊ส และสมบัติของแก๊ส ประเภทและสมบัติของสารประกอบอินทรีย์ และประเภทและสมบัติของพอลิเมอร์

8.7 เข้าใจการเขียนและการดุลสมการเคมี การคำนวณปริมาณสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมีและปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลเคมี ทฤษฎีกรด-เบส สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส สารละลายบัฟเฟอร์ ปฏิกิริยารีดอกซ์ และเซลล์เคมีไฟฟ้า

8.8 เข้าใจข้อปฏิบัติเบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการเคมีการเลือกใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือในการทำปฏิบัติการ หน่วยวัดและการเปลี่ยนหน่วยวัดด้วยการใช้แฟกเตอร์เปลี่ยนหน่วย การคำนวณเกี่ยวกับมวลอะตอม มวลโมเลกุล และมวลสูตร ความสัมพันธ์ของโมล จำนวนอนุภาค มวล และปริมาตรของแก๊สที่ STP การคำนวณสูตรอย่างง่ายและสูตรโมเลกุลของสาร ความเข้มข้นของสารละลาย การเตรียมสารละลาย และการบูรณาการความรู้และทักษะในการอธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันและการแก้ปัญหาทางเคมี

8.9 เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์ กระบวนการวัด ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ในแนวตรง แรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน กฎความโน้มถ่วงสากล สนามโน้มถ่วง งาน กฎการอนุรักษ์พลังงานกล สมดุลกลของวัตถุ เครื่องกลอย่างง่ายโมเมนต์ และการดล กฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การชน และการเคลื่อนที่ในแนวโค้ง

8.10 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบคลื่น ปรากฏการณ์คลื่น การสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบน และการแทรกสอด หลักการของฮอยเกนส์ การเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง ความเข้มเสียงและระดับเสียง การได้ยิน ภาพที่เกิดจากกระจกเงาและเลนส์ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสงและการมองเห็นแสงสี

8.11 เข้าใจสนามไฟฟ้า แรงไฟฟ้า กฎของคูลอมบ์ ศักย์ไฟฟ้า ตัวเก็บประจุ ตัวต้านทาน และกฎของโอห์ม พลังงานไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน สนามแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กกับกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

8.12 เข้าใจผลของความร้อนต่อสสาร สภาพยืดหยุ่น ความดันในของไหล แรงพุงของไหลอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แนวคิดควอนตัมของพลังงาน ทฤษฎีอะตอมของโบร์ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค การสลายของนิวเคลียสกัมมันตรังสีกัมมันตภาพ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานภายในนิวเคลียส และการค้นคว้าวิจัยด้านฟิสิกส์อนุภาค

8.13 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐานและธรณีโครงสร้างแบบต่างๆ หลักฐานทาง

ธรณีวิทยาที่พบในปัจจุบันและการลำดับเหตุการณ์ทางธรณีวิทยาในอดีต สาเหตุ กระบวนการเกิด แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย สมบัติและการจำแนกชนิดของแร่ กระบวนการเกิดและการจำแนกชนิดหิน กระบวนการเกิดและการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมและถ่านหิน การแปลความหมายจากแผนที่ภูมิประเทศและแผนที่ธรณีวิทยา และการนำข้อมูลทางธรณีวิทยาไปใช้ประโยชน์

8.14 เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรับและปลดปล่อยพลังงานจากดวงอาทิตย์

กระบวนการที่ทำให้เกิดสมดุลพลังงานของโลก ผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงแกรวิตัส แรงแม่เหล็กและแรงเสียดทานที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการแบ่งชั้นน้ำและการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร รูปแบบการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทร และผลของการหมุนเวียนของน้ำในมหาสมุทรที่มีต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ระหว่างเสถียรภาพอากาศและการเกิดเมฆ การเกิดแนวปะทะอากาศแบบต่าง ๆ และลักษณะลมฟ้าอากาศที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศ และการพยากรณ์ลักษณะลมฟ้าอากาศเบื้องต้น จากแผนที่อากาศและข้อมูลสารสนเทศ

8.15 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาดอุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซี โครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซี ทางช้างเผือก กระบวนการเกิดดาวฤกษ์ และการสร้างพลังงานของดาวฤกษ์ ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์ และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิธีการหาระยะทางของดาวฤกษ์ด้วยหลักการพารัลแลกซ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ด้วยกฎเคปเลอร์ และกฎความโน้มถ่วงของนิวตัน โครงสร้างของดวงอาทิตย์ การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก การระบุพิกัดของดาวในระบบขอบฟ้าและระบบศูนย์สูตร เส้นทางการขึ้นการตกของดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ เวลาสุริยคติ และการเปรียบเทียบเวลาของแต่ละเขตเวลาบนโลก การสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

8.16 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

8.17 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้ สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่

การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสตุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

8.18 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูล และนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ โดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

8.19 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือ และวิธีการที่ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

8.20 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

8.21 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

8.22 ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

8.23 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

1. ความหมายของโจทย์ปัญหา

ยุดา รักไทย และธนิกานต์ มาชะศิริรานนท์ (2542) กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่าปัญหา คือ ช่องว่างหรือความแตกต่างระหว่างสภาพการณ์ปัจจุบันกับสถานการณ์ที่เราต้องการให้เกิดขึ้น

ทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบเชิงปริมาณ หรือตัวเลข เพื่อใช้ความรู้ประสบการณ์การวางแผน การตัดสินใจแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์โจทย์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการ

ปฐมพร บุญลี (2545) กล่าวว่า โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ สถานการณ์คำถามที่เชื่อมโยงกับปริมาณ การพิสูจน์และปัญหาที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้ตอบไม่สามารถตอบได้ทันทีที่ผู้ตอบจะต้องใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อหาวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหานั้นให้สำเร็จลงได้

อารมณ จันทร์ลามา (2550 : 64) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ซึ่งมีข้อความ เป็นภาษาหนังสือ หรือเรื่องราวที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ในทันทีทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบในเชิงปริมาณ หรือตัวเลข ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ ความรู้ การวางแผน การตัดสินใจ ดำเนินการแก้ปัญหา โดยจะต้องแปลความหมายและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

นภดล แก้วเรือง (2550 : 40) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลขพบได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้แก้จะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการที่เหมาะสม

วัชรา เล่าเรียนดี. (2556 : 107) “ปัญหา” เป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการที่จะหาคำตอบของปัญหา และส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียน

จากบทความในข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา คือ ปัญหา หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณ หรือตัวเลข ซึ่งสามารถหาคำตอบได้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่างๆที่มีอยู่เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา หรือสถานการณ์นั้นอย่างเป็นกระบวนการ

2. ประเภทของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

Polya (1975) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. ปัญหาให้ค้นหาคือปัญหาที่ต้องการให้ผู้แก้ปัญหาได้ค้นหาคำตอบอาจจะอยู่ในเชิงทฤษฎีหรือเชิงปฏิบัติก็ได้ ซึ่งสิ่งสำคัญในการค้นหาคำตอบมีอยู่ 3 ส่วนคือ สิ่งที่โจทย์ต้องการให้ค้นหา ข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้ และเงื่อนไขของโจทย์ปัญหา

2. ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่ให้แสดงความสมเหตุสมผลว่าข้อมูลที่ให้มาเป็นจริงหรือไม่ ส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาประเภทนี้คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และผลสรุป

Charies and Lester (นฤมล ฉิมงาม, 2558: 33 อ้างอิงจาก Charies & Lester, 1982 : 6-10) ได้พิจารณาตามเป้าหมายการฝึก ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหาตามเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาไว้ 6 ประเภท ดังนี้

- 1) ปัญหาที่ใช้ฝึก (Dill exercise) เป็นปัญหาที่ใช้ฝึกขั้นตอน และวิธีการคำนวณ
- 2) ปัญหาอย่างง่าย (Simple translation problem) เป็นปัญหาที่เคยเห็นมาก่อน เช่น ปัญหาในหนังสือเรียน ซึ่งต้องการฝึกให้คุ้นกับการเปลี่ยนประโยคข้อความเป็นประโยคสัญลักษณ์ มักเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และพัฒนาการคิดคำนวณ
- 3) ปัญหาที่ซับซ้อน (Complex translation problem) คล้ายกับปัญหาอย่างง่ายแต่เพิ่มปัญหาที่มี 2 ขั้นตอน หรือมากกว่า 2 ขั้นตอน
- 4) ปัญหาที่เป็นกระบวนการ (Process problem) เป็นปัญหาที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้ทันที จะต้องจัดปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือแบ่งเป็นตอนย่อยๆ แล้วหารูปแบบทั่วไปของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การคิดและการแก้ปัญหา เน้นการพัฒนาทวิวิธีต่างๆ มีการวางแผนแก้ปัญหาและประเมินผลคำตอบ

Baroody (นฤมล ฉิมงาม, 2558: 34 อ้างอิงจาก Baroody, 1993, : 2-4) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาพิลึกออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- 1) ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) หรือปัญหาอย่างง่าย หรือปัญหาขั้นเดียว (Simple (One-Step) Translation Problem) เป็นปัญหาที่ใช้การกระทำทางคณิตศาสตร์อย่างเดียว และสามารถแก้ได้อย่างตรงไปตรงมา
- 2) ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problem) แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่
 - (2.1) ปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาหลายขั้น (Complex (Multistep) Translation Problem) ปัญหาที่แก้ได้โดยการกระทำคณิตศาสตร์ 2 การกระทำหรือมากกว่านั้นที่แตกต่างกัน
 - (2.2) ปัญหาที่แก้ไขสิ่งอื่นของปัญหา (Other Modifications of Translation Problem) นอกจากจะรวมการแก้ปัญหาลหลายขั้นและขั้นเดียวแล้ว ปัญหานี้ยังต้องการวิเคราะห์ ทางความคิด เช่น ปัญหาที่ต้องการหาค่าประกอบที่ผิดหรือสิ่งที่ผิดโจทย์ ปัญหาที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ เป็นต้น
 - (2.3) ปัญหาที่เป็นวิธีปฏิบัติ (Process Problem) ปัญหาที่ให้แสดงถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหา
 - (2.4) ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) ปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาที่ทำให้เกิดความท้าทายในการทำงาน

(2.5) ปัญหาเฉพาะไม่ระบุจุดหมาย (Non-goal Specific Problem) ปัญหาลักษณะนี้เป็นชนิดพิเศษของปัญหาแปลกใหม่ ปัญหาลักษณะนี้ซึ่งไม่ต้องการคำตอบหรือเงื่อนไขของคำตอบ ปัญหานี้สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักพิจารณาส่วนคำถาม ซึ่งครูจะไม่คาดคำตอบไว้ก่อน

(2.6) ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) ปัญหาลักษณะนี้ขยายจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

(2.7) ปัญหาที่แก้โดยยุทธวิธี (Strategy Problem) ปัญหาที่กำหนดด้วยความมุ่งหมายที่นักเรียนจะต้องการแก้ ระบุถึงกลวิธีที่นักเรียนใช้แก้ปัญหา คือ นักเรียนใช้แก้ปัญหาเหล่านี้อย่างไร

ปราณี ผิวแดง (2553 : 39) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

- 1) แบ่งตามจุดประสงค์ของปัญหา ประกอบด้วย ปัญหาให้ค้นหาและปัญหาให้พิสูจน์
- 2) แบ่งตามความซับซ้อนของปัญหา ประกอบด้วย ปัญหาธรรมดา และปัญหาไม่

ธรรมดา

จากประเภทของโจทย์ปัญหาพิสิทส์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาพิสิทส์มี 2 ประเภท คือ ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่พบได้โดยทั่วไปในชั้นเรียนหรือ ปัญหาที่พบในหนังสือเรียนตามปกติ ที่ใช้สำหรับการฝึกให้นำทฤษฎี หลักการและสูตรทางพิสิทส์ไปใช้มักเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดความเข้าใจ และพัฒนาการคิดคำนวณ และอีกประเภทหนึ่งคือ ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่ซับซ้อน อาจไม่เคยพบเห็นมาก่อน เป็นปัญหาที่ต้องใช้ความคิดในการวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ทักษะความรู้ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีการคำนวณ 2 วิธีการหรือมากกว่านั้น บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องแก้ปัญหาโดยใช้การคำนวณ

3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพิสิทส์

Mark et al. (พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน, 2552 : 53 อ้างอิงจาก Mark et al; 1975) สรุปว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีดังนี้

- 1) สืบค้นและค้นพบปัญหาด้วยวิธีทางต่างๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา และพิจารณาว่าข้อมูลอะไรที่ต้องการหา และข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์
- 2) การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาปัจจุบันนั้นได้
- 3) ฝึกปฏิบัติตามโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์โจทย์ปัญหา
- 4) ตรวจสอบการคำนวณ ผู้เรียนรู้จักการประมาณ และตรวจสอบผลการคำนวณว่าถูกต้องหรือไม่

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556 : 9) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 3 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) วิเคราะห์และวางแผน หมายถึง การทำความเข้าใจ วิเคราะห์และวางแผน ระบุคำสำคัญ แผนภาพแทนโจทย์ หลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโจทย์
- 2) ปฏิบัติการแก้ปัญหา หมายถึง การแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยใช้ข้อมูลจากขั้นวิเคราะห์และวางแผนประกอบ
- 3) ตรวจสอบคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบดูว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผล มีความถูกต้อง ชัดแย้งกับกฎทางฟิสิกส์หรือไม่

พิจิตร ยังกำ (2557 : 2) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึงขั้นตอนในการเตรียมการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มาเลือกใช้สูตรดำเนินการเพื่อให้ได้คำตอบประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

- 1) วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา ก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆดังนี้

(1.1) พิจารณาโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้หรือสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์ทำการแปลงคำพูดจากโจทย์เป็นสัญลักษณ์สูตรบรรจุลงในตารางวิเคราะห์

(1.2) พิจารณาโจทย์ว่าต้องการให้หาสิ่งใดแปลงเป็นสัญลักษณ์สูตรบรรจุลงในตารางวิเคราะห์

(1.3) วางแผนแก้ปัญหาเริ่มต้นด้วยการหาสูตรที่ใช้หาคำตอบบรรจุลงในตารางวิเคราะห์เชื่อมโยงเส้นลูกศรจากสัญลักษณ์แต่ละตัวในสูตรไปยังสิ่งที่กำหนดให้ถ้ายังมีตัวสัญลักษณ์ในสูตรที่ไม่มีในสิ่งที่กำหนดให้ให้เขียนสูตรในการหาตัวนั้นๆ ต่อไปจนกว่าจะเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่โจทย์กำหนดจนครบ

- 2) ลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วาง

(2.1) เขียนสูตรหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามผังมโนทัศน์ (Concept Map) โดยเริ่มจากสูตรสุดท้ายย้อนไปที่สูตรตามลำดับ

(2.2) แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าพร้อมหน่วยลงในสูตรจนกระทั่งได้คำตอบ

(2.3) คำนวณหาค่าตัวแปรที่ต้องการตามลำดับตามข้อ 2.1 จนได้คำตอบ

3) การตรวจสอบผลที่ได้โดยพิจารณาคำตอบจากขั้นตอนที่ 2 ว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่ โดยพิจารณาจากขนาดและหน่วยของปริมาณที่ได้

จากความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการเตรียมการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา การเลือกใช้สูตร และดำเนินการหาคำตอบ เพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้

4. กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

Dewey (1980 : 130) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 5 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นเตรียมการ (Preparation) เป็นขั้นการตั้งปัญหาหรือค้นหาปัญหาว่าปัญหาที่แท้จริงของเหตุการณ์นั้นๆ คืออะไรหรือค้นหาข้อมูลที่แท้จริงของปัญหานั้น
2. ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นขั้นการพิจารณาว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุสำคัญหรือมีสิ่งใดบ้างไม่ได้เป็นสาเหตุที่สำคัญของปัญหา
3. ขั้นในการเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหา (Production) เป็นขั้นที่เสนอวิธีการแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหาในที่สุดก็จะได้ผลลัพธ์ออกมา
4. ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Verification) เป็นขั้นในการเสนอเกณฑ์เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ จากการเสนอวิธีคิดแก้ปัญหาถ้าพบว่า ผลลัพธ์นั้นไม่ถูกต้องก็เสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนได้ผลลัพธ์ใหม่ จนกว่าจะได้วิธีการที่ดีที่สุด
5. ขั้นในการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) เป็นการนำวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสต่อไปเมื่อพบกับเหตุการณ์หรือปัญหาที่คล้ายคลึงกัน

Heller and Heller (เอกวิทย์ ดวงแก้ว, 2558 : 39 อ้างอิงจาก Heller and Heller; 2000) ได้นำเสนอกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นพิจารณาปัญหา (Focus the problem) เป็นขั้นตอนที่ต้องทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาให้ชัดเจน โดยการสร้างภาพขึ้นในใจ เกี่ยวกับลำดับของเหตุการณ์ต่างๆ ในโจทย์ปัญหา พร้อมกับแสดงรายละเอียดของโจทย์ปัญหาที่บอกข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้อย่างหยาบๆ และเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ (Describe the physics) เป็นขั้นที่ต้องแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนดมาให้โดยการสร้างแผนภาพ และเขียนตัวแปรต่างๆ ทั้งที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า ที่ต้องอยู่บนพื้นฐานของหลักการทางฟิสิกส์

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Plant the solution) เป็นขั้นตอนที่ต้องนำความสัมพันธ์จากการอธิบายหลักการทางฟิสิกส์ในขั้นที่ 2 ไปสร้างเป็นสมการที่จะนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาค่าของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า

ขั้นที่ 4 ขั้นดำเนินการตามแผนที่ตั้งไว้ (Execute the plan) ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการหาคำตอบตามสมการที่ได้วางแผนเอาไว้ในขั้นที่ 3 โดยการแทนค่าตัวแปรต่างๆ ทั้งที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า

ขั้นที่ 5 ขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ (Evaluate the answer) ขั้นตอนนี้เป็นการตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ และคำตอบที่ได้นั้นจะต้องมีความถูกต้องตามสิ่งที่โจทย์ถาม

Selcuk, Caliskan and Erol (2008 : 151-166) ศึกษาเกี่ยวกับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาทางพีลิกส์ของนักเรียน แล้วสังเคราะห์กระบวนการดังกล่าวเพื่อนำมาฝึกฝนให้นักเรียนโดยมีขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการอ่านและศึกษารายละเอียดของปัญหาเพื่อค้นหาข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้
- 2) ขั้นการวิเคราะห์ปัญหาเชิงคุณภาพ เป็นขั้นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยอาศัยความรู้ในด้านเนื้อหาทางพีลิกส์ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมด เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การแก้ปัญหาโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์
- 3) ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นการลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติ
- 4) ขั้นการดำเนินการตามแผน เป็นขั้นการปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหาที่กำหนดไว้
- 5) ขั้นการสำรวจคำตอบ เป็นขั้นการตรวจสอบคำตอบและหน่วย รวมถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

Rojas (2010 : 22-28) กล่าวถึงวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องพิจารณาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งที่ไม่ทราบค่าและโจทย์ต้องการรู้ ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์ปัญหาพร้อมทั้งคาดคะเนคำตอบ

ขั้นที่ 2 จัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องคิดและเลือกกฎ หลักการ สูตรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องที่น่าจะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรืออาจสร้างกรอบแนวคิด แผนภาพเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องวางแผน กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา เพื่อเตรียมนำมาใช้ในการแก้ปัญหา อาจจะทำหนดแผนไว้หลายแผน หากแผนใดไม่ประสบความสำเร็จก็จะสามารถใช้แผนอื่นมาทดแทนได้

ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้กำหนดให้ เพื่อให้ได้คำตอบหรือแก้ปัญหาให้ได้ตามแผน

ขั้นที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำการตรวจสอบสมการที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณว่ามีความถูกต้องหรือผิดพลาดในส่วนตัวหรือไม่

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบและประเมินคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำการตรวจสอบคำตอบหรือผลลัพธ์ที่ได้รับว่ามีความสอดคล้อง ตรงตามโจทย์ที่ต้องการหรือไม่สมเหตุสมผลหรือไม่

จิตอาเรียญ ปัญญาแจ่งสกุล (2544 : 105) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ดังนี้

1. ขั้นการทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นที่จำเป็นต้องทำความเข้าใจปัญหาซึ่งจะต้องพิจารณาว่าอะไรเป็นตัวที่ทราบค่า มีข้อความหรือเงื่อนไขอะไรบ้าง สิ่งที่โจทย์บอกนั้นเพียงพอในการแก้ปัญหหรือไม่
2. ขั้นการวางแผนแก้ปัญหา เป็นการหาความเกี่ยวข้องของข้อมูลที่โจทย์บอกกับตัวแปรที่ไม่ทราบค่า พิจารณาปัญหาย่อยทั้งหลายเทียบเคียงโจทย์ปัญหาใหม่กับโจทย์ปัญหาเก่า คล้ายคลึงกัน ค้นหาทฤษฎี กฎ สูตร นิยามที่จะนำมาใช้
3. ขั้นดำเนินการตามแผน เมื่อวางแผนแล้วก็ดำเนินการตามแผนทันทีที่จะได้ตรวจสอบที่ละขั้นว่าถูกต้องหรือไม่
4. ขั้นการตรวจสอบ เมื่อทำเสร็จแล้วต้องตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่าใช้ข้อมูลหมดหรือยัง และได้ผลตามต้องการครบถ้วนหรือไม่

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหามี 3 ขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์และวางแผน หมายถึง การทำความเข้าใจ วิเคราะห์ และวางแผน ระบุค่าสำคัญ แผนภาพแทนโจทย์ หลักการทางพีสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา
2. ปฏิบัติการแก้ปัญหามี หมายถึง การแก้ปัญหาคำตอบที่โจทย์ต้องการโดยใช้ข้อมูลจากขั้นวิเคราะห์และวางแผนประกอบ
3. ตรวจสอบคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบดูว่าคำตอบที่ได้สมเหตุสมผล มีความถูกต้องขัดแย้งกับกฎทางพีสิกส์หรือไม่

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาพีสิกส์ข้างต้นสรุปได้ว่าการแก้ปัญหามองทางพีสิกส์นั้นนักเรียน จะต้องมีการวางแผน และการเชื่อมโยงกฎทฤษฎีต่างๆทางพีสิกส์เพื่อที่จะมาแก้ปัญหานั้นที่โจทย์ต้องการโดย การแก้ปัญหานั้นทุกครั้งต้องมีการตรวจสอบประเมินคำตอบว่าสมเหตุสมผลตามกฎและทฤษฎีที่ได้กล่าวไว้ในหลักของพีสิกส์หรือไม่ และในงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวทางของ Rojas ซึ่งมีการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 จัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายปัญหา ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหามี ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ และขั้นที่ 6

ตรวจสอบและประเมินคำตอบ โดยประเมินจากแบบประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. การประเมินการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

Mcgriff et al (2000) ได้กำหนดเกณฑ์ในการวัดพฤติกรรมของผู้เรียนตามกระบวนการแก้ปัญหาค่ะ ดังนี้

1. การระบุสาเหตุของปัญหา มีเกณฑ์ดังนี้

- 1.1 จดจำลักษณะของปัญหาได้
- 1.2 ตัดสินใจได้ว่าข้อมูลใดเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหานั้นหรือไม่
- 1.3 สรุปลงข้อสรุปและเข้าใจถึงปัญหาได้
- 1.4 จำแนกความแตกต่างของปัญหาในภาพรวมได้
- 1.5 จำแนกโครงสร้างและสภาพแวดล้อมทางกายภาพของปัญหาได้
- 1.6 อธิบายลักษณะเฉพาะของปัญหาได้
- 1.7 กำหนดตัวแปรแทรกซ้อนของปัญหาได้
- 1.8 ตัดสินใจแก้ปัญหาค่ะเมื่อมีข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ
- 1.9 ระบุข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมในการแก้ปัญหาค่ะ

2. การระบุแนวทางแก้ปัญหาค่ะ มีเกณฑ์ดังนี้

- 2.1 ระบุวิธีแก้ปัญหาค่ะหลายๆแบบ ที่สอดคล้องกับเป้าหมายที่กำหนด
- 2.2 ออกแบบแก้ปัญหาค่ะจากการจัดการส่วนประกอบ แยกแยะตัวแปรที่เป็นสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาค่ะ

- 2.3 ตัดสินใจได้หากมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาค่ะที่เกิดขึ้น
- 2.4 ประเมินสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้

3. การตั้งสมมติฐาน มีเกณฑ์ดังนี้

- 3.1 กำหนดและประเมินข้อจำกัดที่เกิดขึ้นได้
- 3.2 ระบุปัจจัยที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาค่ะ
- 3.3 ตั้งคำถามเกี่ยวกับนิยามจากข้อมูลของตนเองได้
- 3.4 ประยุกต์สิ่งที่ตนเองประเมินได้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาค่ะ
- 3.5 ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการประเมินข้อจำกัดของสถานการณ์ได้

4. การเลือกแนวทางในการแก้ปัญหาค่ะ มีเกณฑ์ดังนี้

- 4.1 มีการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแนวทางที่เลือก
- 4.2 มีการประเมินสถานการณ์ที่เชื่อถือได้

- 4.3 มีข้อมูลที่จัดเก็บมาที่ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกัน
- 4.4 มีการประเมินความเป็นไปได้ของสถานการณ์ทั้งทางบวกและทางลบ
5. การทดสอบสมมติฐานและการสรุปการแก้ปัญหา มีเกณฑ์ดังนี้
 - 5.1 มีการระบุเหตุผลของแนวทางที่เลือกมาแต่ละวิธี
 - 5.2 ตัดแนวทางที่มีความเป็นไปได้น้อยที่สุด
 - 5.3 วิเคราะห์เหตุผลรองรับการตัดสินใจเลือกแนวทางที่เลือกไว้
 - 5.4 ระบุรายละเอียดของแนวทางนั้น
 - 5.5 ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด
6. การนำแนวทางไปใช้ มีเกณฑ์ดังนี้
 - 6.1 มีการเปลี่ยนแปลงแนวทางที่สำรองไว้ เมื่อปัญหานั้นไม่ได้รับการแก้ไข
 - 6.2 ตัดสินใจและทบทวนการนำแนวทางแก้ปัญหาไปใช้ในบริษัทอื่นๆ
 - 6.3 รวบรวมปัจจัยที่สนับสนุนการแก้ปัญหา
 - 6.4 ตัดสินใจได้เมื่อนำแนวทางการแก้ปัญหาไปใช้กับการแก้ปัญหาในรูปแบบอื่นๆ

บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 50) ได้อธิบายว่า การวัดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ ว่าสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภท สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมตามลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. แบบทดสอบ (Test) คือ ชุดคำถาม (Item) หรืองานชุดใดๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเล่าและชักนำให้กลุ่มตัวอย่างตอบสนองออกมา การตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูดหรือการปฏิบัติ ที่สามารถสังเกตและสามารถที่จะวัดเป็นปริมาณได้ ซึ่งแบบทดสอบสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ได้ ในรูปของแบบทดสอบวัดความสามารถ อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบของคำอธิบาย

1.1 แบบทดสอบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความและมีตัวเลือกให้เลือกตอบ อาจแบ่งออกเป็นได้หลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก-ผิด แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกคำตอบ

1.2 แบบทดสอบแบบเขียนตอบเป็นแบบทดสอบที่มีข้อความ แต่ไม่มีตัวเลือกให้เลือกตอบ ผู้ตอบต้องเขียนและบรรยายคำตอบลงไปด้วยตนเอง อาจแบ่งได้เป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น และแบบทดสอบแบบความเรียง หรือแบบอัตนัย

บุญเชิด ภิญญอนันต์พงษ์ (2547 : 59-60) ได้เสนอไว้ว่า การวัดและประเมินแบบวัดความสามารถและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้ชัดเจน
2. เลือกเครื่องมือให้สอดคล้องและเหมาะสมกับข้อมูลที่ต้องการวัด
3. เลือกใช้เทคนิคการวัดให้หลากหลายวิธี
4. ศึกษาจุดเด่นและจุดด้อยของเครื่องมือที่ใช้วัดแต่ละชนิดให้ละเอียด เพื่อที่จะใช้ในการวัดได้ อย่างถูกวิธีและถูกต้อง

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ข้างต้นสรุปได้ว่าคะแนนที่ได้จากการตอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งโจทย์ปัญหาจะเป็นสถานการณ์ทางฟิสิกส์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น เพื่อใช้วัดความรู้ ความเข้าใจ รวมถึงทักษะการคำนวณ ประกอบด้วยจำนวน ตัวเลข และข้อความต่างๆ ของวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เป็นแบบอัตนัย พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ โดยปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 6 ขั้นตอนของ Rojas

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Good (เรณูวัฒน์ พงษ์อุทธา, 2550: 35 อ้างอิงจาก Good, 1973: 7) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง การประสบความสำเร็จ (Accomplish) หรือสมรรถภาพ(Performance) ในการใช้ทักษะหรือใช้ความรู้ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การได้รับความรู้(Knowledge Attained) การพัฒนาทักษะทางการเรียนในโรงเรียน ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานหรือใช้แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หรืออาจใช้แบบทดสอบทั้งสองชนิด

ภพ เลหาพิบูลย์ (2542 : 57) ได้ให้ความหมายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่ได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่วัดได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 11) ได้อธิบายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความสำเร็จหรือความสามารถในการกระทำใดๆ ที่จะต้องอาศัยทักษะหรือมีฉะนั้นก็ต้องอาศัยความรู้ในวิชาใดวิชาหนึ่งโดยเฉพาะ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546 : 16) ได้สรุปความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นการประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนจะต้องมีเครื่องมือการประเมินที่มีประสิทธิภาพทั้งวิธีการประเมินกิจกรรม เกณฑ์การประเมิน และแบบประเมินเป็นส่วนหนึ่งของ

เครื่องมือการประเมินที่ผู้สอนต้องให้ความสำคัญและกำหนดสาระสำคัญของการประเมินไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อการเตรียมความพร้อมไว้ก่อนการจัดการเรียนการสอน

สมนึก ภัททิยธนี (2553) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ที่จะต้องมีเครื่องมือการประเมินที่มีประสิทธิภาพ ทั้งวิธีการประเมินกิจกรรม เกณฑ์การประเมิน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ทักษะทั้งหลายที่บุคคลได้แสดงออกมา โดยเป็นผลพวงมาจากกระบวนการเรียนรู้ที่ได้รับหรือได้เข้าร่วม ซึ่งสามารถวัดความรู้ที่แสดงออกมาจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 122) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในเนื้อหาและจุดประสงค์ในรายวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียน และสถาบันการศึกษาต่างๆ เป็นเครื่องมือหลักของการวัดผล

ชวลิต ชูกำแหง (2551 : 96) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของคำถาม (Items) ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้หรือวัดให้เป็นปริมาณได้

สมนึก ภัททิยธนี (2553: 63) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด

จากความหมายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ในเนื้อหาและจุดประสงค์ในรายวิชาต่างๆ สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมา ซึ่งอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้หรือวัดให้เป็นปริมาณได้

3.1 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งเป็น 2 พวก คือ

1. แบบทดสอบของครูที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ถามเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนได้เรียนในห้องเรียน ว่านักเรียนมีความรู้มากเพียงไหน บกพร่องตรงไหนจะได้สอนซ่อมเสริม หรือ วัตถุประสงค์ความพร้อมที่จะขึ้นบทเรียนใหม่ ฯลฯ ตามแต่ที่ครูจะปรารถนา

2. แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบประเภทนี้สร้างขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาหรือจากครูที่สอนในวิชานั้น แต่ผ่านการทดลองหาคุณภาพหลายครั้งจนกระทั่งมีคุณภาพดีพอ จึงจะสร้างเกณฑ์ปกติ (Norms) ของแบบทดสอบนั้น สามารถใช้เป็นหลักและเปรียบเทียบผล เพื่อประเมินการสอนในเรื่องใดๆ อะไรก็ได้ เพื่อใช้วัดอัตราความงอกงามของเด็กแต่ละวัย ในแต่ละกลุ่มของแต่ละภาคก็ได้จะใช้สำหรับให้ครูวินิจฉัยผลสัมฤทธิ์ระหว่างวิชาต่างๆ ในเด็กแต่ละคนก็ได้ ข้อสอบมาตรฐานนอกจากจะมีคุณภาพของแบบทดสอบสูงแล้ว ยังมีมาตรฐานในด้าน วิธีดำเนินการสอบ คือไม่ว่าโรงเรียนใด ราชการใดจะนำไปใช้ต้องดำเนินการสอบในแบบเดียวกัน แบบทดสอบมาตรฐานจะมีคู่มือดำเนินการสอบ บอกถึงวิธีการสอบว่าทำอย่างไร และยังมีมาตรฐาน ในด้านการแปลคะแนนด้วย

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 50) กล่าวถึง แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) ว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ และตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่างๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่างๆ อาจจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion-Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดตรงตามจุดประสงค์เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้

2. แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm-Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้างเพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร ความสามารถในการจำแนกผู้สอบตามความเก่งอ่อนได้ดี เป็นหัวใจของข้อสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบอาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถให้ความหมายแสดงถึงสถานภาพ ความสามารถของบุคคลนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบุคคลอื่นๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

สมนึก ภัทธิยทนี (2553 : 73-97) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น ที่นิยมใช้มี 6 แบบ ดังนี้

1.1 ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง (Subjective or essay test) เป็น

ข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

1.2 ข้อสอบแบบกาถูก-ผิด (True-false test) เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดั้งกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด ใช่-ไม่ใช่ จริง-ไม่จริง เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

1.3 ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion test) เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ แล้วให้เติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ นั้นเพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

1.4 ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ (Short answer test) ข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้นๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการ จะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

1.5 ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching test) เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่งโดยมีคำหรือข้อความแยกออกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวอื่น) จะคู่กับคำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ถูกออกข้อสอบกำหนดไว้

1.6 ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice test) คำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ตอน คือ ตอนนำหรือคำถาม (Stem) กับตอนเลือก (Choice) ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกันดูเผินๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมดแต่ความจริงมีน้ำหนักรู้นักถูกมากน้อยต่างกัน

2. แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์เช่นเดียวกับแบบทดสอบที่ครูสร้างแต่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพต่างๆ ของนักเรียนที่ต่างกลุ่มกัน

จากที่กล่าวมา สรุปได้ว่า แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระ และตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอนนั้น โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากวิธีการวัดผลการศึกษา สำหรับเครื่องมือในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะเลือกใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประเภทแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ โดยวัดจากคะแนนแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง

3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

บุญชม ศรีสะอาด (2545 : 59–66) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา และทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ
ขั้นตอนแรกสุดจะต้องทำการวิเคราะห์ว่าเนื้อหาหรือหัวข้อที่จะสร้างข้อสอบวัดนั้น มีจุดประสงค์ของการสอนหรือจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไร จัดเขียนหัวข้อใหญ่ หัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ หรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหา กับ ด้านสมรรถภาพที่ต้องการวัด และพิจารณาว่าจะออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อ เขียนจำนวนข้อลงในช่องรวมช่องสุดท้าย จากนั้นพิจารณาว่า หัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อยเขียนลำดับความสำคัญลงไป แล้วกำหนดจำนวนข้อที่จะวัดในแต่ละช่องขึ้นอยู่กับเรื่องนั้น ต้องการให้เกิดสมรรถภาพด้านใดมากน้อยต่างกัน

2. กำหนดรูปแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ หลักการเขียนข้อคำถาม ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบสมรรถภาพต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบ ใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ในขั้นที่ 1 เป็นกรอบซึ่งทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหาและทุกสมรรถภาพส่วนรูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ศึกษาในขั้นที่ 2

4. ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้ในขั้นที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดในเนื้อหาและสมรรถภาพตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความเข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังการพิจารณาทบทวนเองแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญวัดผลและด้านเนื้อหาสาระ พิจารณาข้อบกพร่อง และนำเอาข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

5. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ โดยจัดพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียดและชัดเจนการจัดพิมพ์วางรูปแบบให้เหมาะสม

6. ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริง ซึ่งได้เรียนในวิชาหรือเนื้อหาที่จะสอบแล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้วิธีการ

วิเคราะห์คุณภาพ คัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์จำนวนมากกว่าที่ต้องการ ก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการ ซึ่งเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ นำเอาผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบที่เข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

7. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก และระดับความยากเข้าเกณฑ์ ตามจำนวนที่ต้องการในขั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับที่จะใช้จริง ซึ่งจะต้องมีคำชี้แจงวิธีทำด้วย และในการพิมพ์นอกจากใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้วควรคำนึงถึงความประณีตถูกต้อง ซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดี

สรุปได้ว่าขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น ต้องเริ่มจากการวิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดรูปแบบคำถามและศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เขียนข้อสอบลงมือเขียนข้อสอบ ตรวจทานข้อสอบ พิมพ์แบบทดสอบฉบับสำรอง ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง จัดทำแบบทดสอบฉบับจริง โดยผู้วิจัยเห็นว่าขั้นตอนดังกล่าวมีความถูกต้องตามหลักการและมีความละเอียดเป็นอย่างมาก ดังนั้น จึงจะใช้ขั้นตอนวิธีการสร้างข้อสอบดังกล่าวเป็นขั้นตอนในการทำข้อสอบในการทำวิจัยครั้งนี้

3.3 คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 135-1611). ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2. ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดี เมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

3. ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

4. การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

5. ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อน ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้

หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่
ง่ายเกินไป

6. อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใคร
อ่อนโดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่ง
สุด

7. ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาด
ใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านซึ่งดูตำราอย่างคร่าวๆตอบได้
และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 67-71) ได้กล่าวถึงลักษณะแบบทดสอบที่มีคุณภาพควรมี
ลักษณะ ที่ดี 10 ประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบ ที่สามารถวัดได้
ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึง
เปรียบเสมือนหัวใจของแบบทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ
ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามสภาพและความเที่ยงตรงตาม
การพยากรณ์

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถ
วัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการทดสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีความ
ได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา ไม่ให้
นักเรียนที่ไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ควรเป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง และขยัน

4. ความลึกของคำถาม (Searching) ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถาม
ประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดตัดแปลงแก้ปัญหาจึงจะ
ตอบข้อสอบได้

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุก
เพลิดเพลินไม่เบื่อหน่าย

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางกา
ถาม การตอบต้องชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง

7. ความเป็นปรนัย (Objective) แบบทดสอบจะเป็นปรนัยจะต้องมีคุณสมบัติ 3
ประการคือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายได้ถูกต้องและตรงกัน เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะทำการตรวจสอบระดับความสามารถของผู้เรียน โดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งจะวัดแบบใดขึ้นอยู่กับลักษณะและธรรมชาติของวิชา อาจวัดด้านการปฏิบัติหรือด้านเนื้อหา ถ้าเป็นด้านเนื้อหานิยมวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่สามารถวัดได้ครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือหลายคนก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณ ใช้เวลาพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต สามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงการมีสิ่งแวดล้อมในการสอนที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง

10. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนที่ตอบข้อสอบได้ถูกหรืออัตราส่วนของคนที่ตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบมาน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ง่ายหรือยากเกินไป หรือความยากง่ายพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดแบบอิงเกณฑ์นั้น ความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้นได้วัดในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดี

ซวาล แพร์ตกุล (ปราโมทย์ รังศรี, 2560 : 37 อ้างอิงจาก ซวาล แพร์ตกุล, 2518 : 123-136) กล่าวถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดี ไว้ดังนี้

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องตามความมุ่งหมาย

2. ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเกาคำตอบได้ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านที่จะดูตารางแต่ตอบได้ดี

3. ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ้งของวิทยาการตามแนวตั้งมากกว่าที่จะวัดตามแนวกว้างว่ารู้มากน้อยเพียงใด

4. ต้องยั่วยุเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวนให้คิด เด็กสอบแล้วมีความอยากรู้เพียงใด

5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าครู

ถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไร ไม่ถามคลุมเครือ

6. ต้องเป็นปรนัย (Objective) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ คือ
 - 6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำถาม
 - 6.2 แจ่มชัดในวิธีตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน
 - 6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน
7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรง และเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงาน และเงินน้อยที่สุดด้วย
8. ต้องยากพอเหมาะ (Deficiency)
9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ สามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทๆ ได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด
10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) คือ ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอนไม่แปรผันการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียน วิชาฟิสิกส์ และเป็นสิ่งจำเป็นในการที่จะวัดว่า การจัดการเรียนรู้วิชาดังกล่าว นั้น นักเรียนได้รับความรู้ในเนื้อหาวิชาวิชามากน้อยเพียงใด และเป็นหลักฐานว่าการจัดการเรียนรู้ในระดับนั้นได้บรรลุถึงจุดหมายที่วางไว้หรือไม่

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความเป็นปรนัย ถามลึก มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิดของนักการศึกษาในช่วงแรกของศตวรรษที่ 20 จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) นักการศึกษาชาวอเมริกันซึ่งเป็นผู้ค้นคิดวิธีสอนแบบแก้ปัญหา และเป็นผู้เสนอแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดจากการลงมือทำด้วยตัวเอง (Learning by Doing) แนวคิดของดิวอี้ได้นำไปสู่แนวคิดในการสอนรูปแบบต่างๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แนวคิด PBL ก็มีรากฐานแนวคิดมาจากดิวอี้เช่นเดียวกัน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมาจากภาษาอังกฤษว่า Problem – Based Learning (PBL) โดยมีนักการศึกษาหลายท่านเรียกชื่อต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีนักการศึกษาให้ความหมายไว้ ดังนี้

Barell (1998 : 7) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นกระบวนการของการสำรวจ เพื่อต้องการตอบคำถามสิ่งที่ยากรู้อยากเห็น :ซึ่งอาจเกิดจากสิ่งผู้เรียนได้พบในชีวิตจริง

ปัญหาที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้จะเป็นปัญหาที่ไม่มีความชัดเจน ซึ่งเป็นปัญหาที่มีลักษณะคลุมเครือ หรือมีข้อสงสัยมาก สามารถหาคำตอบได้หลายคำตอบ

Greenwald (2000 : 28-32) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นหนึ่งในทางเลือกของการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่ยังคงความเป็นการเรียนรู้ในชั้นเรียนเช่นเดิม อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพกับผู้เรียนที่แตกต่างกันทั้งในด้านความรู้และความสามารถ เนื่องจาก การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานจะเกิดขึ้นบนพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถเลือกปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจ

Hung, Jonassen and Liu (2008 : 485-506) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ หลักการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนเพื่อที่จะเรียนรู้ปัญหา เป้าหมายหลักคือเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้จากความต้องการของผู้เรียนให้แก่ปัญหา

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2545 : 13) ได้ให้ความหมายว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม โดยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้ง ได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน จึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหา เป็นหลัก

ทิตนา แคมมณี (2555 : 137) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่เผชิญปัญหา เป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรือผู้สอนอาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาาร่วมกันเป็นกลุ่มซึ่งจะช่วยให้เข้าใจในปัญหาอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหาต่างๆ

ปิยวรรณ อิมจิตต์ (2556 : 56) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ มีทักษะในการทำงานเป็นทีม นักเรียนได้เรียนรู้การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ความเข้าใจผ่านการแสดงความคิดเห็นระหว่างกัน

ประสาธ เถืองเฉลิม (2557 : 159) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้เข้าใจในสภาพปัญหาที่แท้จริง เรียนรู้จากการเรียนและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อค้นคว้าหาวิธีแก้ปัญหา มุ่งพัฒนาทักษะการเรียนรู้มากกว่าความรู้ที่ได้มา

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่กระตุ้นการเรียนรู้ด้วยปัญหา ให้ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ด้วยกระบวนการแก้ปัญหา และทักษะอื่นๆของผู้เรียน ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนประสบการณ์ความรู้ความเข้าใจผ่านการแสดงความคิดเห็นร่วมกัน และทำให้ผู้เรียนเข้าใจในสภาพปัญหาที่แท้จริง

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Barrow and Tamblyn (1980 : 18) กล่าวว่า การเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก แนวคิดนี้เกิดขึ้นที่ MCmaster University, Canada เนื่องจากปัญหาการเรียนการสอนในสาขาแพทย์ 2 ประการ คือ ปัญหาจากวิธีสอนแบบบรรยาย ซึ่งนิยมใช้มาก เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้เนื้อหาได้มาก แต่ไม่ได้พัฒนาทักษะขบวนการคิดของผู้เรียน ผู้เรียนไม่สามารถแสวงหาความรู้ใหม่ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ประกอบปัญหาเกี่ยวกับความรู้ด้านการแพทย์ซึ่งเป็นวิชาชีพที่เน้นการปฏิบัติ ในช่วงที่เรียนอยู่ผู้เรียนได้รับความรู้กลุ่มหนึ่งไป แต่เมื่อไปทำงานต้องเผชิญกับสถานการณ์ หรือปัญหาหลากหลาย แตกต่างจากที่ผู้สอนเคยสอนไว้ในชั้นเรียน และผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ เพราะในการเรียนการสอนนั้นไม่ได้ให้ทักษะในการแก้ปัญหา

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2545 : 11-17) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning หรือ PBL) มีแนวคิดทฤษฎีที่สอดคล้อง ดังนี้) ทฤษฎีสถิตนิยม (Constructivist Learning Theory) เกิดจากการทำงานและการค้นพบของ เพียเจต์ ที่เชื่อว่าคนเราทุกคนตั้งแต่เกิดมาพร้อมจะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และพร้อมที่จะเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ จนเกิดการเรียนรู้และ เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา เมื่อประสบกับปัญหาบุคคลจะพยายามปรับตัวให้อยู่ในสภาวะสมดุล ด้วยกระบวนการ 2 ประการคือ การจัดและรวบรวม (Organization) และ การปรับตัว (Adaptation) ซึ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของคนมีลักษณะแตกต่างกันตามช่วงอายุที่ต่างกัน เป็นการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตามลำดับขั้น ผู้เรียนในวัยช่วงชั้นที่ 3 (อายุ 12 ปีขึ้นไป) มีพัฒนาการเริ่มเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ และมีความสามารถคิดหาเหตุผลในเชิงนามธรรมได้

ทิตนา แคมมณี (2547 : 52) กล่าวว่า เมื่อทำการศึกษา และพบว่าเขาวินิจฉัยของมนุษย์

ประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ คือความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน และความสามารถในการแสวงหาหรือตั้งปัญหา เพื่อหาคำตอบและเพิ่มพูนความรู้ การ์ดเนอร์ได้แบ่งเขาวนปัญญาเป็น 8 ด้านได้แก่ เขาวนปัญญาด้านภาษา เขาวนปัญญาด้านคณิตศาสตร์หรือการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ เขาวนปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ เขาวนปัญญาด้านดนตรี เขาวนปัญญาด้านการเคลื่อนไหวร่างกายและกล้ามเนื้อ เขาวนปัญญาด้านการสัมพันธ์กับผู้อื่น เขาวนปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง และเขาวนปัญญาด้านความเข้าใจธรรมชาติ

สรุปได้ว่า แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นแนวการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยมีแนวคิดพื้นฐานมาจากกระบวนการสร้างความรู้ใหม่ซึ่งอาศัยพื้นฐานมาจากความรู้เดิมที่มีอยู่ จากการศึกษาได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม ลงมือกระทำด้วยตนเอง จนค้นพบความรู้ใหม่และสามารถสร้างองค์ความรู้ เพื่อนำออกมาใช้ในการกระทำและการแก้ปัญหาต่างๆ ได้ โดยมีผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ

3. ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้ให้ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนเอาไว้ ดังนี้

Delisle (1997 : 26-36) ได้กำหนดขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ขั้นเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the problem) เป็นขั้นตอนในการสร้างปัญหา เพราะในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผู้เรียนจะต้องมีความรู้สึกว่าปัญหานั้นมีความสำคัญต่อตนก่อน ผู้สอนควรเลือกหรือออกแบบปัญหาให้สอดคล้องกับผู้เรียน ดังนั้น ในขั้นนี้ผู้สอนจะสำรวจประสบการณ์ ความสนใจของผู้เรียนรายบุคคลก่อน เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหรือออกแบบปัญหา โดยผู้สอนอาจยกประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาขึ้นมาอภิปรายก่อน แล้วผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสร้างปัญหาที่ผู้เรียนสนใจขึ้นมา เพื่อเป็นปัญหาสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประเด็นที่ผู้สอนยกมานั้นจะต้องเป็นประเด็นที่มีความสัมพันธ์กับความรู้นั้นเนื้อหาวิชา และทักษะที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับด้วย

2. ขั้นจัดโครงสร้าง (Setting up structure) ประกอบด้วย แนวความคิดต่อปัญหา (Ideas) ข้อเท็จจริงจากปัญหา (Facts) สิ่งที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม (Learning issues) และแผนการเรียนรู้ (Action plan)

3. ขั้นเข้าพบปัญหา (Visiting the problem) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้กระบวนการกลุ่มในการสำรวจปัญหาตามโครงสร้างของการเรียนรู้ในขั้นที่ 2 คือ ผู้เรียนในกลุ่มจะร่วมกันเสนอแนวคิดต่อปัญหา ว่ามีแนวทางเป็นไปได้หรือไม่ในการแก้ปัญหา จะแก้ปัญหานั้นด้วยวิธีใด ความรู้อะไรที่จะนำมาเป็นฐานของการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายถึงข้อเท็จจริง ที่โจทย์กำหนดมา

ให้ แล้วกำหนดสิ่งที่จะต้องกำหนดเพิ่มเติม เพื่อจะได้นำมาเป็นฐานความรู้ในการแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดวิธีการหาความรู้และแหล่งทรัพยากรของความรู้นั้น เมื่อกลุ่มกำหนดทุกหัวข้อเสร็จแล้ว กลุ่มจะมอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มไปศึกษาค้นคว้าตามแผนการเรียนรู้ที่กำหนดไว้แล้วนำความรู้ที่ได้ศึกษามารายงานต่อกลุ่ม ทำเช่นนี้เรื่อย ๆ จนได้ความรู้เพียงพอสำหรับการแก้ปัญหาในชั้นเรียนผู้เรียนมีอิสระกำหนดในแต่ละหัวข้อ ครูเพียงแต่สังเกตและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เท่านั้น

4. ขั้นเข้าพบปัญหาอีกครั้ง (Revisiting the problem) เมื่อกลุ่มได้ไปศึกษาความรู้ตามแผนการเรียนรู้แล้ว กลุ่มก็จะร่วมกันสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มานั้นว่าเพียงพอที่จะแก้ปัญหานั้นหรือไม่ ถ้าความรู้ที่ได้มานั้นไม่เพียงพอ กลุ่มก็จะกำหนดสิ่งที่จะต้องเรียนรู้เพิ่มเติม และแผนการเรียนรู้อีกครั้ง แล้วทำแผนการเรียนรู้จนกว่าจะได้ความรู้ที่สามารถนำไปแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนในกลุ่มต้องใช้การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาตามแผนการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความสามารถในการสื่อสาร การพูด การวิเคราะห์ และการสังเคราะห์ข้อมูล

5. ขั้นผลิตผลงาน (Producing a Product or Performance) ในขั้นนี้ผู้เรียนจะใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาแก้ปัญหา หรือสร้างผลผลิตขั้นสุดท้ายของการเรียนรู้ และนำเสนอผลผลิตนั้นในชั้นเรียนได้ทราบผลโดยทั่วกัน

6. ขั้นประเมินผลงานและแก้ปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) ในการประเมินผลงานของผู้เรียน ทั้งผู้สอนและผู้เรียนจะมีความรับผิดชอบร่วมกันในการประเมินจะประเมินด้านความรู้ ทักษะด้านความรู้ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร และทักษะด้านสังคม ได้แก่ การทำงานร่วมกันเป็นทีม นอกจากนี้ที่จะประเมินผู้เรียนแล้วผู้สอนยังต้องประเมินปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ด้วยว่ามีประสิทธิภาพหรือไม่

กุลยา ตันติผลาชีวะ (2548 : 79) อธิบายไว้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน จากประเด็นปัญหาที่กลุ่มผู้เรียนได้รับจากผู้สอนเมื่อผู้สอนแนะนำเกี่ยวกับการศึกษาปัญหา แหล่งข้อมูลประกอบการศึกษาแล้วผู้เรียนต้องดำเนินการเรียนเอง 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาปัญหาและตั้งสมมติฐาน เมื่อกลุ่มผู้เรียนได้รับประเด็นปัญหาแล้วให้กลุ่มทำความเข้าใจให้ตรงกันก่อนว่าจุดประสงค์การเรียนรู้คืออะไร แล้วจึงวิเคราะห์ประเด็นปัญหาตั้งสมมติฐานเพื่อหาคำตอบ โดยผู้เรียนประเมินตนเองว่าต้องใช้ความรู้อะไร สาขาวิชาใด จะค้นหาจากแหล่งไหน เพื่อเป็นพื้นฐานของการศึกษาหาเหตุผลและคำอธิบาย เพื่อประมวลว่าอะไรคือประเด็นปัญหาสาเหตุและคำตอบปัญหาให้ได้

2. ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ข้อความรู้ที่จะนำมาตอบคำถามที่กลุ่มกำหนดขึ้น การค้นหาข้อความรู้ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สัมภาษณ์ ชักถามผู้เชี่ยวชาญ ทดสอบตรวจสอบทาง

ห้องทดลอง อ่านตำรา อ่านผลงานวิจัยหรือรายงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาประกอบการตอบคำถามในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจัดทำแผนการเรียนรู้โดยกำหนดความต้องการการเรียนรู้ของตนเองว่าต้องการยกระดับสมรรถนะการเรียนรู้ของตนจากที่มีอยู่เดิมในปัจจุบันทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติให้เพิ่มขึ้นแผนการเรียนรู้จะเป็นแนวทางของการค้นคว้าความรู้ และจำกัดขอบเขตการค้นคว้าความรู้สู่ระดับที่ต้องการเมื่อค้นคว้าความรู้ได้แล้วผู้เรียนต้องทำบันทึกความรู้ที่ได้ไว้ด้วย

3. ประยุกต์ความรู้ เป็นขั้นตอนของการนำข้อความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาตอบคำถามปัญหา ทบทวนและสังเคราะห์สิ่งที่ได้ค้นพบมานำเสนอเป็นผลงานให้ผู้สอนประเมินผู้สอนกระตุ้นด้วยคำถาม เพื่อให้มีการสืบค้นที่ถูกต้องและอาจต้องมีบรรยายเพิ่มเติมในส่วนที่ผู้เรียนขาดและจำเป็นต้องเรียนรู้

4. ประเมินผลการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนที่ผู้เรียนสามารถประเมินสมรรถนะทางการเรียนได้ด้วยตนเองว่าสามารถศึกษาได้ครอบคลุมตามจุดประสงค์ของการเรียนหรือไม่ ใช้เวลาอย่างไร ใช้กระบวนการให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องเรียนรู้แบบไหน มีคุณค่าพอกับการเรียนรู้หรือไม่ ผู้เรียนต้องประเมินตนเองเกี่ยวกับเหตุผล ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการค้นคว้าความรู้ที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งความรู้จากกลุ่ม ส่วนการประเมินโดยผู้อื่น เช่น เพื่อน ผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องจะเน้นในแง่ของความสามารถในการบูรณาการความรู้ การให้เหตุผลในการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผลและการแสดงถึงการเรียนรู้ด้วยตนเอง

กรมวิชาการ (สุพล วังสินธ์, 2549: 58 อ้างอิงจาก กรมวิชาการ, 2543: 54-55) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี 7 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดปัญหา คือ ตระหนักว่ามีข้อสงสัย สิ่งที่สับสนเคลือบคลุมสิ่งไม่แน่นอนหรือความไม่รู้จักจริง และมีความปรารถนาอยากรู้ กำหนดออกไปให้ชัดเจนว่าสิ่งที่ต้องการรู้คืออะไร
2. ตัดสินใจที่จะวางแผนแก้ปัญหา คือ ปัญหาที่กำหนดไว้ในข้อ 1 จะพอลค้นคว้าหาข้อมูลได้จากที่ใด
3. เก็บข้อมูล คือ ลงมือค้นคว้าและเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลนี้บางที่ได้มาเล็กน้อยผู้เรียนจะด่วนสรุปออกมาให้ทันทีไม่ได้ ต้องพยายามหาข้อมูลให้ได้ครบถ้วนเสียก่อน
4. ตั้งสมมติฐาน คือ จากข้อมูลข้อที่ 3 ผู้เรียนอาจจะลอง “เดา” หรือ “คาดคะเน” ได้บ้างแล้วว่าข้อใดคือคำตอบของปัญหา อะไรเป็นข้อมูลเหตุของปัญหาและอาจจะหายไว้หลายจุด
5. พิสูจน์ คือ นำเอาข้อมูลสมมติฐานที่ตั้ง ไว้หลายอย่าง และเลือกเฉพาะทางที่เป็นไปได้มาพิสูจน์โดยการทดลอง (ถ้าทำได้) หรือตรวจสอบด้วยเอกสาร (หนังสือต่างๆ เอกสาร ฯลฯ หรือโดยการสังเกตสอบถาม ฯลฯ)
6. วิเคราะห์ คือ วิเคราะห์ข้อมูลว่า สมมติฐานใดมีหลักฐานสนับสนุนมากที่สุด

7. สรุปผล คือ สรุปลงไปว่าควรเชื่อสมมติฐานใด

นิราศ จันทจรित्र (2549 : 73) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากปัญหาให้มากที่สุด โดยมีขั้นตอนการเรียนรู้ ดังนี้

1. เบื้องต้นต้องทำความเข้าใจ ตีความ ความหมายของคำเฉพาะหรือมโนทัศน์ที่ไม่ทราบที่พบอยู่ในปัญหา
2. นิยามและอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้สอนสร้างสถานการณ์ขึ้น
3. การวิเคราะห์ปัญหา โดยทุกคนช่วยกันระดมความคิด (Brainstorm) จากความรู้พื้นฐานของแต่ละคนที่อยู่ นำมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน เพื่อนำมาลงความเห็นในการอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือปัญหาให้มีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น
4. การวิพากษ์วิจารณ์ นำสิ่งที่สมาชิกแต่ละคนนำเสนอมาวิเคราะห์ ตั้งคำถามว่าสิ่งที่เสนอมานั้นเป็นอย่างไร แนวทางไหนที่ดีที่สุด
5. กำหนดประเด็นการเรียนรู้ สำหรับการจัดการเรียนรู้ของตัวผู้เรียนแบบที่สามารถนำตนเองได้
6. ศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อทำการต่อยอดความรู้ด้วยความสามารถของตนเอง
7. จัดกิจกรรมแลกเปลี่ยนความรู้ใหม่ๆ ที่ได้จากสมาชิกแต่ละคน โดยพยายามเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ของปัญหาและตรวจสอบว่าในขณะนั้นตนเองมีความรู้เพียงพอที่จะทำการเรียนรู้หรือไม่

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550 : 6-8) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องสร้างบริบทหรือสภาพแวดล้อมต่างๆที่ก่อให้เกิดให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย นำไปสู่การมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจในการที่จะพยายามค้นหาคำตอบให้ได้

ขั้นที่ 2. ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถ่องแท้ว่า ปัญหานั้นเกิดขึ้นอย่างไร ต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นคืออะไร จนกระทั่งสามารถอธิบายถึงสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในทุกๆ ด้านได้

ขั้นที่ 3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า หลังจากที่ผู้เรียนได้เข้าใจถึงปัญหาแล้วในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษา ค้นคว้า ข้อมูล เอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการที่จะค้นคว้าหาข้อมูลมาจากหลายๆ แหล่งข้อมูลเราสามารถเชื่อถือได้

ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูล ความรู้ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาทำการสังเคราะห์ตีความว่า ข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ครบถ้วน เหมาะสมแล้วที่จะนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหา โดยมีสมาชิกในกลุ่มช่วยกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ผู้เรียนนำข้อค้นพบที่ได้จากการปฏิบัติมาอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5. สรุปและประเมินค่าคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันประเมิน และสรุปคำตอบของกลุ่มตนเองว่าข้อมูลที่ได้อ่านแล้ว และเลือกเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหานั้นมีความเหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องระดมความคิดเห็นกัน แล้วนำมาสรุปรวมในกลุ่มอีกครั้งว่า คำตอบใดเหมาะสมที่สุดกับปัญหา

ขั้นที่ 6. นำเสนอและประเมินผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมผลงานของกลุ่มตนเอง พร้อมนำมาเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย สร้างสรรค์ จากนั้นผู้เรียนทุกคนในห้องร่วมกันประเมินผลงานทั้งหมดและอภิปรายถึงปัญหาพร้อมทั้งลงข้อสรุปในที่สุด

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2557 : 167-169) ได้สรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เชื่อมโยงและระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและได้มองเห็นปัญหา ระบุได้ว่าสิ่งที่เป็นปัญหานั้นกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้อยากเห็นและน่าติดตาม

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหาและกำหนดแนวทางที่น่าจะเป็นไปได้ ผู้เรียนจะต้องร่วมมือกันวางแผนศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ โดยอาศัยอภิปรายในกลุ่ม แสวงหาคำตอบตามวิธีทางแบบประชาธิปไตย ผู้สอนทำหน้าที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมทางความคิดและการวางแผน

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียนและดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ผู้เรียนนำข้อค้นพบที่ได้จากการปฏิบัติมาอภิปรายและแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน เพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่ม ประเมินผลงานและการจัดการเรียนรู้ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงไร พยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้อ่านมาจัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินการเรียนรู้

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550 : 6-8) ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแบบของสำนักงานเลขาธิการสภาศึกษานั้นมีความสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน และน่าจะมีขั้นตอนที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการถ่ายโอนการเรียนรู้ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซึ่งมี 6 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องสร้างบริบทหรือสภาพแวดล้อมต่างๆที่ก่อให้เกิดให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย นำไปสู่การมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจในการที่จะพยายามค้นหาคำตอบให้ได้

ขั้นที่ 2. ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถ่องแท้ว่า ปัญหานั้นเกิดขึ้นอย่างไร ต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นคืออะไร จนกระทั่งสามารถอธิบายถึงสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในทุกๆ ด้านได้

ขั้นที่ 3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า หลังจากที่ผู้เรียนได้เข้าใจถึงปัญหาแล้วในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษา ค้นคว้า ข้อมูล เอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการที่จะค้นคว้าหาข้อมูลมาจากหลายๆ แหล่งข้อมูลเราสามารถเชื่อถือได้

ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูล ความรู้ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาทำการสังเคราะห์ตีความว่า ข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ครบถ้วน เหมาะสมแล้วที่จะนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหา โดยมีสมาชิกในกลุ่มช่วยกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ผู้เรียนนำข้อค้นพบที่ได้จากการปฏิบัติมาอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5. สรุปและประเมินค่าคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันประเมิน และสรุปคำตอบของกลุ่มตนเองว่าข้อมูลที่ได้ค้นคว้า และเลือกเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหานั้นมีความเหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องระดมความคิดเห็น แล้วนำมาสรุปรวมในกลุ่มอีกครั้งว่า คำตอบใดเหมาะสมที่สุดกับปัญหา

ขั้นที่ 6. นำเสนอและประเมินผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมผลงานของกลุ่มตนเอง พร้อมนำมาเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย สร้างสรรค์ จากนั้นผู้เรียนทุกคนในห้องร่วมกันประเมินผลงานทั้งหมดและอภิปรายถึงปัญหาพร้อมทั้งลงข้อสรุปในที่สุด

4. บทบาทผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

4.1 บทบาทผู้สอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา (2550 : 9-13) ได้กล่าวว่า ผู้สอนมีบทบาทโดยตรงต่อ

การจัดการเรียนรู้ ดังนั้น ลักษณะของผู้สอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรมีลักษณะดังนี้

1. ผู้สอนต้องมุ่งมั่น ตั้งใจสูงรู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอยู่เสมอ
2. ผู้สอนต้องรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล เข้าใจศักยภาพของผู้เรียน เพื่อสามารถให้คำแนะนำคอยช่วยเหลือผู้เรียนได้ตลอดเวลา
3. ผู้สอนต้องเข้าใจขั้นตอนของแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อย่างถ่องแท้ทุกขั้นตอน เพื่อจะได้แนะนำให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียนได้ถูกต้อง
4. ผู้สอนต้องมีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้ และติดตามประเมินผลการพัฒนาของผู้เรียน
5. ผู้สอนต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกด้วยการจัดหา สนับสนุนสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้อย่างเหมาะสมเพียงพอ จัดเตรียมแหล่งเรียนรู้ จัดเตรียมห้องสมุด อินเทอร์เน็ต ฯลฯ
6. ผู้สอนต้องมีจิตวิทยา สร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวในการเรียนรู้ตลอดเวลา
7. ผู้สอนต้องชี้แจงและปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจ และเห็นคุณค่าของการเรียนรู้แบบนี้
8. ผู้สอนต้องมีความรู้ ความสามารถด้านการวัด และประเมินผลผู้เรียนตามสภาพจริง ให้ครบทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้

ประสาธ เมืองเฉลิม (2557: 166-167) ได้สรุปบทบาทของผู้สอนและบทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

บทบาทของผู้สอน ผู้สอนคือผู้ที่มีบทบาทสำคัญ โดยตรงต่อการออกแบบและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รวมไปถึงการประเมินผลการเรียนรู้ที่นำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาการศึกษา ดังนั้น ผู้สอนควรมีลักษณะดังนี้

1. มุ่งมั่นและรู้จักแสวงหาความรู้เพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง
2. รู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคล เข้าใจศักยภาพของผู้เรียน
3. เข้าใจขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างถ่องแท้
4. มีทักษะและศักยภาพสูงในการจัดการเรียนรู้และติดตามประเมินผลการพัฒนาของผู้เรียน
5. อำนวยความสะดวกในการจัดหาและสนับสนุนสื่อ / อุปกรณ์ / แหล่งเรียนรู้ให้เหมาะสมและเพียงพอ
6. มีจิตในสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดการตื่นตัวที่จะเรียนรู้ตลอดเวลา

7. ปรับทัศนคติของผู้เรียนให้เข้าใจและเห็นคุณค่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
8. มีความรู้ ความสามารถด้านการวัดประเมินผลตามสภาพจริง

บทบาทของผู้สอนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าควรมีลักษณะดังนี้ ผู้สอนมีส่วนให้คำแนะนำผู้เรียน และเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการเรียนให้กับผู้เรียน ไม่ที่จะเป็นการจัดกิจกรรมการสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหา การเตรียมสื่อการเรียนรู้ เอกสารทางวิชาการต่างๆ ที่นำไปสู่คำตอบของปัญหา และครูต้องใช้คำถามที่ต้องการคำตอบเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความตื่นตัวในการเรียนรู้ คอยช่วยผู้เรียนให้ไปสู่อำนาจคำตอบของปัญหาหรือเป็นการแนะนำคำตอบของปัญหาให้แก่ผู้เรียนแต่ไม่ใช่การบอกคำตอบโดยตรง และเป็นผู้ประเมินผู้เรียนตามสภาพจริงของผู้เรียน

4.2 บทบาทของผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550 : 13) กล่าวถึง ลักษณะของผู้เรียนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานควรมีลักษณะ ดังนี้

1. ผู้เรียนต้องปรับทัศนคติในบทบาทหน้าที่และการเรียนรู้ของตนเอง
2. ผู้เรียนต้องมีคุณลักษณะด้านการใฝ่รู้ ใฝ่เรียน มีความรับผิดชอบสูง รู้จักการทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ
3. ผู้เรียนต้องได้รับการวางพื้นฐาน และฝึกทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เช่น กระบวนการคิด การสืบค้นข้อมูล การทำงานกลุ่ม การอภิปราย การสรุป การนำเสนอผลงาน และการประเมินผล
4. ผู้เรียนต้องมีทักษะการสื่อสารที่ดีพอ

ประสาธน์ เนิ่งเฉลิม (2557 : 166-167) ได้สรุปบทบาทของผู้เรียนว่า ผู้เรียนต้องเป็นผู้รู้จักการเรียนรู้นำตนเองและสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านปัญหาที่เป็นตัวกระตุ้นสำคัญให้เกิดความงอกงามทางปัญญา ดังนั้น ผู้เรียนควรมีลักษณะดังนี้

1. ปรับทัศนคติต่อบทบาทและหน้าที่ในการเรียนรู้ของตนเอง
2. ต้องพัฒนาพื้นฐานและทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้
3. มีความใฝ่รู้ ใฝ่เรียนและรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
4. พัฒนาทักษะการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพ

บทบาทของผู้เรียนในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าควรมีลักษณะที่ค่อนข้างปรับตัวของนักเรียนอย่างมาก เพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีรูปแบบที่แตกต่างจากการจัดการเรียนการสอนทั่วไป ทั้งเรื่องทัศนคติต่อการเรียน และที่สำคัญต้องมีความรู้

พื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ถ้าขาดส่วนนี้ไปอาจทำให้เสียเวลาจำนวนมากในการค้นหาความรู้ส่วนนี้ นอกจากนี้ นักเรียนต้องมีทักษะการทำงานเป็นทีมและทักษะต่างๆ ในการเรียนรู้เช่น การวัด การค้นหาความรู้ เป็นต้น

5. การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

Delisle (1997 : 37-47) ได้กล่าวว่า การประเมินผลจะต้องบูรณาการตั้งแต่ขั้นตอนการสร้าง ปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ ความสามารถและผลงานที่นักเรียนแสดงออกมาเข้าด้วยกันโดยได้เสนอว่าการประเมินผลควรทำทั้ง 3 ส่วน คือ การประเมินผลนักเรียน การประเมินผลตัวเองของครู และการประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการเรียนรู้ โดยในแต่ละการประเมินผลนักเรียนจะมีส่วนร่วมด้วย และการประเมินผล จะดำเนินไปตลอดเวลาของการเรียนรู้ คือ ตั้งแต่สร้างปัญหาจนถึงรายงานการแก้ปัญหา ซึ่งมียุทธศาสตร์ดังนี้

1. การประเมินผลนักเรียน เป็นการประเมินผลความสามารถของนักเรียนตั้งแต่วันแรกของการเรียนรู้ จนกระทั่งวันสุดท้ายที่ได้เสนอผลออกมา ครูจะใช้ขั้นตอนการเรียนรู้เป็นเครื่องมือในการติดตามความสามารถของนักเรียน ซึ่งพิจารณาทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และการทำงานกลุ่ม

2. การประเมินผลตัวเองของครู ในขณะที่นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้และความสามารถออกมา ครูจำเป็นต้องพิจารณาตนเองถึงทักษะและบทบาทของตนเองที่ได้แสดงออกไปว่าส่งเสริมผู้เรียนหรือไม่อย่างไรด้วย การประเมินตนเองของครูมี 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่เขียนบรรยาย และแบบให้เลือกระดับความสามารถว่า ดีมาก ดี หรือพอใช้ ของแต่ละพฤติกรรมที่ครูแสดง แล้วส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

3. การประเมินผลปัญหา ในขณะที่นักเรียนประเมินผลตนเอง และครูทำการประเมินผลนักเรียนและตนเอง ก็ควรทำการประเมินผลปัญหาเพื่อดูความมีประสิทธิภาพของปัญหาในการจัดการเรียนการสอน

Barell (1998 : 159-160) กล่าวว่า การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะดังนี้

1. ประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย ไม่ประเมินผลด้วยการสอบเพียงอย่างเดียว และไม่ควรประเมินผลแค่ตอนจบบทเรียนเท่านั้น

2. ประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ของนักเรียนที่สามารถพบในชีวิตประจำวัน

3. ประเมินผลความสามารถที่แสดงออกมา หรือจากการทำงานที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในความคิดรวบยอด

Eggen and Kauchak (2001 : 256-259) ได้กล่าวถึง วิธีการประเมินผลของการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ควรจะประเมินตามสภาพจริง และควรกำหนดเป้าหมายที่มีความสัมพันธ์ในการ ประเมิน ดังนี้

1. ประการแรก ความเข้าใจในด้านกระบวนการที่เกี่ยวกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน
2. ประการที่สอง การพัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน
3. ประการที่สาม สิ่งที่ได้รับจากเนื้อหาวิชา

วิธีการประเมินมีดังนี้

1. การประเมินตามสภาพจริง เป็นการวัดผลการปฏิบัติงานของนักเรียนโดยตรง ผ่านชีวิตจริง
2. การสังเกตอย่างเป็นระบบ เป็นการประเมินผลในด้านทักษะกระบวนการของ ผู้เรียนในขณะที่เรียนรู้ ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์การประเมินให้ชัดเจน

จากการประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. การประเมินผลผู้เรียน ผู้สอนทำการประเมินผู้เรียนทั้งในด้านของความรู้ ทักษะ และการทำงานกลุ่ม
2. การประเมินผลของตัวผู้สอนเอง เพื่อเป็นการสะท้อนตัวผู้สอนเองว่าผู้เรียน บรรลุผลการเรียนรู้หรือไม่จากการกิจกรรมโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และเพื่อเป็นการปรับปรุงในการ เรียนการสอนครั้งต่อไป
3. การประเมินผลปัญหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อดูว่าเหมาะสมกับผู้เรียน หรือไม่และปัญหานั้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือไม่
4. ใช้วิธีการในการประเมินที่หลากหลาย และประเมินผู้เรียนตั้งแต่เริ่มแรกจนจบ บทเรียน
5. ประเมินตามสภาพจริง

ผังกราฟิก

1. ความหมายผังกราฟิก

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542 : 126) ได้ให้ความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิก คือแบบ ของการสื่อสาร เพื่อให้นำเสนอข้อมูลหรือความรู้ที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจ ง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผังกราฟิกได้มาจากการนำเสนอข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ใน เรื่องใดเรื่องหนึ่งมาทำการจัดกระทำข้อมูล ในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การ

สังเกต เปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข (ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย) การวิเคราะห์ การสร้างแบบแผน จากนั้นจึงมีการเลือกแบบผังกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ผู้นำเสนอต้องการ

ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง และคณะ (2545 : 35-36) ให้นิยามการสอนโดยใช้ผังกราฟิกเป็นการสอนที่ใช้แผนผังความคิดเป็นเครื่องมือในการจัดรวบรวมและสรุปความคิดหรือข้อมูลสำคัญให้เชื่อมโยงกันในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิหรือภาพทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้นๆ

วัฒนาพร ระวังทุกข์ (2545 : 96) ได้อธิบายแผนผังกราฟิกว่า แผนผังกราฟิกเป็นแบบของการสื่อสาร ที่ใช้เพื่อนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เข้าใจง่ายกะทัดรัดชัดเจน แผนผังกราฟิกได้มาจากการรวบรวมข้อมูล หรือสาระจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ มาทำการจัดกระทำข้อมูล ซึ่งการจัดกระทำข้อมูลนั้นต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบการแยกแยะ การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข หรือการสรุป แล้วจึงเลือกแผนผังกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามลักษณะเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ที่ผู้นำเสนอต้องการ

ทศนา แคมมณี (2551 : 386) ได้อธิบายความหมายของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกเป็นแผนผังทางความคิด ประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้นเร็วขึ้นและจดจำได้นาน

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2551 : 251) ให้ความหมายผังกราฟิกหมายถึงแผนผังรูปภาพที่แสดงความคิดหรือข้อมูลสำคัญ ๆ ที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบระเบียบในรูปแบบต่าง ๆ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำเอาข้อมูลที่อยู่อย่างกระจัดกระจายมาจัดเป็นระบบระเบียบสามารถอธิบายให้เกิดความเข้าใจและจดจำความรู้เนื้อหาสาระนั้น ๆ ได้ง่ายและยาวนาน

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า ผังกราฟิก หมายถึง รูปแบบการสื่อสาร เพื่อนำเสนอข้อมูลต่าง ๆ ที่จัดอย่างเป็นระบบ และนำเสนอเป็นแผนภาพในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นาน

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

ไสว พักขาว (2542 : 17) กล่าวว่าในอดีตนักปรัชญาเชื่อว่าความรู้คือการสะสม (Collection) ข้อเท็จจริงและความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่าง ๆ มาประกอบกันเข้าเป็นเนื้อหาของ

ศาสตร์ต่าง ๆ มนุษย์สามารถค้นพบความรู้จากประสบการณ์โดยผ่านประสาทสัมผัสจนกระทั่งพบว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงที่สมบูรณ์ที่สุด เป็นความจริงที่สามารถพิสูจน์ยืนยันได้ ต่อมาในต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้ใหม่ของแนวคิดในวิชาฟิสิกส์สมัยใหม่ ทำให้นักปรัชญาต้องกลับมาทบทวนความเชื่อเกี่ยวกับทฤษฎีความรู้ (Theory of knowledge) ใหม่และความเชื่อใหม่ที่เข้ามาแทนที่คือ ปรัชญาสร้างสรรค์ความรู้นิยม ไสว ฟักขาว (2544 : 17) แนวคิดของนักปรัชญากลุ่มสร้างสรรค์ความรู้นิยม เชื่อกันว่าความรู้เป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นภายในจิตจากการพยายามทำความเข้าใจ (Make sense) สร้างความหมาย (Construct meaning) กับเหตุการณ์ ประสบการณ์ หรือสารสนเทศต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้เดิม ความเชื่อ และความคาดหวังของตนในการแปลความหมายและทำความเข้าใจกับสิ่งต่าง ๆ

ทิตานา แชมมณี (2559) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิกขึ้นโดยใช้แนวคิดทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลผลความรู้ข้อมูล (Information Processing Theory) ซึ่งกล่าวว่ากระบวนการเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ความจำข้อมูล (Information Storage) กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processes) และการรู้คิด (Metacognition) ความจำข้อมูลประกอบด้วย ความจำจากการรู้สึกสัมผัส (Sensory Memory) ซึ่งจะเก็บข้อมูลไว้เพียงประมาณ 1 วินาทีเท่านั้น ความจำระยะสั้น (Short-term Memory) หรือความจำปฏิบัติการ (Working Memory) ซึ่งเป็นความจำซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการตีความสิ่งเร้าที่รับรู้มาแล้วซึ่งจะเก็บข้อมูลไว้ได้ชั่วคราวประมาณ 20 วินาทีและทำหน้าที่ในการคิด (Mental Operation) ส่วนความจำระยะยาว (Long-term Memory) เป็นความจำที่มีความคงทนมีขนาดความจุไม่จำกัดสามารถคงอยู่เป็นเวลานานเมื่อต้องการใช้ จะสามารถเรียกคืนได้สิ่งที่อยู่ในความจำระยะยาวมี 2 ลักษณะ คือ ความจำเหตุการณ์ (Episodic Memory) และความจำความหมาย (Semantic Memory) เกี่ยวกับข้อเท็จจริงในทัศนัญลักษณ์หลักการต่าง ๆ องค์ประกอบด้านความจำข้อมูลนี้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นกับกระบวนการทางปัญญาของบุคคลนั้นซึ่งประกอบด้วย

2.2.1 การใส่ใจ (Attention) หากบุคคลมีความใส่ใจในข้อมูลที่ได้รับเข้ามาทางสัมผัส (Sensory Memory) ข้อมูลนั้นก็จะถูกนำไปสู่ความจำระยะสั้น (Short-term Memory) ต่อไปหากไม่ได้รับการใส่ใจข้อมูลนั้นก็จะเลือนหายไปอย่างรวดเร็ว

2.2.2 การรับรู้ (Perception) เมื่อบุคคลใส่ใจในข้อมูลใดที่รับเข้ามาทางประสาทสัมผัสบุคคลก็จะรับรู้ข้อมูลนั้นและนำข้อมูลนี้เข้าสู่ความจำระยะสั้นต่อไปข้อมูลที่รับรู้จะเป็นความจริงตามการรับรู้ (Perceived Reality) ของบุคคลนั้นซึ่งอาจไม่ใช่ความจริงเชิงปรนัย (Objective Reality) เนื่องจากเป็นความจริงที่ผ่านการตีความจากบุคคลนั้นมาแล้ว

2.2.3 การทำซ้ำ (Rehearsal) หากบุคคลมีกระบวนการรักษาข้อมูลโดยการทบทวน

ซ้ำแล้วซ้ำอีกข้อมูลนั้นก็ยังคงถูกเก็บรักษาไว้ในความจำปฏิบัติการ

2.2.4 การเข้ารหัส (Encoding) หากบุคคลมีกระบวนการสร้างตัวแทนทางความคิด (Mental Representation) เกี่ยวกับข้อมูลนั้นโดยมีการนำข้อมูลนั้นเข้าสู่ความจำระยะยาว และเชื่อมโยงเข้ากับสิ่งที่มีอยู่แล้วในความจำระยะยาวการเรียนรู้ที่มีความหมายก็จะเกิดขึ้น

Ausubel and Robinson (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2558 : 260-261 ; อ้างอิงมาจาก Ausubel and Robinson, 1969) กล่าวถึงการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยสรุปว่าในสมองของมนุษย์มีการจัดความรู้ต่างๆที่เรียนรู้ว่ามีระบบในลักษณะที่เป็นโครงสร้างที่เรียกว่า โครงสร้างทางปัญญา ซึ่งมีการจัดลำดับความสัมพันธ์เชื่อมโยงจากโน้ตที่กว้างและครอบคลุมมาจนถึงโน้ตที่ละเอียดเฉพาะเจาะจง ดังนั้นการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ควรจะเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ที่ผู้เรียนสามารถนำการเรียนรู้ใหม่เข้าไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือ โน้ตที่ที่มีอยู่แล้ว โดยความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้ที่มีความหมายจะถูกเก็บไว้ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง อันเป็นผลมาจากการดูซึมกับความรู้เดิมหรือโน้ตเดิมที่มีอยู่แล้ว ทั้งนี้การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นผู้เรียนมีพื้นฐานที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิก มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง และทฤษฎีกระบวนการทางสมองในการประมวลข้อมูล การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการให้ผู้เรียนเข้าถึงประสบการณ์ด้วยตนเอง และใช้กระบวนการกลุ่มในลักษณะการเรียนรู้ร่วมกัน รวมทั้งใช้กระบวนการคิดเพื่อสร้างความหมายในสิ่งที่เรียน ซึ่งในการให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ของตนเองนั้นสามารถทำได้โดยใช้วิธีการให้ผู้เรียนสร้างเป็นผังกราฟิก (Graphic organizer) เพื่อเชื่อมโยงความรู้ให้เกิดความหมายและจัดระบบความรู้ในสิ่งที่เรียนซึ่งผังกราฟิกที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด เช่น ผังมโนทัศน์ (Concept map) และแผนที่ความคิด (Mind map) เป็นต้น

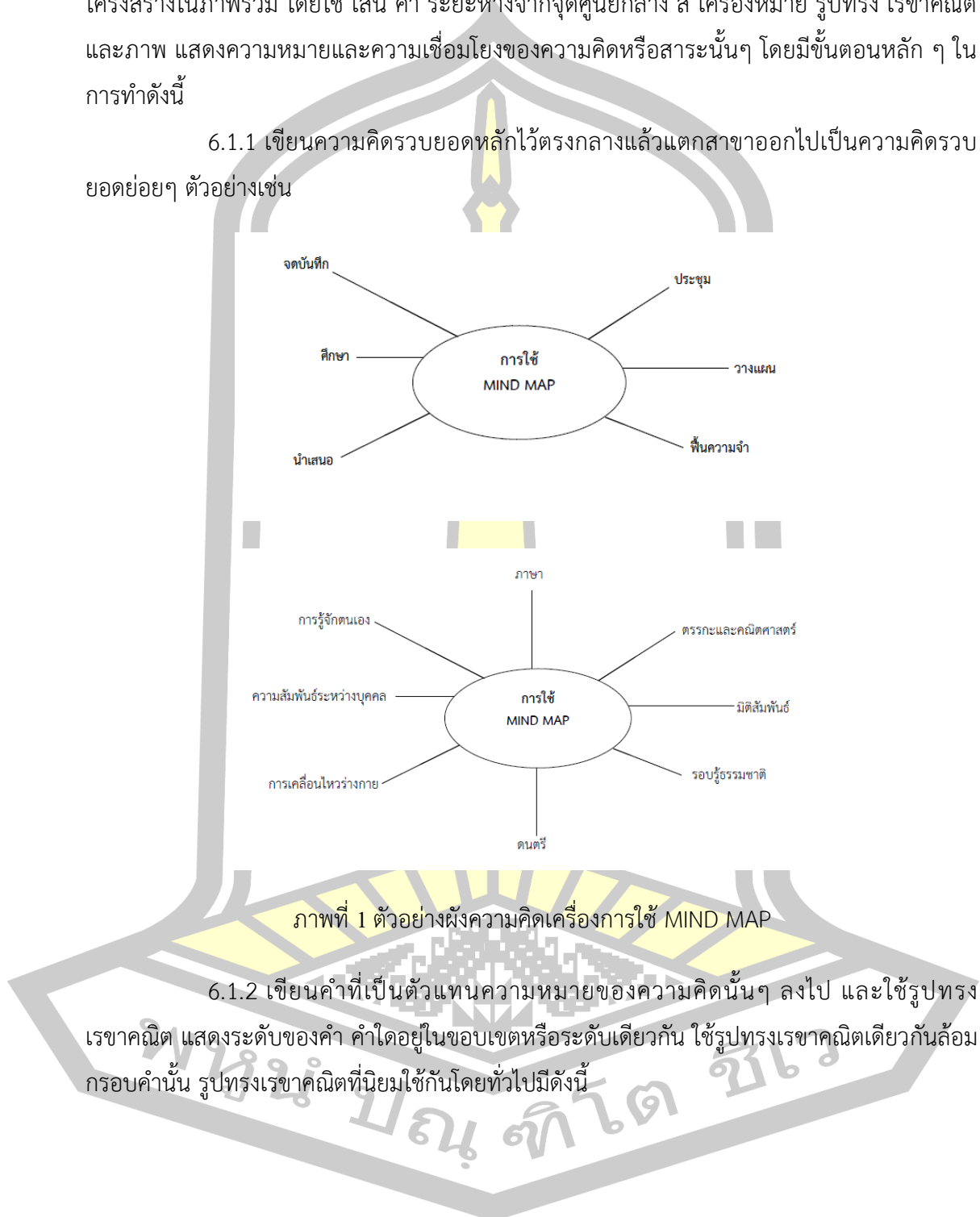
3. แบบผังกราฟิก

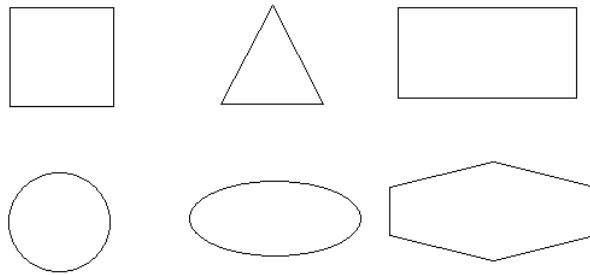
ทิตนา แคมมณี (2559 : 389-400) ได้อธิบายรูปแบบของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปมีจำนวนมาก และจะมีจำนวนมากเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากมีการค้นพบกราฟิกแบบใหม่ๆ จากการปฏิบัติงานอยู่เสมอ ในที่นี้จะขอเสนอตัวอย่างผังกราฟิกที่น่าสนใจซึ่งสามารถนำไปใช้ในงานลักษณะต่างๆ กันได้ดังนี้

6.1. ผังความคิด (A Mind Map)

ผังความคิดเป็นผังที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้ เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรง เรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิดหรือสาระนั้นๆ โดยมีขั้นตอนหลัก ๆ ในการทำดังนี้

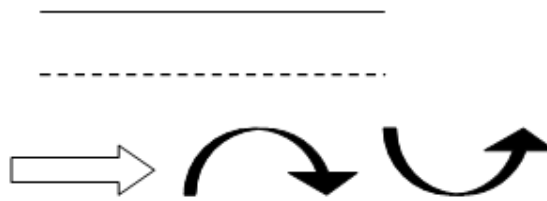
6.1.1 เขียนความคิดรวบยอดหลักไว้ตรงกลางแล้วแตกสาขาออกไปเป็นความคิดรวบยอดย่อยๆ ตัวอย่างเช่น





ภาพที่ 2 รูปทรงเรขาคณิตที่ใช้ในผังความคิด

6.1.3 ลากเส้นเชื่อมโยงความคิด เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของความคิดต่างๆ เส้นที่ใช้อาจเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง หรืออาจใช้ลูกศร แสดงความเชื่อมโยงของความคิดต่างๆ ตัวอย่างการใช้เส้นมีดังนี้



ภาพที่ 3 ลักษณะของเส้นที่ใช้ในผังความคิด

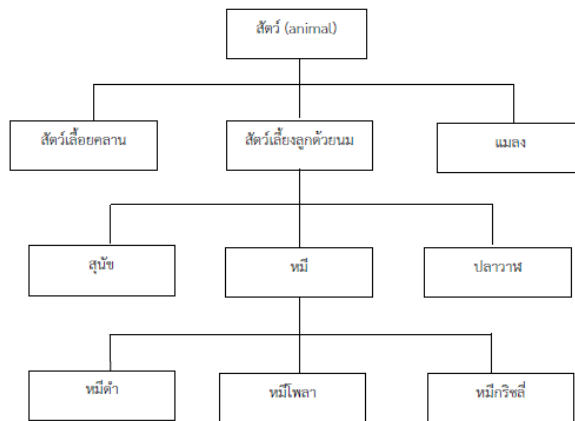
6.1.4 ใช้สัญลักษณ์ต่างๆ เป็นตัวแทนความหมายของความคิดและความรู้สึกต่างๆ

6.1.5 สร้างผังความคิดให้สมบูรณ์ ตามความเข้าใจของตน

6.2. ผังมโนทัศน์ (A Concept Map)

ผังมโนทัศน์เป็นผังที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ใหญ่และมโนทัศน์ย่อยๆ เป็นลำดับชั้นด้วยเส้นเชื่อมโยงดังภาพที่ 4

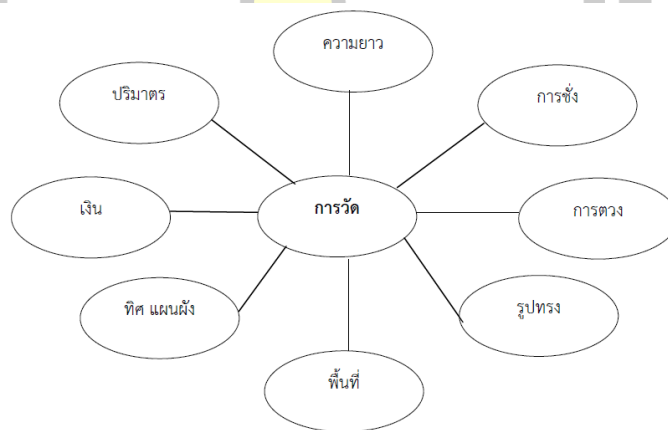
พหุ ประถมศึกษา



ภาพที่ 4 ผังมโนทัศน์เรื่องสัตว์

6.3 ผังแมงมุม (A Spider Map)

ผังแมงมุมเป็นผังแสดงมโนทัศน์ซึ่งมีลักษณะคล้ายใยแมงมุม ดังภาพที่ 5

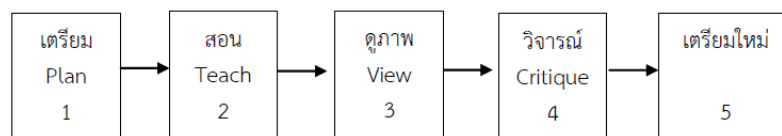


ภาพที่ 5 ผังแมงมุมเรื่องการวัด

6.4 ผังลำดับขั้นตอน (A Sequential Map)

ผังลำดับขั้นตอนเป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ

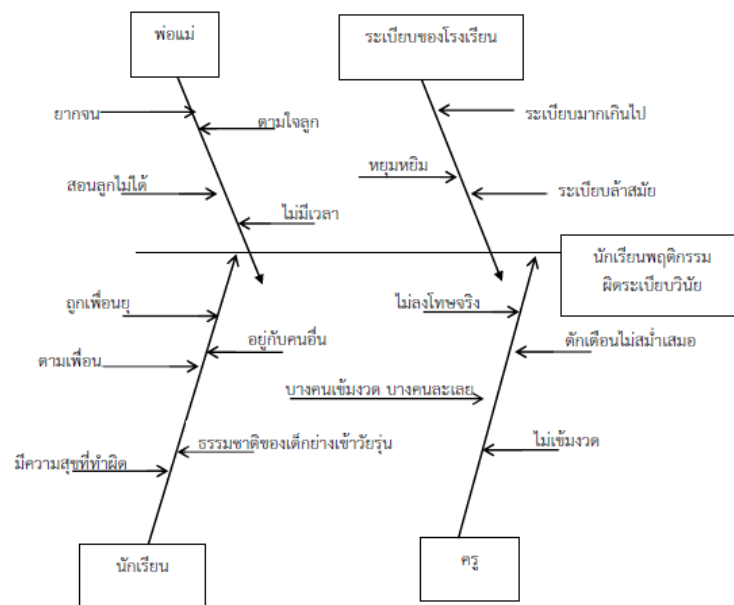
ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ผังลำดับขั้นตอนการสอนแบบจูลภาค

6.5. ผังก้างปลา (A Fishbone Map)

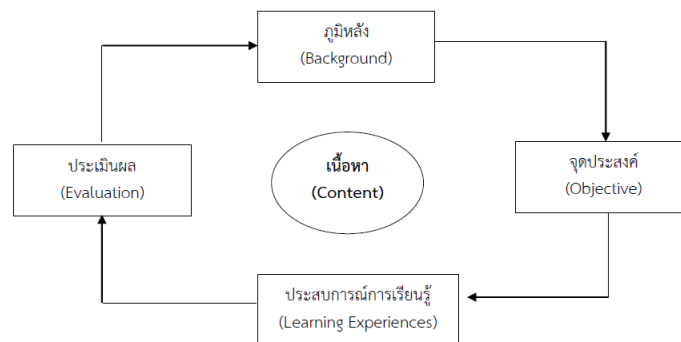
ผังก้างปลาเป็นผังที่แสดงสาเหตุของปัญหาซึ่งมีความซับซ้อน ผังก้างปลาจะช่วยให้เห็นสาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่ชัดเจนดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ตัวอย่างผังก้างปลาหาสาเหตุของการประพฤติผิดระเบียบวินัยของนักเรียน

6.6 ผังวัฏจักร (A Circle or Cyclical Map)

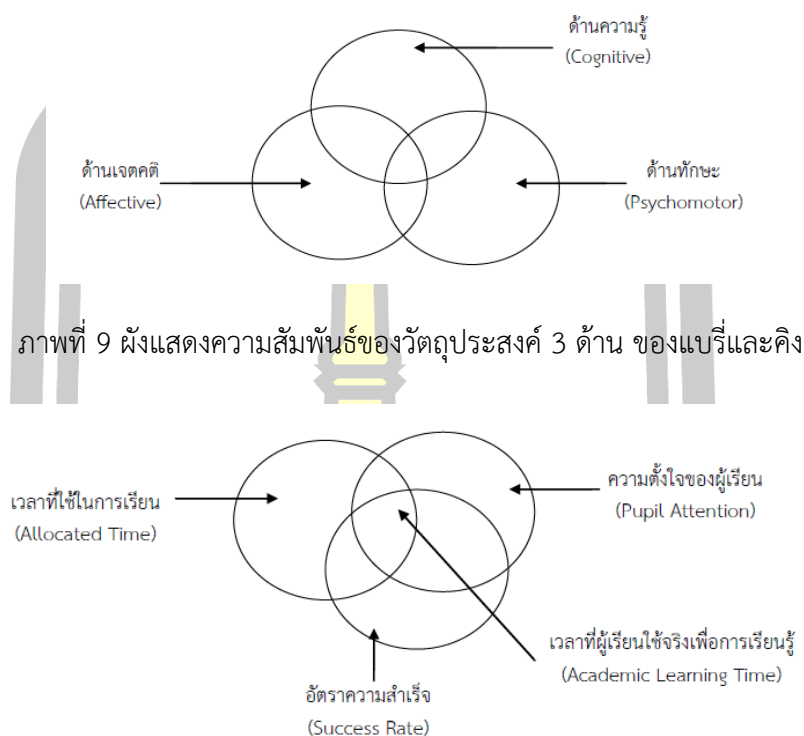
ผังวัฏจักร เป็นผังที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลม หรือเป็นวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุด หรือจุดเริ่มต้น ที่แน่นอน ดังภาพที่ 8



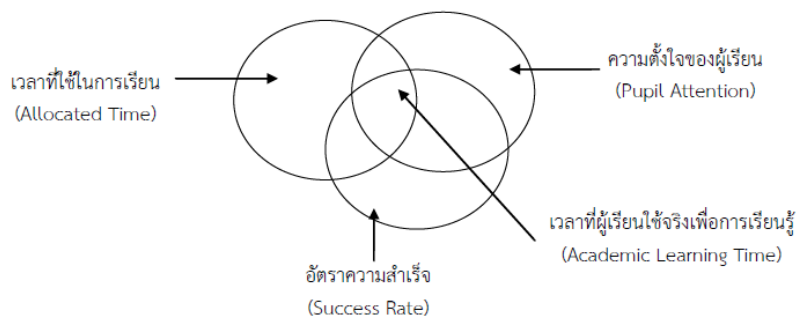
ภาพที่ 8 ผังแสดงกระบวนการวางแผนการสอนของแจกการ์ด

6.7. ผังวงกลมซ้อนหรือเวินไดอะแกรม (Venn Diagram)

ผังเวินไดอะแกรม เป็นผังวงกลม 2 วงหรือมากกว่าที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่เป็นผังที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่า ซึ่งมีทั้งความเหมือนและความต่างกัน ดังภาพที่ 9 และ 10



ภาพที่ 9 ผังแสดงความสัมพันธ์ของวัตถุประสงค์ 3 ด้าน ของแบรี่และคิง

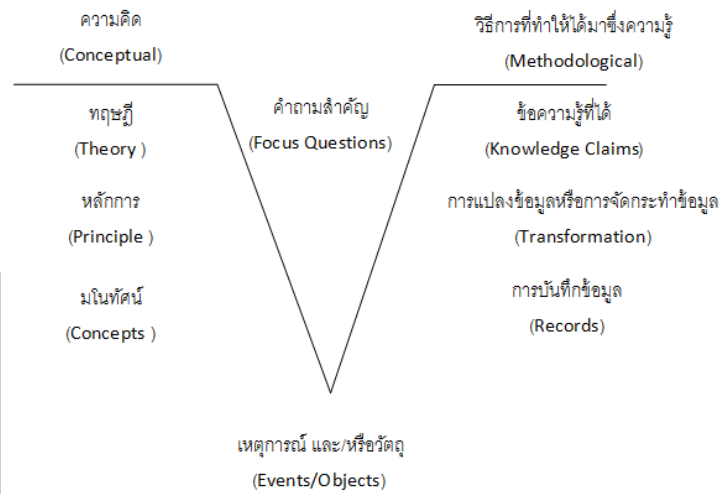


ภาพที่ 10 ผังแสดงเวลาที่ผู้เรียนใช้จริงเพื่อการเรียนรู้ (Academic Learning Time) ของแบรี่ และคิง

6.8 ผังวีไดอะแกรม (Vee diagram)

แผนผังรูปตัววี เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาธรรมชาติความรู้ และผลผลิตของความรู้ ในวิชาวิทยาศาสตร์ แผนผังรูปตัววีเป็นแบบที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับวิธีการความคิดกับการสังเกต และวิธีการเชื่อมโยงความเข้าใจระหว่างกิจกรรมการทดลองกับเนื้อหาในตำราเรียน ลักษณะของแผนผังเป็นดังภาพที่ 11

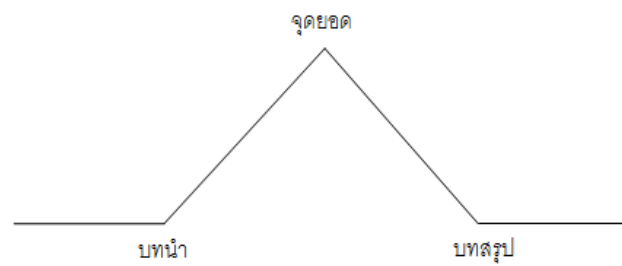
พหุ ประถมศึกษา



ภาพที่ 11 โครงสร้างของแผนผังรูปตัววี ของโกวิน

6.9 ผังพล็อตไดอะแกรม (Plot Diagram)

ผังพล็อตไดอะแกรมเป็นผังที่ช่วยในการอ่านเรื่องราวที่มีเหตุการณ์ต่อเนื่องกันยืดยาว เหมาะสำหรับการสอนอ่าน ผู้เรียนสามารถใช้ผังนี้ช่วยในการหาพล็อตเรื่อง ซึ่งก็คือเหตุการณ์สำคัญที่นำไปสู่จุดยอดของเรื่องและเมื่อเรื่องดำเนินไปสู่จุดยอดคือจุดสำคัญที่สุดของเรื่องแล้ว เหตุการณ์ก็จะคลี่คลายไปสู่บทสรุปของเรื่องดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ผังพล็อตไดอะแกรม (Plot Diagram)

วรวรรณ เหมชะญาติ (2544 : 1-10) ได้เสนอรูปแบบของการจัดเนื้อหาสาระด้วยแผนภาพมีดังนี้

6.1 ประเภทเรียงลำดับเหตุการณ์

6.1.1 แบบ The Frame

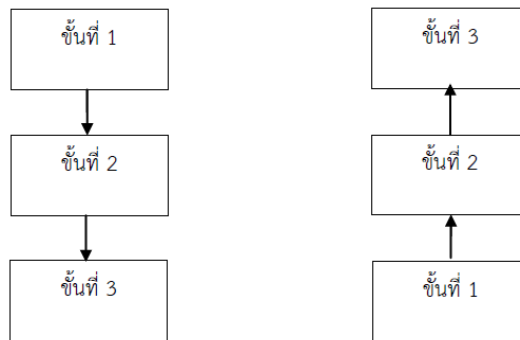
วัตถุประสงค์เพื่อเรียงลำดับเหตุการณ์ / เรื่องราวที่มีความต่อเนื่องสัมพันธ์กันเพื่อวางโครงสร้างของเหตุการณ์ตามลำดับหรือวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อสนับสนุน / ส่งเสริม การถ่ายทอดความคิดในรูปแบบต่างๆ ทักษะการเรียงลำดับความสัมพันธ์ในการลำดับเวลาการใช้รวบรวมข้อมูล

และจัดลำดับข้อมูลโดยใช้เวลาหรือการพัฒนาโมโนทัศน์เป็นเกณฑ์การนำเสนอด้วยรูปภาพช่วยให้เกิด
ความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้นดังภาพที่ 13

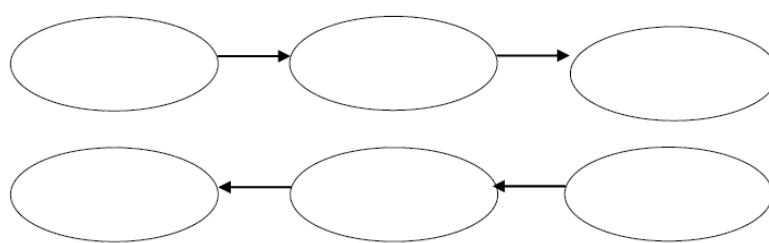
Name(S).....Topic :.....				
The Frame				
Title : วิธีทำแซนวิช				
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10

ภาพที่ 13 แบบ the fame

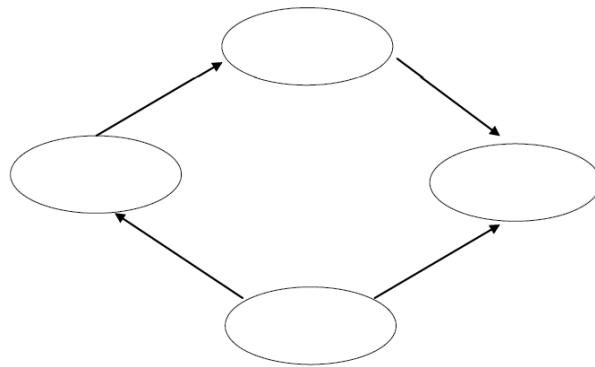
6.1.2 แบบเรียงลำดับเหตุการณ์/เวลาดังภาพที่ 14-16



ภาพที่ 14 แบบเรียงลำดับเหตุการณ์และเวลา



ภาพที่ 15 แบบเรียงลำดับเหตุการณ์/เวลา

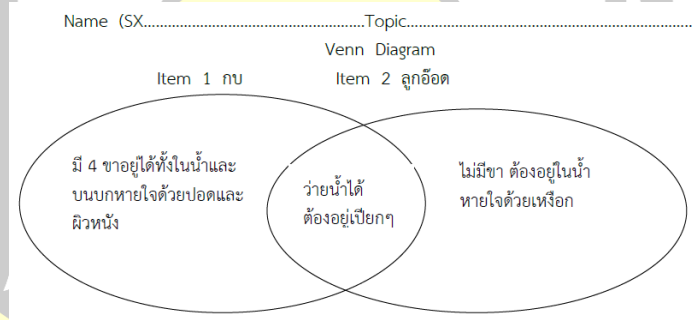


ภาพที่ 16 แบบวงจร

6.2 ประเภทการจำแนก

6.2.1 แบบ Venn Diagram

วัตถุประสงค์เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ตั้งแต่ 2 มโนทัศน์ขึ้นไปแต่ละมโนทัศน์มีคุณลักษณะบางส่วนเกี่ยวข้องร่วมกันบางส่วนแตกต่างกัน ทักษะการคิดวิเคราะห์การเปรียบเทียบความเหมือนและความต่างการใช้ในพื้นที่ที่ใช้ร่วมกันประกอบด้วยคุณลักษณะของสิ่งนั้นๆ (ความคิดคนเหตุการณ์หรือสถานที่) ที่เหมือนกันส่วนพื้นที่ด้านนอกประกอบด้วยคุณลักษณะที่แตกต่างดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 แบบ Venn Diagram

6.2.2 แบบตารางดังภาพที่ 18

หัวข้อ (ก)	หัวข้อ (ข)
องค์ประกอบที่ 1	องค์ประกอบที่ 1
องค์ประกอบที่ 2	องค์ประกอบที่ 2
องค์ประกอบที่ 3	องค์ประกอบที่ 3

ภาพที่ 18 แบบตาราง

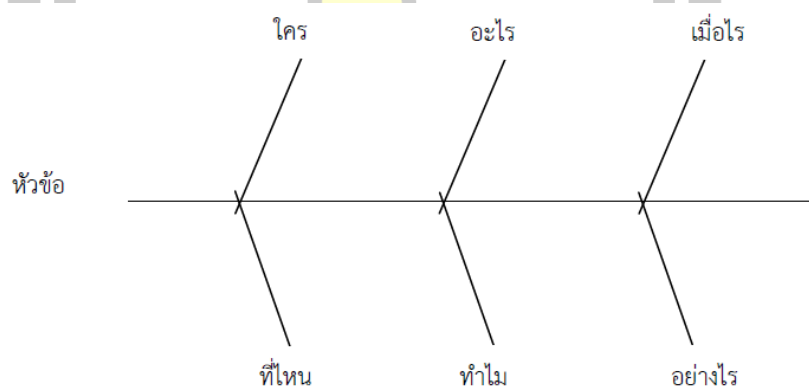
6.2.3 แบบ The 5 Ws

วัตถุประสงค์เพื่อถามคำถามที่ต้องการให้ผู้เรียนรวบรวมและสรุปข้อมูลทักษะการคิดการรวบรวมข้อมูลการประเมินโดยใช้เกณฑ์การจัดลำดับการสรุปความ การใช้ถามและตอบคำถาม ใครอะไรเมื่อไรที่ไหนทำไมจากนั้นสร้างประโยคที่สรุปข้อมูลทั้งหมดดังภาพที่ 19

Name (S).....Topic.....				
The Ws Information Chat				
ใคร (Who?)	อะไร (What?)	เมื่อไร (When?)	ที่ไหน (Where?)	ทำไม (Why?)
ผู้กอง	หาที่อยู่ใหม่	เข้าวันนี้	บึงใหญ่	น้ำในบึงเหือดแห้ง
Summary Sentence : เข้าวันหนึ่งผู้กองไปหาที่อยู่ใหม่เพราะน้ำในบึงเหือดแห้ง				

ภาพที่ 19 แบบ The 5 Ws

6.2.4 แบบก้างปลาดังภาพที่ 20

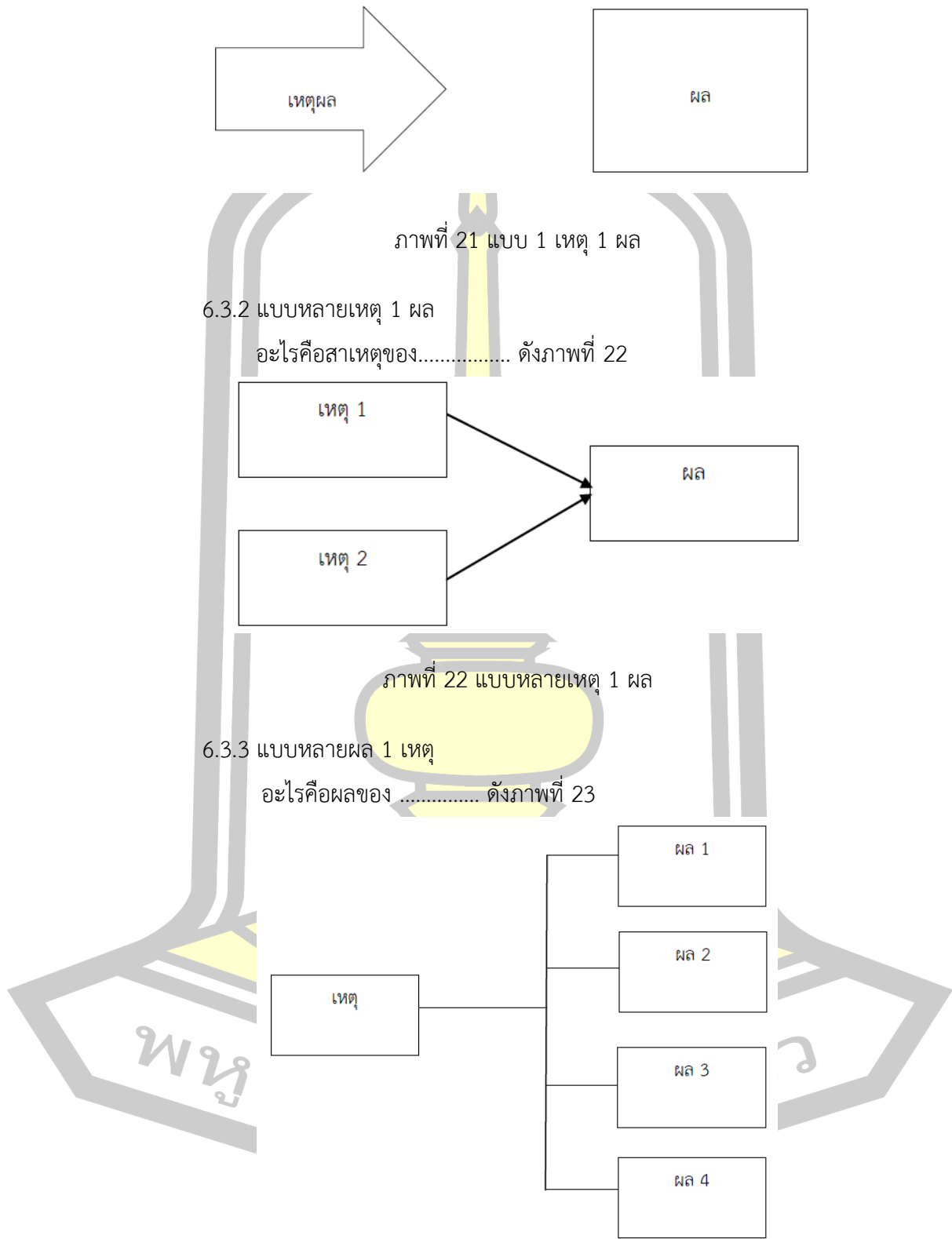


ภาพที่ 20 แบบก้างปลา

6.3. ประเภทเหตุและผล

6.3.1 แบบ 1 เหตุ 1 ผล

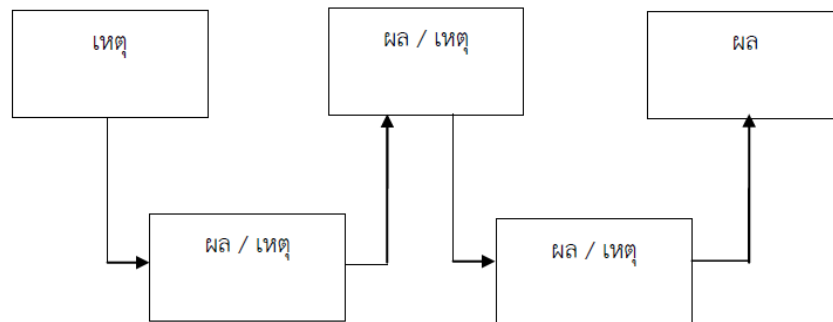
วัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นถึงเหตุการณ์หรือเงื่อนไขที่นำไปสู่ผลที่ได้รับทักษะการคิดการอ้างอิงการวิเคราะห์การหาเหตุและผลการใช้ตั้งคำถามและตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์โดยใช้การวิเคราะห์สถานการณ์เงื่อนไขหรือเหตุซึ่งนำมาสู่ผลนั้นๆดังภาพที่ 21



ภาพที่ 23 แบบหลายผล 1 เหตุ

6.3.4 แบบมีผลกระทบ

วัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นว่าเหตุการณ์หรือเงื่อนไขนั้น ๆ มีผลกระทบต่อสถานการณ์หรือผลอื่น ๆ ที่ตามมาทักษะการคิดการอ้างอิงการวิเคราะห์การหาเหตุและผลการใช้ตั้งคำถามและตอบคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์โดยใช้การวิเคราะห์สถานการณ์เงื่อนไขหรือเหตุซึ่งนำมาสู่ผลนั้น ๆ ดังภาพที่ 2.24

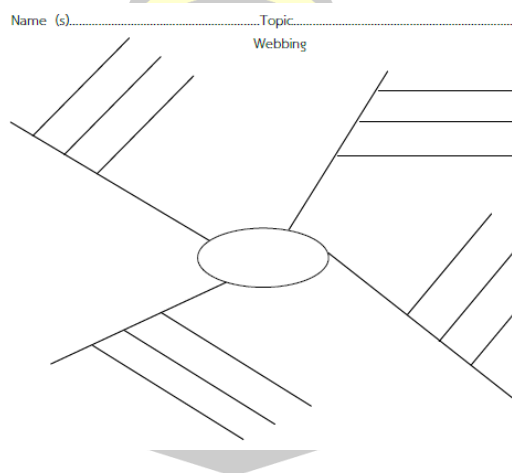


ภาพที่ 24 แบบมีผลกระทบ

6.4 ประเภทโยงความสัมพันธ์

6.4.1 แบบ Mapping

วัตถุประสงค์เพื่อระบุให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาเชิงลำดับชั้นเริ่มจากสิ่งที่เป็นนามธรรมลงสู่สิ่งที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจนหรือลงสู่ตัวประกอบทักษะการคิดการบันทึกประเด็นการรวบรวมข้อมูลการสรุปการใช้เลือกหัวข้อและระบุถึงคุณลักษณะสร้างหัวข้อย่อยและบรรยายถึงคุณลักษณะดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 แบบ Mapping

ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง และคณะ (2545 : 36-46) ได้เสนอรูปแบบในการจัดกิจกรรมการสอน โดยใช้ผังกราฟิกมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับเป้าหมายในการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยมีรูปแบบและวิธีใช้ดังนี้

6.1. WEB

เป้าหมายเพื่อช่วยผู้เรียนสร้างความคิดที่กระจ่างชัดเจนโดยสามารถคิดอย่างมีประเด็นพร้อม ๆ กับมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดที่เกี่ยวข้อง

วิธีใช้นำวงกลม WEB มาใช้ทำได้หลายรูปแบบและหลายกรณีดังนี้

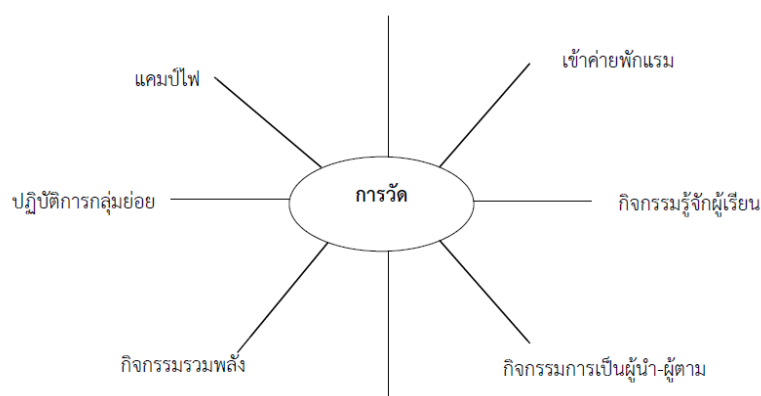
1. ชั้นสร้างครูอาจสร้างรูปร่างกลมบนกระดานแล้วใช้เป็นเครื่องมือระดมความคิดร่วมกันทั้งชั้นหรือพิมพ์ในกระดาษโรเนียวให้นักเรียนแบ่งกลุ่มทำหรือถ้าประหยัดก็ให้นักเรียนเขียนในกระดาษสมุดของตนเอง

2. ชั้นเสนอจับประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์โดยอาจจะได้มาจากหลักสูตรจากเอกสารใบความรู้และจากการเลือกตามความสนใจของนักเรียน

3. ชั้นสังเคราะห์/วิเคราะห์นักเรียนรวมกลุ่มกันวิเคราะห์ประเด็นหลักประเด็นรองแล้วเขียนลงตามแขนงของวงกลมโดยต้องมีการอภิปรายให้เหตุผลร่วมกัน

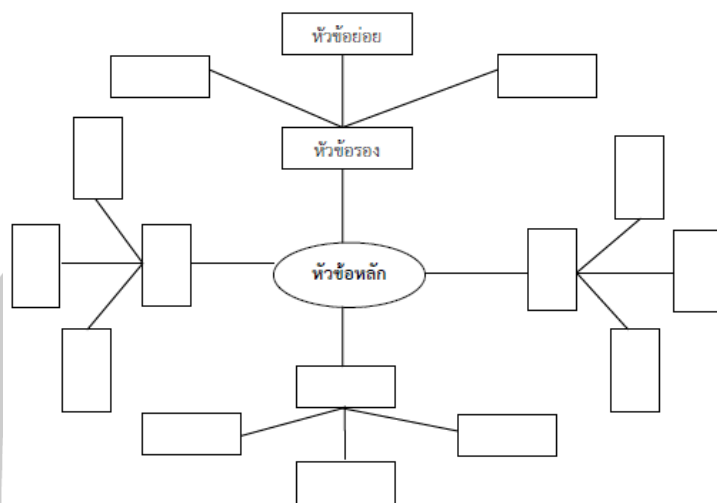
4. ชั้นสรุปเพื่อแสวงหาแต่ละกลุ่มนำมาเสนอต่อกลุ่มใหญ่เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันพร้อมกับการค้นหาความรู้ต่อไป

แนวทางประยุกต์ใช้ได้กับทุกกิจกรรมและใช้เป็นจุดเริ่มต้นของ Mind Mapping รูปแบบการใช้ WEB อภิปรายถึงกิจกรรมค่ายผู้นำเยาวชนดังภาพที่ 26



ภาพที่ 26 แบบ WEB

WEB รูปแบบอื่นรูปแบบ WEB อาจใช้ในแบบที่ซับซ้อนขึ้นโดยกำหนดให้วงกลมตรงกลางเป็นหัวข้อหลักหัวข้อรองที่เกี่ยวข้องอยู่ในสี่เหลี่ยมและหัวข้อย่อยอยู่ในสี่เหลี่ยมด้านนอกดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 แบบ WEB

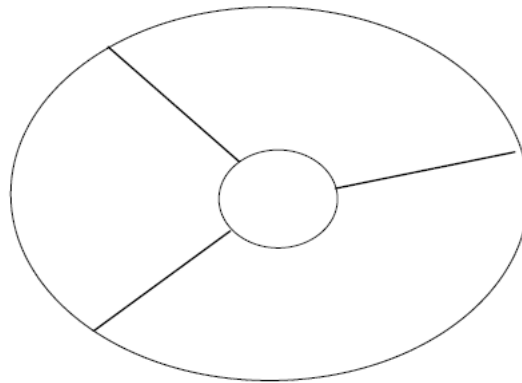
6.2 Pie Chart เป็นรูปแบบของการแยกย่อยความคิดหรือวัตถุออกเป็นส่วนย่อยๆ

และศึกษาว่าแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กับส่วนรวมอย่างไร

เป้าหมายการใช้ Pie Chart เพื่อช่วยให้ผู้เรียนรู้จักประมาณการสัดส่วนความสัมพันธ์หรือความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

วิธีใช้ผู้สอนสามารถนำรูปแบบ Pie Chart ใช้ในการเรียนการสอนได้ดังนี้

1. ขั้นสร้างรูป Pie Chart ให้ดูเป็นตัวอย่างพร้อมอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการและวิธีใช้
 2. ขั้นเสนอประเด็นที่ต้องการนำมาวิเคราะห์โดยอาจมาจากเอกสารประกอบการเรียนมาจากการต้องการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยเรื่อง que เลือกมาศึกษาต้องมีลักษณะเน้นถึงสัดส่วนมาก-น้อยตามลักษณะ
 3. ขั้นสังเคราะห์/วิเคราะห์ให้ผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อกำหนดสัดส่วนความสำคัญของประเด็นที่ศึกษา
 4. ขั้นสรุปเพื่อแสวงหาให้แต่ละกลุ่มเสนอผลการพิจารณาของกลุ่มผู้สอน และผู้เรียนอื่น ๆ อภิปรายเสริมและปิดท้ายด้วยการแสดงความชื่นชมและบอกแหล่งค้นหาความรู้เพิ่มเติม
- แนวทางการประยุกต์นำไปใช้กับเรื่องที่ต้องการพิจารณาให้ความสัมพันธ์ในรูปของสัดส่วนเพื่อทำให้มีความชัดเจนในการสื่อสารมากขึ้นเช่นสัดส่วนของประเภทหนังสือสัดส่วนของวิชาที่ชอบเรียนสัดส่วนของเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมในแต่ละวันเป็นต้นรูปแบบที่ใช้ดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 แบบ Pie Chart

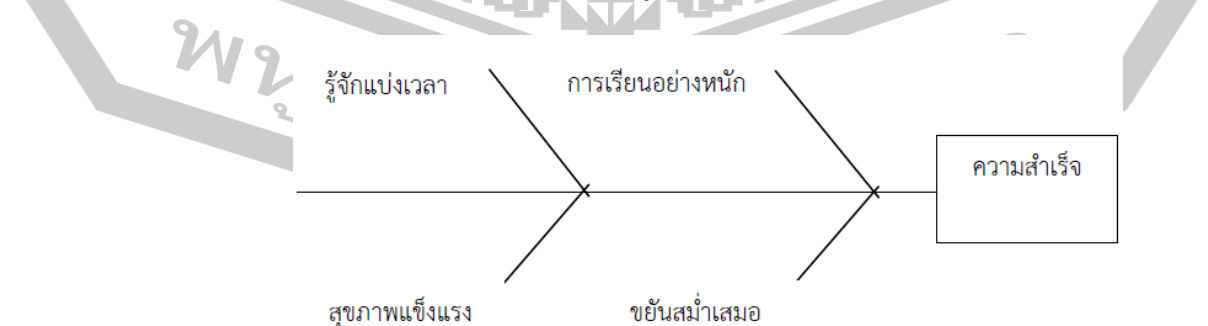
6.3. ก้างปลา Fish Bone รูปแบบก้างปลาเป็นรูปแบบของการฝึกทักษะการคิดปัจจัยที่เป็นสาเหตุของผลหรือปัญหา

เป้าหมายรูปแบบก้างปลาเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถแยกแยะสิ่งนี้อาจเป็นสาเหตุของผลหรือปัญหาที่นำมาศึกษา

วิธีการใช้

1. ขั้นสร้างผู้สอนอธิบายให้นักเรียนเข้าใจวิธีการใช้ก้างปลาเพื่อวิเคราะห์สาเหตุและผลตลอดจนรูปแบบของก้างปลา
2. ขั้นเสนอให้ผู้เรียนร่วมกันเลือกเรื่องจากเอกสารตำราเรียน
3. ขั้นสังเคราะห์/วิเคราะห์แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเพื่อช่วยกันกำหนดปัญหาและระบุตัวเหตุปัจจัยทั้งในระดับกลุ่มและระดับเหตุย่อย
4. ขั้นสรุปเพื่อแสวงหาผู้เรียนนำเสนอผลการวิเคราะห์พร้อมทั้งอภิปรายความเป็นไปได้หรือการมองต่างมุมของเพื่อนผู้เรียนกลุ่มอื่นๆ

แนวทางประยุกต์ใช้ผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาสังคมศึกษาวิทยาศาสตร์และวรรณคดีในส่วนที่มีเนื้อหาเป็นเหตุเป็นผลกันรูปแบบดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 แบบก้างปลา Fish Bone

นอกจากนี้ ทิศนา แชมมณี (2559 : 400) ได้สรุปเพิ่มเติมเกี่ยวกับรูปแบบของผังกราฟิกไว้ว่า ผังกราฟิกดังแสดงข้างต้น เป็นตัวอย่างที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นผังที่มีลักษณะสอดคล้องกับความต้องการในการใช้โดยทั่วไป ผู้สอนพึงตระหนักว่า ผังดังกล่าวเหมาะสมกับจุดประสงค์เฉพาะบางประการ และควรใช้ให้ตรงกับจุดประสงค์ อย่างไรก็ตาม ผู้สอนไม่ควรยึดรูปแบบ เพราะวัตถุประสงค์ของการใช้ผังกราฟิกนั้น มิใช่อยู่ที่รูปแบบของผัง แต่อยู่ที่การใช้ผังให้สามารถถ่ายทอดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ดังนั้นผังกราฟิกที่ดีที่สุด จึงควรมาจากตัวผู้เรียนเอง ผู้สอนควรช่วยผู้เรียนให้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำผังกราฟิก ฝึกให้ผู้เรียนทำผังซึ่งอาจจะเริ่มจากตัวอย่างข้างต้น (ตามความเหมาะสมกับเนื้อหา ลักษณะของงาน หรือจุดประสงค์) ต่อจากนั้นจึงให้ผู้เรียนคิดสร้างผังกราฟิกของตนเอง

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรูปแบบของผังกราฟิกให้กับผู้เรียน คือ ผังแมงมุมสามารถช่วยผู้เรียนจัดระเบียบความคิดได้พร้อมกับมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหา และสามารถใช้ได้กับทุกกิจกรรม ผังลำดับขั้นตอนสามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียง ลำดับขั้นตอน ความสำคัญในทางวางแผนการทำงาน เพื่อให้สามารถดำเนินการได้อย่างครบถ้วน และและผังความคิด เป็นเครื่องมือที่ใช้ในแสดงความสัมพันธ์ของสาระ หรือความคิดต่างๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างในภาพรวม โดยใช้ เส้น คำ ระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย เรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและความเชื่อมโยงของความคิด หรือสาระนั้นๆ (ทิศนา แชมมณี, 2559 : 389) ซึ่งมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ในการวิจัยมากที่สุด ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาสาระจัดระเบียบข้อมูลสรุป และนำเสนอข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ มีความใจง่ายกระชับชัดเจนยิ่งขึ้น

7. ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ผังกราฟิก

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการให้ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกได้นำเสนอไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544 : 126-127) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการให้ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกนำเสนอ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เป็นการพัฒนาการคิดระดับสูง คือ ฝึกให้ผู้เรียนให้ใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน การเปรียบเทียบ การจัดกลุ่ม การสร้างมโนทัศน์ การสร้างแบบแผน เป็นต้น
2. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียน การใช้ผังกราฟิกเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิด และปฏิบัติด้วยตนเอง การทำด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจความรู้ เนื้อหาหรือบทเรียนนั้นๆ
3. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถจำได้เป็นความจำแบบถาวร เพราะผู้เรียนใช้การคิดใน

การจัดทำข้อมูล ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริงและการได้เห็นภาพ ได้วาดภาพ เมื่อมีการออกแบบผังกราฟิก เพื่อนำเสนอเป็นสิ่งช่วยให้ผู้จัดทำผังกราฟิกจำเนื้อหาความรู้ได้นาน

4. ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาปัญญาอย่างหลากหลาย (Multiple Intelligences)

การจัดทำผังกราฟิกเป็นการพัฒนาหุปัญญา โดยเฉพาะปัญญา 3 ด้าน

4.1 ปัญญาด้านภาษา (Verbal Intelligences) โดยการเลือกใช้คำ ภาษาการสร้าประโยค สร้าวลี เพื่อการนำเสนอองค์ความรู้

4.2 ปัญญาด้านการคิด และคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligences) โดยการใช้ทักษะการคิดต่าง ๆ รวมทั้งใช้ตัวเลข การคำนวณ เพื่อนำเสนอข้อมูลอย่างมีความหมาย

4.3 ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Visual/Spatial Intelligences) เพราะการนำเสนอผังกราฟิกเน้นภาพ เส้น และสีที่สามารมองเห็นได้

วลัย พานิช (2549 : 87-88) ได้เสนอประโยชน์ของการสอนโดยใช้ผังกราฟิกไว้ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาสาระ ความเชื่อมโยงของเนื้อหาหมโนทัศน์ต่างๆที่เน้นให้เห็นวิธีการคิด

2. ช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจจุดประสงค์ของการเรียนรู้และเส้นทางการเรียนรู้ที่ครูจะพัฒนานักเรียน

3. เป็นเครื่องมือที่เรียนว่า Cognitive Tools ช่วยให้นักเรียนวิเคราะห์ หมโนทัศน์ที่กำลังศึกษา ู้ความหมาย การแบ่งประเภท ความเกี่ยวข้องของข้อมูลทีแสดงลักษณะของหมโนทัศน์นั้น ๆ เรียงลำดับ (ขั้นตอน) ของสิ่งทีเกี่ยวกับหมโนทัศน์นั้นๆ สาเหตุของเหตุการณ์นั้นๆ หรือผลอันเกิดจากเหตุต่างๆ

4. เป็นเครื่องหมายที่ช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด ครูสามารถเข้าใจความคิดของนักเรียนหรืออีกนัยหนึ่งคือ สามารถตรวจสอบความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาหรือหมโนทัศน์ต่างๆ ได้ หรือประเมินความคิดความเข้าใจของนักเรียนได้

5. ใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนการสอนแบบบูรณาการ ครูใช้แผนผังกราฟิกเชื่อมโยงความเกี่ยวข้องของเนื้อหาสาระ (Content) ทีเกี่ยวข้องในสาขาวิชาต่าง ๆ (Disciplines) กับกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) ทำให้เกิดทักษะ (Skill) แผนผังกราฟิกที่เป็น Web เป็นเสมือนพิมพ์เขียวของครูทำให้ครูวางแผนการสอนได้ชัดเจนขึ้น

6. แผนผังกราฟิกที่เป็นแผนผังความคิด (Concept Mapping) สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์หนังสือเรียนก่อนทีครูจะเลือกใช้เพื่อการศึกษาการพัฒนาหมโนทัศน์ (Conceptual Development) ให้แก่นักเรียน

7. ใช้เป็นส่วนหนึ่งสำหรับสื่อความหมายเรียกว่า Graphic Language หรือสร้างระบบสื่อความหมายของนักเรียน แสดงให้เห็นความเชื่อมโยงสัมพันธ์ของมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดต่างๆ ขณะที่นักเรียนอยู่ในกระบวนการเรียนรู้

8. แสดงให้เห็นรูปแบบของการคิดของนักเรียนทั้งในรูปของการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการบูรณาการเชื่อมโยง

9. ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาการจัดการระบบการเรียนรู้ของตนเอง นำสิ่งที่ตนได้เรียนรู้กับความรู้อื่นมาเชื่อมโยงความสัมพันธ์และพัฒนาการคิดในระดับสูงและนำมาใช้ประโยชน์ต่อไป

จากประโยชน์ของการสอนโดยใช้ผังกราฟิกที่นักการศึกษากล่าวไว้ สามารถสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการใช้ผังกราฟิกในด้านต่างๆ ดังนี้

1. พัฒนาระดับการคิดขั้นสูง เนื่องจากกราฟิกเป็นรูปแบบการฝึกคิดขั้นสูง เป็นการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน เปรียบเทียบ
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำได้อย่างคงทน เนื่องจากผังกราฟิกเป็นการคิดอย่างเป็นระบบ เป็นการง่ายต่อการจดจำ
3. ผู้เรียนเกิดการพัฒนาสติปัญญา เนื่องจากต้องใช้ทักษะทางปัญญาในการสร้างผังกราฟิกแบบหนึ่งๆได้ ในแต่ละเนื้อหานั้นมีความแตกต่างกัน
4. สามารถเป็นเครื่องมือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยการสรุปบทเรียนและสะท้อนความคิดเห็น ความเข้าใจของนักเรียน โดยแสดงออกมาเป็นผังกราฟิก
5. พัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาของนักเรียน และช่วยกำหนดแนวทางในการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ เนื่องจากผังกราฟิกเป็นเครื่องมือในการประมวลความรู้ที่กระจัดกระจายให้เป็นระเบียบ ความรู้อย่างเป็นหมวดหมู่และเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

8. การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาพร้อมกับผังกราฟิก

จากการศึกษาเอกสารแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและการเขียนผังกราฟิกจากนักการศึกษาหลายท่าน ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาแห่งชาติ เนื่องจากมีขั้นตอนชัดเจน เหมาะกับสถานการณ์ และเนื้อหาที่มีการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องสร้างบริบทหรือสภาพแวดล้อมต่างๆที่ก่อให้เกิดผู้เรียนเกิดความสงสัย นำไปสู่การมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจในการที่จะพยายามค้นหาคำตอบให้ได้

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนต้องทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถ่องแท้ว่า ปัญหานั้นเกิดขึ้นอย่างไร ต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นคืออะไร จนกระทั่งสามารถอธิบายถึงสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหาในทุกๆ ด้านได้ โดยให้ผู้เรียนร่วมกันถกเถียงปัญหาที่เกิดขึ้นแล้วเขียนสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้นว่ามีอะไรบ้างออกมาในรูปแบบของผังแมงมุม

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า หลังจากที่ได้เข้าใจถึงปัญหาแล้วในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษา ค้นคว้า ข้อมูล เอกสาร ที่เกี่ยวข้องกัปัญหา โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการที่จะค้นหาหาข้อมูลมาจากหลายๆ แหล่งข้อมูลเราสามารถเชื่อถือได้ ให้ผู้เรียนทำการวางแผนการศึกษาปัญหาหรือโจทย์ปัญหาให้เป็นระบบ และเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือโจทย์ปัญหาว่าควรทำอะไรใดก่อนหลังด้วยผังลำดับขั้นตอน มีการจัดแจงหน้าที่ความรับผิดชอบให้กับเพื่อนๆ ในกลุ่มของตนเอง และมีผู้สอนคอยแนะนำ

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูล ความรู้ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า มาทำการสังเคราะห์ตีความว่า ข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ครบถ้วน เหมาะสมแล้วที่จะนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหา โดยมีสมาชิกในกลุ่มช่วยกันแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ผู้เรียนนำข้อค้นพบที่ได้จากการปฏิบัติมาอภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้อย่างต่อเนื่อง

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันประเมิน และสรุปคำตอบของกลุ่มตนเองว่าข้อมูลที่ได้ค้นคว้า และเลือกเพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามของปัญหานั้นมีความเหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องระดมความคิดเห็น แล้วนำมาสรุปรวมในกลุ่มอีกครั้งว่า คำตอบใดเหมาะสมที่สุดกัปัญหา โดยให้ผู้เรียนได้เขียนสรุปเนื้อหาตามความเข้าใจของตนเอง หรือของกลุ่มออกมาในรูปแบบของผังความคิด

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมผลงานของกลุ่มตนเอง พร้อมนำมาเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย สร้างสรรค์ จากนั้นผู้เรียนทุกคนในห้องร่วมกันประเมินผลงานทั้งหมดและอภิปรายถึงปัญหาพร้อมทั้งลงข้อสรุปในที่สุด

ตารางที่ 1 สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	ผังกราฟิก	การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก
1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องสร้างบริบทหรือสภาพแวดล้อมต่างๆที่ก่อให้เกิดผู้เรียนเกิดความสงสัย นำไปสู่การมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจในการที่จะพยายามค้นหาคำตอบให้ได้	-	1. กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนต้องสร้างบริบทหรือสภาพแวดล้อมต่างๆที่ก่อให้เกิดผู้เรียนเกิดความสงสัย นำไปสู่การมองเห็นปัญหา และเกิดความสนใจในการที่จะพยายามค้นหาคำตอบให้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน	ผังกราฟิก	การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผัง กราฟิก
<p>2. ทำความเข้าใจกับปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องทำ ความเข้าใจกับปัญหาที่ เกิดขึ้น อย่างถ่องแท้ว่า ปัญหา นั้นเกิดขึ้นอย่างไร ต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้น คืออะไร จนกระทั่งสามารถ อธิบายถึงสิ่งต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องกับปัญหาในทุกๆ ด้านได้</p>	<p>ผังแมงมุม เป็นผังแสดงมโนทัศน์ ซึ่งมีลักษณะคล้ายใยแมงมุมสามารถช่วย ผู้เรียนจัดระเบียบ ความคิดได้พร้อมกับ มองเห็นความสัมพันธ์ ของเนื้อหา</p>	<p>2. ทำความเข้าใจกับปัญหา ในขั้นนี้ผู้เรียนต้องทำ ความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น อย่างถ่องแท้ว่า ปัญหา นั้นเกิดขึ้นอย่างไร ต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหานั้น คืออะไร จนกระทั่งสามารถอธิบายถึงสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาในทุกๆ ด้านได้ โดยให้ผู้เรียน ร่วมกันถกเถียงปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วเขียนสาเหตุที่ ทำให้เกิดปัญหานั้นว่ามีอะไรบ้างออกมาในรูปแบบ ของผังแมงมุม</p>
<p>3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เป็นขั้นที่หลังจากที่ผู้เรียน ได้เข้าใจถึงปัญหาแล้วในขั้น นี้ผู้เรียนจะต้องศึกษา ค้นคว้า ข้อมูล เอกสาร ที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา โดย ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการ ที่จะค้นคว้าหาข้อมูลมาจาก หลายๆ แหล่งข้อมูล เรา สามารถเชื่อถือได้</p>	<p>ผังลำดับขั้นตอน เป็นผังที่แสดงลำดับ ขั้นตอนของสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ สามารถเรียง ลำดับ ขั้นตอนความสำคัญใน กางวางแผนการทำงาน เพื่อให้สามารถ ดำเนินการได้อย่าง ครบถ้วน</p>	<p>3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า หลังจากที่ได้ผู้เรียนได้ เข้าใจถึงปัญหาแล้วในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษา ค้นคว้า ข้อมูล เอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดย ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ในการที่จะค้นคว้าหาข้อมูลมา จากหลายๆ แหล่งข้อมูลเราสามารถเชื่อถือได้ ให้ ผู้เรียนทำการวางแผนการศึกษาปัญหา หรือโจทย์ ปัญหาให้เป็นระบบ และเขียนขั้นตอนการ แก้ปัญหา หรือโจทย์ปัญหาว่าควรทำอะไรก่อนหลัง ด้วยผังลำดับขั้นตอน มีการจัดแจงหน้าที่ความ รับผิดชอบให้กับเพื่อนๆ ในกลุ่มของตนเอง และมี ผู้สอนคอยแนะนำ</p>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา เป็นฐาน	ผังกราฟิก	การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับผังกราฟิก
<p>4. สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูล ความรู้ ที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า มาทำการสังเคราะห์ตีความว่า ข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ครบถ้วน เหมาะสมแล้วที่จะนำมาใช้ในการ ตอบคำถามของปัญหา โดยมี สมาชิกในกลุ่มช่วยกันแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นร่วมกัน ผู้เรียนนำข้อ ค้นพบที่ได้จากการปฏิบัติมา อภิปรายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกันเพื่อให้เกิดการสังเคราะห์ ความรู้ที่สามารถนำไปปรับใช้ได้ อย่างต่อเนื่อง</p>	 <p>ผังกราฟิก</p>	<p>4. สังเคราะห์ความรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้อง นำข้อมูล ความรู้ ที่ได้จากการศึกษา ค้นคว้า มาทำการสังเคราะห์ตีความว่า ข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ครบถ้วน เหมาะสม แล้วที่จะนำมาใช้ในการตอบคำถามของ ปัญหา โดยมีสมาชิกในกลุ่มช่วยกัน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน ผู้เรียนนำ ข้อค้นพบที่ได้จากการปฏิบัติมาอภิปราย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้เกิด การสังเคราะห์ความรู้ที่สามารถนำไปปรับ ใช้ได้อย่างต่อเนื่อง</p>
<p>5. สรุปและประเมินค่าคำตอบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มต้อง ช่วยกันประเมิน และสรุปคำตอบ ของกลุ่มตนเองว่าข้อมูลที่ได้ ค้นคว้า และเลือกเพื่อนำมาใช้ในการ ตอบคำถามของปัญหานั้นมี ความเหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มต้องระดม ความคิดเห็นกัน แล้วนำมาสรุปรวมใน กลุ่มอีกครั้งว่า คำตอบใดเหมาะสม ที่สุดกับปัญหา</p>	<p>ผังความคิด</p> <p>เป็นผังที่แสดง ความสัมพันธ์ของสาระ หรือความคิดต่างๆให้ เห็นเป็นโครงสร้างใน ภาพรวม โดยใช้ เส้น คำ ระยะห่างจากจุด ศูนย์กลาง สี เครื่องหมาย รูปทรง เรขาคณิต และภาพ แสดงความหมายและ ความเชื่อมโยงของ ความคิดหรือสาระนั้นๆ</p>	<p>5. สรุปและประเมินค่าคำตอบ ในขั้นนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันประเมิน และสรุปคำตอบของกลุ่มตนเองว่าข้อมูลที่ได้ ค้นคว้า และเลือกเพื่อนำมาใช้ในการ ตอบคำถามของปัญหานั้นมีความ เหมาะสม ถูกต้องหรือไม่ โดยสมาชิกทุก คนในกลุ่มต้องระดมความคิดเห็นกัน แล้ว นำมาสรุปรวมในกลุ่มอีกครั้งว่า คำตอบใด เหมาะสมที่สุดกับปัญหา โดยให้ผู้เรียนได้ เขียนสรุปเนื้อหาตามความเข้าใจของ ตนเอง หรือของกลุ่มออกมาในรูปแบบ ของผังความคิด</p>

ตารางที่ 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน	ผังกราฟิก	การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก
<p>6. นำเสนอและประเมินผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม รวบรวมผลงานของกลุ่มตนเอง พร้อมนำมาเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย สร้างสรรค์ จากนั้นผู้เรียนทุกคนในห้องร่วมกัน ประเมินผลงานทั้งหมดและอภิปรายถึงปัญหาพร้อมทั้งลงข้อสรุปในที่สุด</p>		<p>6. นำเสนอและประเมินผลงาน ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมผลงานของกลุ่มตนเอง พร้อมนำมาเสนอในรูปแบบที่หลากหลาย สร้างสรรค์ จากนั้นผู้เรียนทุกคนในห้องร่วมกัน ประเมินผลงานทั้งหมดและอภิปรายถึงปัญหาพร้อมทั้งลงข้อสรุปในที่สุด</p>

ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545 : 494-497) ได้กล่าวถึง เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อการเรียนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อการเรียนจะพึงพอใจว่าหากสื่อการเรียนที่มีประสิทธิภาพถึงระดับนี้แล้ว สื่อการเรียนก็จะมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมากการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดย ประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) การกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติที่จำเป็นนั้นต้องใช้ระยะเวลาค่อนข้างยาวนาน ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะหรือเปลี่ยนแปลงเจตคติได้ตั้งนั้น จึงอาจตั้งไว้ต่ำกว่า เช่น 75/75

ขั้นตอนทดสอบหาประสิทธิภาพ

1. ชั้น 1-1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับนักเรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเก่งเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก
2. ชั้น 1-10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับนักเรียน 6-10คน (ละผู้เรียนที่เก่ง

กับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ซึ่งคะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

3. ชั้น 1-100 (แบบภาคสนาม) เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น 30-100 คน

คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกินร้อยละ 2.5 ยอมรับให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพใหม่ โดยยึดสภาพความเป็นจริงเป็นเกณฑ์ การยอมรับประสิทธิภาพมี 3 ระดับ คือ

3.1 สูงกว่าเกณฑ์

3.2 เท่าเกณฑ์

3.3 ต่ำกว่าเกณฑ์

บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 153-154) ได้อ้างถึงการพัฒนาศือการเรียนการสอนหรือวิธีการสอนหรือนวัตกรรมว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการทดลองใช้และหาประสิทธิภาพของสิ่งที่พัฒนาเพื่อจะมั่นใจในการที่จะนำไปใช้ต่อไปการหาประสิทธิภาพนิยมใช้เกณฑ์ 80/80 ซึ่งมีวิธีการ 2 แนวทางดังนี้

แนวทางที่ 1 พิจารณาจากจำนวนผู้เรียนมาก (ร้อยละ 80) สามารถบรรลุผลในระดับสูง(ร้อยละ 80) ในกรณีนี้เป็นนวัตกรรมสั้นๆ ใช้เวลาน้อยเนื้อหาที่สอนมีเรื่องเดียวเช่นการสอน 1 บทใช้เวลาสอน 1 ชั่วโมงเป็นต้นเกณฑ์ 80 / 80 หมายถึงมีคะแนนไม่ต่ำกว่า 80 % ของผู้เรียนที่ทำได้ไม่ต่ำกว่า 80 % ของคะแนนเต็ม

แนวทางที่ 2 พิจารณาจากผลระหว่างดำเนินการและเมื่อสิ้นสุดการดำเนินการโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (เช่นร้อยละ 80) ในกรณีใช้การสอนหลายครั้งมีเนื้อหาสาระมาก (เช่น 3 บทขึ้นไป)มีการวัดผลระหว่างเรียน (Formative) หลายครั้งเกณฑ์ 80/80 มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรกเป็นประสิทธิของกระบวนการ (E₁)

80 ตัวหลังเป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวม (E₂)

การหาประสิทธิภาพใช้สูตรดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ผลรวมของคะแนนเต็มจากทุกคน}}{\text{ผลรวมของคะแนนที่สอบได้ทุกคน}} \times 100$$

ประสิทธิภาพจึงเป็นร้อยละของค่าเฉลี่ยเมื่อเทียบกับคะแนนเต็มซึ่งต้องมีค่าสูงจึงจะชี้ถึงประสิทธิภาพได้กรณีใช้ร้อยละ 80

80 ตัวแรกซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการเกิดจากการนำคะแนนเต็มที่สอบ

ได้ระหว่างดำเนินการ (นั่นคือระหว่างเรียนหรือระหว่างการทำทดลอง) มาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

80 ตัวหลังซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลโดยรวมเกิดจากการนำคะแนนจากการวัดโดยรวมเมื่อสิ้นสุดการสอนหรือสิ้นสุดการทำทดลองมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละซึ่งต้องได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

วาโร เพ็งสวัสดิ์ (2551 : 42 - 45) ได้เสนอเกณฑ์การประกันประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพ ของนวัตกรรมที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตพอใจว่าถ้าหากนวัตกรรมมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้วก็มีคุณค่านำไปใช้ได้ และมีคุณค่าในการลงทุนที่จะผลิตออกมากำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำโดยการประเมินพฤติกรรมผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง(กระบวนการ) และพฤติกรรม(ผลลัพธ์)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) หรือ E_1) คือ ประเมินผลต่อเนื่องด้วยพฤติกรรมย่อยๆ พฤติกรรมนี้เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายบุคคลซึ่งได้แก่ งานที่ได้รับมอบหมายและกิจกรรมที่ได้กำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) หรือ E_2) คือ ประเมินผลผลลัพธ์ของผู้เรียน (Products) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียนการกำหนดค่าการหาประสิทธิภาพเป็น E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งการกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 มีค่าเท่าใดนั้น ผู้ที่สอนเป็นผู้พิจารณา โดยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งค่าไว้เป็น 80/80, 85/85 และ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น ซึ่งเมื่อผลิตนวัตกรรมเสร็จแล้ว จะต้องนำนวัตกรรมไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการทดสอบหาประสิทธิภาพ

1. 1-1 (หรือแบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับนักเรียน 1 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเก่งโดยทดลองกับเด็กอ่อน ก่อนทำการปรับปรุง แล้วนำไปทดลองกับเด็กปานกลาง แล้วนำไปทดลองกับเด็กเก่ง

2. 1-10 (หรือแบบกลุ่ม) คือการทดลองกับนักเรียน 6-10 คน คณะผู้เรียนทั้งเก่งปานกลาง และอ่อนคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ซึ่งแต่ละครั้งคะแนนจะเพิ่มขึ้นเกือบเท่าเกณฑ์หรือห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์นั่นคือ ค่า E_1/E_2 ประมาณ 70/70

3. 1-100 (หรือภาคสนาม) คือ ทดลองกับนักเรียน 40-100 คนคณะผู้เรียนทั้งเก่ง

ปานกลาง และอ่อนค่านวนหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ซึ่งในครั้งนี้นี้ผลที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้เมื่อทดสอบนวัตกรรมแล้วให้เทียบค่า เพื่อดูว่าเรายอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ ซึ่งการยอมรับประสิทธิภาพนวัตกรรม มี 3 ระดับ

- 3.1 สูงกว่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าเกิน 2.5%
- 3.2 เท่าเกณฑ์เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%
- 3.3 ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ เมื่อประสิทธิภาพของนวัตกรรมต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มีค่าไม่เกิน 2.5%

บุญชม ศรีสะอาด และคณะ (2551 : 98 - 99) กล่าวว่า การหาค่าประสิทธิภาพของสื่อ (E_1/E_2) เป็นขั้นตอนการทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้แล้วสรุปได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องหรือไม่ภายใต้สถานการณ์และกิจกรรมที่กำหนดให้โดยจะมีการเก็บข้อมูลของผลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากนวัตกรรมหรือแผนการเรียนรู้เป็นระยะๆ ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการและความงอกงามของผู้เรียนได้โดยทั่วไปมักจะคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยแบบฝึกทักษะการใช้ชุดการเรียนรู้หรือคะแนนจากพฤติกรรมการเรียนในระหว่างที่ผู้เรียนกำลังเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทุกส่วนที่ผู้เรียนทำได้

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของทั้งหมด

2. ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เป็นค่าที่บ่งบอกว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถส่งผลให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลได้หรือไม่บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้น้อยเพียงใดซึ่งคำนวณจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ทดสอบหลังเรียน) ของผู้เรียนทุกคนซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$E_2 \frac{\frac{\sum Y}{N}}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\frac{\sum Y}{N}$	แทน	ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนทุกคนทำได้
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หมายเหตุ

ค่าของ E_1 หรือ E_2 คือคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มเมื่อคูณด้วย 100 คือคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ หรือเรียกสั้นๆ ว่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย

จากที่กล่าวมาสามารถคำนวณได้ค่าตัวเลขที่บอกถึงประสิทธิภาพของสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้แต่การที่จะสรุปว่าสื่อหรือแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพหรือไม่ จะต้องมีการกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ในการพิจารณาโดยเกณฑ์ดังกล่าวนิยมใช้หลักการเรียนแบบรอบรู้ (Mastering Learning) คือตั้งเกณฑ์ไว้ที่ร้อยละ 80 และยอมรับความผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 2.5 ดังนั้นต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า $80 - 2.5 = 77.5$ หรือยอมรับความผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 5 ดังนั้นต้องมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า $80 - 5 = 75$

บุญชม ศรีสะอาด (2546 : 156) ได้อ้างแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดเกณฑ์ดังนี้

1. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพสามารถกำหนดได้หลากหลายขึ้นอยู่กับผู้วิจัยจะกำหนด ถ้าต้องการประสิทธิภาพสูงก็กำหนดค่าไว้สูงเช่น 90/90 แต่ถ้ากำหนดเกณฑ์ไว้สูงอาจพบปัญหาว่าไม่สามารถบรรลุเกณฑ์ที่กำหนดไว้ได้การที่จะทำให้ผู้เรียนส่วนมากทำคะแนนได้จนเต็มมีค่าเฉลี่ยจนเต็มคือร้อยละ 90 ขึ้นไปไม่ใช่เรื่องง่ายดังนั้นจึงไม่ค่อยมีการตั้งเกณฑ์ 90/90 ในงานวิจัยบางเรื่องตั้งไว้ต่ำกว่า 80 ทั้งด้านกระบวนการและผลโดยรวมเช่น 70/70 ทั้งนี้เพราะถ้าสิ่งที่ครูพัฒนาขึ้นมา มีประสิทธิภาพจริงแล้วจะสามารถพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุผลระดับสูงเป็นส่วนใหญ่ได้การตั้งเกณฑ์ 50/50 หรือ 60/60 แสดงถึงว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนได้โดยเฉลี่ยครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็มหรือมากกว่าครึ่งหนึ่งเล็กน้อย (60%) ซึ่งไม่น่าจะเพียงพอควรพัฒนาได้มากกว่านั้น

2. การเขียนเกณฑ์ 80/80 ไม่ได้หมายถึงอัตราส่วนหรือสัดส่วนระหว่าง 2 ส่วนนี้ โดยทั่วไปไม่ได้แปลความหมายโดยนำมาเปรียบเทียบกันดังนั้นครูผู้วิจัยไม่อาจเขียนในรูป 80/80 แต่เขียนในรูปอื่นเช่น 80, 80 หรือแม้กระทั่งเขียนว่าใช้เกณฑ์ 80% ทั้งกระบวนการและผลโดยรวมก็ได้การเขียน

80/80 เป็นเพียงแยกส่วนของประสิทธิภาพของกระบวนการซึ่งเป็นเลข 80 ตัวหน้ากับประสิทธิภาพของผลโดยรวมซึ่งเป็นเลข 80 ตัวหลัง

3. ครูผู้วิจัยอาจตั้งเกณฑ์ทั้ง 2 ส่วนไม่เท่ากันก็ได้เช่นตั้งเกณฑ์เป็น 70/80 ซึ่งหมายความว่าประสิทธิภาพของกระบวนการใช้ 70% ส่วนประสิทธิภาพของผลโดยรวมใช้ 80% ซึ่งไม่นิยมกำหนดในลักษณะดังกล่าวแต่อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นที่จะทำอะไรให้สอดคล้องกับความนิยมข้อสำคัญคือเหตุผลเบื้องหลังของการตั้งเกณฑ์ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการตั้งเกณฑ์แบบนั้นมีความเหมาะสมมีเหตุผลที่ดีกว่า

กล่าวโดยสรุปเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนจะนิยมตั้งเป็นตัวเลข 3 ลักษณะ คือ 80/80, 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของวิชาและเนื้อหาที่นำมาสร้างสื่อขึ้นถ้าเป็นวิชาที่ค่อนข้างยากก็อาจตั้งเกณฑ์ 80/80 หรือ 85/85 สำหรับเนื้อหาวิชาง่ายก็อาจตั้งไว้ที่ 90/90 เป็นต้นเมื่อคำนวณแล้วค่าที่เชื่อถือได้คือ 87.50/87.50 หรือ 87.50/90.00 ประสิทธิภาพของสื่อและเทคโนโลยีการสอนจะมาจากผลลัพธ์ของการคำนวณเป็นตัวแรกและตัวหลังตามลำดับถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไรยิ่งถือมีผลประสิทธิภาพยิ่งขึ้นเป็นเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1 / E_2 โดยวิธีการหาประสิทธิภาพโดยตั้งประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ไว้ที่เกณฑ์ 70/70

สรุปได้ว่า การหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่จะพิสูจน์ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น เมื่อนำไปใช้จริงจะเกิดประโยชน์ สามารถแก้ปัญหา ปรับปรุง หรือพัฒนานักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ คุ่มค่า ตรงตามวัตถุประสงค์ และเป้าหมายที่ต้องการ หลังจากคำนวณค่า E_1 / E_2 ออกมาแล้วหากไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ต้องพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น แล้วทดลองซ้ำจนกว่าจะได้แผนจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด การจะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพให้มีค่าเท่าใดนั้น ต้องพิจารณาจากธรรมชาติของวิชา สภาพนักเรียน และความสามารถของผู้ผลิตสื่อ ซึ่งการตั้งเกณฑ์ไว้สูงเกณฑ์ไป จะทำให้เกิดความท้อถอยในการพัฒนาให้ถึงเกณฑ์ แต่ถ้าต่ำเกณฑ์ไปจะได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพต่ำ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งเกณฑ์ไว้ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะหรือเจตคติอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 70/70 หรือ 75/75

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศ

อดิพร สื่อสุทธิญา และคณะ (2554 : 88) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระแก้ว เขต 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเทคนิคผังกราฟิกกับนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ 2) เปรียบเทียบความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเทคนิคผังกราฟิกกับนักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสระแก้ว ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ซึ่งได้มาโดยทำการเลือกแบบเจาะจงมา 2 ห้อง จำนวน 85 คน สุ่ม 1 ห้องเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 41 คน และอีก 1 ห้องเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 44 คน โดยวิธีการจับฉลาก ผลการศึกษาพบว่า 1) กลุ่มทดลองมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีความคงทน ในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

กานต์พิชชา งามชัด (2556 : 76-79) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบ PBL (Problem Based Learning) มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ด้านความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) หาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนห้วยยางวิทยาคม ตำบลห้วยยาง อำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียน 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive - sampling) ผลการศึกษาค้นคว้าปรากฏ ดังนี้ นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน (PBL) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหา โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

มานพ สิงห์วี (2556) ได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาจำนวนนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มขึ้นไป 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และ 3) ศึกษาความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชุมแสงชนูทิศ อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2555 จำนวน 39 คน ใช้แผนแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อน-หลัง ผลการวิจัย พบว่า 1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนเท่ากับร้อยละ 72 2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีความคงทนในการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์

สุพิตรี อินนะ (2558 : 66-81) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการใช้ผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจ ต่อ การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล อำเภอเมืองปัตตานี จังหวัดปัตตานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 40 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยเห็นปัญหาและต้องการพัฒนาให้นักเรียนได้เรียนรู้ในรูปแบบที่ผู้เรียนมีความถนัดและพัฒนาในส่วนที่ผู้เรียนไม่ถนัด และเป็นห้องเรียนที่มีนักเรียนคละความสามารถคือมีนักเรียนเก่ง กลาง และอ่อน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการใช้ผังกราฟิก 12 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้ผังกราฟิกมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐานร่วมกับการใช้ผังกราฟิกในระดับมาก

ชนิษฐา กฤษวี (2559 : 5) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้าง ความรู้ประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก 2.1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 2.2) เปรียบเทียบการคิดสร้างสรรค์หลังเรียน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 2.3) เปรียบเทียบการคิดวิเคราะห์หลังเรียน ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 3) เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด ปีการศึกษา 2558 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 34 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ผลการวิจัยพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจ ขั้นนำเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา และขั้นนำไปปฏิบัติ 2. ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีดังนี้

2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก มีการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก มีการคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. เจตคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก อยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

ปราโมทย์ รังศรี (2560 : 47-75) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ด้วยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนที่มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 คน โดยใช้การคัดเลือกแบบเจาะจง แผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบ่งเป็น 4 วงรอบปฏิบัติการ แต่ละวงรอบมีกระบวนการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การวางแผน การลงมือแก้ปัญหา การประเมินผล และการสะท้อนการเรียนรู้ ผลการศึกษาค้นคว้าเป็นดังนี้ 1.) ความสามารถในการแก้ปัญหามีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 84.56 2.) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 71.11 ซึ่งไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก 3.) เจตคติทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

ศิริรณานามโน (2560 : 101-104) การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันการวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ด้วยการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชันให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 2) เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน

กลุ่มเป้าหมาย ในงานวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 43 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง(Purposive Sampling) การวิจัยนี้ใช้รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ซึ่งมีวงจรการปฏิบัติ 3 วงจร ได้แก่ วงจรปฏิบัติการที่ 1 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-2 วงจรปฏิบัติการที่ 2 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3-4 วงจรปฏิบัติการที่ 3 ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5-6 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการพรรณนาวิเคราะห์ ผลการวิจัยปรากฏ ดังนี้ 1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ที่ได้รับการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ได้ตั้งไว้ซึ่งมีรายละเอียดแต่ละวงจรปฏิบัติการ ดังนี้ วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 11 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 39 คน วงจรปฏิบัติการที่ 3 มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 43 คน 2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/8 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน จำนวน 18 คน มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับมากที่สุด นักเรียน 22 คน มีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับมากและนักเรียน 3 คนมีเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ในระดับปานกลาง

มยุรี เทพถิล (2561 : 68-101) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยครั้งนี้ความมุ่งหมาย คือ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อเปรียบเทียบการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนดงใหญ่ วิทยาคมรัชมังคลาภิเษก อำเภอวาปีปทุม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 18 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกสามารถพัฒนาการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ ดังนั้นจึงควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในส่วนที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพ และเหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป

อุษา ชมภูพุกซ์ (2561 : 109-113) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันการวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายคือ (1) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

(2) เพื่อหาดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน (3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนและ (4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนโพธิ์ชัยชนูปถัมภ์ อำเภอโพธิ์ชัยจังหวัดร้อยเอ็ด สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 จำนวน 41 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 79.32/78.04 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ 2. ดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชัน รายวิชาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เท่ากับ 0.6626 หรือผู้เรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 66.26 3. ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เรื่อง ไฟฟ้ากระแส นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้กลวิธีเมตาคอกนิชันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .054. นักเรียนที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเมตาคอกนิชัน มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Hung, Jonassen and Liu (2008 : 485) ได้ศึกษาทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (K-12) โดยผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นจากการสอบก่อนเรียนไปสอบหลังเรียน ซึ่งเป็นเทคนิคที่สำคัญในการแก้ปัญหา ในทางตรงกันข้าม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มนักเรียนห้องควบคุม พบว่า นักเรียนห้องควบคุมจะมีแนวโน้มที่จะข้ามขั้นตอนบางขั้นตอนและข้ามไปยังขั้นตอนที่ใช้ค้นหาคำตอบโดยตรง

Griffin, Malone and Kameenui (2010 : 98-107) ได้ศึกษาผลการใช้ Graphic Organizer กับนักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 ซึ่งได้ศึกษาภายใต้คำถาม 2 ข้อ คือ (1) การใช้ Graphic Organizer ทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนง่ายขึ้น และสามารถถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้อื่นได้ดี (2) การใช้ Graphic Organizer เหมาะสมกับนักเรียนในระดับใด โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง แล้วเปรียบเทียบกัน ผลปรากฏว่าในกลุ่มการทดลองที่ใช้ Graphic Organizer ในการเรียนการสอนจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาบทเรียน กระจำงัดมากกว่าการเรียนแบบเดิม Passive learning

Robinson (2010 : 85-105) ได้ศึกษาการนำ Graphic Organizer มาใช้ในการเรียน การสร้าง Graphic Organizer ด้วยความตั้งใจในการเรียนรู้ของนักเรียน จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนมากกว่าการเรียนกับหนังสือแบบเรียน ดังนั้นการใช้ Graphic Organizer ในหนังสือแบบเรียน สามารถขึ้นเนื้อหาบทเรียนได้ แต่อาจไม่ใช่ข้อมูลเชิงประจักษ์สำหรับการใช้ Graphic Organizer ในการเรียนรู้ เนื่องจาก Graphic Organizer มีข้อจำกัดในการใช้คือไม่มีหลักการสร้างที่แน่นอน แต่จากการทดลอง 16 ครั้งที่ผ่านมา การใช้ Graphic Organizer ช่วยในการเสริม การเรียนจากหนังสือแบบเรียนได้

Brears et al (2011 : 36-46) ได้ศึกษาการเตรียมความพร้อมของผู้สอนใน ศตวรรษที่ 21 โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) นั้น เป็นวิธีการเรียนรู้ยุคใหม่และเหมาะสมอย่าง มากกับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 กระบวนการเรียนรู้รูปแบบนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นการสืบเสาะหาความรู้โดยการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาเกี่ยวข้องกับ งานวิจัยชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานทำให้ห้องเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้เรียนเกิด การคิดที่ซับซ้อนและเพิ่มทักษะ metacognitive ผู้สอนจะต้องมีการเตรียมการสอนที่ดีเพื่อให้ผู้เรียน เข้าใจเนื้อหาในเชิงลึกและทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ

Necati (2011 : 1-7) ได้ศึกษาผลกระทบของปัญหาที่เกิดขึ้นตามการเรียนรู้ของนักเรียน และครูผู้สอน ของกระทรวงศึกษาธิการแห่งชาติของประเทศตุรกี โดยใช้ในชั้นเรียนในโรงเรียนมัธยมศึกษา ตามหลักสูตรใหม่ขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ Context-Based (CBL) ในปี 2007 บทความนี้กล่าวถึงการบูรณาการ Problem-Based (PBL) การเรียนหลักสูตรใหม่ในวิชาฟิสิกส์ของประเทศตุรกี โดยภาพรวมจะเป็นการอธิบายการออกแบบวิทยาศาสตร์ ที่อยู่บนพื้นฐานของ PBL ผลการวิจัยพบว่า PBL ส่งเสริมให้นักเรียนใช้บทบาทในการเรียนรู้ และทำให้เนื้อหาหลักสูตรน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

Enyemeokpon (2012 : 108-112) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการได้รับคำแนะนำของครูในวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิชาฟิสิกส์นี้เป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลสัมฤทธิ์ในวิชานี้ได้ลดลงอย่างต่อเนื่อง มีความพยายามที่จะแก้ไขปัญหานี้ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในวิชาฟิสิกส์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ออกแบบการวิจัยกึ่งทดลองกับนักศึกษาชาย 98 คน และหญิง 94 คน จากมหาวิทยาลัยทางภาคใต้ของไนจีเรีย ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอน โดยวิธีบรรยาย ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมี

ผลสัมฤทธิ์เฉลี่ยเท่ากับ 51.98 สูงกว่าการจัดการเรียนรู้โดยวิธีบรรยายธรรมดา มีค่าเฉลี่ย 30.23 และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ย 73.67 สูงกว่าการจัดการเรียนรู้โดยวิธีบรรยายธรรมดา มีค่าเฉลี่ย 26.73 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเป็นวิธีสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สามารถส่งเสริมการจัดการกระบวนการคิดของผู้เรียนให้เป็นระบบง่ายต่อการจดจำเนื้อหา ทำให้สามารถจำเนื้อหาได้คงทน และทำให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เพราะมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชัดเจน และกระบวนการจัดกิจกรรมแต่ละขั้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในโจทย์ปัญหา และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าจะนำมาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนในด้านการแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นได้



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร จำนวน 24 คน 1 ห้องเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา เขต 26

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 2.1 แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) จำนวน 2 ชุด
- 2.2 แบบสัมภาษณ์สำหรับ ครู จำนวน 5 ข้อ และนักเรียน จำนวน 3 ข้อ สัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) หน่วยที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส จำนวน 8 แผน 12 ชั่วโมง
- 2.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
- 2.5 แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ

3. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) มีขั้นตอนดังนี้

- 3.1.1 ศึกษาเอกสาร ข้อมูลในการจัดทำเครื่องมือ การวัดและการประเมินผล (ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2558 : 27-52)

3.1.2 สร้างแบบสังเกต นำมาใช้ในการสังเกตการจัดการเรียนการสอนภายในห้องเรียน รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม โดยต้องสังเกตให้ครอบคลุมข้อมูลเกี่ยวกับระบบพฤติกรรมกรเรียนการสอน ทั้งของครูและนักเรียน ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์และสถานการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนระหว่างที่มี กิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และพิจารณากำหนดยุทธวิธีการสอนและ พัฒนาพฤติกรรมกรสอนของครู

3.1.3 นำแบบสังเกตที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณา จากนั้นนำไปแก้ไข โดยจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ให้เขียนหัวข้อในการสังเกตให้ชัดเจน เพื่อให้ครอบคลุมการเรียนการสอนภายในห้องเรียน แก้ไขคำถูกผิดของแบบสังเกต

3.1.4 นำแบบสังเกตที่แก้ไขแล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ได้แก่

1) รศ.ดร.ประสพท เนิ่งเฉลิม ตำแหน่ง รองศาสตราจารย์ ภาควิชาหลักสูตร และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน

2) ผศ. ดร. ฐิติวรดา พลเยี่ยม ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาหลักสูตร และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร และการสอน

3) ผศ.ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิจัยและ พัฒนาการศึกษ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลการศึกษา

4) ผศ.ดร. วิทยา วรพันธุ์ ตำแหน่ง ผู้ช่วยคณบดี, ประธานหลักสูตรการศึกษา บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์

5) นายบรรจบ สายสมบัติ วุฒิการศึกษา ศษ.บ. สาขาฟิสิกส์-ชีวะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์

เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสังเกต ผู้เชี่ยวชาญประเมินโดยใช้เกณฑ์ การให้คะแนนตามแบบประเมินของลิเคอร์ท (Likert) เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่ง มี 5 ระดับ เกณฑ์การตัดสินผลประเมินกิจกรรมการเรียนรู้อของผู้เชี่ยวชาญตามเกณฑ์ของ บุญชม ศรีสะอาด (2553 : 112) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
4.51-5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51-4.50	เหมาะสมมาก
2.51-3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51-2.50	เหมาะสมน้อย
1.00-1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

3.1.4 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพ โดยกำหนดเกณฑ์คุณภาพไว้ที่ ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ถึง 5.00 คือ อยู่ในระดับที่เหมาะสมมากถึงเหมาะสมมากที่สุด ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสังเกตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก

3.1.5 นำข้อเสนอมาแก้ไขปรับปรุงข้อการสังเกตให้เหมาะสมและครอบคลุมการสังเกต การจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) และนำไปใช้ในการสังเกตการจัดการเรียนการสอน

3.1.6 นำแบบสังเกตไปใช้สังเกตการณ์จัดการเรียนการสอนกับกลุ่มเป้าหมายและกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จำนวน 12 คน 1 ห้องเรียน สังเคราะห์ข้อมูล/สรุปข้อมูล จากการสังเกต ตามประเด็นดังนี้

- บรรยากาศในชั้นเรียนโดยรวม พบว่า ค่อนข้างดีเครียดเนื่องจากครูและนักเรียนไม่ค่อยมีการโต้ตอบ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน

- การเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน พบว่า นักเรียนไม่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียนมากเท่าที่ควร เนื่องจากครูเน้นการสอนเขียนบนกระดานพร้อมทั้งอธิบายแล้วให้นักเรียนจดตาม ครูมีการตั้งคำถามบ้างเป็นครั้งคราว แต่ส่วนใหญ่ไม่ได้รับคำตอบจากนักเรียน เพราะนักเรียนมักแต่จด จนไม่ได้สนใจกับคำถามที่ครูถาม

- สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า เน้นการสอนจากตำราเรียนเป็นหลัก

- ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน พบว่า ไม่ค่อยมีปฏิสัมพันธ์กันเท่าที่ควร เพราะครูเน้นการสอนแบบเขียนบรรยาย แล้วให้นักเรียนจดตาม เพื่อให้สามารถสอนเนื้อหาให้ได้มากที่สุดในแต่ละคาบ จึงขาดการสื่อสารกันระหว่างครูและนักเรียน

- ลักษณะการสื่อสารระหว่างครูกับนักเรียนส่วนใหญ่ พบว่า เป็นการสื่อสารแบบถามคำตอบคำ หรือนักเรียนขาดการสื่อสารระหว่างเรียน เนื่องจากความไม่เข้าใจ จึงทำให้บางครั้งเมื่อครูถามจึงไม่ได้คำตอบจากนักเรียน

- ลักษณะการตั้งคำถามของครูส่วนใหญ่ พบว่า เป็นการถามที่เน้นความจำเป็นส่วนใหญ่ ถ้านักเรียนจำไม่ได้ก็ไม่สามารถตอบคำถามของครูได้

- ลักษณะการสรุปบทเรียน พบว่า ส่วนใหญ่ครูจะให้นักเรียนไปสรุปมาเป็นการบ้าน อาจเขียนมาในลักษณะเรียงความ หรือแผนผังความคิด แล้วแต่นักเรียน

3.2 **แบบสัมภาษณ์** เป็นลักษณะแบบกึ่งโครงสร้าง สำหรับครู สัมภาษณ์เกี่ยวกับปัญหาในการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหารายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมของนักเรียนในปัจจุบัน และวิธีแก้ปัญหของครู เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สำหรับนักเรียน สัมภาษณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่อยากให้เกิดขึ้น และการจัดการเรียนการสอนของครูในปัจจุบันมีความเหมาะสมกับรายวิชาที่เรียนหรือไม่ อย่างไร มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 ศึกษาเอกสาร หลักการทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสัมภาษณ์

3.2.2 นำความรู้ที่ได้มาสร้างแนวคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและตรงตามความต้องการตามกรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยประเด็นในการสัมภาษณ์สำหรับครู มีข้อคำถาม ดังนี้ ปัญหา และอุปสรรคส่วนใหญ่ที่ครูพบในการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหารายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมของนักเรียนคืออะไร ปัจจุบันมีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่างไร การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ควรเป็นอย่างไร และถ้าจะสอนให้เด็กแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เป็นควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนลักษณะใด ส่วนประเด็นในการสัมภาษณ์สำหรับนักเรียน มีข้อคำถาม ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนของครูในปัจจุบันส่งเสริมการเรียนรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร ปัญหา หรืออุปสรรคในการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของตนเองคืออะไร นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนรู้ที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ควรเป็นอย่างไร

3.2.3 เขียนข้อคำถามให้ครอบคลุมทุกคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะสัมภาษณ์โดยเขียนตามโครงสร้างของวิธีการสัมภาษณ์ แบบกึ่งโครงสร้าง

3.2.4 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม ชัดเจน ครอบคลุม ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้

3.2.5 นำแบบสัมภาษณ์ที่แก้ไขแล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม เพื่อพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ โดยประเมินความสอดคล้องระหว่างคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ของการสัมภาษณ์ (เยาวดี วิบูรณ์ศรี, 2552 : 45-46) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้ การเขียนข้อคำถามควรใช้คำ ข้อความ ภาษาที่เข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงข้อคำถามที่สับสนตีความไม่ได้หลายความหมาย และข้อคำถามควรมีความกระชับและชัดเจนว่าต้องการอะไรจากผู้ถูกสัมภาษณ์

3.2.6 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC ซึ่งข้อที่ใช้ได้ควรมีค่าตั้งแต่ 0.50-1.00 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสัมภาษณ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 ใช้ได้

3.2.7 นำแบบสัมภาษณ์มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้อง แก้ไขคำถูกผิด ใช้ภาษาให้เหมาะสมไม่กำกวม ก่อนนำไปใช้จริง

3.2.8 จัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว เพื่อนำไปใช้จริงในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

3.2.9 นำแบบสัมภาษณ์ไปใช้สัมภาษณ์กับกลุ่มเป้าหมาย และกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย สำหรับครู เป็นครูที่สอนในรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) โรงเรียนละ 1 คน รวมทั้งหมด 2 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง สำหรับนักเรียน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย สุ่มโดยการจับฉลาก โรงเรียนละ 5 คน รวมทั้งหมด 10 คน

แบบสัมภาษณ์ของครู สัมภาษณ์ข้อมูล/สรุปข้อมูล ตามประเด็นดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันของครูส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมแบบใด และส่งเสริมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ฟิสิกส์ของนักเรียนอย่างไร จากการสัมภาษณ์พบว่า การจัดการเรียนการสอนเน้นการบรรยายเป็นหลัก ครูสอนโดยการเขียนบนกระดาน พร้อมอธิบายให้นักเรียนจดตาม เน้นการจดการจำ และในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ครูจะยกตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนดู อธิบายขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนจดตามอาจมีการแก้ไขตัวเลขจากโจทย์ในตัวอย่างแล้วให้นักเรียนดำเนินการแก้ไขโจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่ครูได้อธิบายไว้ ครูคิดว่าถ้านักเรียนมีความขยันทบทวนเนื้อหา สามารถจำเนื้อหาที่เรียน หรือโจทย์ปัญหาที่ครูพาทำได้ก็จะสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้

2. ท่านคิดว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์นักเรียนที่ท่านสอนอยู่ในระดับใด ประเมินอย่างไร จากการสัมภาษณ์พบว่า ครูคิดว่าถ้าเกณฑ์การให้คะแนน 1-5 คิดว่านักเรียนอยู่ในระดับ 2 ประเมินจากคะแนนการสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลางภาค และปลายภาค

3. ถ้าต้องการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ครูคิดว่าควรมีกิจกรรมแบบใด จากการสัมภาษณ์พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายยังจำเป็นต่อการเรียนการสอนในรายวิชานี้ อยู่ แต่อาจจะมีการเพิ่มตัวอย่างการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนได้ฝึกฝนกับโจทย์ที่หลากหลาย เพิ่มสรุป หรือทริคการแก้โจทย์ปัญหาให้นักเรียนได้เรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งแนะแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาให้มีระบบ เป็นขั้นตอนมากขึ้น เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

4. สื่อ หรือแหล่งเรียนรู้ใดที่ควรมี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จากการสัมภาษณ์พบว่า มีการทำการทดลองในบางเนื้อหาเพื่อเพิ่มความเข้าใจในกระบวนการ ความรู้ และโรงเรียนควรมีการเชิญวิทยากร หรือติวเตอร์ มาติวนักเรียนก่อนการสอบแบบทดสอบระดับประเทศ เช่น O-Net หรือการสอบ 9 วิชาสามัญ เพราะนักเรียนจะได้ทริคในการแก้โจทย์ปัญหาเพิ่มเติม จากการครูที่สอนในโรงเรียน

แบบสัมภาษณ์ของนักเรียน สัมภาษณ์ข้อมูล/สรุปข้อมูล ตามประเด็นดังนี้

1. นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนการสอนของครูในปัจจุบัน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์หรือไม่อย่างไร จากการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนการสอนของครูในปัจจุบันนั้น ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ค่อนข้างน้อย เพราะเนื้อหา/ทฤษฎี ในรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) ค่อยข้างเยอะ ครูจึงเน้นหนักไปในการสอนเนื้อหาให้ครบตามหนังสือ ซึ่งทำให้การฝึกฝนการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแต่ละคาบน้อยมากเมื่อเทียบกับการสอนเฉพาะเนื้อหา ความรู้ ความจำ

2. อยากให้การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เป็นอย่างไร จากการสัมภาษณ์พบว่า อยากให้การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เน้นให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ด้วยตนเองแทนการอธิบายจากครู อยากให้ครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ และอยากให้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ให้ครูพาทำการทดลองบ้างในบางเรื่อง เพื่อให้บรรยากาศในการเรียนไม่เครียดจนเกินไป

3. นักเรียนคิดว่าสื่อ หรือแหล่งเรียนรู้ใดที่จะสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ จากการสัมภาษณ์พบว่า การแก้ปัญหาโจทย์ที่หลากหลายช่วยเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ อาจจะมาจกหนังสือที่ไม่ใช่หนังสือเรียน มาจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หรือจากทรัพยากรแก้โจทย์ปัญหา ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาต่างๆ ที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สามารถดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาได้เป็นระบบ และง่ายต่อการจดจำ

3.3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก วิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มีขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อให้เข้าใจถึงเนื้อหาในการเรียน มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551)

3.3.2 ศึกษาหน่วยการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์(เพิ่มเติม) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้เลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ (14) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส มาจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก

3.3.3 วิเคราะห์หัวข้อ ผลการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อจัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแผนผังกราฟิก ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์หน่วยที่ (14) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
1. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วลอยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำและคำนวณปริมาณต่างๆ	1.กระแสไฟฟ้าในตัวนำ	การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในตัวนำจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ซึ่งเราได้กำหนดนิยามขนาดและ ทิศทางของกระแสไฟฟ้าไว้ดังนี้ "ขนาดของกระแสไฟฟ้าในตัวนำใด ๆ ย่อมมีค่าเท่ากับปริมาณประจุไฟฟ้าที่วิ่งผ่าน หน้าตัดใดหน้าตัดหนึ่งของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลา ทิศทางของกระแสไฟฟ้าโดยทั่วไปกำหนดให้มีทิศตามการเคลื่อนที่ของประจุบวก และตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของประจุลบ	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้า 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าในตัวนำได้ 3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	2
	2.กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ	กระแสไฟฟ้าในตัวกลางมีทิศทางเดียวกับทิศทางของสนามไฟฟ้า โดยที่อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวกเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นกระแสไฟฟ้าจึงมีทิศจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า	1. นักเรียนสามารถอธิบายกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้ 3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	1
2. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัดและสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณ ปริมาณ ต่างๆที่เกี่ยวข้องรวมทั้งอธิบาย และคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	3. กฎของโอห์มและความต้านทาน	กฎของโอห์ม (Ohm of Law) กล่าวว่า ที่อุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำหนึ่งจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น เมื่อ R เป็นค่าคงตัว เรียกว่า ความต้านทาน โดยความต้านทานมีหน่วยเป็นโอห์ม	1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎของโอห์มและความต้านทานไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถทำการทดลองได้อย่างถูกต้อง และคำนวณหาปริมาณอื่นๆ จากสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้ได้	2

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
2. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่หน้าตัดและสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องรวมทั้งอธิบาย และคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	3.(ต่อ)		3. นักเรียนไม่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	
	4.สภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้า	สภาพต้านทาน (Resistivity) เป็นสมบัติเฉพาะของสารหนึ่งๆ ซึ่งจะแตกต่างกันสำหรับสารต่างชนิดกัน สภาพนำไฟฟ้า เป็นลักษณะของวัสดุคล้ายกับสภาพต้านทาน สภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่หน้าตัดขวางของลวดตัวนำที่สม่ำเสมอได้ และคำนวณหาปริมาณดังกล่าวจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ 3. นักเรียนไม่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	1
	5. ตัวต้านทานและการต่อตัวต้านทาน	วิธีการต่อตัวต้านทานมี ดังนี้ คือ - การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมหรืออันดับ (series) เป็นการนำตัวต้านทานหลายๆ ตัวมา ต่อเรียง กันไปเรื่อยๆ - การต่อตัวต้านทานแบบขนาน (parallel)เป็นการต่อที่นำตัวต้านทานหลายๆ ตัวมาต่อรวมกันเป็นกลุ่มเดียว	1. นักเรียนสามารถอธิบายความแตกต่างของสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถอ่านค่าตัวต้านทานได้ 3. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานได้	2

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
2.	5. (ต่อ)		4. นักเรียนใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	
3. ทดลอง อธิบายและคำนวณอีเอ็มเอฟของแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงรวมทั้งอธิบายและคำนวณพลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า	6. พลังงานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	พลังงานไฟฟ้า คือ เมื่อต่อแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากับชิ้นส่วนต่างๆ เช่น ตัวต้านทาน หลอดไฟ ให้ครบวงจร จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น แสดงว่ามี การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าขณะเคลื่อนที่ จะนำพลังงานจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าไป ส่วนต่างๆของวงจร พลังงานศักย์ไฟฟ้า จะเรีย กย่อว่า พลังงานไฟฟ้าความต่างศักย์ คือ เมื่อประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านส่วนต่างๆของวงจร พลังงานของประจุไฟฟ้าจะลดลง เพราะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นๆ เช่น แสง และความร้อน	1. นักเรียนสามารถ อธิบายเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถ คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าได้ 3.นักเรียนใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	1
4. ทดลองและคำนวณอีเอ็มเอฟสมมูลจากการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมและแบบขนาน รวมทั้งคำนวณปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งประกอบด้วยแบตเตอรี่และตัวต้านทาน	7.แบตเตอรี่และวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	การต่อแบตเตอรี่ แบ่งเป็น 2 แบบ - การต่อแบบอนุกรม - การต่อแบบขนาน วงจรไฟฟ้ามีอยู่ 3 ประเภท - วงจรอนุกรมหมายถึง การนำเอาอุปกรณ์ทางไฟฟ้ามาต่อกันในลักษณะที่ปลายด้านหนึ่งของอุปกรณ์ตัวที่ 1 ต่อเข้ากับอุปกรณ์ตัวที่ 2 จะต่อลักษณะนี้ไปเรื่อยๆ - วงจรขนานหมายถึง วงจรที่เกิดจากการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปให้ขนานกับแหล่งจ่ายไฟ - วงจรผสมหมายถึง การนำอุปกรณ์ไฟฟ้ามาต่อวงจรไฟฟ้าโดยการต่อรวมกันระหว่างวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมกับวงจรไฟฟ้าแบบขนาน	1. นักเรียนสามารถ วาดรูปการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนานได้ 2. นักเรียนสามารถ คำนวณหาค่าต่างๆที่โจทย์ต้องการหาคำตอบได้ เช่น ค่าความต้านทานกระแสไฟฟ้า เป็นต้น 3. นักเรียนใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	2

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	ความคิดรวบยอด	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชม.)
5. อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยี ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	8.พลังงานไฟฟ้า จากพลังงานทดแทน และเทคโนโลยีด้านพลังงาน	พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงานที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มาเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทนจากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป อาจเรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภทหนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้ว สามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และไฮโดรเจน เป็นต้น เป็นพลังงานที่สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	1. นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถบอกความสำคัญของเทคโนโลยีด้านพลังงานที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ 3. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการนำเซลล์สุริยะมาใช้เป็นแหล่งให้พลังงานไฟฟ้าสำหรับที่พักอาศัยได้ 4. นักเรียนใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	1
รวม				12

3.3.4 ศึกษาเนื้อหา ทฤษฎี หลักการ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและผังกราฟิก เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.5 ทำการสร้างแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผนซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วย

- 1) จุดประสงค์การเรียนรู้
 - ด้านความรู้
 - ด้านทักษะ/กระบวนการ
 - ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 2) สาระสำคัญ
- 3) สาระการเรียนรู้
- 4) กิจกรรมการเรียนรู้
- 5) แหล่งเรียนรู้
- 6) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- 7) บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

3.3.6 นำแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปแบบการเขียนแผน ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์ เนื้อหา กิจกรรม สื่อ และแหล่งเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล เครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลรวมทั้งเกณฑ์ที่ใช้วัดและประเมินผล

3.3.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และคุณภาพองค์ประกอบตามตัวชี้วัดการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก ที่ได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้ว นำแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม และความถูกต้องของตัวชี้วัด สอดคล้องกับเนื้อหาและกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และความสอดคล้องของผลการเรียนรู้กับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ปรับปรุงเกี่ยวกับ ขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น การใช้ภาษาให้เป็นทางการ สื่อความหมายได้อย่างถูกต้องชัดเจน ปรับกิจกรรมและเวลาให้สัมพันธ์กัน

3.3.8 นำข้อมูลจากการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญไปวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยแล้วนำไปเทียบกับค่าเฉลี่ยแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ ลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553 : 121) ตามเกณฑ์การประเมินเป็นคะแนน ดังนี้

4.51-5.00 หมายความว่า เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 หมายความว่า เหมาะสมมาก

2.51-3.50 หมายความว่า เหมาะสมปานกลาง

1.51-2.50 หมายความว่า เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 หมายความว่า เหมาะสมน้อยที่สุด

3.3.9 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินความเหมาะสมของแผนการกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย เพื่อหาระดับความเหมาะสมของแผนการกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งต้องได้ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ถึง 5.00 คือ อยู่ในระดับที่เหมาะสมมากถึงเหมาะสมมากที่สุด จึงจะถือว่าแผนการกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพสามารถนำไปสอนได้ ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ประเมินได้ค่าเฉลี่ยรายแผนตั้งแต่ 4.21 ถึง 4.34 และค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 4.27 นำไปเทียบกับเกณฑ์การประเมินพบว่ามีความเหมาะสมระดับมาก นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้ปรับปรุงแก้ไขในด้านความเหมาะสมระหว่างเนื้อหาและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ให้เพิ่มสื่อในการจัดกิจกรรมพร้อมกับเพิ่มแบบทดสอบท้ายแผน และการวัดและประเมินผลควรมีการระบุให้ชัดเจน

3.3.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองเพื่อหาคุณภาพ โดยดำเนินการทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายซึ่งมีบริบทใกล้เคียง

กัน ผลปรากฏว่านักเรียนให้ความร่วมมือกับการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนในทุกขั้นตอนเป็นอย่างดีแต่อาจมีบางแผนที่ไม่สอดคล้องกับเวลา และในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนในชั้นแรกนักเรียนเกิดความสับสน ไม่เข้าใจในการทำงานทำให้ต้องใช้เวลาในการอธิบายให้คำแนะนำกับนักเรียนพอสมควร

3.3.11 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลาในแต่ละคาบ รวมถึงกิจกรรมให้เน้นที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมแต่ละขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ และจัดพิมพ์เป็นแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานฉบับสมบูรณ์ไปใช้ทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย

3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.4.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการวัดผล การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

3.4.2 ศึกษารายละเอียดเนื้อหา และผลการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส เพื่อนำไปจัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และเนื้อหา

3.4.3 จัดทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์แล้วนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาเสนอที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องขององค์ประกอบแต่ละส่วน พร้อมทั้งกำหนดรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3

3.4.4 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน ประเมินคุณภาพ และความถูกต้องเหมาะสมของแบบทดสอบ

3.4.5 นำคะแนนที่ได้จากการประเมินมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย แล้วนำไปเทียบกับค่าเฉลี่ยแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ ลิเคิร์ต (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553 : 121) ตามเกณฑ์การประเมินเป็นคะแนน ดังนี้

4.51-5.00 หมายความว่า เหมาะสมมากที่สุด

3.51-4.50 หมายความว่า เหมาะสมมาก

2.51-3.50 หมายความว่า เหมาะสมปานกลาง

5.51-2.50 หมายความว่า เหมาะสมน้อย

1.00-1.50 หมายความว่า เหมาะสมน้อยที่สุด

เพื่อหาระดับความเหมาะสมของแบบทดสอบ จะต้องได้ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ถึง 5.00 คืออยู่ในระดับที่เหมาะสมมากถึงเหมาะสมมากที่สุด จึงจะถือว่าแบบทดสอบมีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ข้อสอบทั้ง 5 ข้อ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 อยู่ในเกณฑ์

เหมาะสมมาก จากนั้นปรับปรุงแก้ไขความเหมาะสมของข้อคำถาม ระบุจำนวนข้อคำถาม และภาษาที่ใช้ตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

3.4.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขแล้วมาทดสอบกับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายซึ่งมีบริบทใหม่เคียงกันเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก

3.4.7 นำคะแนนที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สูตรของ Whitey and Sabers (ลัวิน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 199-201) และค่าความยาก จากสูตรของ Whitney and Sabers (ไพศาล วรคำ, 2559 : 299) แล้วคัดข้อสอบไว้เฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 และค่าความยากตั้งแต่ 0.20-0.80 จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าความยากรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.50-0.62 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อมีค่าตั้งแต่ 0.61-0.78

3.4.8 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของครอนบาค (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558 : 113) จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.9

3.4.9 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

ตารางที่ 3 ตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา	ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา			
	3	2	1	0
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	นักเรียนเขียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบค่าได้ถูกต้อง	นักเรียนเขียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้แต่ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนเขียนระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 2 จัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายปัญหา	นักเรียนสามารถเขียนสมการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนสมการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้องแต่ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสามารถเขียนสมการที่เกี่ยวข้องในการแก้โจทย์ปัญหาได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างชัดเจนและถูกต้องบางส่วน	นักเรียนเขียนขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาแต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ได้แต่ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ขั้นตอนของ การแก้โจทย์ปัญหา	ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา			
	3	2	1	0
ขั้นที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของ สมการ	นักเรียนสามารถเขียน ตรวจสอบความถูกต้อง และผิดพลาดของการ แก้โจทย์ปัญหาได้	นักเรียนสามารถเขียน ตรวจสอบความถูกต้องและ ผิดพลาดของการแก้โจทย์ ปัญหาได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถ เชื่อมโยงเขียนการ ตรวจสอบความถูกต้อง และผิดพลาดของการแก้ โจทย์ปัญหาได้	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 6 ตรวจสอบและประเมิน คำตอบ	นักเรียนสามารถ เขียนประเมินเขียน คำตอบที่โจทย์ปัญหา ต้องการได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียน ประเมินเขียนคำตอบที่ โจทย์ปัญหาต้องการได้ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	นักเรียนสามารถเขียน ประเมินเขียนคำตอบ ที่โจทย์ปัญหาต้องการ ได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน

นำผลการประเมินจากหาค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพของระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาดังนี้ (ญาณภัทร สีหะมงคล, 2559 : 114-115)

ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
3.00	ดีมาก
2.00-2.99	ดี
1.00-1.99	พอใช้
0.01-0.99	ต้องปรับปรุง

3.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) วิชาฟิสิกส์ ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรสถานศึกษา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

3.5.2 ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบแบบเลือกตอบ จากตำราวัดผลการศึกษา (สมนึก ภัททิยธนี, 2556 : 155-175) และคู่มือครูสาระการเรียนรู้ รายวิชา ฟิสิกส์(เพิ่มเติม) เพื่อเป็นแนวทาง ในการสร้างแนวข้อสอบ ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.5.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้ สร้างตารางวิเคราะห์ ความสัมพันธ์จำนวนข้อสอบทั้งหมดและข้อสอบที่ต้องการจริง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเรื่องย่อยประจำหน่วย ผลการเรียนรู้ ความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ และจำนวนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แผนการจัด การเรียนรู้	ความคิดรวบยอด	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ	
				ออก	เลือก ใช้
1.กระแสไฟฟ้า ในตัวนำ	การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าในตัวนำจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น ซึ่งเราได้กำหนดนิยามขนาดและทิศทางของกระแสไฟฟ้าไว้ดังนี้ "ขนาดของกระแสไฟฟ้าในตัวนำใด ๆ ย่อมมีค่าเท่ากับปริมาณประจุไฟฟ้าที่วิ่งผ่าน หน้าตัดใดหน้าตัดหนึ่งของตัวนำในหนึ่งหน่วยเวลา ทิศทางของกระแสไฟฟ้าโดยทั่วไป กำหนดให้มีทิศตามการเคลื่อนที่ของประจุบวก และตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของประจุลบ	1. อธิบายการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับความเร็วยลลยเลื่อนของอิเล็กตรอนอิสระความหนาแน่นของอิเล็กตรอนในลวดตัวนำและพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ และคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้า 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าในตัวนำได้	3 2	2 1
2.กระแสไฟฟ้า ในลวดตัวนำ	กระแสไฟฟ้าในตัวกลางมีทิศทางเดียวกับทิศของสนามไฟฟ้า โดยที่อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังบริเวณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ดังนั้นกระแสไฟฟ้าจึงมีทิศจากศักย์ไฟฟ้าสูงไปยังที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า		1. นักเรียนสามารถอธิบายกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำได้	2 2	1 1
3.กฎของโอห์ม และ ความต้านทาน	กฎของโอห์ม (Ohm of Law) กล่าวว่า ที่อุณหภูมิคงตัว กระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวนำหนึ่งจะมีค่าแปรผันตรงกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างปลายทั้งสองของตัวนำนั้น เมื่อ R เป็นค่าคงตัว เรียกว่า ความต้านทาน โดยความต้านทานมีหน่วยเป็น โอห์ม	2. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่ หน้าตัดและสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	1. นักเรียนสามารถอธิบายกฎของโอห์ม และความต้านทานไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถทำการทดลองได้อย่างถูกต้อง และคำนวณหาปริมาณอื่นๆ จากสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดให้ได้	3 3	2 2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	ความคิดรวบยอด	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ	
				ออก	เลือก ใช้
4.สภาพ ต้านทาน และสภาพนำ ไฟฟ้า	สภาพต้านทาน (Resistively) เป็นสมบัติเฉพาะของสารหนึ่งๆ ซึ่งจะแตกต่างกันสำหรับสารต่างชนิดกัน สภาพนำไฟฟ้า เป็นลักษณะของวัสดุคล้ายกับสภาพต้านทาน สภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้า	2. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาวพื้นที่ หน้าตัดและสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน	1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่หน้าตัดขวางของลวดตัวนำที่สม่ำเสมอได้ และคำนวณหาปริมาณดังกล่าวจากสถานการณ์ที่กำหนดให้	2	1
5.ตัวต้านทาน และการต่อตัว ต้านทาน	ตัวต้านทาน เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยปรับความต้านทานให้กับวงจร เพื่อช่วยปรับให้กระแสไฟฟ้า หรือความต่างศักย์ไฟฟ้าเหมาะสมกับวงจรนั้นๆ สภาพต้านทานของวัสดุใด หมายถึงความต้านทานของสารชนิดนั้นที่มีความยาว 1 เมตร และมี พื้นที่ภาคตัดขวาง 1 ตารางเมตร สภาพต้านทาน มีหน่วยเป็น $\Omega - m$ (โอห์ม-เมตร) สภาพนำไฟฟ้า เป็นลักษณะเฉพาะของวัสดุคล้ายกับสภาพต้านทาน ตัวต้านทาน คือ การนำตัวต้านทานหลายๆ ตัวมาต่อรวมเป็นกลุ่มเดียวกันอยู่ระหว่างจุดสองจุด ให้ได้ความต้านทานตามต้องการ วิธีการต่อตัวต้านทานมีดังนี้ คือ - การต่อตัวต้านทานแบบอนุกรมหรืออันดับ (series) เป็นการนำตัวต้านทานหลายๆ ตัวมาต่อเรียง กันไปเรื่อยๆ - การต่อตัวต้านทานแบบขนาน (parallel)เป็นการต่อที่นำตัวต้านทานหลายๆ ตัวมาต่อรวมกันเป็นกลุ่มเดียว		1. นักเรียนสามารถอธิบายความแตกต่างของสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถอ่านค่าตัวต้านทานได้ 3. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานได้	3	2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	ความคิดรวบยอด	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ	
				ออก	เลือก ใช้
6.พลังงานใน วงจรไฟฟ้า กระแสตรง)	พลังงานไฟฟ้า คือ เมื่อต่อ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากับชิ้นส่วนต่างๆ เช่น ตัวต้านทาน หลอดไฟ ให้ครบ วงจร จะมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้น แสดงว่ามีการเคลื่อนที่ของประจุ ไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าขณะเคลื่อนที่ จะนำพลังงานจากแหล่งกำเนิด ไฟฟ้าไปส่วนต่างๆของวงจร พลังงานนี้คือ พลังงานศักย์ไฟฟ้า จะเรียกอ่า พลังงานไฟฟ้า ความต่างศักย์ คือ เมื่อประจุไฟฟ้า เคลื่อนที่ผ่านส่วนต่างๆของวงจร พลังงานของประจุไฟฟ้าจะลดลง เพราะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงาน รูปอื่นๆ เช่น แสง และความร้อน เป็นต้น	3. ทดลอง อธิบายและ คำนวณอีเอ็มเอฟของ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรงรวมทั้งอธิบาย และคำนวณพลังงาน ไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า	1. นักเรียนสามารถอธิบาย เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหา ค่ากำลังไฟฟ้าได้	3 4	2 3
7.แบตเตอรี่และ วงจรไฟฟ้า กระแสตรง เบื้องต้น	การต่อแบตเตอรี่ แบ่งเป็น 2 แบบ - การต่อแบบอนุกรม - การต่อแบบขนาน วงจรไฟฟ้ามีอยู่ 3 ประเภท - วงจรอนุกรมหมายถึง การนำเอา อุปกรณ์ทางไฟฟ้ามาต่อกันใน ลักษณะที่ปลายด้านหนึ่งของ อุปกรณ์ตัวที่ 1 ต่อเข้ากับอุปกรณ์ ตัวที่ 2 จะต่อลักษณะนี้ไปเรื่อยๆ - วงจรขนานหมายถึง วงจรที่เกิด จากการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปให้ขนานกับแหล่งจ่ายไฟ - วงจรผสมหมายถึง การนำ อุปกรณ์ไฟฟ้ามาต่อวงจรไฟฟ้า	4. ทดลองและคำนวณอีเอ็ม เอฟสมมูลจากการต่อ แบตเตอรี่แบบอนุกรมและ แบบขนาน รวมทั้งคำนวณ ปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องใน วงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่ง ประกอบด้วยแบตเตอรี่และ ตัวต้านทาน	1. นักเรียนสามารถวาดรูปการ ต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและ แบบขนานได้ 2. นักเรียนสามารถคำนวณหา ค่าต่างๆที่โจทย์ต้องการหา ค่าตอบได้ เช่น ค่าความ ต้านทาน กระแสไฟฟ้า เป็นต้น	3 4	2 3

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แผนการจัด การเรียนรู้	ความคิดรวบยอด	ผลการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวน ข้อสอบ	
				ออก	เลือก ใช้
8.พลังงานไฟฟ้า จากพลังงาน ทดแทนและ เทคโนโลยีด้าน พลังงาน	พลังงานทดแทน หมายถึง พลังงาน ที่นำมาใช้แทนน้ำมันเชื้อเพลิง สามารถแบ่งตามแหล่งที่ได้มากเป็น 2 ประเภท คือ พลังงานทดแทน จากแหล่งที่ใช้แล้วหมดไป อาจ เรียกว่า พลังงานสิ้นเปลือง ได้แก่ ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ นิวเคลียร์ หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน เป็นต้น และพลังงานทดแทนอีกประเภท หนึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้ว ส ามารถหมุนเวียนมาใช้ได้อีก เรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ได้แก่ แสงอาทิตย์ ลม ชีวมวล น้ำ และ ไฮโดรเจน เป็นต้น เป็นพลังงานที่ สะอาด ไม่มีผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม	5. อธิบายการเปลี่ยน พลังงานทดแทนเป็นพลังงาน ไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปราย เกี่ยวกับเทคโนโลยี ที่นำมาแก้ ปัญหาหรือตอบสนองความ ต้องการทางด้านพลังงานไฟฟ้า โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและ ความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	1. นักเรียนสามารถอธิบายการ เปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็น พลังงานไฟฟ้าได้ 2. นักเรียนสามารถบอก ความสำคัญของเทคโนโลยีด้าน พลังงานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้ 3. นักเรียนสามารถคำนวณ ปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับ การนำเซลล์สุริยะมาใช้เป็น แหล่งให้พลังงานไฟฟ้า สำหรับที่พักอาศัยได้	3 3 2	2 2 1
รวม				50	30

3.5.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสร็จแล้วนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อ
พิจารณาความเหมาะสม ถูกต้องของคำถาม เนื้อหา และแก้ไขการเขียนภาษาให้ถูกต้อง แก้ไขคำ
ถูกผิด

3.5.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน ทำการ
พิจารณาตรวจสอบคุณภาพ และความเที่ยงตรง โดยประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อ
กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (เยาวดี วิบุรณ์ศรี, 2552) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.5.6 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การ
เรียนรู้มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยใช้สูตร IOC เลือกข้อสอบที่มีค่าตั้งแต่ 0.50-1.00 ไว้
เพื่อนำไปทดลองใช้และหาคุณภาพของข้อสอบ ซึ่งเป็นข้อสอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ
ต้องการใช้จริง 30 ข้อ โดยสร้างข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาห้อย และจุดประสงค์การเรียนรู้ และ

ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบทั้ง 50 ข้อ มีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 จากนั้นปรับปรุงแก้ไขความเหมาะสมของข้อคำถาม ภาษาที่ใช้ตามข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ

3.5.7 นำข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบแล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายซึ่งมีบริบทใกล้เคียงกันจำนวน 30 คน

3.5.8 นำคะแนนที่ได้จากการทดลอง มาวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้วิธีของ Brennan (1997) สูตร B-Index (สมนึก ภัททิยธนี, 2551 : 214) และค่าความยาก (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2558 : 102) แล้วคัดข้อสอบไว้เฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-1.00 และค่าความยาก ตั้งแต่ 0.20-0.80 จากการวิเคราะห์พบว่าค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.23-0.57 และค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.53-0.77

3.5.9 นำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551 : 106) จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.80

3.5.10 นำข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และแก้ไขแล้ว มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบแล้วนำไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.1 ติดต่อกับทางโรงเรียน และครูผู้สอนในรายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เพื่อเข้าสังเกตการเรียนการสอนของครูกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมหาวิชานุกูล และโรงเรียนมหาชัยพิทยาคารและบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตลงในแบบสังเกต

4.2 สอบถามรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเติมโดยใช้แบบสัมภาษณ์กับครูผู้สอน และนักเรียน และบันทึกผลข้อมูลลงในแบบสัมภาษณ์

4.3 ชี้แจงรายละเอียดต่างๆ และจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้ต่อนักเรียนก่อนเริ่มสอน

4.4 ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยทำการสอนด้วยตนเอง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก วิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผน 12 ชั่วโมง ตามระยะเวลาที่กำหนด

4.5 เมื่อสิ้นสุดการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 แผน ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์กับกลุ่มเป้าหมาย

4.6 นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปผลการทดลองตามความมุ่งหมายต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดประสงค์ ดังนี้

5.1 หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้สูตร E_1/E_2

5.2 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก กับเกณฑ์ 70 โดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก กับเกณฑ์ 70 โดยใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1) หาคคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง IOC ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 220)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 หาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้วิธีของ Brennan โดยใช้สูตร B-Index ดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551 : 214)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ	B	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	n_1	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
	n_2	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
	U	แทน	จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
	L	แทน	จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

1.3 การหาค่าความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรดังนี้
(คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2559 : 128)

$$p = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากของข้อสอบ
	N	แทน	จำนวนคนตอบถูกจาก 2 กลุ่ม
	R	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

1.4 การหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรของโลเวท (Lovett) (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551 : 106)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - k \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	r_{cc}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์
	k	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	X_i	แทน	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	C	แทน	คะแนนเกณฑ์หรือจัดตัวของแบบทดสอบ

2) ทักษะของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

2.1 การหาค่าความยาก ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้สูตร
จากสูตรของ Whitney and Sabers (ไพศาล วรคำ, 2559 : 299)

$$p = \frac{S_H + S_L - [(2n)X_{\min}]}{2n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	S_H	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
	$2n$	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง หรือกลุ่มต่ำ
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น
	P	แทน	ดัชนีความยากง่าย

2.2 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้สูตร Whitey และ Sabers ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2539 : 199-201)

$$r = \frac{S_H - S_L}{N(X_{max} - X_{min})}$$

เมื่อ	S_H	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ
	N	แทน	จำนวนผู้สอบในกลุ่มสูง หรือกลุ่มต่ำ
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

2.3 การหาค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีของครอนบาค (คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2558 : 113)

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

เมื่อ	α	แทน	ความเชื่อมั่น
	N	แทน	จำนวนข้อ
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนรายข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนรวม

2. สถิติพื้นฐาน

2.1 ร้อยละ (Percentage) โดยใช้สูตร ดังนี้ (สมบัติ ทำยเรือคำ, 2551 : 119)

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.2 ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551 : 124)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation : S.D.) มีสูตรดังนี้ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551 : 124)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน คะแนนแต่ละตัว

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

\sum แทน ผลรวม

พหุ ประถมศึกษา ชีวะ

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มเป้าหมาย

\bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังต่อไปนี้

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก รายวิชาฟิสิกส์ (เพิ่มเติม) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 70/70 ปรากฏผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของคะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ผลงานนักเรียนงานกลุ่มกับงานเดี่ยว และทดสอบย่อยหลังแผนบางแผน หลังเรียนด้วยด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก

เลขที่	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E ₁)								ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E ₂)
	คะแนนรวมระหว่างเรียน			รวมทั้งหมด	สัดส่วนคะแนน (40 : 40 : 20)			รวมทั้งหมด	ทดสอบหลังเรียน
	1	2	3		1	2	3		
คะแนนเต็ม	(48)	(144)	(40)	232	(30%)	(50%)	(20%)	(100)	(30)
1	42.00	122.00	38.00	202.00	26.25	42.36	19	87.61	26
2	42.00	119.00	37.00	198.00	26.25	41.32	18.5	86.07	25
3	40.00	118.00	34.00	192.00	25.00	40.97	17	82.97	22
4	39.00	121.00	34.00	194.00	24.38	42.01	17	83.39	22
5	36.00	118.00	31.00	185.00	22.50	40.97	15.5	78.97	23
6	36.00	114.00	33.00	183.00	22.50	39.58	16.5	78.58	21
7	38.00	119.00	35.00	192.00	23.75	41.32	17.5	82.57	23
8	40.00	116.00	36.00	192.00	25.00	40.28	18	83.28	27
9	40.00	114.00	34.00	188.00	25.00	39.58	17	81.58	25
10	36.00	116.00	32.00	184.00	22.50	40.28	16	78.78	23
11	34.00	112.00	27.00	173.00	21.25	38.89	13.5	73.64	21

ตารางที่ 5 (ต่อ)

เลขที่	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E ₁)								ประสิทธิภาพของ ผลลัพธ์ (E ₂)
	คะแนนรวมระหว่างเรียน			รวม ทั้งหมด	สัดส่วนคะแนน (30 : 50 : 20)			รวม ทั้งหมด	ทดสอบหลังเรียน
	1	2	3		1	2	3		
คะแนน เต็ม	(48)	(144)	(40)	232	(30%)	(50%)	(20%)	(100)	(30)
12	30.00	110.00	30.00	170.00	18.75	38.19	15	71.94	22
13	34.00	114.00	36.00	184.00	21.25	39.58	18	78.83	24
14	38.00	113.00	35.00	186.00	23.75	39.24	17.5	80.49	24
15	38.00	110.00	33.00	181.00	23.75	38.19	16.5	78.44	23
16	34.00	109.00	35.00	178.00	21.25	37.85	17.5	76.60	25
17	30.00	110.00	30.00	170.00	18.75	38.19	15	71.94	21
18	36.00	111.00	35.00	182.00	22.50	38.54	17.5	78.54	22
19	35.00	108.00	34.00	177.00	21.88	37.50	17	76.38	23
20	33.00	107.00	30.00	170.00	20.63	37.15	15	72.78	20
21	31.00	105.00	29.00	165.00	19.38	36.46	14.5	70.33	21
22	29.00	111.00	35.00	175.00	18.13	38.54	17.5	74.17	20
23	26.00	107.00	29.00	162.00	16.25	37.15	14.5	67.90	19
24	30.00	106.00	29.00	165.00	18.75	36.81	14.5	70.06	20
รวม	847	2710	791.00	4348.00	529.38	940.97	395.5	1865.85	542
เฉลี่ย	35.29	112.92	32.96	181.17	42.35	39.21	16.48	77.74	22.58
S.D.	4.34	4.89	2.94	10.91	2.71	1.70	1.47	5.29	2.06
ร้อยละ	73.52	78.41	82.40	78.09	141.17	78.41	82.40	77.74	75.28
$E_1/E_2 = 77.74/75.28$									

หมายเหตุ: 1 คะแนนพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม (แผนละ 6 คะแนน)

2 ผลงานนักเรียนงานกลุ่ม

(ใบงานแผนละ 13 คะแนน และการนำเสนอผลงานแผนละ 5 คะแนน)

3 ผลงานนักเรียนงานเดี่ยว (แผนละ 5 คะแนน)

จากตาราง พบว่า คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ผลงานนักเรียน และทดสอบย่อยหลังแผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.74 คิดเป็นร้อยละ 77.74 แสดงว่าประสิทธิภาพของ

กระบวนการ (E_1) เท่ากับ 77.74 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คิดเป็นร้อยละ 75.28 แสดงว่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.28 ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก จึงมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ $77.74/75.28$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ดังต่อไปนี้

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก

เลขที่	คะแนนที่ได้ (ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์)	เลขที่	คะแนนที่ได้ (ความสามารถในการแก้โจทย์ ปัญหาฟิสิกส์)
คะแนนเต็ม	(90)	คะแนนเต็ม	(90)
1	85	13	75
2	75	14	81
3	65	15	63
4	65	16	60
5	68	17	62
6	65	18	63
7	60	19	70
8	70	20	70
9	75	21	71
10	70	22	61
11	83	23	60
12	79	24	63
คะแนนทั้งหมด		1659	
คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})		69.13	
S.D.		7.59	
ร้อยละ		76.81	

จากตาราง พบว่า คะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.13 คิดเป็นร้อยละ 76.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง ไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก

เลขที่	คะแนนที่ได้ (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)	เลขที่	คะแนนที่ได้ (ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน)
คะแนนเต็ม	(30)	คะแนนเต็ม	(30)
1	26	13	24
2	25	14	24
3	22	15	23
4	22	16	25
5	23	17	21
6	21	18	22
7	23	19	23
8	27	20	20
9	25	21	21
10	23	22	20
11	21	23	19
12	22	24	20
คะแนนรวม		542	
คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})		22.58	
S.D.		2.06	
ร้อยละ		75.28	

จากตาราง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.58 คิดเป็นร้อยละ 75.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

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

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่
 - 2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
 - 2.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

สรุปผล

1. การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2. ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5. สรุปและประเมินค่าคำตอบ และขั้นที่ 6. นำเสนอและประเมินผลงาน มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.74/75.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่กำหนดไว้
2. ผลศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปได้ดังนี้

2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีลิกส์หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

2.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 75.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การพัฒนาแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกที่พัฒนาขึ้นโดยประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ขั้นที่ 2. ทำความเข้าใจกับปัญหา ขั้นที่ 3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ขั้นที่ 4. สังเคราะห์ความรู้ ขั้นที่ 5. สรุปและประเมินคำตอบ และขั้นที่ 6. นำเสนอและประเมินผลงาน ซึ่งมีคุณภาพและความเหมาะสมเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพ และมีความเหมาะสมมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.74/75.28 ที่ปรากฏผลออกมาเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้วิจัยออกแบบแผนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดจากการนำปัญหาเป็นตัวชี้้นำในการศึกษาหากระบวนการเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะปัญหาจากเรียน หรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับ มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2545 : 13) ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในโลกแห่งความเป็นจริง เป็นบริบทของการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และคิดแก้ปัญหา รวมทั้ง ได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขาวิชาที่ตนศึกษาด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาคือเป็นหลัก สอดคล้องกับ ทิศนา แคมมณี (2547 : 52) ได้อธิบายแนวคิดในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า เมื่อทำการศึกษา พบว่าเขาวนปัญญาของมนุษย์ประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน และความสามารถในการแสวงหาหรือตั้งปัญหา เพื่อหาคำตอบและเพิ่มพูนความรู้ และสอดคล้องกับ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550 : 6-8) ได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน 6 ขั้นตอนดังนี้ กำหนดปัญหา ทำความเข้าใจกับปัญหา ดำเนินการศึกษาค้นคว้า สังเคราะห์ความรู้ สรุปและประเมินคำตอบ และนำเสนอและประเมินผลงาน ซึ่งบทบาทของผู้สอนมีผลโดยตรงต่อการออกแบบ และจัดกิจกรรมการเรียนการสอน รวมไปถึงการประเมินผลการเรียนรู้ที่นำไปสู่การปรับปรุง

และพัฒนาศึกษา ผู้สอนควรเข้าใจขั้นตอนการจัดการเรียนรู้อย่างถ่องแท้ เข้าใจศักยภาพของผู้เรียน เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดหาและสนับสนุนสื่อ อุปกรณ์ หรือแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมเพียงพอ (ประสาธ เนืองเฉลิม, 2557 : 166-167) ส่วนผังกราฟิก ผู้วิจัยได้นำผังกราฟิกมาประกอบเพื่อช่วยในการนำเสนอข้อมูลหรือความรู้ที่ได้จากการรวบรวมอย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจง่าย กระชับ กะทัดรัด ชัดเจน ผังกราฟิกได้มาจากการนำเสนอข้อมูลดิบหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งมาทำการจัดกระทำข้อมูล ในการจัดกระทำข้อมูลต้องใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต เปรียบเทียบ การแยกแยะ การจัดประเภท การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข (ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย) การวิเคราะห์ การสร้างแบบแผน จากนั้นจึงมีการเลือกแบบผังกราฟิกเพื่อนำเสนอข้อมูลที่จัดกระทำแล้วตามเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์ตามที่ผู้นำเสนอต้องการ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2542 : 126) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นาน (ทศนา แคมมณี, 2551 : 386) สอดคล้องกับสอดคล้องกับ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2558 : 263-264) ที่ได้นำผังกราฟิกมาใช้ในการกระบวนการสอนเริ่มตั้งแต่การนำมาใช้แสดงจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงจุดมุ่งหมายในการเรียน การวางแผนการสอนให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น การสอนและการทดสอบที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้ผังกราฟิกให้เหมาะสมกับเนื้อหาต่าง ๆ และสอดคล้องกับ พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2544 : 126-127) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการให้ผู้เรียนใช้ผังกราฟิกนำเสนอไว้ว่า เป็นการพัฒนาการคิดระดับสูง คือ ฝึกให้ผู้เรียนได้ใช้การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมิน การเปรียบเทียบ การจัดกลุ่ม การสร้างมโนทัศน์ การสร้างแบบแผน เป็นต้น ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในสิ่งที่เรียน การใช้ผังกราฟิกเป็นการฝึกให้ผู้เรียนคิด และปฏิบัติด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถจำได้เป็นความจำถาวร เพราะผู้เรียนใช้การคิดในการจัดทำข้อมูล ซึ่งเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง ช่วยให้ผู้เรียนจำเนื้อหาความรู้ได้นาน ผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ลำไพโร กวีกรณ์ (2556 : 77-79) พบว่าการพัฒนาการเรียนรู้อัตนศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.19/77.05 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ขนิษฐา กฤษวี (2559 : 97) มีการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองประกอบการเรียนรู้แบบผังกราฟิก ซึ่งส่งผลให้นักเรียนหลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์และการคิดวิเคราะห์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อภิปรายผลได้ดังนี้

2.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 76.81 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการเรียนการสอนที่ใช้ “ปัญหา” เป็น

สิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นในการที่จะหาคำตอบของปัญหา และส่งเสริมทักษะการคิดของผู้เรียน (วัชราน เล่าเรียนดี, 2556 : 107) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นำสถานการณ์ปัญหามากระตุ้นความคิด หรือความสนใจ ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริง และเกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียนที่มีโอกาสเผชิญกับปัญหานั้นๆ ซึ่งยังไม่มีคำตอบตายตัว เป็นปัญหาที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เป็นสิ่งที่อย่างรู้ โดยมีแนวทางหาคำตอบ หรือแนวทางในการแสวงหาความรู้ได้หลากหลาย (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาแห่งชาติ, 2550 : 2-3) และจัดกระทำข้อมูลนั้นโดยใช้ทักษะการคิด เช่น การสังเกต การเปรียบเทียบการแยกแยะ การเรียงลำดับ การใช้ตัวเลข การสรุป การวางแผน การเรียนรู้ หรือการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ แล้วนำเสนอออกมาในรูปแบบของผังกราฟิก เพื่อให้เข้าใจง่ายกะทัดรัด ชัดเจน (วัฒนาพร กระจับทุกข์, 2545 : 96) และสิ่งสำคัญในการเรียนรู้เพื่อให้ประสบผลสำเร็จ คือ ผู้เรียนจำเป็นต้องช่วยกันศึกษา ค้นคว้าหาเหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหา และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาคต่อไป ตัวอย่างเช่น การนำผังลำดับขั้นตอนเข้ามารวมในขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า เพื่อช่วยในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาพิสิกส์ที่มี 6 ขั้นตอน Rojas (2010 : 22-28) ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 จัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการอธิบายปัญหา ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของสมการ และขั้นที่ 6 ตรวจสอบและประเมินคำตอบ ทำให้นักเรียนสามารถเรียงลำดับวิธีทำก่อนหลังได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เมื่อมีขั้นตอนการวางแผนเข้ามาจะช่วยลดความผิดพลาดในการแสดงวิธีทำได้ การวางแผนและนักเรียนค่อยๆ ทำไปที่ละขั้นตอนจะส่งผลให้นักเรียนรู้สึกมีขอบเขต และแนวทางในการทำโจทย์ปัญหาพิสิกส์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ที่นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากการร่วมมือกันทำงาน การทำงานกลุ่มย่อย เพื่อให้นักเรียนทุกคนมีโอกาสได้แสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ จากการระดมสมอง การอภิปรายถึงสาเหตุ และแนวทางในการคิดแก้ปัญหาที่หลากหลาย นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาประเมินค่าของคำตอบตรวจสอบคำตอบอีกครั้ง เพื่อให้ได้คำตอบที่คิดว่าถูกต้องที่สุด ทำให้ง่ายต่อการจดจำ และทำความเข้าใจ เพราะนักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง งานวิจัยนี้สอดคล้องกับ ศิริินภา นามโม (2560 : 85) พบว่านักเรียนหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคอกนิชัน นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพิสิกส์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับ มยุรี เทพถิล (2561) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกมีการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 75.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ การที่ผลการวิจัยปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

ร่วมกับผังกราฟิกทำให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้มากขึ้น จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นด้วยเพราะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เน้นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า และการแก้ปัญหาที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน หรือการเรียนรู้ในรายวิชานั้นๆ ซึ่งครูจะเป็นผู้ที่คอยให้คำแนะนำและออกแบบสภาพการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดและสำรวจ สนับสนุนให้สร้างความรู้ด้วยตนเองและบูรณาการสิ่งต่างๆ ที่เรียนรู้ในโรงเรียนกับชีวิตจริงเข้าด้วยกันในขณะที่เรียนรู้ นักเรียนจะถูกทำให้เป็นนักแก้ปัญหา และพัฒนาไปสู่การเป็นผู้ที่สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองได้ ในกระบวนการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้ร่วมในการแก้ปัญหาที่มีหน้าที่สร้างความสนใจ สร้างความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน (Torp and Sage, 1998 : 14-16) และนำผังกราฟิกมาใช้ในการจัดระเบียบความคิด ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า เช่นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำผังแมงมุม ซึ่งเป็นผังแสดงมโนทัศน์อย่างหนึ่ง โดยแสดงความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และเส้นที่แยกออกจากความคิดรวบยอดใหญ่จะแสดงรายละเอียดของความคิดนั้น (ทีศนา แชมมณี, 2559 389-400) เข้ามาร่วมในขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา สามารถอธิบายๆ สิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหาในทุกๆด้านได้ และผังความคิด ซึ่งประกอบไปด้วยความคิดหรือข้อมูลสำคัญที่เชื่อมโยงกันอยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ทำให้เห็นโครงสร้างของความรู้หรือเนื้อหาสาระนั้น ๆ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาสาระต่าง ๆ จำนวนมาก เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นได้ง่ายขึ้น เร็วขึ้นและจดจำได้นาน (ทีศนา แชมมณี, 2551 : 386) เข้ามาร่วมในขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าคำตอบ ทำให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ต่างๆ ที่ได้จากการกิจกรรมการเรียนรู้ในทุกขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย กรชนก วุฒิชัยภูมิ (2561 : 76-79) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก จำนวนนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ทั้งหมด 15 คนจากนักเรียนทั้งหมด 18 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือร้อยละ 75 สอดคล้องกับงานวิจัยของ katayama (2000 : 113 :119) ที่ได้ศึกษาผลการใช้เทคนิคผังกราฟิกที่มีต่อความคงทนในการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้
 - 1.1 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน จึงจำเป็นต้องใช้เวลามากในบางกิจกรรม ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับระยะเวลาเรียน
 - 1.2 หากนักเรียนยังไม่มีความรู้เกี่ยวกับการเขียนผังกราฟิกเท่าที่ควรครูควรฝึกให้นักเรียนคุ้นเคยเพิ่มเติมก่อนเริ่มกระบวนการ

1.3 โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน ต้องมีลักษณะแตกต่างจากตัวอย่างที่สอนเพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดการท่องจำ

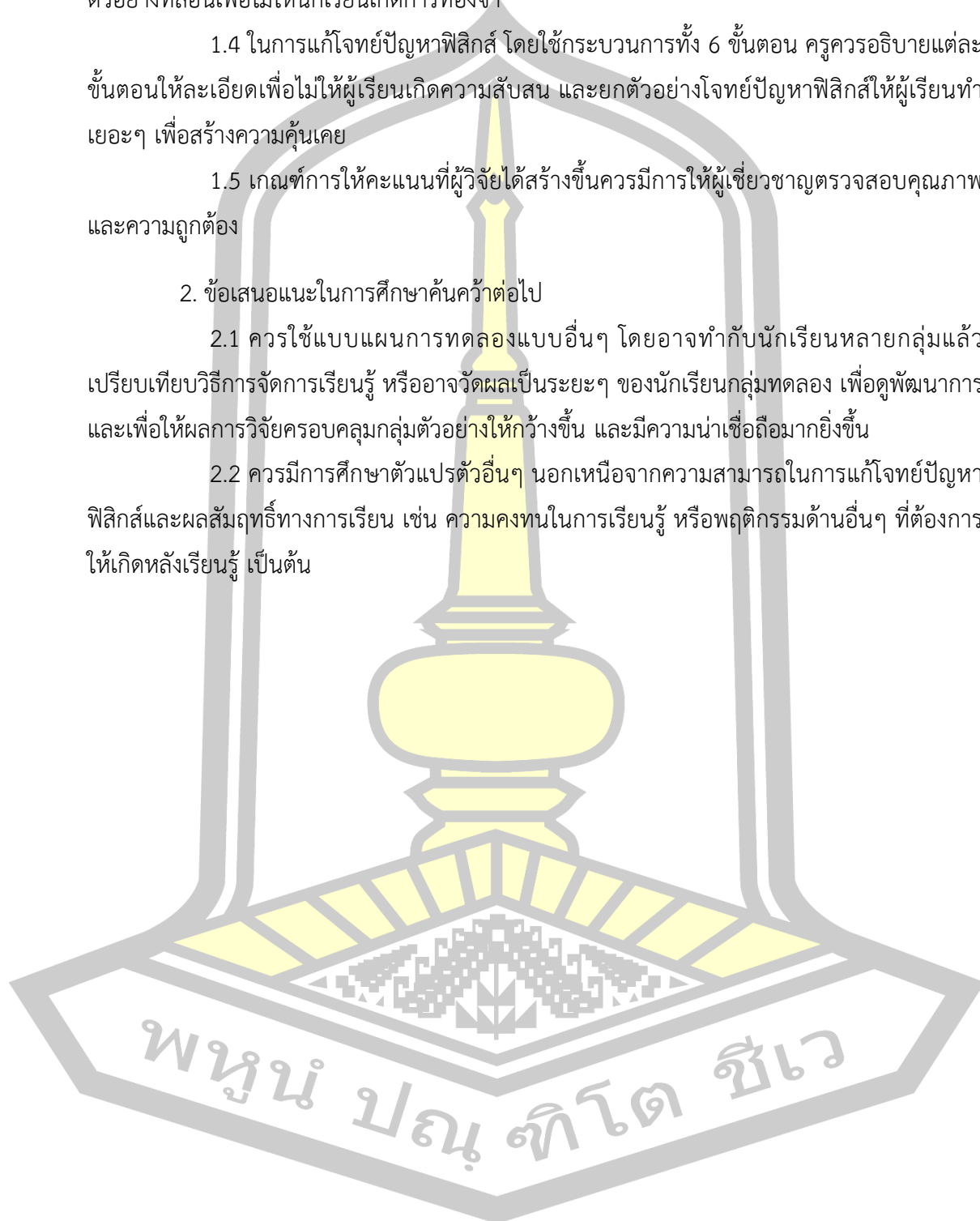
1.4 ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้กระบวนการทั้ง 6 ขั้นตอน ครูควรอธิบายแต่ละขั้นตอนให้ละเอียดเพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดความสับสน และยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้ผู้เรียนทำเยอะๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคย

1.5 เกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นควรมีการให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้อง

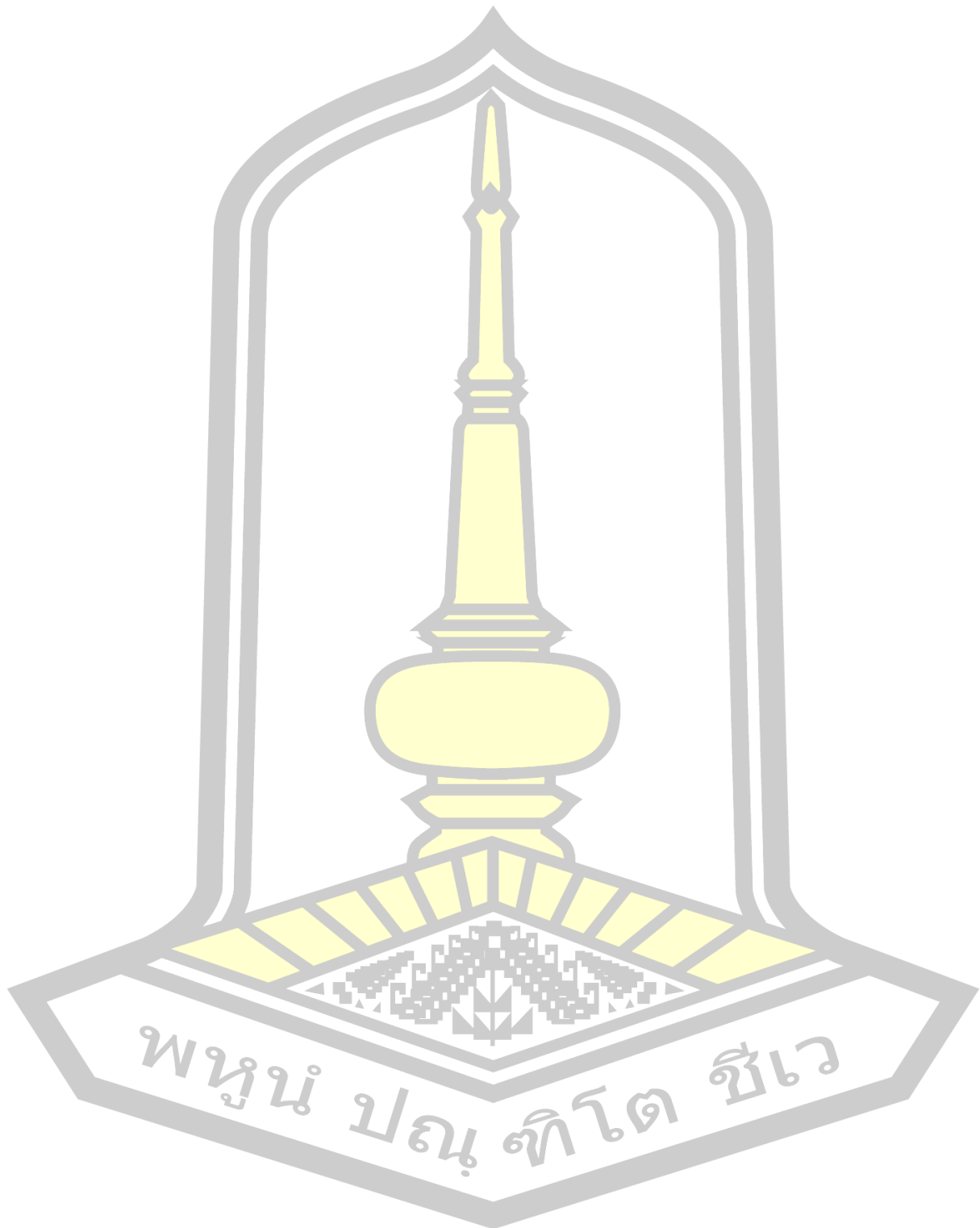
2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

2.1 ควรใช้แบบแผนการทดลองแบบอื่นๆ โดยอาจทำกับนักเรียนหลายกลุ่มแล้วเปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้ หรืออาจวัดผลเป็นระยะๆ ของนักเรียนกลุ่มทดลอง เพื่อดูพัฒนาการและเพื่อให้ผลการวิจัยครอบคลุมกลุ่มตัวอย่างให้กว้างขึ้น และมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการศึกษาตัวแปรตัวอื่นๆ นอกเหนือจากความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เช่น ความคงทนในการเรียนรู้ หรือพฤติกรรมด้านอื่นๆ ที่ต้องการให้เกิดหลังเรียนรู้ เป็นต้น



บรรณานุกรม



- กรมวิชาการ. (2544ก). *คู่มือกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2544ข). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545*. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- _____. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนนุสสรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษวี, ขนิษฐา. (2559). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ประกอบการเรียนรู้แบบฝังกราฟิก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์.
- กลุ่มงานสารสนเทศและเทคโนโลยีการทดสอบ. (2561). *รายงานค่าสถิติพื้นฐานการทดสอบวิชาสามัญ 9 วิชา เพื่อรองรับการรับตรงร่วมกัน ปีการศึกษา 2561*. Retrieved from <http://www.admissionpremium.com/uploads/contents/2018041072436.pdf>
- กานต์พิชชา งามชัด. (2556). *การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบ PBL (Problem Based Learning)*. (การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2548). *การเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นฐาน*. *วารสารสารานุกรมศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์*(34), 77-80.
- เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ,
- ขนิษฐา กฤษวี. (2559). *การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ประกอบการเรียนรู้แบบฝังกราฟิก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์.
- ขวัญตา แสงผล. (2556). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการคิดแก้ปัญหาและเจตคติต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์.
- คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (2559). *การวัดและประเมินผล (พิมพ์ครั้งที่ 2(ฉบับปรับปรุง))*. มหาสารคาม: ดกสิลาการพิมพ์.

- จิตอารีย์ ปัญญาแจ่งสกุล. (2544). ความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์สมรรถภาพทางจำนวนสมรรถภาพทางภาษาเจตคติต่อคณิตศาสตร์แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์และความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดนครราชสีมา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ขวลิต ชูกำแพง. (2551). การพัฒนาหลักสูตร. มหาสารคาม: ทีคิวพีจำกัด.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการศึกษาหน่วยที่ 1-5. กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชา.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 6). นนทบุรี: พีบาลานซ์ดีไซด์แอนปรินตติ้ง.
- ณัฐวุฒิ กิจรุ่งเรือง, และคณะ. (2545). ผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: สถาพรบุ๊คส์.
- ทิตนา แคมมณี. (2547). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2551). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2555). ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2559). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภดล แก้วเรือง. (2550). ผลการใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ (Co-op-Co-op)ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยทักษิณ,
- นฤมล ฉิมงาม. (2558). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิลิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผลานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม), มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, ปทุมธานี.
- นิราศ จันทร์จิตร. (2549). การเรียนรู้ด้านการคิด. มหาสารคาม: ภาควิชาหลักสูตรและการสอนคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2546). การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยเกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2553). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด, และคณะ. (2551). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาสารคาม: ภาควิชาวิจัยและพัฒนาศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์. (2544). การประเมินการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิดและวิธีการสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนพับลิชชิ่ง.

- ปฐมพร บุญลี. (2545). การพัฒนาแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2551). การพัฒนาการคิด. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2557). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. มหาสารคาม: อภิชาติการพิมพ์.
- ปราณี ผิวแดง. (2553). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาของคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับสถานการณ์ในห้องเรียน. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา,
- ปราโมทย์ รังศรี. (2560). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์.
- ปิยวรรณ อิมจิตต์. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์ และเหตุผลเชิงจริยธรรมชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Socioscientific และ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์, 7(3).
- พิจิตร ยังกำ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม 1 ของนักเรียนระดับชั้น ปวส. 1 สาขาวิชาก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง. วิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง,
- พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ : ปฏิบัติการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: ครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.
- _____. (2552ข). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ: แฮาส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิมพ์สรณ์ ตุ๊กเตียน. (2552). ผลการใช้วิธีสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาพร้อมกับเทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล (TAI)ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยทักษิณ,
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์ กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- ไพศาล วรคำ. (2559). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มนต์ชัย สิทธิจันทร์. (2547). ผลของการฝึกจินตนาการในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการช่นการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์กศ.ม), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- มยุรี เทพถิล. (2561). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม.), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,

- มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, คณาจารย์ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์. (2558). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- มัทพร ธรรมบุศย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 5(2), 11-17.
- มานพ สิงห์วี และบัญญัติ ชำนาญกิจ. (2556). ผลการสอนโดยใช้เทคนิคผังกราฟิกประกอบรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 8(23), 115.
- ยุคดา รักไทย และธนิกานต์ มาฆะศิริานนท์. (2542). *เทคนิคการแก้ปัญหาและตัดสินใจ* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: เอ็กซ์เพร้นท์.
- เยาวดี วิบูรณ์ศรี. (2552). *การวัดและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เรณูวัฒน์ พงษ์อุทรา. (2550). *การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พาราโบลาคัดต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดกิจกรรมโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad เป็นสื่อกับการจัดกิจกรรมตามปกติ*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวิสาสน์จัดพิมพ์.
- _____ . (2539). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ลำไพ กวีภรณ์. (2556). *การพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
- วรวรรณ เหมชะญาติ. (2544). *การพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของโรงเรียน : กรณีศึกษาพทุภรณ์*. กรุงเทพฯ: แหล่งทุนสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วลัย พานิช. (2549). *ประมวลบทความกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนสู่มาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระสังคมศึกษา*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2556). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด* (พิมพ์ครั้งที่ 10). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์.
- วัฒนาพร รัชจับทุกข์. (2545). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ศิริณา นามโน. (2560). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และเจตคติต่อวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดเมตาคognition*. (ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, สาขาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

_____. (2546). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2553). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม. : ประสานการพิมพ์.

_____. (2553). *พื้นฐานการวิจัยการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม. : ประสานการพิมพ์.

_____. (2555). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม. : ประสานการพิมพ์.

_____. (2556). *การวัดผลการศึกษา*. กทม. : ประสานการพิมพ์.

สมบัติ ท้ายเรือคำ. (2551). *ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กทม. : ประสานการพิมพ์.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. (2550). *การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*.

กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุพล วังสินธ์. (2549). *โครงการ : การเรียนรู้สู่ปี 2000*. *วารสารวิชาการ*, 3(6), 11.

สุพิตรี อินนะ. (2558). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการใช้ผังกราฟิกที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา การคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. (วิทยานิพนธ์ ศศ.ม.), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,

ไสว พักขาว. (2542). *หลักการสอนสำหรับการเป็นครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

อดิพร สือสุทธิญา และคณะ. (2554). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคผังกราฟิกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสระแก้ว เขต 1*. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 5(1), 87-98.

อารมณ จันทรลाम. (2550). *ผลของการสอนการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยทักษิณ,

อุษา ชมภูพฤกษ์. (2561). *การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา ฟิสิกส์ เรื่องไฟฟ้ากระแส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กลวิธีเมตาคognition*. (วิทยานิพนธ์ กศ.ม.), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,

เอกวิทย์ ดวงแก้ว. (2558). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) ร่วมกับกลวิธีแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เชิงตรรกะของเฮลเลอร์ และเฮลเลอร์*. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยบูรพา, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์.

- Barell, J. (1998). *PBL an Inquiry Approach*. Illinois: Skylight Training and Publishing Inc.
- Barrows, H.S, & Tamblyn, Roblyn M. (1980). *Problem Based Learning : An Apprpach to Medical Education*. New york: Spinger.
- Brears, L, MacIntyre, B, & O’Sullivan, G. (2011). Preparing Teachers for the 21st Century Using PBL as an Intrgrating in Science and Technolgt Education. *Design and Technology Education*, 16(1), 36-46.
- Caliskan, E. N. (2010). The Impact of Strategic Human Resource Management on Organizational Performance. *Journal of Naval Science and Engineering*, 6(2), 100-116.
- Delisle, R. (1997). *How to Use Problem-Based Learning in the Classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dewey, J. (1980). *How we thing*. Massachusetts: D.C. Heat and Company.
- Edgen, P, & D. Kauchak. (2001). *Educational Psychology Windows on Classrooms*. Columbus: Prentice-Hall.
- Enyemeokpon, U. (2012). The Effect of Problem-Based Learning Instructional Strategy on NCE Pre-Service Teachers’ Achievement in Physics and Acquisition of Science Process Skills. *European Scientific Journal*, 8(17), 108-112.
- Flavell, G.H. (1979). *Metacognition and cognitive monitoring*. a new area of psychological inquiry: American psychologist.
- Greenwald, Nina L. (2000). Leaning from Problem. *The Science Teacher*, 67(4), 28-32.
- Griffin, C. C, Malone L. D, and Kameenui E. J,. (2010). Effect of Graphic Organizer Instruction on Fifth-Grade Students. *Journal of Educational Research*, 89(2), 98-107.
- Hung, W., Jonassen, D. H. and Liu, R,. (2008). *Problem-based learning. Handbook of research on education communication and technology*. New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Katayama, A.D. (2000). *Teaching Student to Construct Graphic Organizers*. New York: Holt Reinhart and Winston.
- McGriff, Steve, and others,. (2016). Conception of the Instructional Technology Field. Retrieved from

<http://www.personal.psu.edu/faculty/s/j/sjm256/portfolio/professional/Candidacy/ISDposition.pdf>

Necati, & HIRCA. (2011). Impact of Problem-Based Learning to Students and Teachers. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 12(1), 1-7.

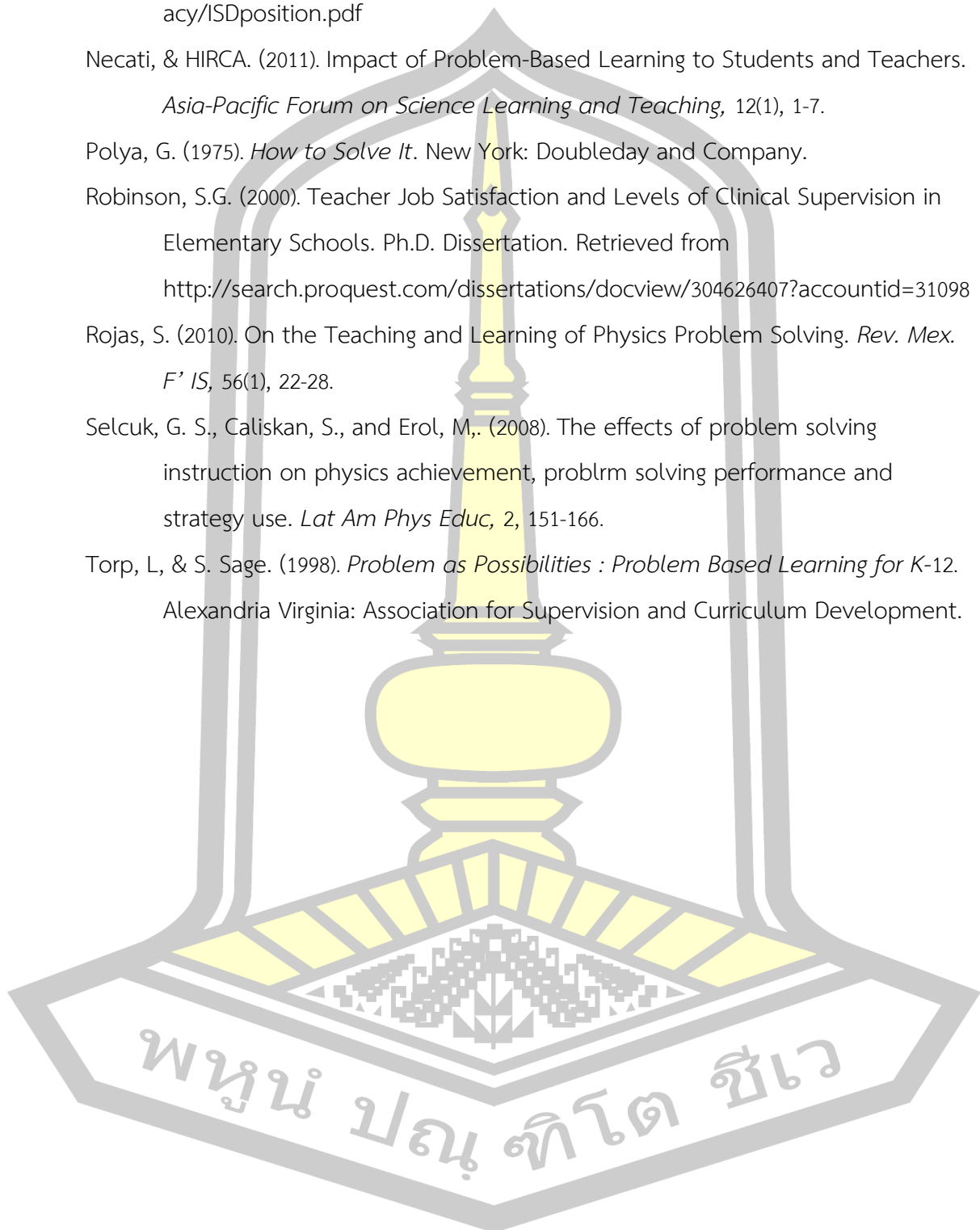
Polya, G. (1975). *How to Solve It*. New York: Doubleday and Company.

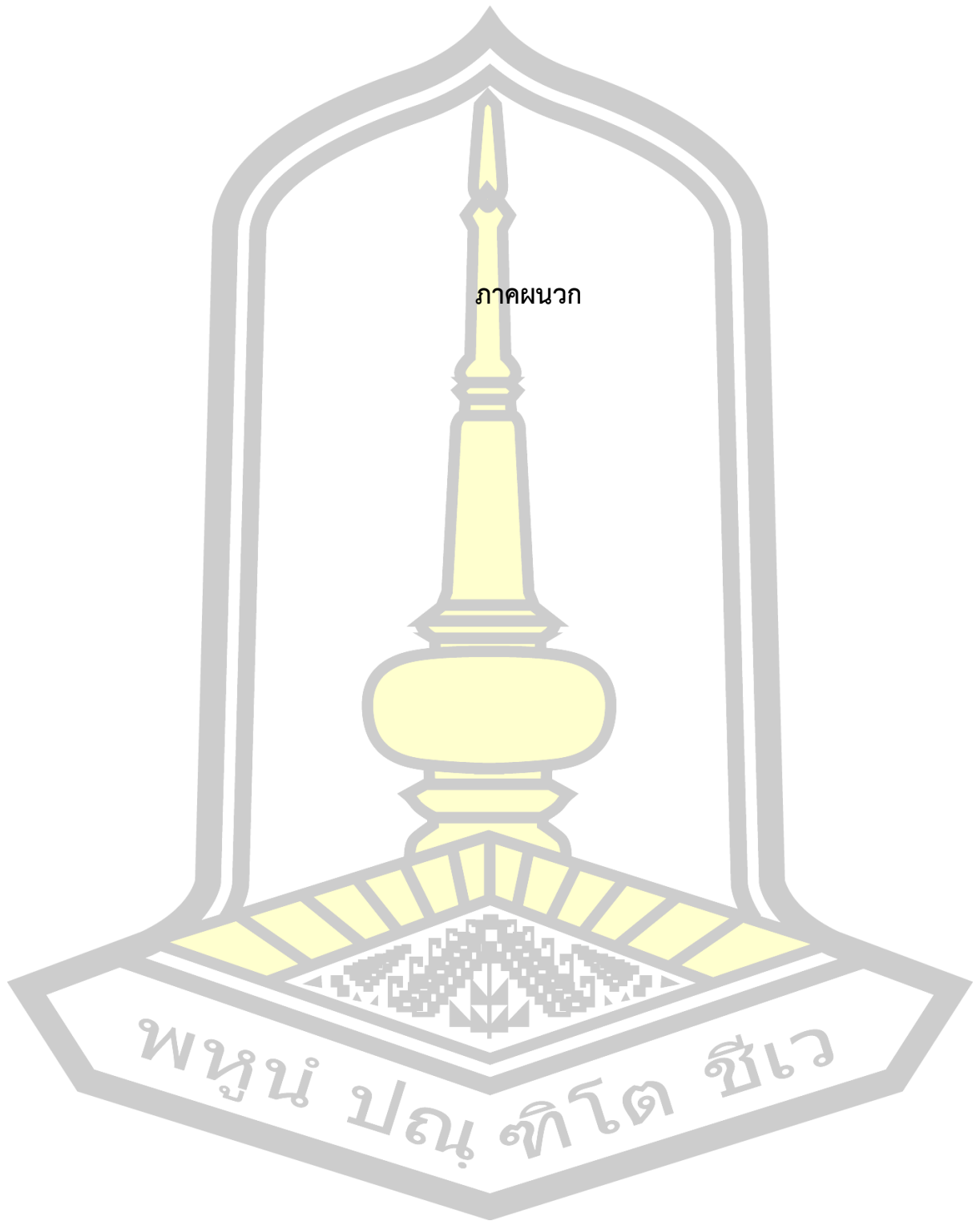
Robinson, S.G. (2000). Teacher Job Satisfaction and Levels of Clinical Supervision in Elementary Schools. Ph.D. Dissertation. Retrieved from <http://search.proquest.com/dissertations/docview/304626407?accountid=31098>

Rojas, S. (2010). On the Teaching and Learning of Physics Problem Solving. *Rev. Mex. F' IS*, 56(1), 22-28.

Selcuk, G. S., Caliskan, S., and Erol, M., (2008). The effects of problem solving instruction on physics achievement, problem solving performance and strategy use. *Lat Am Phys Educ*, 2, 151-166.

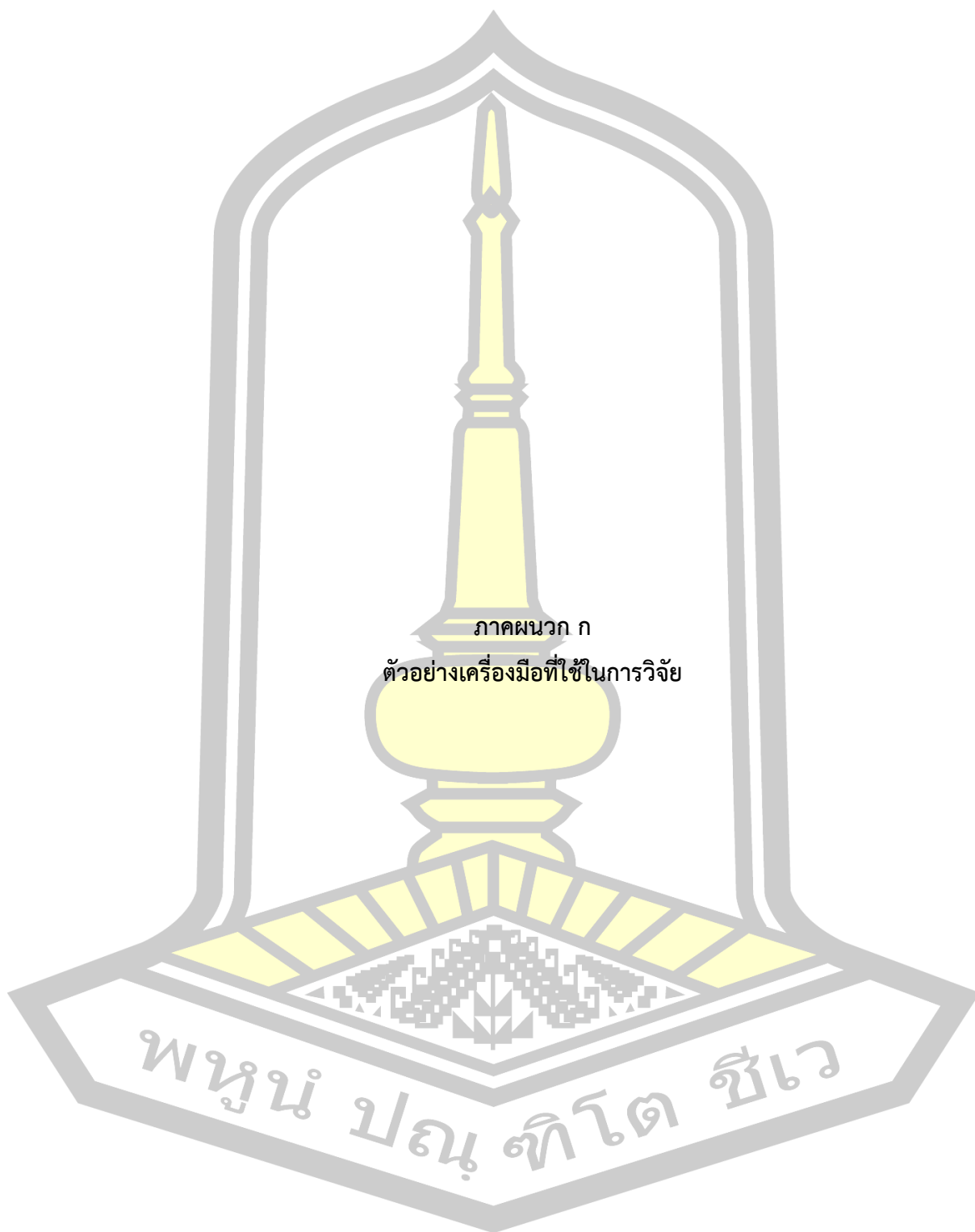
Torp, L., & S. Sage. (1998). *Problem Possibilities : Problem Based Learning for K-12*. Alexandria Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.





ภาคผนวก

พหุณฺ์ ปณฺุ ทิโต ชีเว



ภาคผนวก ก
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

พหุบัณฑิตวิทยาลัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาฟิสิกส์(เพิ่มเติม) รหัสวิชา 30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2563

เรื่อง สภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้า

เวลาเรียน 1 ชั่วโมง

ผลการเรียนรู้

2. ทดลอง และอธิบายกฎของโอห์ม อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับความยาว พื้นที่ หน้าตัดและสภาพต้านทานของตัวนำโลหะที่อุณหภูมิคงตัว และคำนวณปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งอธิบาย และคำนวณความต้านทานสมมูลเมื่อนำตัวต้านทานมาต่อกันแบบอนุกรมและแบบขนาน

สาระสำคัญ

สภาพต้านทาน เป็นสมบัติเฉพาะของสารหนึ่งๆ ซึ่งจะแตกต่างกันสำหรับสารต่างชนิดกัน
สภาพนำไฟฟ้า เป็นลักษณะของวัสดุคล้ายกับสภาพต้านทาน สภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้า

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของสภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้าได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความต้านทาน สภาพต้านทาน ความยาวและพื้นที่หน้าตัดขวางของลวดตัวนำที่สม่ำเสมอได้
3. นักเรียนสามารถคำนวณหาค่าสภาพต้านทาน หรือปริมาณอื่นๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้
4. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงานและใฝ่เรียนรู้

สาระการเรียนรู้

- สภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้า

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นกำหนดปัญหา

1.1 ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับเรื่อง กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ ความต้านทานของลวดนิโครม ซึ่งเป็นโลหะผสม โลหะตัวนำที่มีความต้านทานคงตัว และเป็นไปตามกฎของโอห์ม

1.2 ครูตั้งคำถามให้นักเรียนหาคำตอบว่า ถ้าพิจารณาลวดนิโครมที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน แต่เปลี่ยนความยาว และพื้นที่หน้าตัดของลวดนิโครม กระแสไฟฟ้า หรือความต้านทานจะมีค่าแตกต่างออกไปหรือไม่

1.3 ครูแจ้งให้นักเรียนทราบว่าในคาบนี้เราจะได้ศึกษาเกี่ยวกับ สภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้า

1.4 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา

2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยละความสามารถ

2.2 ครูแจกแบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้า ให้กลุ่มละ 1 ชุด

2.3 ครูสาธิตโดยนำลวดนิโครมที่มีความยาว และพื้นที่แตกต่างกันมาต่อเป็นวงจรกับแบตเตอรี่ แล้ววัดกระแสไฟฟ้าด้วยโวลต์มิเตอร์ จากนั้นให้นักเรียนสังเกตผลที่เกิดขึ้น

2.3 ให้สมาชิกในกลุ่มระดมความคิดทำความเข้าใจกับปัญหาในแบบฝึกหัด มีตัวแปรบ้างอะไรที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หรือจากปัญหานั้นมีประเด็นใดที่ต้องศึกษาบ้าง เพื่อให้สามารถตอบคำถามได้ โดยเขียนลงบนกระดาษทศที่อยู่ในชุดแบบฝึกหัดที่ครูแจกไป ให้เป็นลักษณะของแผนผังแมงมุม

3. ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า

3.1 จากประเด็นที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้เขียนไว้ในแผนผังแมงมุม ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลตามประเด็นที่ได้เขียนไว้เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ โดยไม่จำกัดแหล่งการหาข้อมูล เช่น หนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด เป็นต้น และให้นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกลุ่ม เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนความรู้ หรือข้อมูลเพื่อให้ได้คำตอบที่หลากหลายขึ้นแล้วให้นักเรียนในกลุ่มเขียนคำตอบที่ไปหามาได้ลงในกระดาษทศในชุดแบบฝึกหัด ครูเดินสังเกตดูตามกลุ่มต่างๆ เพื่อให้คำปรึกษา หรือตอบข้อซักถามของนักเรียนที่มีข้อสงสัย

3.2 ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงความสัมพันธ์ของสภาพต้านทานของลวดตัวนำ สภาพต้านทานของลวดตัวนำ หมายถึง ความต้านทานของสารชนิดนั้นที่มีความยาว 1 เมตร และมีพื้นที่ภาคตัดขวาง 1 ตารางเมตร สภาพต้านทาน มีหน่วยเป็น $\Omega\text{-m}$ (โอห์ม-เมตร) ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะของสารหนึ่งๆ ซึ่งจะแตกต่างกันสำหรับสารต่างชนิดกัน

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

เมื่อ R คือ ความต้านทานของตัวนำ (Ω)

ρ	คือ	สภาพต้านทาน ($\Omega \cdot m$)
L	คือ	ความยาวของตัวนำ (m)
A	คือ	พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ (m^2)

3.3 ครูถามนักเรียนว่า ในทางตรงข้ามของความต้านทานของลวดตัวนำคืออะไร

3.4 ครูอธิบายเพิ่มเติมในเรื่อง ความนำไฟฟ้า ความสามารถในการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวได้นี้ เราเรียนว่า ความนำไฟฟ้า ซึ่งจะมีค่าเป็นส่วนกลับของความต้านทาน นั่นคือ

$$\text{ความนำไฟฟ้า (G)} = \frac{1}{R} \quad \text{หน่วยของความนำไฟฟ้า คือ (โอห์ม)}^{-1} \text{ หรือ ซีเมนส์ (S)}$$

สภาพนำไฟฟ้า เป็นลักษณะเฉพาะของวัสดุคล้ายกับสภาพต้านทาน สภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า และความนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้า

ถ้า σ (sigma) เป็นสภาพนำไฟฟ้า

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad \text{หน่วยของสภาพนำ คือ } (\Omega \cdot m)^{-1}$$

3.5 ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณหาค่าสภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางในการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

ตัวอย่างที่ 1 ลวดโลหะเส้นหนึ่งยาว 1 เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.1 ตารางมิลลิเมตร และความต้านทาน 0.1 โอห์ม ลวดเส้นนี้มีสภาพต้านทานเท่าใด

1. โจทย์ถามหาค่าของอะไร	-สภาพต้านทาน(ρ)
↓	
2. โจทย์บอกค่าอะไรบ้าง	- ลวดโลหะยาว 1 เมตร - พื้นที่หน้าตัด 0.1 ตารางมิลลิเมตร - ความต้านทาน 0.1 โอห์ม
↓	
3. สูตรที่เลือกใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา	-แก้ปัญหাজョทย์โดยใช้สูตร $R = \rho \frac{L}{A}$
↓	
4. เรียงลำดับขั้นตอนการแก้ปัญห	- แทนค่าข้อมูลในโจทย์ลงในสูตรเพื่อหาค่า

	<p>- แก้สมการหาคำตอบ</p> <p>- ปฏิบัติการแก้ปัญหาจากสูตรที่เลือก</p> <p>สูตร</p> $R = \rho \frac{L}{A}$ $\rho = \frac{RA}{L}$ <p>แทนค่า</p> $\rho = \frac{(0.1\Omega)(0.1 \times 10^{-6} m^2)}{1m}$ $= 1 \times 10^{-8} \Omega m$
5. คำตอบของปัญหาคือ	สภาพต้านทานไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ $1 \times 10^{-8} \Omega m$
6. ตรวจสอบคำตอบ	<p>จากสูตร</p> $\rho = \frac{RA}{L}$ <p>แทนค่า</p> $1 \times 10^{-8} \Omega m = \frac{(0.1\Omega)(0.1 \times 10^{-6} m^2)}{1m}$ $1 \times 10^{-8} \Omega m = 1 \times 10^{-8} \Omega m \quad \text{ถูกต้อง}$
7. ประเมินความเหมาะสมในการแก้โจทย์ปัญหาจากข้อ 1-5 (เหมาะสม/ไม่เหมาะสม เพราะอะไร)	เหมาะสม เพราะ ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา สามารถนำไปปฏิบัติการแก้โจทย์ปัญหาได้จริง

3.6 ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าจากสมการความสัมพันธ์ $R = \rho \frac{L}{A}$ นักเรียนยังสามารถหาความต้านทาน หรือหาสภาพนำไฟฟ้าได้เช่นกัน

4. ขั้นสังเคราะห์ความรู้

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งต่างๆ หรือจากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่มมาทำการสังเคราะห์ถกเถียงกันในกลุ่มว่าข้อมูลใดน่าเชื่อถือ ครอบคลุม เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการตอบคำถามลงในแบบฝึกหัด นักเรียนอาจเขียนคาคณะเน

คำตอบลงในกระดาษทดก่อนจะเขียนลงไปในรูปแบบฝึกหัด(อาจมีได้หลายคำตอบ) โดยมีครูคอยชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษา

5. สรุปและประเมินคำตอบ

5.1 ให้นักเรียนในกลุ่มแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบคำถามของกลุ่มตนเองให้เสร็จ จากนั้นนำแบบฝึกหัดมาวางไว้บนโต๊ะครูหน้าชั้นเรียน ครูเดินสังเกตดูตามกลุ่มต่างๆ เพื่อให้คำปรึกษาหรือตอบข้อซักถามเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนคำตอบได้ตรงประเด็น

5.2 ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป ดังนี้

- สภาพต้านทานของสารชนิดเดียวกันมีค่าเท่ากัน
- ความต้านทานของสารชนิดเดียวกันแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความยาว และพื้นที่หน้าตัดของสารนั้น
- ค่าความนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของความต้านทานมีหน่วยเป็น (โอห์ม)⁻¹ หรือซีเมนส์
- ค่าสภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทาน มีหน่วยเป็น ซีเมนส์ต่อเมตร

5.3 ครูให้นักเรียนเขียนสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนในคาบนี้ลงในสมุดของตนเองเป็นแผนผังความคิด(อาจให้ทำเป็นการบ้าน)ครูถามนักเรียนว่ามีข้อสงสัยอะไรเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนในวันนี้หรือไม่ และเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

6. ชี้นำเสนอและประเมินผลงาน

6.1 ให้แต่ละกลุ่มสลับแบบฝึกหัดกับกลุ่มข้างเคียง เพื่อตรวจคำตอบไปพร้อมกับครู และประเมินให้คะแนนผลงานของกลุ่มอื่นที่กลุ่มตนเองได้รับมาตรวจ

6.2 ครูให้กลุ่มที่ได้คะแนนผลงานสูงสุด ออกมาพูดถึงวิธีวางแผนการศึกษาค้นคว้าเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ ประมาณ 2 นาที

6.3 นักเรียนทุกคนในห้องช่วยกันสรุปคำตอบของปัญหาทั้งหมด และให้ตัวแทนของห้องออกมาเขียนคำตอบหน้ากระดานเพื่อความชัดเจน

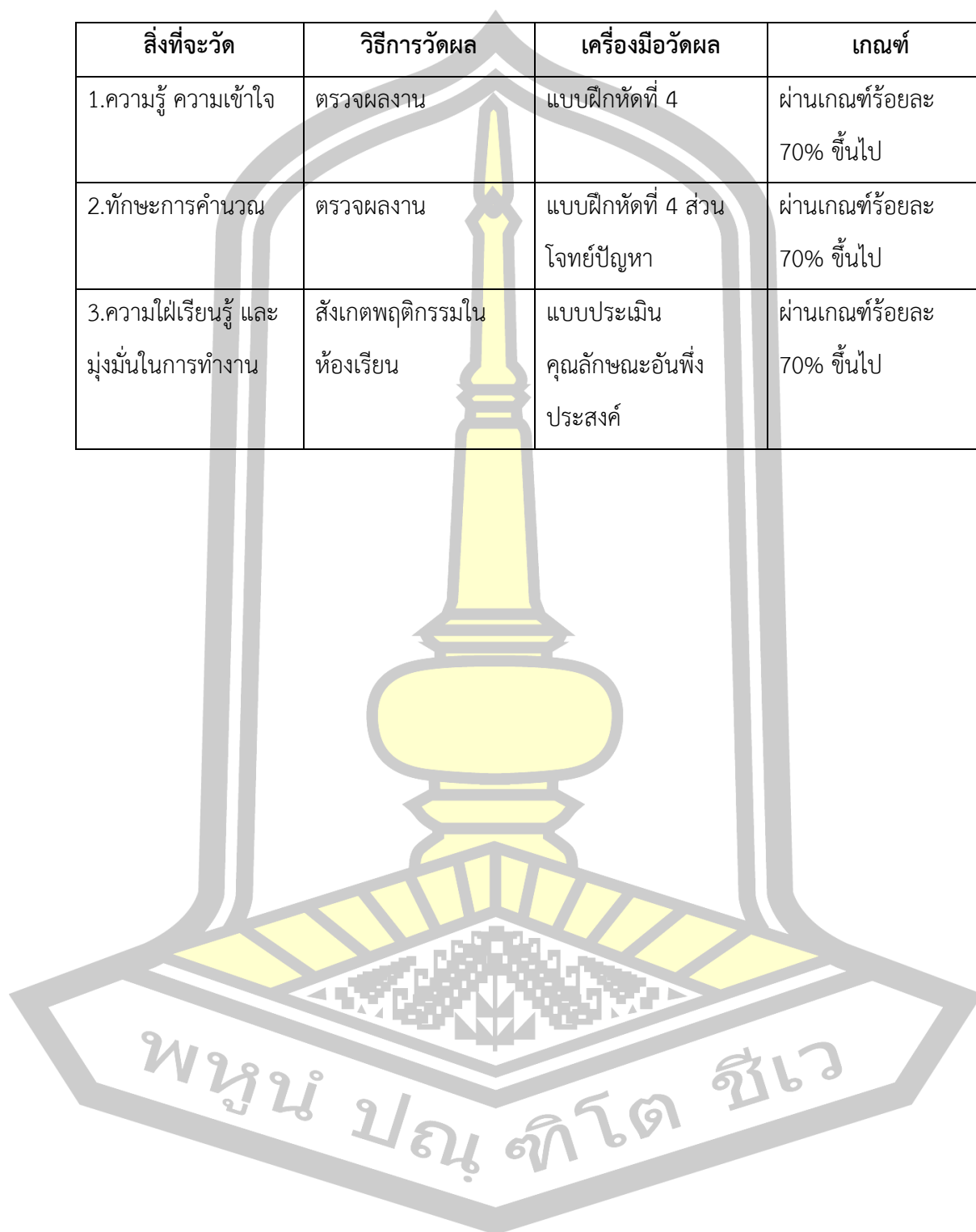
6.5 นำชิ้นงานของกลุ่มที่มีคะแนนสูงที่สุดจะได้โชว์ผลงานโดยการนำมาติดไว้ที่บอร์ดหน้าชั้นเรียน

สื่อและแหล่งการเรียนรู้

1. แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง สภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้า
2. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์เล่ม 4 : สสวท
3. แหล่งเรียนรู้อื่นๆ เช่น อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด เป็นต้น
4. ลวดนิโครม/แบตเตอรี่/โวลต์มิเตอร์

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่วัด	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์
1.ความรู้ ความเข้าใจ	ตรวจผลงาน	แบบฝึกหัดที่ 4	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70% ขึ้นไป
2.ทักษะการคำนวณ	ตรวจผลงาน	แบบฝึกหัดที่ 4 ส่วน โจทย์ปัญหา	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70% ขึ้นไป
3.ความใฝ่เรียนรู้ และ มุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมใน ห้องเรียน	แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70% ขึ้นไป



บันทึกหลังการสอน

1. ผลการเรียนรู้

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

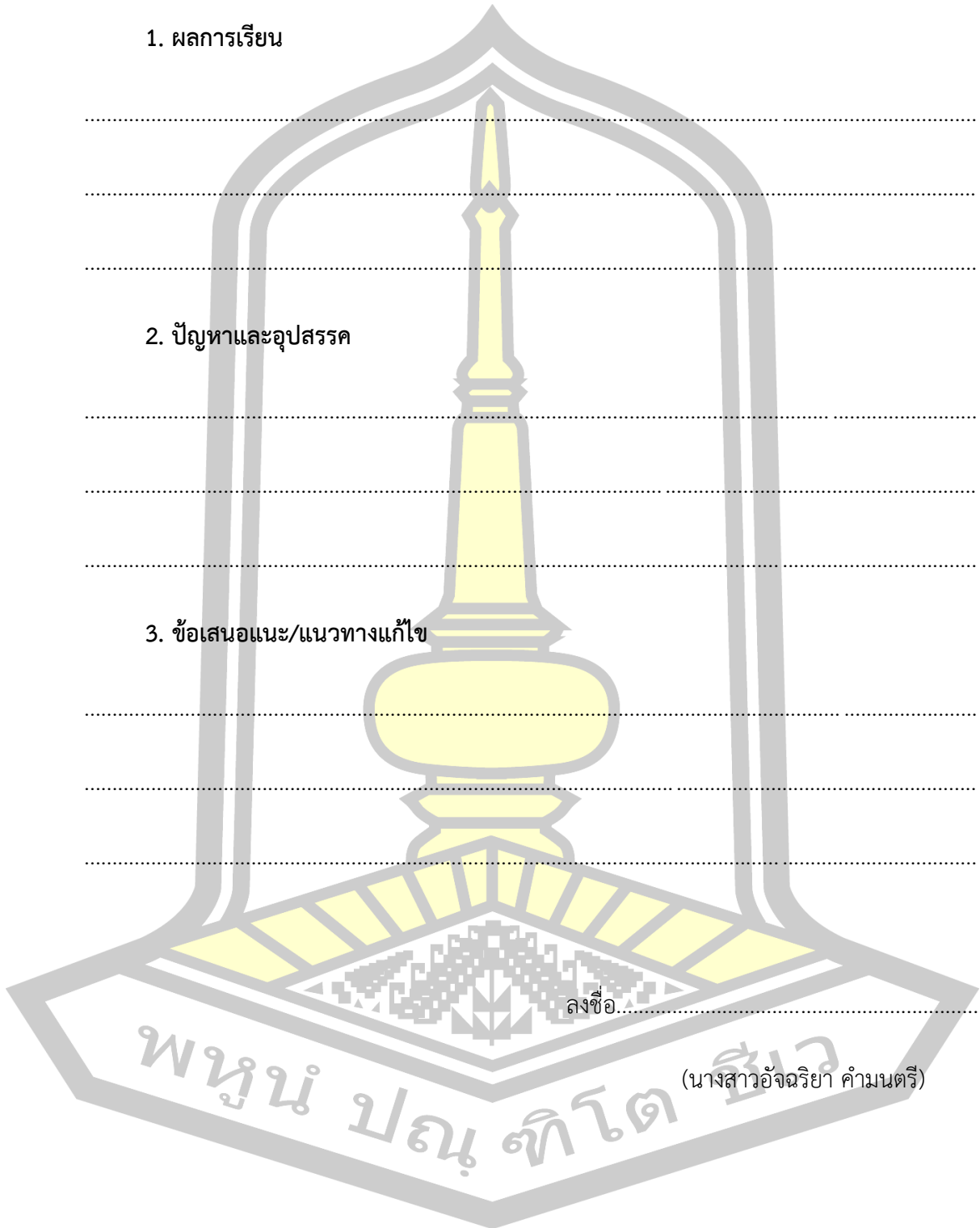
.....

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....

พูน ปณ ทิโต ธิว (นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี)

แบบฝึกหัดที่ 4

แผ่นที่ 5 เรื่อง สภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้า

วิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว30203)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

วันที่.....

ชื่อสมาชิกในกลุ่มที่.....

- 1.ชื่อ..... เลขที่..... 2.ชื่อ..... เลขที่.....
 3.ชื่อ..... เลขที่..... 4.ชื่อ..... เลขที่.....
 5.ชื่อ..... เลขที่..... 6.ชื่อ..... เลขที่.....

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตอบคำถาม และ โจทย์การคำนวณให้แสดงวิธีทำอย่างละเอียด (คะแนนเต็ม 13 คะแนน)

1. จงอธิบายสภาพนำไฟฟ้า และสภาพต้านทานไฟฟ้า (2 คะแนน)

สภาพนำไฟฟ้า คือ เป็นปริมาณที่ตรงข้ามกับสภาพต้านทานไฟฟ้า เป็นการวัดความสามารถในการ

นำกระแสไฟฟ้า และเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานของสารนั้น $\sigma = \frac{1}{\rho} \Omega m^{-1}$

สภาพต้านทานไฟฟ้า คือ อนุพันธ์การวัดของการต่อต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าในวัสดุ ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำบ่งชี้ว่าวัสดุนั้นยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ง่าย หน่วยในระบบหน่วยวัดระหว่าง

ประเทศของสภาพต้านทานไฟฟ้าคือ โอห์ม เมตร $R = \frac{\rho l}{A} \Omega m$

2. จงอธิบายความนำไฟฟ้า (2 คะแนน)

คือ ความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าของตัวนำ มีค่าเท่ากับค่าส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้า

ของตัวนำ นั่นคือ $G = \frac{1}{R} \Omega^{-1}$

3. ลวดทองแดงเส้นหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 1.2 ตารางมิลลิเมตร ยาว 500 เมตร จะมีความต้านทาน

เท่าใด ให้สภาพต้านทานของทองแดง 1.8×10^{-8} โอห์มเมตร (3 คะแนน) **ตอบ** 7.5×10^{-6} โอห์ม

4. ลวดโลหะชนิดหนึ่ง มีสภาพต้านทานไฟฟ้า 6×10^{-8} โอห์ม เมตร มีพื้นที่หน้าตัด 0.5 ตาราง

มิลลิเมตร ต้องใช้ลวดยาวเท่าใดจึงจะได้ความต้านทาน 2.5 โอห์ม (3 คะแนน) **ตอบ** 2.07×10^7 เมตร

5. ถ้าลวดเส้นหนึ่งมีพื้นที่ภาคตัดขวาง 2.826×10^{-7} ตารางเมตร มีความต้านทาน 150 โอห์ม ถ้าลวดนี้มีความยาว 30 เมตร อยากทราบว่าลวดเส้นนี้ มีสภาพต้านทานเท่าใด (3 คะแนน)

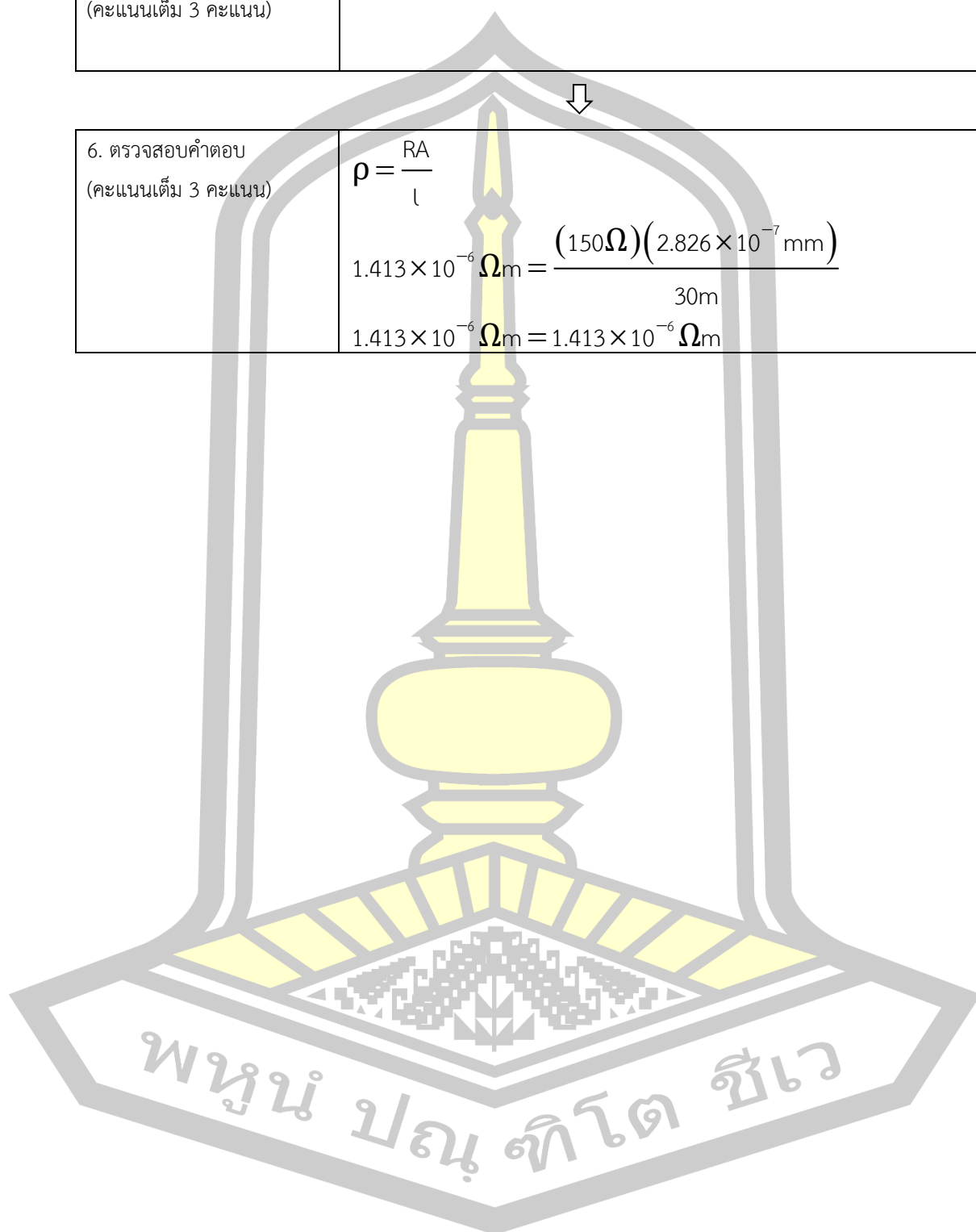
ตัวอย่าง กระจาดคำตอบ แสดงวิธีทำข้อที่.5

1. โจทย์ถามหาค่าของอะไร (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	ลวดเส้นนี้มีสภาพต้านทานเท่าใด
↓	
2. โจทย์บอกค่าอะไรบ้าง (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - พื้นที่ภาคตัดขวาง 2.826×10^{-7} ตารางเมตร - ความต้านทาน 150 โอห์ม - ลวดนี้มีความยาว 30 เมตร
↓	
3. สูตรที่เลือกใช้ในการแก้ โจทย์ปัญหา (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	จาก $R = \frac{\rho l}{A} \Omega m$ จะได้ $\rho = \frac{RA}{l}$
↓	
4. เรียงลำดับขั้นตอนการ แก้ปัญหา (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - แทนค่าที่โจทย์ให้มาลงในสมการ - แก้สมการ $\rho = \frac{RA}{l}$ $\rho = \frac{(150 \Omega)(2.826 \times 10^{-7} \text{ mm})}{30 \text{ m}}$ $\rho = 1.413 \times 10^{-6} \Omega m$



5. คำตอบของปัญหาคือ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	1.413×10^{-6} โอห์ม เมตร
--------------------------------------------	-----------------------------------

6. ตรวจสอบคำตอบ (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	$\rho = \frac{RA}{l}$ $1.413 \times 10^{-6} \Omega m = \frac{(150 \Omega)(2.826 \times 10^{-7} \text{ mm})}{30m}$ $1.413 \times 10^{-6} \Omega m = 1.413 \times 10^{-6} \Omega m$
----------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



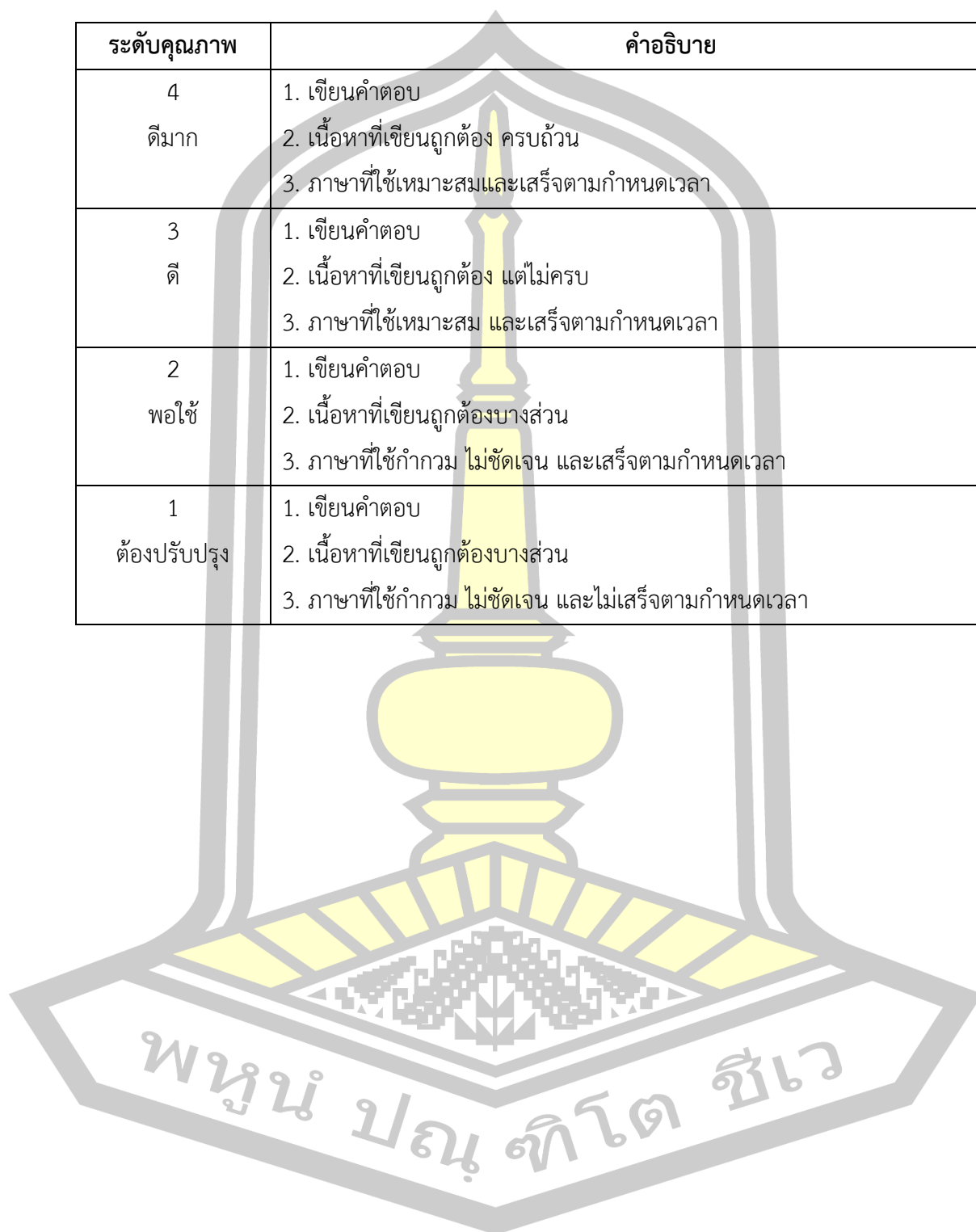
เกณฑ์การให้คะแนนแบบฝึกหัดการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ขั้นตอนของ การแก้โจทย์ปัญหา	ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา			
	3	2	1	0
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	นักเรียนเขียนระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบค่าได้ ถูกต้อง	นักเรียนเขียนระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้แต่ ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนเขียนระบุสิ่ง ที่โจทย์กำหนดให้และสิ่ง ที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 2 จัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการ อธิบายปัญหา	นักเรียนสามารถเขียน สมการที่เกี่ยวข้องในการ แก้โจทย์ปัญหาได้ ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียน สมการที่เกี่ยวข้องในการ แก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสามารถเขียน สมการที่เกี่ยวข้องในการ แก้โจทย์ปัญหาได้แต่ ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญห	นักเรียนสามารถเขียน ขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาได้อย่างชัดเจนและ ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียน ขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาได้อย่างชัดเจนและ ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนเขียนขั้นตอน การแก้โจทย์ปัญหาแต่ ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาตามขั้นตอนที่ วางแผนไว้ได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาตามขั้นตอนที่ วางแผนไว้ได้แต่ถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาตามขั้นตอนที่ วางแผนไว้ได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของ สมการ	นักเรียนสามารถเขียน ตรวจสอบความถูกต้อง และผิดพลาดของการ แก้โจทย์ปัญหาได้	นักเรียนสามารถเขียน ตรวจสอบความถูกต้องและ ผิดพลาดของการแก้โจทย์ ปัญหาได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถ เชื่อมโยงเขียนการ ตรวจสอบความถูกต้อง และผิดพลาดของการแก้ โจทย์ปัญหาได้	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 6 ตรวจสอบและประเมิน คำตอบ	นักเรียนสามารถ เขียนประเมินเขียน คำตอบที่โจทย์ปัญหา ต้องการได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียน ประเมินเขียนคำตอบที่ โจทย์ปัญหาต้องการได้ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	นักเรียนสามารถเขียน ประเมินเขียนคำตอบ ที่โจทย์ปัญหาต้องการ ได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน

พหุ ประถมศึกษา

เกณฑ์ประเมินแบบฝึกหัดการเขียนตอบคำถาม

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	<ol style="list-style-type: none"> 1. เขียนคำตอบ 2. เนื้อหาที่เขียนถูกต้อง ครบถ้วน 3. ภาษาที่ใช้เหมาะสมและเสร็จตามกำหนดเวลา
3 ดี	<ol style="list-style-type: none"> 1. เขียนคำตอบ 2. เนื้อหาที่เขียนถูกต้อง แต่ไม่ครบ 3. ภาษาที่ใช้เหมาะสม และเสร็จตามกำหนดเวลา
2 พอใช้	<ol style="list-style-type: none"> 1. เขียนคำตอบ 2. เนื้อหาที่เขียนถูกต้องบางส่วน 3. ภาษาที่ใช้กำกวม ไม่ชัดเจน และเสร็จตามกำหนดเวลา
1 ต้องปรับปรุง	<ol style="list-style-type: none"> 1. เขียนคำตอบ 2. เนื้อหาที่เขียนถูกต้องบางส่วน 3. ภาษาที่ใช้กำกวม ไม่ชัดเจน และไม่เสร็จตามกำหนดเวลา



ตัวอย่างแบบประเมินพฤติกรรมคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 วิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 ไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4. เรื่อง สภาพต้านทาน และสภาพนำไฟฟ้า

กลุ่มที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน		รวม	สรุปผลการประเมิน	
		ไม่เรียนรู้	มุ่งมั่นในการทำงาน		ผ่าน	ไม่ผ่าน
1						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
2						
1						
2						
3						
4						
5						
6						



เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินพฤติกรรม

หัวข้อ	ระดับคุณภาพ			
	3	2	1	0
ไม่เรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจ ใส่ และมีความ เพียรพยายามใน การเรียนรู้ และ เข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ต่างๆ เป็นประจำ	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจ ใส่และมีความ เพียรพยายามใน การเรียนรู้ และ เข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ต่างๆ น้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์	เข้าเรียนตรงเวลา ตั้งใจเรียน เอาใจ ใส่และมีความ เพียรพยายามใน การเรียนรู้ และ เข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ต่างๆ น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์	ไม่ตั้งใจเรียน ไม่ ศึกษาค้นคว้าหา ความรู้
มุ่งมั่นในการ ทำงาน	ตั้งใจและ รับผิดชอบในการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ มีการ ปรับปรุงและ พัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้นภายใน เวลาที่กำหนด	ตั้งใจและ รับผิดชอบในการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ มีการ ปรับปรุงและ พัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้น แต่ล่าช้า กว่าเวลาที่กำหนด	ตั้งใจและ รับผิดชอบในการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ให้สำเร็จ แต่ไม่มี การปรับปรุงและ พัฒนาการทำงาน ให้ดีขึ้น	ไม่ตั้งใจปฏิบัติ หน้าที่การงาน

พูน ปณ ทิโต ชีเว

ตัวอย่างแบบประเมินการนำเสนอ/อภิปรายหน้าห้อง

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม.....

1. เลขที่..... ตำแหน่ง.....
2. เลขที่..... ตำแหน่ง.....
3. เลขที่..... ตำแหน่ง.....
4. เลขที่..... ตำแหน่ง.....
5. เลขที่..... ตำแหน่ง.....
6. เลขที่..... ตำแหน่ง.....

✓ ประเมินเพื่อน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
1. ทุกคนมีส่วนร่วมในการทำงาน					
2. มีความพร้อมในการนำเสนอ					
3. ความน่าสนใจในการนำเสนอ					
4. มีความคิดสร้างสรรค์					
5. ประโยชน์ ความถูกต้องของงานนำเสนอ					

เกณฑ์การประเมิน

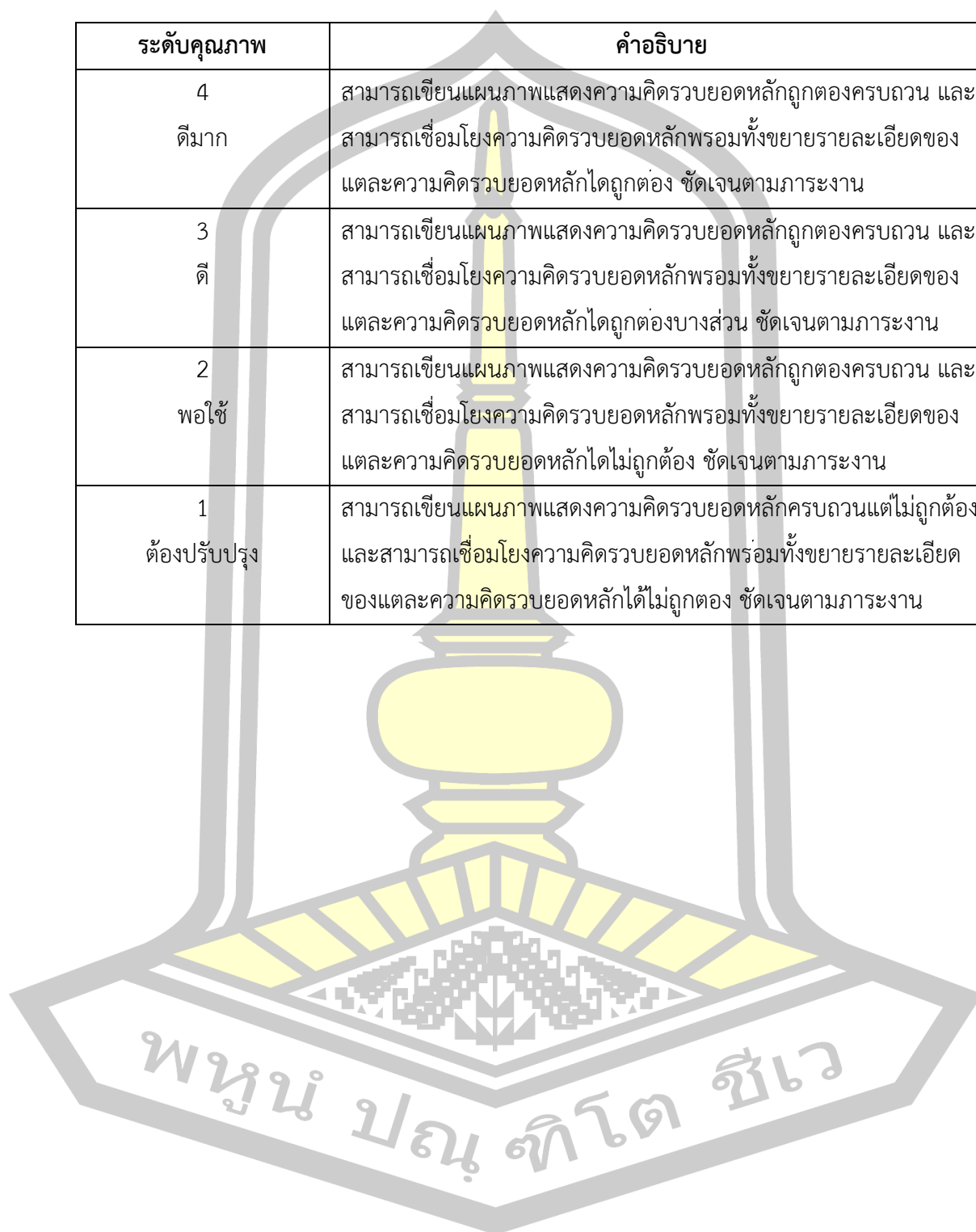
- 4.51-5.00 หมายถึง ดีเยี่ยม
- 3.51-4.50 หมายถึง ดีมาก
- 2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง
- 1.51-2.50 หมายถึง น้อย
- 0.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว

เกณฑ์การประเมินองค์ความรู้ : ระบบความคิดรวบยอดจากผังความคิด (Concept Mapping)

ระดับคุณภาพ	คำอธิบาย
4 ดีมาก	สามารถเขียนแผนภาพแสดงความคิดรวบยอดหลักถูกต้องครบถ้วน และสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหลักพร้อมทั้งขยายรายละเอียดของแต่ละความคิดรวบยอดหลักได้ถูกต้อง ชัดเจนตามภาระงาน
3 ดี	สามารถเขียนแผนภาพแสดงความคิดรวบยอดหลักถูกต้องครบถ้วน และสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหลักพร้อมทั้งขยายรายละเอียดของแต่ละความคิดรวบยอดหลักได้ถูกต้องบางส่วน ชัดเจนตามภาระงาน
2 พอใช้	สามารถเขียนแผนภาพแสดงความคิดรวบยอดหลักถูกต้องครบถ้วน และสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหลักพร้อมทั้งขยายรายละเอียดของแต่ละความคิดรวบยอดหลักได้ไม่ถูกต้อง ชัดเจนตามภาระงาน
1 ต้องปรับปรุง	สามารถเขียนแผนภาพแสดงความคิดรวบยอดหลักครบถ้วนแต่ไม่ถูกต้อง และสามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดหลักพร้อมทั้งขยายรายละเอียดของแต่ละความคิดรวบยอดหลักได้ไม่ถูกต้อง ชัดเจนตามภาระงาน



แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชาฟิสิกส์(เพิ่มเติม)

รหัสวิชา ว30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 30 นาที

คำชี้แจง ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ จงแสดงวิธีหาคำตอบแต่ละข้อให้ครบขั้นตอนตามที่กำหนด (คะแนนเต็ม 90 คะแนน)

1. ต่อหลอดเงินเข้ากับเซลล์ไฟฟ้าหนึ่ง พบว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดเงินขนาด 0.1 แอมแปร์ ถ้าหลอดเงินมีความต้านทาน 50 โอห์ม อยากทราบว่าความต่างศักย์ของเซลล์ไฟฟ้า มีขนาดเท่าใด (18 คะแนน) **ตอบ ความต่างศักย์ของเซลล์ไฟฟ้า มีขนาด 5 โวลต์**

2. ลวดโลหะชนิดหนึ่ง มีสภาพต้านทาน 6.0×10^{-8} โอห์ม-เมตร และมีพื้นที่หน้าตัด 0.5 ตารางมิลลิเมตร ถ้าต้องการให้ลวดโลหะนี้มีความต้านทาน 2.5 โอห์ม จะต้องใช้ลวดยาวกี่เมตร (18 คะแนน) **แสดงตัวอย่างวิธีทำตามขั้นตอนท้ายแบบทดสอบ**

3. ตัวต้านทาน 4 ตัว มีความต้านทานเป็น 6, 9, 15, 24 โอห์ม ตามลำดับ (18 คะแนน)

ก. เมื่อนำตัวต้านทานทั้ง 4 ตัว มาต่อกันแบบอนุกรม จะมีความต้านทานสมมูลเท่าไร

ตอบ 54 โอห์ม

ข. เมื่อนำตัวต้านทานทั้ง 4 ตัว มาต่อกันแบบขนาน จะมีความต้านทานสมมูลเท่าไร

ตอบ 2.59 โอห์ม

ค. เมื่อนำตัวต้านทานที่ 1 ต่อ อนุกรมกับตัวที่ 2 แล้วจึงนำทั้ง 2 ตัวมาต่อขนานกับตัวที่ 3 ที่ต่ออนุกรมกับตัวที่ 4 ความต้านทานสมมูลจะเป็นเท่าไร **ตอบ 10.75 โอห์ม**

4. เตารีดเครื่องหนึ่งใช้ไฟฟ้า 1400 วัตต์ เมื่อต่อใช้งานกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 โวลต์ จงหา (18 คะแนน)

ก. กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเตารีด **ตอบ 6.36 A**

ข. ความต้านทานของวงจรไฟฟ้าเตารีด **ตอบ 34.57 โอห์ม**

ค. พลังงานไฟฟ้าที่เตารีดใช้ไปเมื่อใช้งานเป็นเวลา 10 นาที **ตอบ 840 kJ**

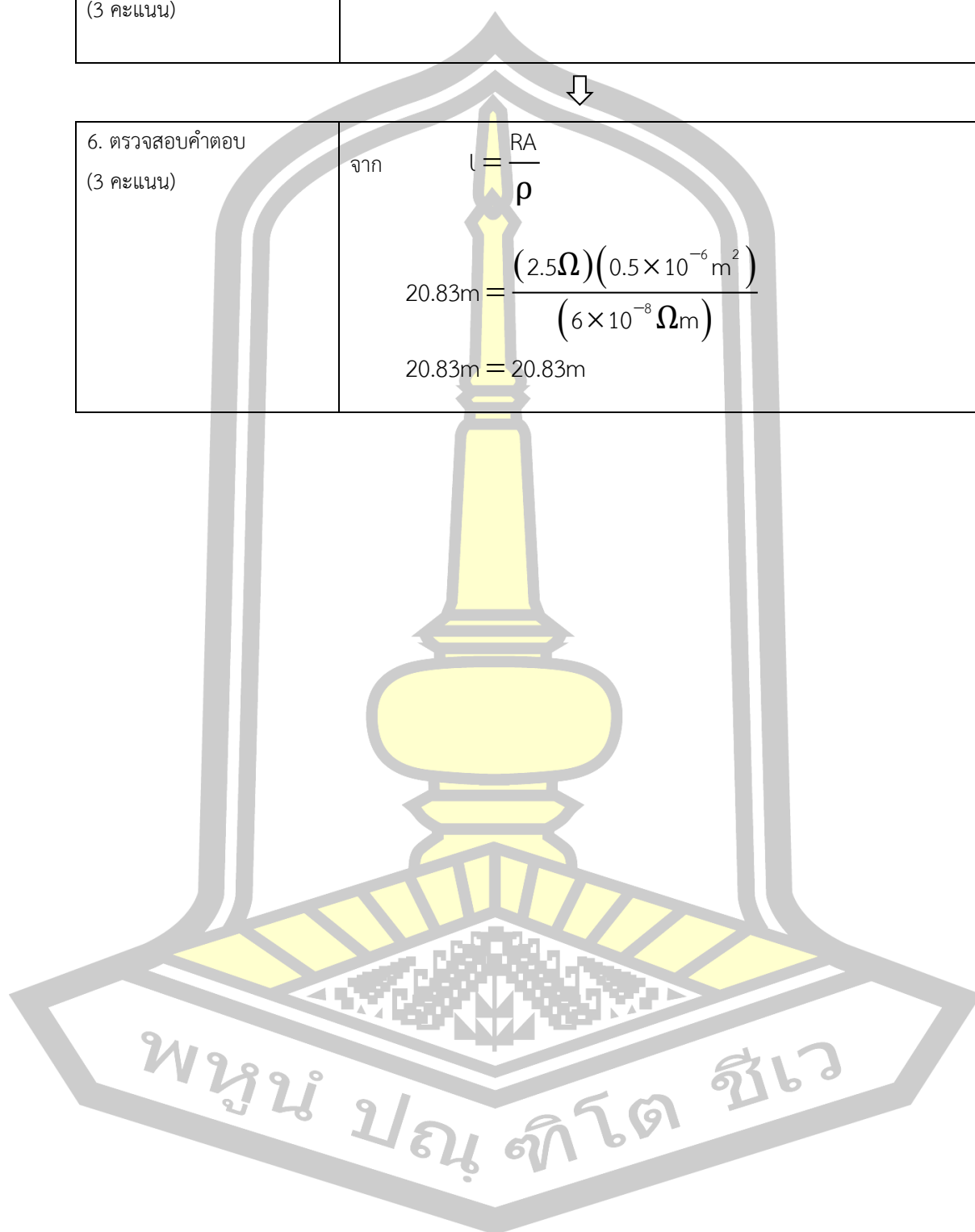
5. เมื่อนำแบตเตอรี่ 4 ก้อนซึ่งต่อกันแบบอนุกรมไปต่อตัวต้านทานขนาด 5.6 โอห์ม กระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่าใด ถ้าแบตเตอรี่แต่ละก้อนมีอีเอ็มเอฟ 1.5 โวลต์ และความต้านทานภายใน 0.1 โอห์ม (18 คะแนน) **ตอบ 1 A**

ตัวอย่าง กระจายคำตอบ แสดงวิธีทำข้อที่.2

1. โจทย์ถามหาค่าของอะไร (3 คะแนน)	สวดยาวกี่เมตร
↓	
2. โจทย์บอกค่าอะไรบ้าง (3 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - สภาพต้านทาน 6.0×10^{-8} โอห์ม-เมตร - พื้นที่หน้าตัด 0.5 ตารางมิลลิเมตร - ความต้านทาน 2.5 โอห์ม
↓	
3. สูตรที่เลือกใช้ในการแก้ โจทย์ปัญหา (3 คะแนน)	<p>จากสูตร $R = \frac{\rho l}{A}$</p> <p>จะได้ว่า $l = \frac{RA}{\rho}$</p>
↓	
4. เรียงลำดับขั้นตอนการ แก้ปัญหา (3 คะแนน)	<ul style="list-style-type: none"> - แทนค่าลงในสมการ - แก้สมการจากสูตรที่เลือก <p>จาก $l = \frac{RA}{\rho}$</p> $l = \frac{(2.5\Omega)(0.5 \times 10^{-6} \text{ m}^2)}{(6 \times 10^{-8} \Omega \text{ m})}$ $l = 0.2083 \times 10^2 \text{ m} = 20.83 \text{ m}$
↓	

5. คำตอบของปัญหาคือ (3 คะแนน)	ลวดต้องยาว 20.83 เมตร
----------------------------------	-----------------------

6. ตรวจสอบคำตอบ (3 คะแนน)	<p>จาก $l = \frac{RA}{\rho}$</p> $20.83\text{m} = \frac{(2.5\Omega)(0.5 \times 10^{-6}\text{m}^2)}{(6 \times 10^{-8}\Omega\text{m})}$ $20.83\text{m} = 20.83\text{m}$
------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ขั้นตอนของ การแก้โจทย์ปัญหา	ระดับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา			
	3	2	1	0
ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา	นักเรียนเขียนระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบค่าได้ ถูกต้อง	นักเรียนเขียนระบุสิ่งที่ โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่ โจทย์ต้องการทราบได้แต่ ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนเขียนระบุสิ่ง ที่โจทย์กำหนดให้และสิ่ง ที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 2 จัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการ อธิบายปัญหา	นักเรียนสามารถเขียน สมการที่เกี่ยวข้องในการ แก้โจทย์ปัญหาได้ ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียน สมการที่เกี่ยวข้องในการ แก้โจทย์ปัญหาได้ถูกต้อง แต่ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสามารถเขียน สมการที่เกี่ยวข้องในการ แก้โจทย์ปัญหาได้แต่ ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 3 วางแผนแก้ปัญหา	นักเรียนสามารถเขียน ขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาได้อย่างชัดเจนและ ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียน ขั้นตอนการแก้โจทย์ ปัญหาได้อย่างชัดเจนและ ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนเขียนขั้นตอน การแก้โจทย์ปัญหาแต่ ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 4 ดำเนินการตามแผน	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาตามขั้นตอนที่ วางแผนไว้ได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาตามขั้นตอนที่ วางแผนไว้ได้แต่ถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนสามารถแก้โจทย์ ปัญหาตามขั้นตอนที่ วางแผนไว้ได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 5 พิสูจน์ความสอดคล้องของ สมการ	นักเรียนสามารถเขียน ตรวจสอบความถูกต้อง และผิดพลาดของการ แก้โจทย์ปัญหาได้	นักเรียนสามารถเขียน ตรวจสอบความถูกต้องและ ผิดพลาดของการแก้โจทย์ ปัญหาได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่สามารถ เชื่อมโยงเขียนการ ตรวจสอบความถูกต้อง และผิดพลาดของการแก้ โจทย์ปัญหาได้	นักเรียนไม่เขียน
ขั้นที่ 6 ตรวจสอบและประเมิน คำตอบ	นักเรียนสามารถ เขียนประเมินเขียน คำตอบที่โจทย์ปัญหา ต้องการได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถเขียน ประเมินเขียนคำตอบที่ โจทย์ปัญหาต้องการได้ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	นักเรียนสามารถเขียน ประเมินเขียนคำตอบ ที่โจทย์ปัญหาต้องการ ได้แต่ไม่ถูกต้อง	นักเรียนไม่เขียน

พหุ ประถมศึกษา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 14 เรื่อง ไฟฟ้ากระแส กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชาฟิสิกส์(เพิ่มเติม)

รหัสวิชา ว30203

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา 1.30 ชั่วโมง

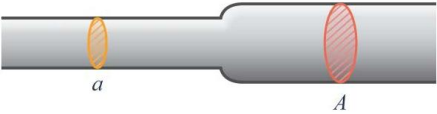
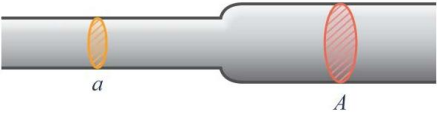
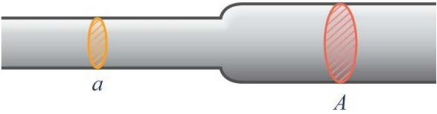
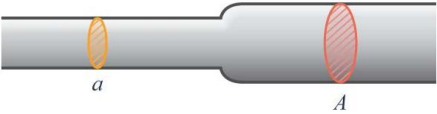
คำชี้แจง ให้กาเครื่องหมาย ลงใน ได้ตัวอักษร ก, ข, ค, และ ง ที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

เพียงคำตอบเดียวจำนวน 30 ข้อ (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)

- กระแสไฟฟ้า คืออะไร

ก. ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่จากขั้วหนึ่งของเซลล์ไฟฟ้าไปยังอีกขั้วหนึ่ง	ก 120 คูลอมป์	ข. 75 คูลอมป์
ข. ปริมาณประจุไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยความยาวของตัวนำที่ต่อครบวงจร	ค. 80 คูลอมป์	ง. 50 คูลอมป์
ค. ปริมาณประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดในหนึ่งหน่วยเวลา		
ง. ปริมาณประจุไฟฟ้าในหนึ่งหน่วยความยาวของตัวนำต่อหนึ่งหน่วยเวลา		
- จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ข้อใด **ไม่ถูกต้อง**
 - กระแสไฟฟ้าไหลในโลหะตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ
 - ในสารอิเล็กทรอนิกส์กระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของทั้งไอออนบวกและลบ
 - กระแสไฟฟ้าไหลในหลอดนีออนเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระเท่านั้น
 - ในสารกึ่งตัวนำกระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและโฮล
- จงหาปริมาณประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวด เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้า 5 แอมแปร์ เป็นเวลา 15 วินาที

ก 120 คูลอมป์	ข. 75 คูลอมป์
ค. 80 คูลอมป์	ง. 50 คูลอมป์
- ข้อใด **ไม่ถูกต้อง** เกี่ยวกับลวดตัวนำ
 - ถ้าลวดมีความยาวมากความต้านทานจะมาก
 - ถ้าลวดมีสภาพความต้านทานมากจะมีความต้านทานมาก
 - ถ้าลวดมีพื้นที่หน้าตัดมากความต้านทานจะมาก
 - ถ้าอุณหภูมิของลวดมากความต้านทานจะมาก
- ลวดตัวนำเส้นหนึ่งมีขนาดไม่เท่ากันตลอดเส้นตอนที่มีขนาดเล็กมีพื้นที่หน้าตัด a และตอนที่มีขนาดใหญ่มีพื้นที่หน้าตัด A ดังรูป มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดตอนเล็ก i แอมแปร์ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. กระแสไฟฟ้าไหลในหลอดนีออนเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระเท่านั้น	
ข. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านพื้นที่หน้าตัด a มากกว่า	
ค. กระแสไฟฟ้าไหลในหลอดนีออนเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระเท่านั้น	
ง. ในสารกึ่งตัวนำกระแสไฟฟ้าเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระและโฮล	

ค. กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเฉพาะพื้นที่หน้าตัด a เท่านั้น

ง. ไม่สามารถบอกได้ เนื่องจากมีข้อมูลไม่เพียงพอ

6. ข้อใดกล่าวถึงกฎของโอห์มถูกต้อง *

ก. เมื่ออุณหภูมิคงที่ กระแสจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์

ข. เมื่ออุณหภูมิคงที่ กระแสจะแปรผกผันกับความต่างศักย์

ค. เมื่อความต้านทานคงที่ กระแสจะแปรผันตรงกับความต่างศักย์

ง. เมื่อความต้านทานคงที่ กระแสจะแปรผกผันกับความต่างศักย์

7. ข้อใดคือความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์ม

ก. $I = \frac{V}{R}$ ข. $I = VR$

ค. $I = \frac{R}{V}$ ง. $I = \sqrt{\frac{V}{R}}$

8. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับความต้านทานไฟฟ้า

ก. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสไฟฟ้าของวัตถุ

ข. วัตถุที่มีความต้านทานต่ำจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย

ค. วัสดุนำไฟฟ้าจะมีความต้านทานสูง

ง. วัตถุที่มีความต้านทานสูงจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ยาก

9. ถ้าในวงจรไฟฟ้าเราเพิ่มค่าความต้านทาน กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในวงจรจะเป็นอย่างไร

ก. เพิ่มขึ้น ข. ลดลง

ค. คงที่ ง. เพิ่มขึ้น แล้วลดลง

10. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสภาพต้านทานไฟฟ้า

ก. ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำบ่งชี้ว่าวัสดุยินยอมให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ได้ง่าย

ข. มีหน่วยเป็น โอห์มเมตร

ค. มีหน่วยเป็น (โอห์ม เมตร)⁻¹

ง. การต้านทิศทางการเคลื่อนที่ของวงจร

11. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสภาพนำไฟฟ้า

ก. สภาพนำไฟฟ้าเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า

ข. มีหน่วยเป็นแอมแปร์

ค. ภาวะที่วัสดุยอมให้ประจุไฟฟ้าไหลผ่าน หรือถ่ายโอนประจุไฟฟ้าได้

ง. มีหน่วยเป็น (โอห์ม เมตร)⁻¹


12. จากรูปตัวต้านทานมีความต้านทานเท่าไร (ส้ม, น้ำเงิน, น้ำตาล และทอง ตามลำดับ)

ก. $35 \times 10^1 \Omega \pm 5\%$

ข. $36 \times 10^1 \Omega \pm 5\%$

ค. $37 \times 10^1 \Omega \pm 5\%$

ง. $38 \times 10^1 \Omega \pm 5\%$

13.  จากรูปตัวต้านทานมีความต้านทานเท่าไร (แดง, ดำ, แดง, เหลือง, และน้ำตาล ตามลำดับ)

ก. $2000k\Omega \pm 1\%$ ข. $3000k\Omega \pm 1\%$

ค. $2000k\Omega \pm 2\%$ ง. $3000k\Omega \pm 2\%$

14. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

ก. กระแสไฟฟ้าที่ค่าเท่ากันทั้งวงจร

ข. ความต่างศักย์มีค่าเท่ากันทั้งวงจร

ค. ความต้านทานรวมหาได้จากผลต่างของตัว
ต้านทานทุกตัว

ง. ความต้านทานรวมมีค่ามากกว่าการต่อแบบ
ขนาน

15. ข้อใดกล่าวถูกต้องที่สุดเกี่ยวกับการต่อตัว
ต้านทานแบบขนาน

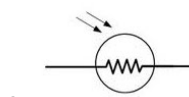
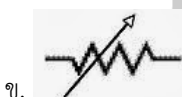
ก. กระแสไฟฟ้าที่ค่าเท่ากันทั้งวงจร

ข. ความต่างศักย์มีค่าเท่ากันทั้งวงจร

ค. ความต้านทานรวมหาได้จากผลต่างของตัว
ต้านทานทุกตัว

ง. ความต้านทานรวมมีค่ามากกว่าการต่อแบบ
อนุกรม

16. ข้อใดไม่ใช่ สัญลักษณ์ที่เกี่ยวข้องกับตัวต้านทาน



17. ข้อใดคือสูตรการหาค่าพลังงานไฟฟ้า

ก. พลังงานไฟฟ้าคูณเวลา

ข. พลังงานไฟฟ้าต่อเวลา

ค. ประจุไฟฟ้าคูณความต่างศักย์

ง. กำลังไฟฟ้าคูณเวลา

18. ข้อใดคือสูตรการหาค่ากำลังไฟฟ้า

ก. พลังงานไฟฟ้าคูณเวลา

ข. พลังงานไฟฟ้าต่อเวลา

ค. ประจุไฟฟ้าคูณความต่างศักย์

ง. กำลังไฟฟ้าต่อเวลา

19. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับค่าอีเอ็มเอฟ หรือ
แรงเคลื่อนไฟฟ้า

ก. ความต่างศักย์

ข. ความต้านทาน

ค. กระแสไฟฟ้า

ง. เวลา

20. เมื่อนำหลอดไฟมาต่อกับแบตเตอรี่ขนาด 12
โวลต์ ที่มีความต้านทานภายใน 0.5 โอห์ม พบว่ามี
กระแสไฟฟ้าผ่านหลอด 1 แอมแปร์ จงหาความต่าง
ศักย์ระหว่างขั้วของหลอดไฟ

ก. 10 โวลต์

ข. 10.5 โวลต์

ค. 11.5 โวลต์

ง. 11 โวลต์

21. ข้อควรปฏิบัติในการใช้แบตเตอรี่ข้อใดกล่าว
ถูกต้อง ทั้งหมด

ก. ควรถอดแบตเตอรี่เมื่อไม่ได้ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า
เป็นเวลา 1 เดือนขึ้นไป

ข. ไม่ควรใช้แบตเตอรี่ใหม่กับแบตเตอรี่เก่า เพราะ
จะทำให้แบตเตอรี่ชำรุด

**ค. ควรเก็บแบตเตอรี่ในที่ๆมีอุณหภูมิสูง เพื่อเป็น
การชาร์จแบตเตอรี่**

ง. ไม่มีข้อถูก

22. ข้อใดอธิบายการต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมได้
ถูกต้อง

**ก. การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมเป็นการนำ
แบตเตอรี่ขั้วต่างกันมาต่อกัน**

ข. การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมเป็นการนำ
แบตเตอรี่ขั้วเดียวกันมาต่อกัน

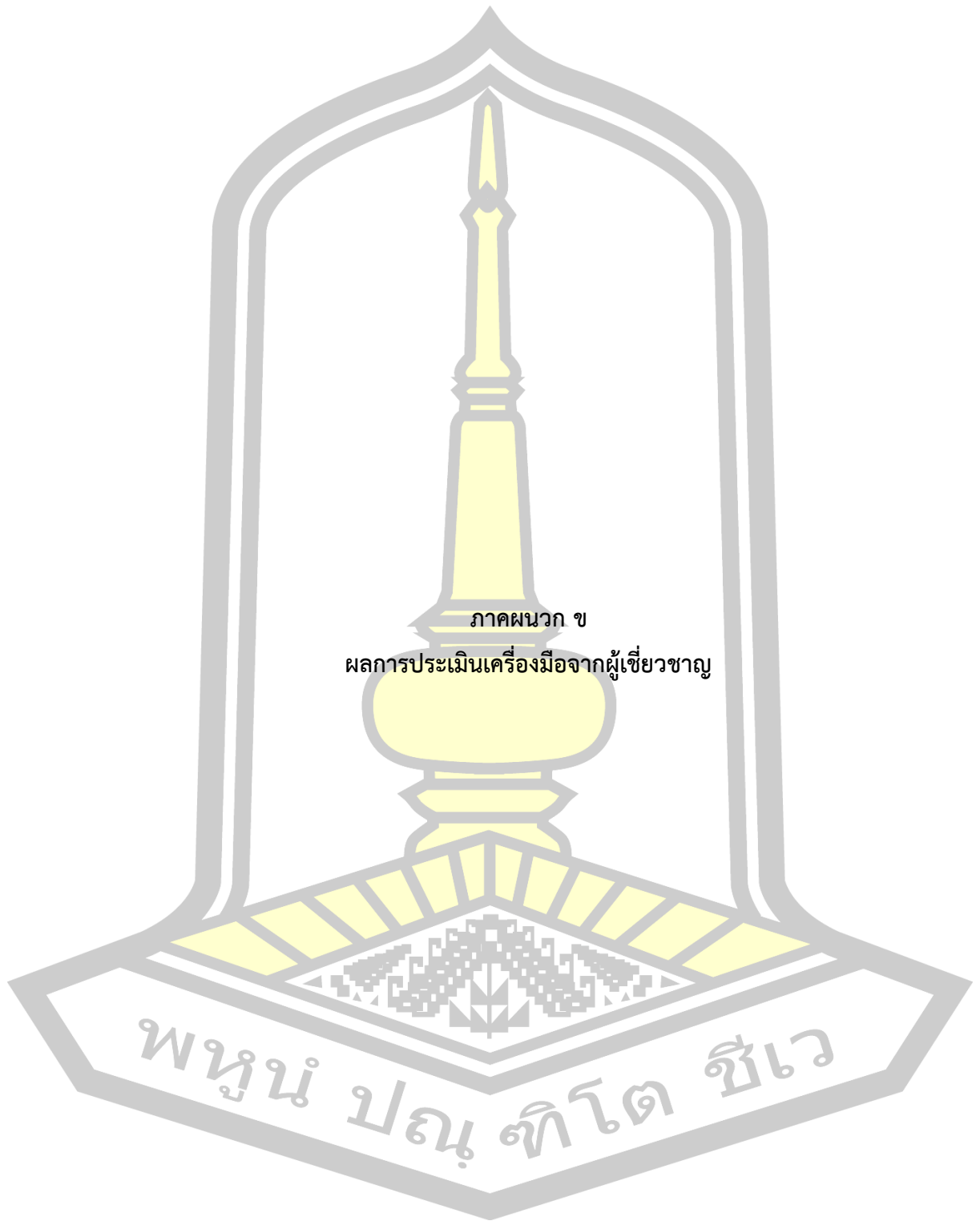
ค. ต่อแบบใดก็ได้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

ง. การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมนำขั้วเดียวกันมา
ต่อกันสลับกับต่างขั้วกันมาต่อกัน

23. ข้อใดอธิบายการต่อแบตเตอรี่แบบขนานได้
ถูกต้อง

ก. ต่อแบบใดก็ได้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

ข. การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรมนำขั้วเดียวกันมา
ต่อกันสลับกับต่างขั้วกันมาต่อกัน



ภาคผนวก ข
ผลการประเมินเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ

พหุบัน ปณุ ทิโต ชีเว

แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสัมภาษณ์โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

1. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง สร้างขึ้นเพื่อสัมภาษณ์ครู เกี่ยวกับปัญหาในการเรียนรู้การแก้โจทย์ปัญหารายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมของนักเรียนในปัจจุบัน และวิธีแก้ไขปัญหามาของครู และสัมภาษณ์นักเรียน เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่อยากให้เกิดขึ้น และการจัดการเรียนการสอนของครู
2. เมื่อท่านได้ตรวจแบบสัมภาษณ์ครบถ้วนแล้ว โปรดกรุณาประเมินความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับคำถามแต่ละข้อ โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง +1 , 0 , หรือ -1 ที่ตรงกับความเห็นของท่านมากที่สุด
3. ระดับความสอดคล้อง (IOC) มีความหมายดังนี้
 - +1 หมายถึง มั่นใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้
 - 1 หมายถึง มั่นใจว่าข้อคำถามนั้นวัดไม่ตรงจุดประสงค์การเรียนรู้

วัตถุประสงค์	ข้อคำถาม	ผลการประเมิน		
		-1	0	+1
สำหรับครู เพื่อศึกษาปัญหาในการ เรียนรู้การแก้โจทย์ ปัญหารายวิชาฟิสิกส์ เพิ่มเติมของนักเรียนใน ปัจจุบัน และวิธีแก้ไข ปัญหาของครู	1.การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันของครูส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมแบบใด และส่งเสริมส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ฟิสิกส์ของนักเรียนอย่างไร			
	2.ท่านคิดว่าความสามารถในการแก้โจทย์ฟิสิกส์นักเรียนที่ท่านสอนอยู่ในระดับใด ประเมินอย่างไร			
	3.ถ้าต้องการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ฟิสิกส์ของนักเรียน ครูคิดว่าควรมีกิจกรรมแบบใด			
	4.สื่อ หรือแหล่งเรียนรู้ใดที่ควรมี เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์			
สำหรับนักเรียน ศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่ อยากให้เกิดขึ้น และการ จัดการเรียนการสอนของ ครู	1.นักเรียนคิดว่าการจัดการเรียนการสอนของครูในปัจจุบัน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้โจทย์ฟิสิกส์หรือไม่อย่างไร			
	2.อยากให้การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เป็นอย่างไร			
	3.นักเรียนคิดว่าสื่อ หรือแหล่งเรียนรู้ใดที่จะสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ฟิสิกส์			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

**แบบประเมินความเหมาะสมของ
แบบสังเกตการจัดการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง

1. แบบสังเกตฉบับนี้ สร้างขึ้นเพื่อสังเกตการจัดการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์(เพิ่มเติม)
ของครู
2. ให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความรู้สึก/ความคิดเห็นของท่าน
มากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
ครั้งที่ 1					
1. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม					
2. ความถูกต้องของแบบสังเกต					
3. ครอบคลุมจุดประสงค์การสังเกต การจัดการเรียนการสอน					
4. ลำดับขั้นตอนของการสังเกต					
ครั้งที่ 2					
1. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม					
2. ความถูกต้องของแบบสังเกต					
3. ครอบคลุมจุดประสงค์การสังเกต การจัดการเรียนการสอน					
4. ลำดับขั้นตอนของการสังเกต					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินขั้นการจัดการเรียนแบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกโดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงตามความรู้สึก/ความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
1. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา					
3. แต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนต่อไป					
4. ลักษณะของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาพิสัยส์ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและเกิดทักษะการทำงานเป็นทีม					
5. ลักษณะของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนมีความท้าทายความสามารถ ช่วยให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมและตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน					
6. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่มสามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบผ่านกิจกรรมการเรียนรู้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

คำชี้แจง

1. แผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้เป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อต่อไปนี้ มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใดแล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “ระดับความเหมาะสม” ตามความคิดเห็นของท่านดังนี้

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
1. สารสำคัญ					
1.1 ความถูกต้อง ครบคลุมเนื้อหา และสาระการเรียนรู้					
1.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้					
1.3 มีความชัดเจน ไม่สับสนและน่าสนใจ					
2. จุดประสงค์การเรียนรู้					
2.1 ประเมินผลตามสภาพจริง					
2.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
2.3 สามารถใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียนได้จริง					
2.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
2.5 ครอบคลุมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย					
3. สาระการเรียนรู้					
3.1 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
3.2 มีความชัดเจน ไม่สับสน					
3.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.4 ความยาก ง่าย					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
4. กิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้					
4.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน					
4.3 ลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม					
4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรม					
4.5 กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง					
5. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรมและสาระการเรียนรู้					
5.2 ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ตรงตามผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ					
5.4 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น					
5.5 ได้รับความสนใจของผู้เรียน					
5.6 ช่วยประหยัดเวลาในการจัดกิจกรรม					
6. การวัดและการประเมินผล					
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
6.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้					
6.3 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม					
6.4 มีการประเมินพร้อมๆ กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
6.5 มีการประเมินตามสภาพจริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

**แบบประเมินความเหมาะสมของ
แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยผู้เชี่ยวชาญ**

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย สร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน
2. ให้ผู้เชี่ยวชาญทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงตามความรู้สึก/ความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	น้อย 2	น้อยที่สุด 1
ครั้งที่ 1					
1. โจทย์ปัญหาที่ใช้มีความเหมาะสม					
2. ความถูกต้องของโจทย์ปัญหา					
3. ความยาก-ง่ายของโจทย์ปัญหา					
4. ลำดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์มีความชัดเจน					
5. เกณฑ์การประเมินมีความถูกต้อง สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์					
ครั้งที่ 2					
1. โจทย์ปัญหาที่ใช้มีความเหมาะสม					
2. ความถูกต้องของโจทย์ปัญหา					
3. ความยาก-ง่ายของโจทย์ปัญหา					
4. ลำดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์มีความชัดเจน					
5. เกณฑ์การประเมินมีความถูกต้อง สอดคล้องกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ฟิสิกส์					

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของชั้นการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน
ร่วมกับผังกราฟิกของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	เฉลี่ย	สรุปผล
	ท่าน ที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
1. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสามารถทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	4	4	5	22	4.4	เหมาะสมมาก
2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา	3	4	4	4	5	20	4	เหมาะสมมาก
3. แต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนต่อไป	4	5	4	4	5	22	4.4	เหมาะสมมาก
4. ลักษณะของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ แสวงหาความรู้ด้วยตนเองและเกิดทักษะการทำงานเป็นทีม	3	4	5	4	5	21	4.2	เหมาะสมมาก
5. ลักษณะของกิจกรรมแต่ละขั้นตอนมีความท้าทายความสามารถ ยั่วให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรมและตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียน	3	4	4	4	5	20	4	เหมาะสมมาก
6. ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม สามารถทำงานได้อย่างเป็นระบบผ่านกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	25	5	เหมาะสมมากที่สุด
	รวม					130	4.33	เหมาะสมมาก

พูน ปณ ทิโต ชิว

ตารางที่ 9 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับผังกราฟิกของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ								รวม	เฉลี่ย	สรุป
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	แผน ที่ 7	แผน ที่ 8			
1. สารสำคัญ											
1.1 ความถูกต้อง ครบคลุมเนื้อหา และสาระการเรียนรู้	4.6	4.4	4.4	4.4	4.6	4.4	4.4	4.4	35.6	4.45	เหมาะสมมาก
1.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	4.8	4.6	4.6	4.6	4.6	4.4	4.6	4.4	36.6	4.56	เหมาะสมมากที่สุด
1.3 มีความชัดเจน ไม่สับสนและน่าสนใจ	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.6	35.6	4.45	เหมาะสมมาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้											
2.1 ประเมินผลตามสภาพจริง	4.2	4.2	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	33.8	4.23	เหมาะสมมาก
2.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.4	4.2	4.4	4.2	4.2	4.4	4.2	4.4	34.4	4.30	เหมาะสมมาก
2.3 สามารถใช้วัดพฤติกรรมของผู้เรียนได้จริง	4.4	4.4	4.2	4.4	4.4	4.2	4.2	4.2	34.4	4.30	เหมาะสมมาก
2.4 มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.2	4.2	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	33.8	4.23	เหมาะสมมาก
2.5 ครอบคลุมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	4.2	4.4	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	35.2	4.40	เหมาะสมมาก
3. สาระการเรียนรู้											
3.1 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	35.4	4.43	เหมาะสมมาก
3.2 มีความชัดเจน ไม่สับสน	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	35.6	4.45	เหมาะสมมาก
3.3 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.6	4.6	4.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	35.8	4.48	เหมาะสมมาก
3.4 ความยาก ง่าย	4.2	4.4	4.2	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2	34	4.25	เหมาะสมมาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้											
4.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.4	4.2	4.2	33.8	4.23	เหมาะสมมาก

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ								รวม	เฉลี่ย	สรุป	
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	แผน ที่ 7	แผน ที่ 8				
4. กิจกรรมการเรียนรู้(ต่อ)												
4.2 เหมาะสมกับระดับชั้นของ ผู้เรียน	4.2	4.2	4.2	4.2	4.4	4.4	4.2	4.4	34.2	4.28	เหมาะสม มาก	
4.3 ลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	33.8	4.23	เหมาะสม มาก	
4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการ ปฏิบัติกิจกรรม	4.4	4.2	4.2	4.2	4.4	4.4	4.2	4.2	34.2	4.28	เหมาะสม มาก	
4.5 กระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสวงหา ความรู้ด้วยตนเอง	4.4	4.2	4.4	4.2	4.4	4.4	4.2	4.2	34.4	4.30	เหมาะสม มาก	
5. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้												
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา กิจกรรม และสาระการเรียนรู้	4.2	4.2	4	4.2	4	4	4	4	32.6	4.08	เหมาะสม มาก	
5.2 ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ตรง ตามผลการเรียนรู้และจุดประสงค์ การเรียนรู้	4.2	4.2	4	4	4.2	4	4	4.2	32.8	4.10	เหมาะสม มาก	
5.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ	4.4	4	4.2	4	4.2	4.2	4	4	33	4.13	เหมาะสม มาก	
5.4 ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ ง่ายขึ้น	4.2	4	4.2	4	4.2	4.2	4	4	32.8	4.10	เหมาะสม มาก	
5.5 ได้รับความสนใจของผู้เรียน	4.2	4	4	4	4	4	4	4	32.2	4.03	เหมาะสม มาก	
5.6 ช่วยประหยัดเวลาในการจัด กิจกรรม	4.4	4.4	4.4	4.2	4	4.2	4.2	4.2	34	4.25	เหมาะสม มาก	
6. การวัดและการประเมินผล												
6.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.2	4.2	4.2	4.2	4.4	4.2	4.2	4.2	33.8	4.23	เหมาะสม มาก	
6.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.2	4.2	4.2	4.2	4.4	4.2	4.2	4.2	33.8	4.23	เหมาะสม มาก	

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ								รวม	เฉลี่ย	สรุป
	แผน ที่ 1	แผน ที่ 2	แผน ที่ 3	แผน ที่ 4	แผน ที่ 5	แผน ที่ 6	แผน ที่ 7	แผน ที่ 8			
6.3 ใช้เครื่องมือวัดได้ เหมาะสม	4	4.2	4	4	4	4	4	4	32.2	4.03	เหมาะสม มาก
6.4 มีการประเมิน พร้อมๆไปกับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	33.6	4.2	เหมาะสม มาก
6.5 มีการประเมินตาม สภาพจริง	4.2	4.4	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	33.8	4.23	เหมาะสม มาก
รวม	121.4	119.8	120	118.6	119.8	119.2	118	118.6	955.4	119.4	-
\bar{X}	4.34	4.28	4.29	4.24	4.28	4.26	4.21	4.24	34.12	4.27	-
S.D.	0.19	0.17	0.18	0.15	0.17	0.14	0.15	0.15	1.13	0.14	-

ตารางที่ 10 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้
โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
<u>ครั้งที่ 1</u>								
1. โจทย์ปัญหาที่ใช้มีความ เหมาะสม	4	4	4	4	5	21	4.2	เหมาะสมมาก
2. ความถูกต้องของโจทย์ปัญหา	3	4	4	4	5	20	4	เหมาะสมมาก
3. ความยาก-ง่ายของโจทย์ ปัญหา	3	4	4	4	5	20	4	เหมาะสมมาก
4. ลำดับขั้นตอนของการแก้ โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีความ ชัดเจน	4	4	4	5	5	22	4.4	เหมาะสมมาก
5. เกณฑ์การประเมินมีความ ถูกต้องสอดคล้องกับขั้นตอน การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์	4	4	4	5	5	22	4.4	เหมาะสมมาก

ตารางที่ 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
รวม	18	20	20	22	25	105	21	
\bar{X}	3.6	4	4	4.4	5	21	4.2	
S.D.	0.55	0	0	0.55	0	1	0.2	
ครั้งที่ 2								
1. โจทย์ปัญหาที่ใช้มีความเหมาะสม	4	4	5	5	5	22	4.6	
2. ความถูกต้องของโจทย์ปัญหา	4	4	4	5	5	23	4.4	
3. ความยาก-ง่ายของโจทย์ปัญหา	3	4	4	5	5	21	4.2	
4. ลำดับขั้นตอนของการแก้โจทย์ปัญหาที่ลึกลับมีความชัดเจน	4	4	5	5	5	22	4.6	
5. เกณฑ์การประเมินมีความถูกต้องสอดคล้องกับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ลึกลับ	4	4	4	5	5	23	4.4	
รวม	19	20	22	25	25	111	22.2	
\bar{X}	3.8	4	4.4	5	5	22.2	4.44	
S.D.	0.45	0	0.55	0	0	0.84	0.17	

ตารางที่ 11 วิเคราะห์ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้ากระแส

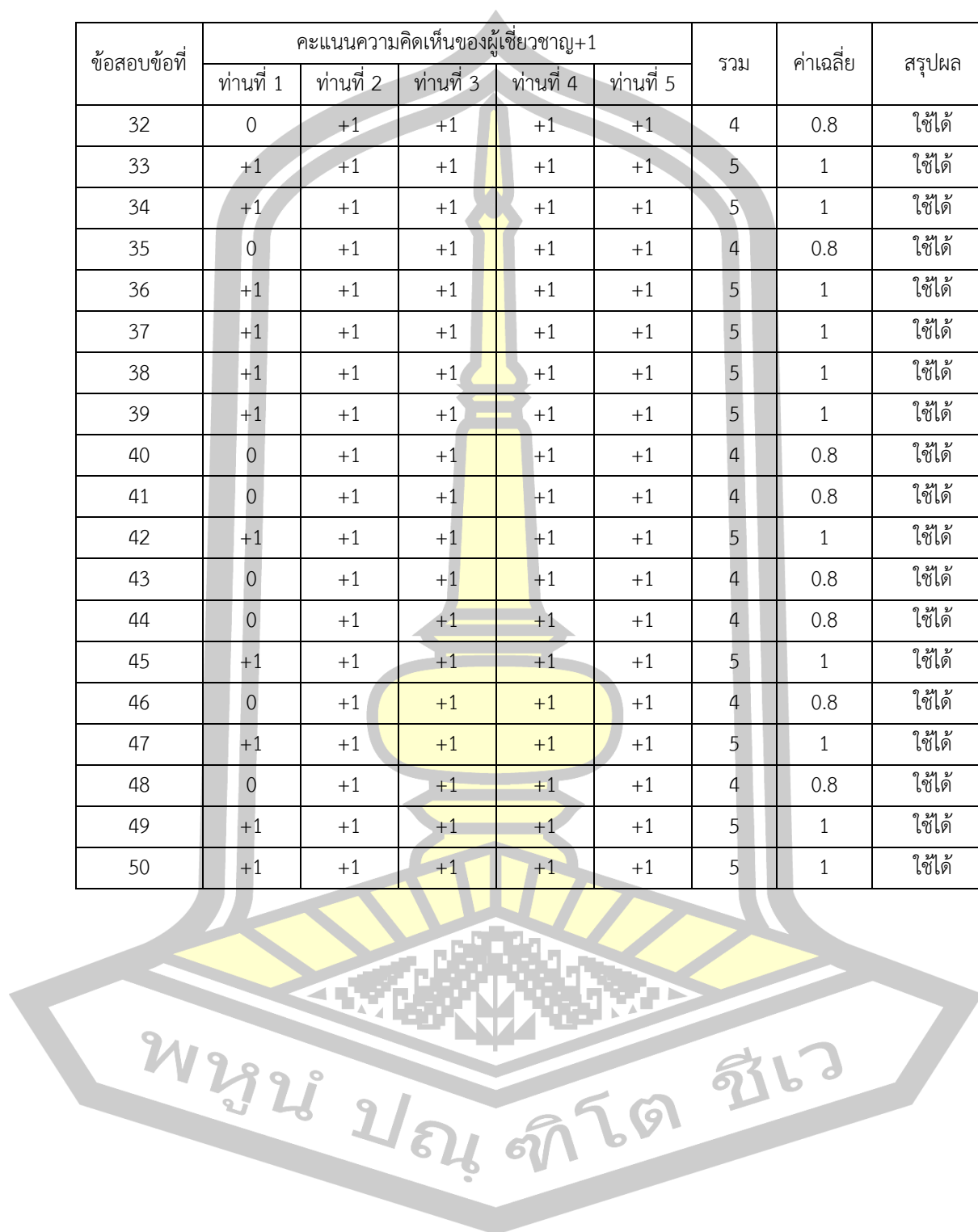
ข้อสอบ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
ข้อที่ 1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
ข้อที่ 2	0	+1	0	+1	+1	3	0.6	ใช้ได้

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
3	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
4	0	+1	+1	0	+1	3	0.6	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
15	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
16	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
20	+1	+1	-1	+1	+1	3	0.6	ใช้ได้
21	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
23	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
24	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
25	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
30	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
31	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อสอบข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ+1					รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	ท่านที่ 4	ท่านที่ 5			
32	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
33	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
34	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
35	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
36	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
40	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
41	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
42	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
43	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
44	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
45	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
46	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
47	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
48	0	+1	+1	+1	+1	4	0.8	ใช้ได้
49	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้
50	+1	+1	+1	+1	+1	5	1	ใช้ได้



ตารางที่ 12 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

ข้อที่	r	p	ผลการวิเคราะห์
1	0.76	0.52	ใช้ได้
2	0.78	0.67	ใช้ได้
3	0.61	0.53	ใช้ได้
4	0.73	0.77	ใช้ได้
5	0.78	0.72	ใช้ได้

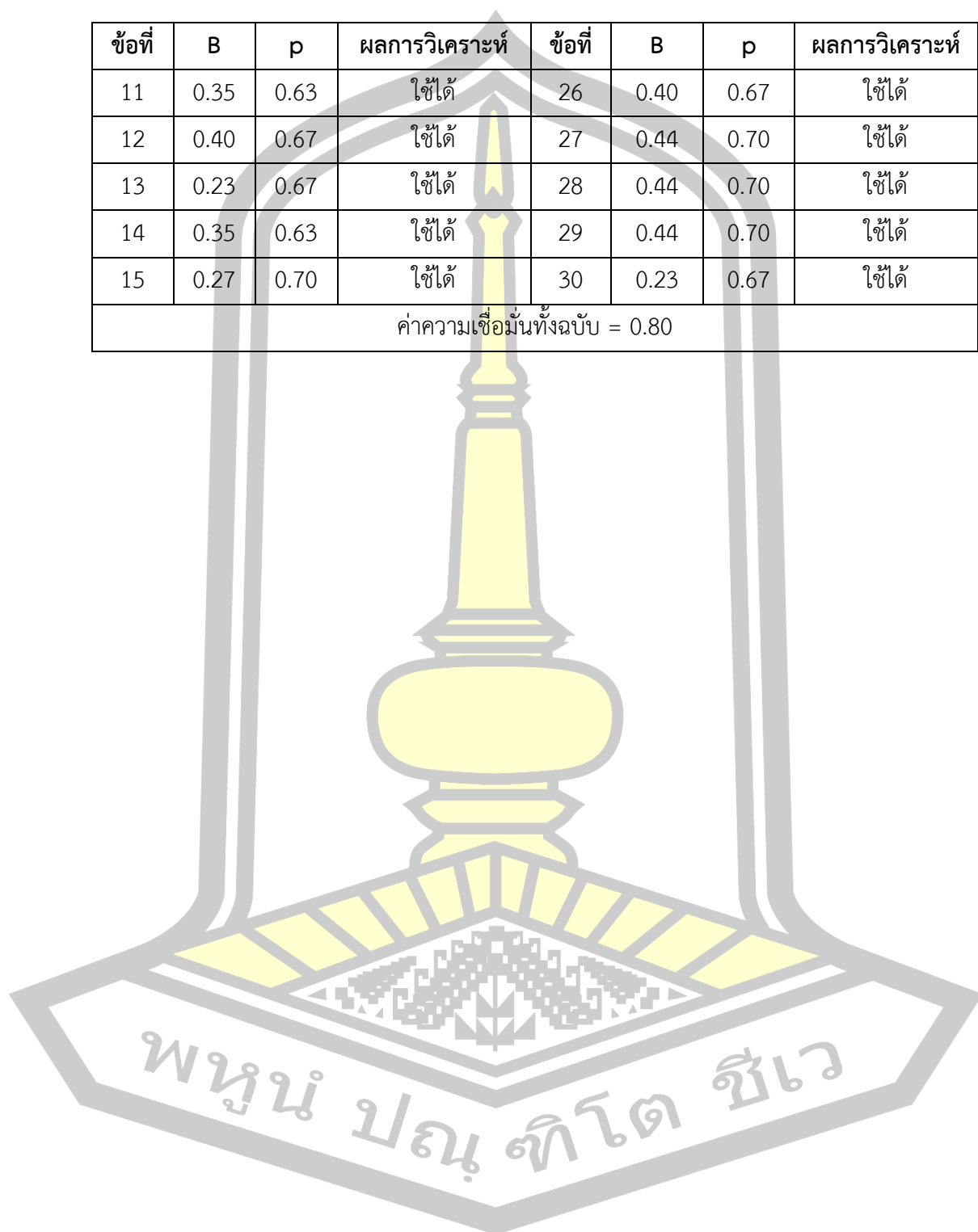
ในการพิจารณาค่าความยาก(p) ที่ดีมีค่าตั้งแต่ 0.20 - 1.00 และค่าอำนาจจำแนก(r) ที่ดีมีค่าตั้งแต่ 0.20 - 0.80 จากการวิเคราะห์แบบทดสอบทั้งหมด 5 ข้อ ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.9

ตารางที่ 13 ค่าอำนาจจำแนก ค่าความยาก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้ากระแส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	B	p	ผลการวิเคราะห์	ข้อที่	B	p	ผลการวิเคราะห์
1	0.40	0.67	ใช้ได้	16	0.44	0.70	ใช้ได้
2	0.39	0.53	ใช้ได้	17	0.53	0.77	ใช้ได้
3	0.44	0.70	ใช้ได้	18	0.35	0.63	ใช้ได้
4	0.27	0.70	ใช้ได้	19	0.44	0.70	ใช้ได้
5	0.44	0.70	ใช้ได้	20	0.57	0.67	ใช้ได้
6	0.48	0.60	ใช้ได้	21	0.44	0.70	ใช้ได้
7	0.27	0.70	ใช้ได้	22	0.57	0.67	ใช้ได้
8	0.40	0.67	ใช้ได้	23	0.40	0.67	ใช้ได้
9	0.40	0.67	ใช้ได้	24	0.23	0.67	ใช้ได้
10	0.36	0.77	ใช้ได้	25	0.40	0.67	ใช้ได้

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อที่	B	p	ผลการวิเคราะห์	ข้อที่	B	p	ผลการวิเคราะห์
11	0.35	0.63	ใช้ได้	26	0.40	0.67	ใช้ได้
12	0.40	0.67	ใช้ได้	27	0.44	0.70	ใช้ได้
13	0.23	0.67	ใช้ได้	28	0.44	0.70	ใช้ได้
14	0.35	0.63	ใช้ได้	29	0.44	0.70	ใช้ได้
15	0.27	0.70	ใช้ได้	30	0.23	0.67	ใช้ได้
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ = 0.80							



ตารางที่ 14 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของคะแนนพฤติกรรม ผลงานระหว่างเรียน และทดสอบย่อยบางแผน หลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน																							
	แผนที่ 1			แผนที่ 2			แผนที่ 3			แผนที่ 4			แผนที่ 5			แผนที่ 6			แผนที่ 7			แผนที่ 8		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
คะแนนเต็ม	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)
1	6	14	4	6	14	5	6	15	5	5	15	4	4	16	5	5	17	5	5	15	5	5	15	5
2	5	15	4	6	14	4	6	14	5	5	15	5	5	15	4	5	15	5	5	15	5	5	15	5
3	5	15	4	5	14	4	6	15	5	4	14	4	5	14	4	5	16	5	5	15	5	5	15	4
4	5	14	4	5	14	4	6	17	4	4	15	4	4	15	5	5	15	5	5	15	5	5	16	4
5	4	14	4	5	15	4	6	15	4	4	15	3	4	16	4	4	14	4	4	15	4	4	15	4
6	4	14	4	5	14	5	6	15	4	4	14	3	4	14	4	4	14	4	4	14	4	4	15	4
7	5	16	4	6	15	5	5	14	5	4	15	4	5	15	4	5	15	4	4	14	4	4	14	4
8	5	15	3	6	14	5	5	14	5	5	14	5	4	15	5	5	15	4	5	14	5	5	15	4
9	5	14	3	6	15	5	5	14	3	5	14	4	4	15	5	5	14	5	5	14	5	5	14	4
10	4	13	3	4	13	5	5	15	3	5	15	4	5	15	4	5	16	5	4	15	4	4	14	4
11	4	13	3	4	14	4	6	14	3	4	14	3	3	14	4	5	14	3	4	15	4	4	14	3
12	4	13	4	4	13	3	4	13	4	4	15	4	4	13	4	4	14	4	4	15	5	3	14	3

ตารางที่ 14 (ต่อ)

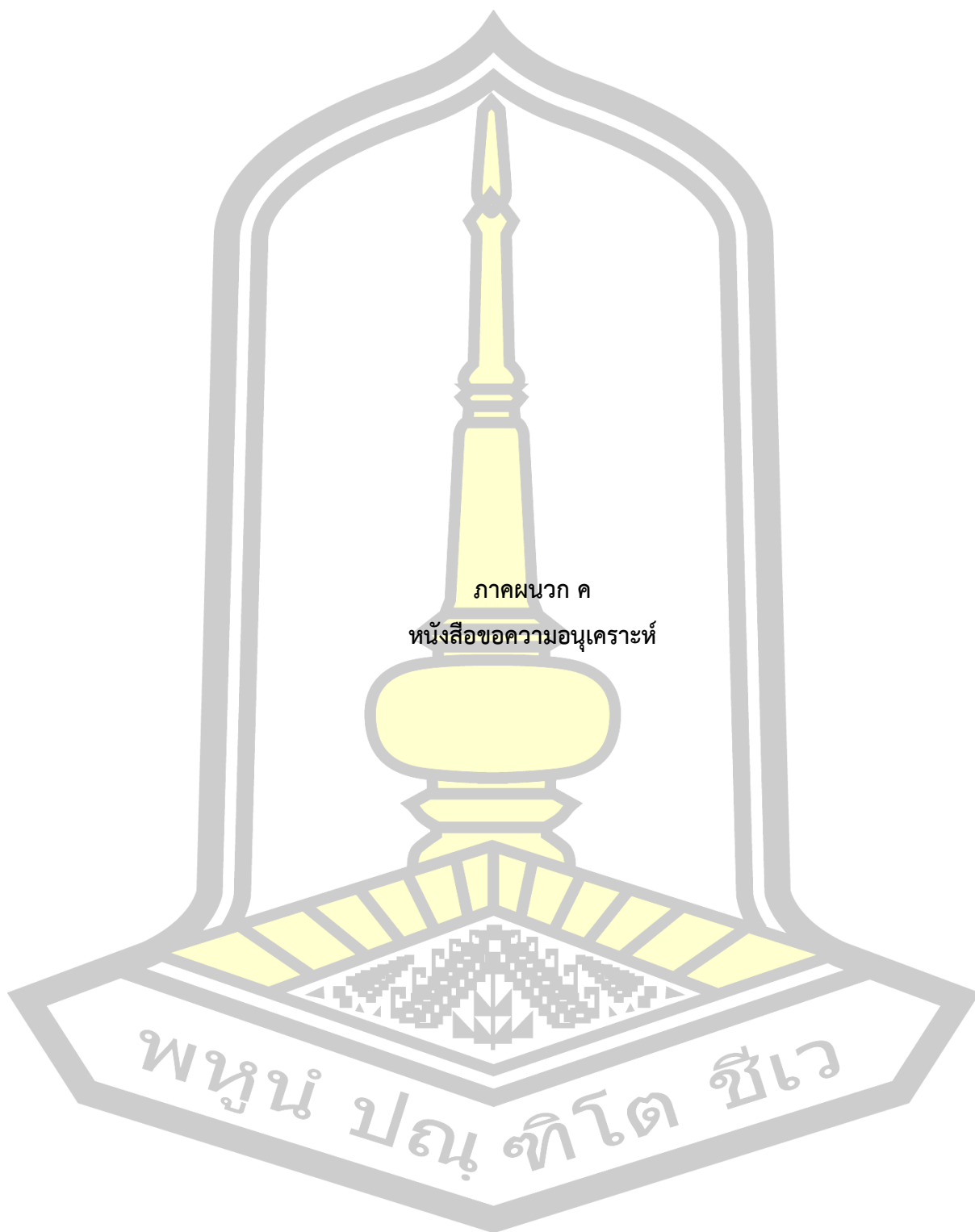
เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน																							
	แผนที่ 1			แผนที่ 2			แผนที่ 3			แผนที่ 4			แผนที่ 5			แผนที่ 6			แผนที่ 7			แผนที่ 8		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
คะแนนเต็ม	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)	(6)	(18)	(5)
13	4	14	4	5	13	4	4	15	4	4	14	5	5	15	4	4	14	5	4	14	5	4	14	5
14	6	14	4	5	13	4	6	15	4	4	15	4	4	15	5	4	14	5	4	14	4	4	14	5
15	6	15	4	4	14	4	6	14	5	5	14	4	4	13	5	3	13	4	5	13	4	5	14	3
16	6	13	4	4	13	4	5	15	5	3	13	4	5	15	5	3	13	4	5	13	5	3	14	4
17	5	14	3	4	13	3	3	14	4	3	13	3	4	15	4	3	13	4	4	14	5	4	14	4
18	5	13	4	5	14	5	4	16	3	4	14	5	5	13	4	4	15	5	4	14	4	5	12	5
19	5	12	3	4	15	5	4	16	3	4	13	5	5	13	4	4	14	5	4	12	4	5	13	5
20	5	13	3	4	14	5	4	17	4	3	12	4	4	12	3	3	12	3	3	12	3	5	14	5
21	5	12	4	3	14	5	5	15	5	3	12	3	4	12	3	4	14	3	4	12	3	4	14	3
22	4	13	4	3	13	4	5	16	5	4	14	5	3	14	5	3	14	5	3	14	4	4	13	3
23	4	13	4	3	13	4	3	15	3	4	13	3	3	14	4	3	13	4	3	14	3	3	12	4
24	4	14	4	5	14	3	4	15	3	3	13	4	4	12	4	4	13	4	4	13	3	3	12	4
รวม	115	330	89	111	332	103	119	358	98	98	335	96	101	340	102	99	341	103	100	338	100	104	336	100
เฉลี่ย	4.79	13.75	3.71	4.63	13.83	4.29	4.96	14.92	4.08	4.08	13.96	4.00	4.21	14.17	4.25	4.13	14.21	4.29	4.17	14.08	4.17	4.33	14.00	4.17
S.D.	0.72	0.99	0.46	0.97	0.70	0.69	1.00	0.97	0.83	0.72	0.95	0.72	0.66	1.20	0.61	0.80	1.14	0.75	0.76	1.02	0.70	0.76	1.10	0.76
ร้อยละ	79.86	76.39	74.17	77.08	76.85	85.83	82.64	82.87	81.67	68.06	77.55	80.00	70.14	78.70	85.00	68.75	78.94	85.83	69.44	78.24	83.33	72.22	77.78	83.33

ตารางที่ 15 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละของคะแนนพฤติกรรม ผลงานระหว่างเรียน ทดสอบย่อยบางแผน และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิก

เลขที่	คะแนนรวมระหว่างเรียน			รวมทั้งหมด	สัดส่วนคะแนน (30 : 50 : 20)			รวมทั้งหมด	ทดสอบหลังเรียน
	1	2	3		1 (30%)	2 (50%)	3 (20%)		
คะแนนเต็ม	(48)	(144)	(40)	232				(100)	(30)
1	42.00	122.00	38.00	202.00	26.25	42.36	19	87.61	26
2	42.00	119.00	37.00	198.00	26.25	41.32	18.5	86.07	25
3	40.00	118.00	34.00	192.00	25.00	40.97	17	82.97	22
4	39.00	121.00	34.00	194.00	24.38	42.01	17	83.39	22
5	36.00	118.00	31.00	185.00	22.50	40.97	15.5	78.97	23
6	36.00	114.00	33.00	183.00	22.50	39.58	16.5	78.58	21
7	38.00	119.00	35.00	192.00	23.75	41.32	17.5	82.57	23
8	40.00	116.00	36.00	192.00	25.00	40.28	18	83.28	27
9	40.00	114.00	34.00	188.00	25.00	39.58	17	81.58	25
10	36.00	116.00	32.00	184.00	22.50	40.28	16	78.78	23
11	34.00	112.00	27.00	173.00	21.25	38.89	13.5	73.64	21
12	30.00	110.00	30.00	170.00	18.75	38.19	15	71.94	22
13	34.00	114.00	36.00	184.00	21.25	39.58	18	78.83	24
14	38.00	113.00	35.00	186.00	23.75	39.24	17.5	80.49	24

ตารางที่ 15 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนรวมระหว่างเรียน			รวมทั้งหมด	สัดส่วนคะแนน (30 : 50 : 20)			รวมทั้งหมด	ทดสอบหลังเรียน
	1	2	3		1	2	3		
คะแนนเต็ม	(48)	(144)	(40)	232	(30%)	(50%)	(20%)	(100)	(30)
15	38.00	110.00	33.00	181.00	23.75	38.19	16.5	78.44	23
16	34.00	109.00	35.00	178.00	21.25	37.85	17.5	76.60	25
17	30.00	110.00	30.00	170.00	18.75	38.19	15	71.94	21
18	36.00	111.00	35.00	182.00	22.50	38.54	17.5	78.54	22
19	35.00	108.00	34.00	177.00	21.88	37.50	17	76.38	23
20	33.00	107.00	30.00	170.00	20.63	37.15	15	72.78	20
21	31.00	105.00	29.00	165.00	19.38	36.46	14.5	70.33	21
22	29.00	111.00	35.00	175.00	18.13	38.54	17.5	74.17	20
23	26.00	107.00	29.00	162.00	16.25	37.15	14.5	67.90	19
24	30.00	106.00	29.00	165.00	18.75	36.81	14.5	70.06	20
รวม	847	2710	791.00	4348.00	529.38	940.97	395.5	1865.85	542
เฉลี่ย	35.29	112.92	32.96	181.17	42.35	39.21	16.48	77.74	22.58
S.D.	4.34	4.89	2.94	10.91	2.71	1.70	1.47	5.29	2.06
ร้อยละ	73.52	78.41	82.40	78.09	141.17	78.41	82.40	77.74	75.28



ภาคผนวก ค
หนังสือขอความอนุเคราะห์

พหุบัน ปณฺ ทิโต ชีเว



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว3251 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธต์ เนื่องเฉลิม

ด้วย นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว3251 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร. จูติวรดา พลเยี่ยม

ด้วย นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว3251 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญาณภัทร สีหะมงคล

ด้วย นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม โทร 6216
ที่ อว 0605.5(2)/ว3251 วันที่ 23 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา วรพันธุ์

ด้วย นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรอบรู้ ความสามารถ และมีประสบการณ์ ในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

บันทึกข้อความ



ที่ อว 0605.5(2)/ว3251

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

23 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน นายบรรจบ สายสมบัติ

ด้วย นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีลิกส์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตร์ 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 0910425717



ที่ อว 0605.5(2)/ว3258

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

27 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอบขออนุญาตครุภัณฑ์ทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมหาวิชานุกูล

ด้วย นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาพีลิกส์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี ทำการทดลอง ใช้เครื่องมือเพื่อนิสิตจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4371-3174
เบอร์โทรนิสิต 0910425717



ที่ อว 0605.5(2)/ว3287

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000

27 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำวิทยานิพนธ์

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมหาชัยพิทยาคาร

ด้วย นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง : “การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับผังกราฟิกเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร (กศ.ม.) หลักสูตรและการสอน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภมรพรรณ ยุระยาตร์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ในครั้งนี้

เพื่อให้การจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านได้อนุญาตให้ นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี เก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ เพื่อนิตินจะนำข้อมูลที่ได้ไปดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า คงได้รับความกรุณาจากท่านด้วย และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.รังสรรค์ โฉมยา)
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์งานวิชาการและบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
โทรศัพท์, โทรสาร 0-4374-3174
เบอร์โทรนิสิต 0910425717

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวอัจฉริยา คำมนตรี
วันเกิด	23 กรกฎาคม 2537
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	67 หมู่ที่ 11 ต.ป่อใหญ่ อ. บรบือ จ. มหาสารคาม 44130
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2554 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนผดุงนารี พ.ศ. 2559 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2564 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาหลักสูตร และการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูนุ์ ปณุ์ ทิโต ชีเว