การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

THE DEVELOPMENT OF PROBLEM - SOLVING ABILITY IN PHYSICS PROPOSITION BY INCORPORATING POLYA'S TECHNIQUE INTO 7E LEARNING CYCLE MODEL FOR MATHAYOMSUKSA 6 STUDENTS

นฤมล ฉิมงาม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

นฤมล ฉิมงาม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 The Development of Problem–Solving Ability in Physics Proposition by Incorporating Polya's Technique into 7E Learning Cycle Model for Mathayomsuksa 6 Students
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวนฤมล ฉิมงาม
สาขาวิชา	การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์รสริน เจิมไธสง, ค.ด.
ปีการศึกษา	2558

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทธิพร บุญส่ง, ศษ.ด.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภาพร แพรวพนิต, ศษ.ด.)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรัณย์ ว่องไว, วท.ด.)

..... กรรมการ
(อาจารย์รสริน เจิมไธสง, ค.ด.)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทธิพร บุญส่ง, ศษ,ด.)
วันที่ 13 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2559

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวนฤมล ฉิมงาม
สาขาวิชา	การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์รสริน เจิมไธสง, ค.ด.
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 2) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต ปีการศึกษา 2558 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 88 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น แผนการจัดการเรียนรู้ปกติและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

Thesis Title	The Development of Problem – Solving Ability in Physics Proposition by Incorporating Polya's Technique into 7E Learning Cycle Model for Mathayomsuksa 6 Students
Name – Surname	Miss Narumon Chimngam
Program	Research and Curriculum Development
Thesis Advisor	Ms. Rossarin Jermtaisong, Ph.D.
Academic Year	2015

ABSTRACT

The research aimed to 1) compare pre- and post-test scores of the problem-solving ability of Mathayomsuksa 6 students in physics proposition by incorporating Polya's Technique into 7E learning cycle model, 2) compare the students' problem-solving ability in Physics proposition before and after studying with the traditional approach, and 3) compare the problem-solving ability of students in the control group and the experimental group.

88 samples, 44 for the control group and 44 for the experimental group, were chosen by cluster random sampling from Mathayomsuksa 6 students studying in the Science and Mathematics program in the academic year 2015 at Saipanya Rangsit School. The research instruments were 1) lesson plans that incorporated Polya's Technique into 7E learning cycle model, 2) traditional lesson plans, and 3) a pre-and post-test on problem-solving ability in Physics proposition. The descriptive statistics Mean, Standard Deviation, and t-test were used for data analysis.

The research findings were as follows : 1) students' post-test scores on problem-solving ability in Physics proposition by incorporating Polya's Technique into 7E learning cycle model were statistically significant higher at .05, 2) students' post-test scores of problem-solving ability in Physics proposition by the traditional approach were statistically significant higher at .05, and 3) students' problem-solving ability in Physics proposition by incorporating Polya's Technique into 7E learning cycle model was statistically significant higher than that with the traditional approach at .05.

Keywords: problem-solving ability in Physics proposition, Polya's technique, 7E learning cycle model

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก ดร.รสริน เจิมไธสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษา ข้อแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร แพรวพนิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธิพร บุญส่ง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรันย์ ว่องไว ผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นกรรมการสอบ กรุณาให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่องต่างๆ รวมทั้งสละเวลามาเป็นกรรมการสอบในครั้งนี้ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบพระคุณ คณาจารย์สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้นำไปสู่ความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนเพื่อนร่วมรุ่นทุกคนที่ให้คำแนะนำและให้กำลังใจตลอดมา

ขอขอบพระคุณ ผู้บริหาร คณะครู นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 4 ในการหาคุณภาพของเครื่องมือและทดลองใช้เครื่องมือ

สุดท้ายนี้ หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีคุณค่าที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและส่วนรวม ผู้วิจัยขอมอบคุณความดีนี้ให้แก่ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณในชีวิต คณาจารย์ทุกท่านและครอบครัว ซึ่งให้กำลังใจ ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์

นฤมล ฉิมงาม

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ (4)

กิตติกรรมประกาศ (5)

สารบัญ (6)

สารบัญตาราง (9)

สารบัญภาพ (10)

บทที่ 1 บทนำ 11

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 11

1.2 คำถามการวิจัย 13

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 14

1.4 สมมติฐานการวิจัย 14

1.5 ขอบเขตของการวิจัย 15

1.6 ตัวแปรที่ศึกษา 15

1.7 คำจำกัดความในการวิจัย 16

1.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย 17

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 17

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 18

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา 27

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 42

2.4 รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา 54

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 59

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	63
3.1 แบบแผนการวิจัย	63
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	64
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	64
3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ	65
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	68
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	69
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	69
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น	71
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ	72
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ	73
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	75
5.1 สรุปผลการวิจัย	75
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	77
5.3 ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม	81

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก 89

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย 90

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 97

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความสอดคล้อง และผลการวิเคราะห์ 112

ประวัติผู้เขียน 135

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ 50

ตารางที่ 2.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 51

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 72

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ 73

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ 74

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 17
ภาพที่ 2.1 การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น 47
ภาพที่ 2.2 วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ตามแนวคิดของไอเซนคราฟท์ 48
ภาพที่ 3.1 แบบแผนการวิจัย 63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 ในมาตรา 24 ได้กำหนดการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ต่างๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรอบรู้ (โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ องค์การมหาชน, 2553, น. 8-9)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ และมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต (กรมวิชาการ, 2551, น. 4) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานต้องการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนด จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 8) โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระหนึ่งในหลักสูตร มีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการศึกษาค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด และมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทุกคนจึงต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ ตลอดจนผลผลิตต่างๆ ที่ใช้อำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน ล้วนเป็นผลมาจากความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, น. 1) นอกจากนี้ วิทยาศาสตร์ยังมีประโยชน์ต่อมนุษย์และมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาประเทศ ผลการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ประเทศมีความเจริญก้าวหน้าในด้านต่างๆ

มากมาย การพัฒนาให้บุคคลมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะมีผลโดยตรงต่อการพัฒนาตนเอง ชุมชนและสังคม (สธน เสนาสวัสดิ์, 2543)

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งที่สำคัญในการฝึกทักษะความรู้พื้นฐานของการนำไปใช้ในวิชาต่างๆ และมุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ในการดำเนินชีวิต โดยเน้นกระบวนการให้ผู้เรียนเกิดความคิด ความเข้าใจ และฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ วิชาฟิสิกส์ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา (นิภาพร ช่วยธานี, 2555, น. 39) แต่นักเรียนส่วนใหญ่ไม่ประสบผลสำเร็จในการเรียนวิชาฟิสิกส์เท่าใดนัก เนื่องจากเนื้อหาวิชาฟิสิกส์จะเป็นการแก้โจทย์ปัญหา ที่มีการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ ดัง Redish (2003 อ้างถึงใน เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2556, น. 2) กล่าวว่า ฟิสิกส์เป็นวิชาที่ต้องอาศัยการแปลความโจทย์ปัญหาไปเป็นประโยคสัญลักษณ์ กราฟเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรพีชคณิต และสมการต่างๆ ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้เรียนมักจะประสบปัญหาการวิเคราะห์โจทย์ และไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ ผู้เรียนจึงไม่สามารถนำกฎ ทฤษฎี สมการต่างๆ ไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้อง หรือผู้เรียนสามารถท่องจำสมการความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ได้ แต่ผู้เรียนไม่รู้ว่าโจทย์ปัญหาแบบไหนต้องใช้สมการใดในการแก้ปัญหา หรือไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ได้ ทำให้เป็นอุปสรรคอย่างยิ่งในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ตะวัน พันธ์ขาว, 2556, น. 117) และผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายไม่ตั้งใจเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ต่ำลง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนต่ำลงด้วย จะเห็นได้จากแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ในปี พ.ศ.2555 (Trends in International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS 2011) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในภาพรวมของประเทศไทย มีผลคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ โดยมีคะแนนวิชาชีววิทยา 460 คะแนน เคมี 436 คะแนน ฟิสิกส์ 430 คะแนน จากคะแนนเต็ม 1,000 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555 อ้างถึงใน เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2556, น. 1) ซึ่งวิชาฟิสิกส์ มีคะแนนรวมต่ำกว่าวิชาอื่นๆ สอดคล้องกับผลการทดสอบ O–NET ประจำปีการศึกษา 2556 และปีการศึกษา 2557ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ มีค่าเท่ากับ 30.48 และ 32.54 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2557, น. 3) และคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนสายปัญญารังสิตมีค่าเท่ากับ 33.65 และ 36.22 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (โรงเรียนสายปัญญารังสิต, 2557, น. 73) เมื่อพิจารณาจากผลคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบระดับชาติในระดับประเทศ และของโรงเรียนสายปัญญารังสิต พบว่า คะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 50 รายวิชาฟิสิกส์ถือเป็นส่วนหนึ่งของการสอบวิชาวิทยาศาสตร์ จึงควรได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน ซึ่งแนว

ทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางหนึ่งที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของ Polya (1985) โดยเป็นเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบที่เน้นกระบวนการค้นพบที่มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา คือ การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการตามแผนและตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้โจทย์ปัญหานั้น ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่จะเริ่มต้นในการแก้โจทย์ปัญหา ง่ายต่อการเข้าใจและเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแสดงความคิดเห็น มีอิสระในการหาคำตอบจากเนื้อหาที่เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก (นิตยา ทองคำ, 2550, น. 89) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรพินธ์ ชื่นชอบ (2549, น. 56) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์

นอกจากนี้ยังมีแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ อีกแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจคือ การจัดการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้และเข้าถึงความรู้ ความจริงได้ด้วยตนเอง ซึ่งครูจะทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้น แนะนำช่วยเหลือ และจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (ธารทิพย์ ขุนทอง, 2555, น. 4)

จากแนวคิดข้างต้นชี้ให้เห็นว่า เทคนิคของโพลยาเป็นการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการค้นพบในการแก้โจทย์ปัญหาและการจัดการเรียนรู้ ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ในการค้นพบความรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้และขยายความรู้ได้ ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาเป็นพร้อมทั้งมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างถูกต้อง

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือไม่อย่างไร

1.2.2 การจัดการเรียนรู้ปกติพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หรือไม่อย่างไร

1.2.3 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติหรือไม่อย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.3.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

1.3.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

1.3.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4.3 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 128 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 88 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 44 คน และกลุ่มควบคุม 44 คน

1.5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แบ่งเป็น 5 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานความร้อนกับสมบัติเชิงกายภาพของวัตถุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติของแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานภายในระบบ

1.5.3 ขอบเขตด้านระยะเวลาในการดำเนินการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา จำนวน 12 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ตามตารางปกติที่โรงเรียนจัดสอน

1.6 ตัวแปรที่ศึกษา

1.6.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีการจัดการเรียนรู้ 2 วิธี คือ การจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และการจัดการเรียนรู้ปกติ

1.6.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.7 คำจำกัดความในการวิจัย

1.7.1 โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วย ข้อความและตัวเลข ในรายวิชาฟิสิกส์ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.7.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีการคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยวัดจากคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา รายวิชาฟิสิกส์ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

1.7.3 เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการค้นพบและคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน และ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

1.7.4 การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ในการค้นพบความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้และเรียนรู้อย่างมีความหมาย ประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน

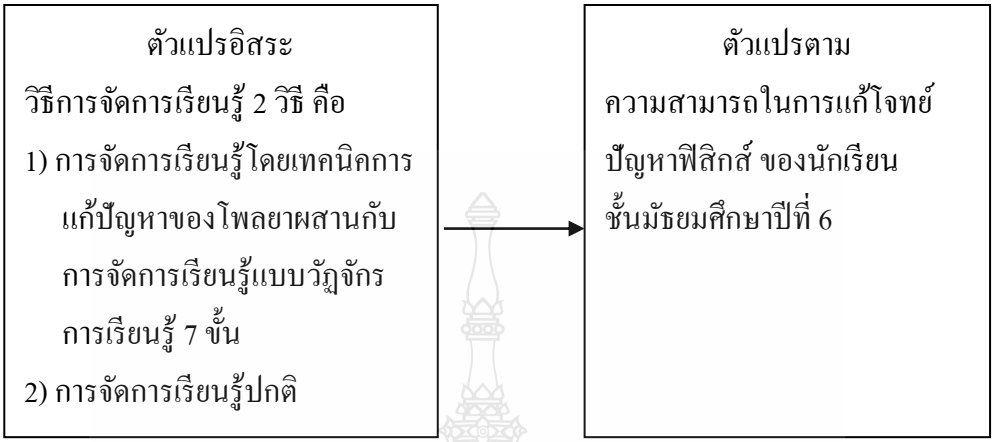
1.7.5 การจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบและคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนความรู้และเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ แล้วนำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอนผสานเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล

1.7.6 การจัดการเรียนรู้ปกติ หมายถึง การจัดการเรียนการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

1.7.7 นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 หมายถึง นักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

1.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยผู้วิจัยได้เขียนกรอบแนวคิดในการวิจัยตามที่ได้ทำการศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.9.1 ได้องค์ความรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เหมาะสมกับนักเรียน

1.9.2 ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สำหรับใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ

1.9.3 ได้แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ ในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาให้กับนักเรียน

1.9.4 ได้แนวทางในการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้กับนักเรียน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำเสนอสาระตามลำดับ ดังนี้

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

2.2.1 ปัญหาและการแก้ปัญหา

1) ความหมายของปัญหา

2) ความหมายของการแก้ปัญหา

3) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

2.2.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

1) ความหมายของโจทย์ปัญหา

2) ประเภทของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

3) ลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

4) องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

5) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

2.2.3 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2.3.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

2.3.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2.3.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2.4 รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

2.4.1 ประวัติความเป็นมาของโพลยา

2.4.2 เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา

2.4.3 การสอนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยา

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่างๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ ดังนี้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการ และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากร

ธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่างๆ

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 5 พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณีสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล

และความถูกต้องตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยี ชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งเรียนรู้และนำไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศและโลกนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้าง แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี และเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติด้านการเกษตรและสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆเข้าใจว่าวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, น. 1–5)

คุณภาพผู้เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจการรักษาดุลยภาพของเซลล์และกลไกการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต

2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกลคุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

15. ใช้ความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, น. 8–9)

คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 5

ศึกษาหลักการของสสารและฟิสิกส์แผนใหม่ในเรื่องความร้อน การเปลี่ยนสถานะของสาร ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส กฎของแก๊สและพลังงานภายในระบบของแก๊ส ความดันในของไหลและกฎพาสคัล แรงพยุงและหลักอาร์คิมีดีส ความตึงผิว การเคลื่อนที่ในของไหล และหลักแบร์นูลลี การค้นพบอิเล็กตรอน แนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอม สมมติฐานของพลังค์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี การสลายกัมมันตรังสี ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ รังสีในธรรมชาติ การป้องกันอันตรายและการใช้ประโยชน์จากกัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การอภิปราย การวิเคราะห์ การสำรวจตรวจสอบ การแก้ปัญหาและการทดลอง

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 5

1. อธิบายความดัน หลักการของเครื่องวัดความดัน

2. อธิบายหลักอาร์คิมีดิส และนำไปใช้อธิบายเกี่ยวกับการลอยของวัตถุในของไหล

3. อธิบายความตึงผิวของของเหลวและความหนืดในของเหลว

4. อธิบายการไหลของของไหลอุดมคติ ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

5. อธิบายผลของความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ

6. อธิบายแก๊สอุดมคติ กฎของแก๊ส และใช้กฎของแก๊สอธิบายพฤติกรรมของแก๊ส

7. อธิบายทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอธิบายสมบัติทางกายภาพของแก๊สได้

8. อธิบายพลังงานภายในระบบ และความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อน พลังงานภายในระบบ และงานที่ระบบทำหรือรับจากสิ่งแวดล้อม

9. อธิบายการค้นพบอิเล็กตรอน และโครงสร้างอะตอม ตามแบบจำลองอะตอมของทอมสันและรัทเทอร์ฟอร์ด

10. อธิบายสมมติฐานของพลังค์

11. อธิบายทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนของโบร์และระดับพลังงานของอะตอม

12. อธิบายปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกและปรากฏการณ์คอมป์ตัน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่สนับสนุนว่าแสงแสดงสมบัติของอนุภาคได้

13. อธิบายสมมติฐานของเดอบรอยล์ และทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค

14. อธิบายโครงสร้างอะตอมตามทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัม

15. อธิบายกัมมันตภาพรังสี และการเปลี่ยนสภาพนิวเคลียสของธาตุกัมมันตรังสี

16. อธิบายหลักการที่เกี่ยวข้องการสลายของธาตุกัมมันตรังสี

17. อธิบายไอโซโทปและการแยกไอโซโทป

18. อธิบายแรงนิวเคลียร์ พลังงานยึดเหนี่ยว และ เสถียรภาพของนิวเคลียส

19. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์และพลังงานนิวเคลียร์ที่เกิดขึ้นรวมทั้งการใช้ประโยชน์

20. อธิบายประโยชน์และโทษของรังสีและการป้องกัน

รวมทั้งหมด 20 ผลการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555)

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รูปแบบการแก้ปัญหาและวิธีสอนแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยนำมาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ผลการเรียนรู้ที่ 5 อธิบายผลของความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ ผลการเรียนรู้ที่ 6 อธิบายแก๊สอุดมคติ กฎของแก๊สและใช้กฎของแก๊สอธิบายพฤติกรรมของแก๊ส ผลการเรียนรู้ที่ 7 อธิบายทฤษฎีจลน์ของแก๊สและใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอธิบายสมบัติทางกายภาพของแก๊สได้ ผลการเรียนรู้ที่ 8 อธิบายพลังงานภายในระบบ และความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อน พลังงานภายในระบบ และงานที่ระบบทำหรือรับจากสิ่งแวดล้อม มาเป็นแนวทางการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้

สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายการประเมินในการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

2.2.1 ปัญหาและการแก้ปัญหา

1) ความหมายของปัญหา

Adams; Ellis & Beeson (1977, pp. 173-174 อ้างถึงใน จันทร์ขจร มะลิจันทร์, 2554, น. 39) ได้กล่าวว่า ปัญหา คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบที่เกี่ยวกับปริมาณซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการ หรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหาต้องค้นคว้าว่าจะใช้วิธีการใดเพื่อหาคำตอบของปัญหา

Krulik & Rudnick (1996, p.3 อ้างถึงใน เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2554, น. 19) ได้กล่าวถึงความหมายของปัญหาว่า เป็นสถานการณ์ ข้อคำถาม ข้อสงสัยที่เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ไขเหตุการณ์ได้ในทันที

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 221) กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือสิ่งที่พบแล้วไม่สามารถใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งแก้ปัญหาได้ทันที

สุพัตรา ฝ้ายขันธ์ (2552, น. 35) ได้กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือคำถามต่างๆ ที่จะต้องแก้ไข ซึ่งเป็นอุปสรรคที่ทำให้ไม่สามารถดำเนินการให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

สุวิชา วันสุดล (2554, น. 46) ได้กล่าวว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ก่อให้เกิดอุปสรรค ทำให้บุคคลที่กำลังเผชิญอยู่ไม่สามารถดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายได้ และในขณะนั้นยังไม่มีวิธีการหาคำตอบซึ่งบุคคลนั้นต้องการ และเต็มใจที่จะค้นคว้าหาคำตอบ เพื่อขจัดปัญหาให้หมดสิ้นไปด้วยการศึกษาจากสาเหตุที่มาของปัญหานั้นๆ และดำเนินการแก้ไขด้วยกระบวนการที่เหมาะสม

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556, น. 19) ได้กล่าวว่า ปัญหา คือ สิ่งต่างๆ ที่ทำให้เกิดความสงสัย หรือความขัดแย้ง ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่ง

จากความหมายของปัญหาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ปัญหา หมายถึง สถานการณ์หรือประเด็นที่ก่อให้เกิดอุปสรรค ที่เมื่อเผชิญแล้วไม่สามารถที่จะใช้วิธีการใดในการแก้ไขได้ในทันที เป็นสิ่งที่จะต้องมีการแก้ไข ซึ่งการแก้ไขปัญหาจะรับรู้ได้จากผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาหรือผลงานที่นำไปสู่วัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย ประเด็นปัญหาแสดงถึงทางออกที่ต้องการ ควบคู่กับความ

บกพร่อง ข้อสงสัย หรือความไม่สอดคล้องที่ปรากฏขึ้น ซึ่งขัดขวางมิให้ผลลัพธ์ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย

2) ความหมายของการแก้ปัญหา

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ (2553, น. 153) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง การคิดไตร่ตรองอย่างพินิจพิเคราะห์สิ่งต่างๆ ที่เป็นประเด็นสำคัญของเรื่อง หรือสิ่งต่างๆ ที่คอยรบกวน สร้างความรำคาญ สร้างความยุ่งยากสับสน และพยายามหาหนทางคลี่คลายสิ่งเหล่านั้นให้ปรากฏ และหาหนทางขจัดปัดเป่าสิ่งที่เป็นปัญหาก่อความรำคาญ ความยุ่งยากสับสนให้หมดไป

สุวิชา วันสุดล (2554, น. 46) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาว่า เป็นกระบวนการหรือวิธีดำเนินการที่ซับซ้อน ซึ่งผู้แก้ปัญหาต้องหาวิธีการคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่พึงประสงค์โดยอาศัยสติปัญญา ทักษะการคิดแบบวิเคราะห์ และความรู้ความเข้าใจในสถานการณ์ ความพร้อมที่จะแก้ปัญหาใหม่ๆ โดยการเรียนรู้จากประสบการณ์เดิมทั้งทางตรงและทางอ้อม และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมกับสถานการณ์นั้นๆ เพื่อให้เป้าหมายบรรลุผลตามที่ต้องการ

Gagne (1970, p. 62) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบการเรียนรู้อย่างหนึ่งที่ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทหลักการที่มีความเกี่ยวข้องกันตั้งแต่สองประเภทขึ้นไป และใช้หลักการนั้นมาผสมผสานกันจนเป็นความสามารถชนิดใหม่ที่เรียกว่าความสามารถด้านการคิดแก้ปัญหา การเรียนรู้ประเภทนี้ต้องอาศัยการเรียนรู้ประเภทความคิดรวบยอดเป็นพื้นฐานของการเรียน เป็นการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่อาศัยความสามารถในการมองลักษณะร่วมของสิ่งเร้าทั้งหมด

Good (1973, p. 518) ได้กล่าวถึงความหมายของการแก้ปัญหาว่า เป็นแบบแผนหรือวิธีการซึ่งอยู่ในสภาวะที่มีความยุ่งยากลำบาก หรืออยู่ในสภาวะที่พยายามตรวจข้อมูลที่ทำมาได้ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับปัญหา มีการตั้งสมมติฐานและตรวจสอบสมมติฐาน ภายใต้การควบคุม มีการเก็บข้อมูลจากการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์นั้นว่าจริงหรือไม่

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556, น. 20) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการในการใช้ความรู้ ความคิดและประสบการณ์ ในการหาทางออกของปัญหาที่ต้องอาศัยทั้งสติปัญญา ทักษะความรู้ ความเข้าใจ โดยมีขั้นตอนหรือกระบวนการในการทำความเข้าใจกับปัญหาจนสามารถค้นพบทางออกของปัญหา เพื่อให้เป้าหมายบรรลุผลสำเร็จตามที่ได้วางไว้

Torrance (1987 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2557, น. 67) ให้ความหมายการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นรูปแบบการคิดแก้ปัญหาที่เริ่มจากการรับรู้ถึงสถานการณ์ที่ยังไม่ปรากฏขึ้น แล้วนำเอาสถานการณ์นั้นมาเข้าสู่ระบบการคิดแก้ปัญหา หรือค้นคว้าหาคำตอบที่แปลกใหม่ เป็นแนวคิดที่มีคุณค่าตามกระบวนการคิดแก้ปัญหา

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557, น. 68) ได้กล่าวว่า การคิดแก้ปัญหา เป็นการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมของบุคคล นำมาคิดแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่กำหนด

จากความหมายของการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า การแก้ปัญหา เป็นกระบวนการหาทางออกของปัญหา โดยใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่ได้เรียนรู้มาในการหาคำตอบได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่ได้กำหนดไว้

3) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์กับพัฒนาการด้านสติปัญญา และการเรียนรู้ เพื่อให้เข้าใจในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา จึงมีทฤษฎีเกี่ยวข้อง ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555, น. 18)

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548, น. 12–13 อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555, น. 18–19) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนตามลำดับอายุ ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหา คือ

ขั้นที่ 1 ระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ (Sensorimotor Stage) ตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี เด็กจะรู้เฉพาะสิ่งที่เป็นรูปธรรม มีความเจริญอย่างรวดเร็วในด้านความคิด ความเข้าใจ การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อและสายตา และการใช้ประสาทสัมผัสต่างๆ ต่อสภาพจริงรอบตัว เด็กในวัยนี้ชอบทำอะไรบ่อยๆ ซ้ำๆ เป็นการเลียนแบบ พยายามแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก ความสามารถในการคิดวางแผนของเด็กยังอยู่ในขีดจำกัด

ขั้นที่ 2 ขั้นเตรียมสำหรับความคิดที่มีเหตุผล (Preoperational Stage) อยู่ในช่วงอายุ 2-7 ปี เพียเจต์ได้แบ่งขั้นนี้ออกเป็นขั้นย่อยๆ 2 ขั้น คือ

1) Preoperational Though เด็กวัยนี้อยู่ในช่วง 2-4 ปี เด็กวัยนี้มีความคิดรวบยอดในเรื่องต่างๆ แล้วเพียงแต่ยังไม่สมบูรณ์ และยังไม่มีเหตุผลเด็กสามารถใช้ภาษาและเข้าใจความหมายของสัญลักษณ์ แต่การใช้ภาษานั้นยังเกี่ยวกับตนเองเป็นส่วนใหญ่ ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ เด็กยังไม่สามารถใช้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลและยังไม่เข้าใจความคงที่ของปริมาณ

2) Intuitive Though อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 4-7 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้แม้ว่าจะเริ่มมีเหตุผลมากขึ้น แต่การคิดและการตัดสินใจยังขึ้นอยู่กับการรับรู้มากกว่าความเข้าใจ เด็กเริ่มมีปฏิกิริยาต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น มีความอยากรู้อยากเห็นและมีการซักถามมากขึ้น มีการเลียนแบบ

พฤติกรรมของผู้ใหญ่ที่อยู่รอบข้าง ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิด อย่างไรก็ตามความเข้าใจของเด็กวัยนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอกนั่นเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงรูปธรรม (Concrete Operational Stage) อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 7-11 ปี เด็กวัยนี้สามารถใช้สมองในการคิดอย่างมีเหตุผล แต่กระบวนการคิดและการใช้เหตุผลในการแก้ไขปัญหายังต้องอาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรม จุดเด่นของเด็กวัยนี้ คือ เริ่มมีเหตุผลสามารถคิดย้อนกลับได้ เด็กเริ่มมองเห็นเหตุการณ์และสิ่งต่างๆ ได้หลายแง่หลายมุมมากขึ้น สามารถตั้งกฎเกณฑ์นำมาใช้ในการแบ่งแยกสิ่งต่างๆ เป็นหมวดหมู่ได้

ขั้นที่ 4 ขั้นการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงนามธรรม (Formal Operational Stage) อยู่ในช่วงอายุ 11-15 ปี ในขั้นนี้โครงสร้างทางความคิดของเด็กได้พัฒนามาถึงขั้นสูงสุด เด็กจะรู้จักคิดตัดสินปัญหา มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ได้มากขึ้น เริ่มเข้าใจกฎเกณฑ์ทางสังคมได้ดีขึ้น สามารถเรียนรู้โดยใช้เหตุผลมาอธิบายและแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ สนใจในสิ่งที่เป็นนามธรรมและสามารถเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2548, น. 13 อ้างถึงใน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555, น. 19) ได้กล่าวถึงทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

1) ขั้น Enactive Stage เป็นขั้นที่เด็กมีระยะการแก้ปัญหาด้วยการกระทำ ตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ซึ่งตรงกับขั้น Sensorimotor Stage ของเพียเจต์ เป็นขั้นที่เด็กเรียนรู้ด้วยประสบการณ์หรือการกระทำมากที่สุด

2) ขั้น Iconic Stage เป็นขั้นที่เด็กมีระยะการแก้ปัญหาด้วยการรับรู้แต่ยังไม่รู้จักใช้เหตุผล ซึ่งตรงกับขั้น Concrete Operational Stage ของเพียเจต์ เด็กวัยนี้เกี่ยวข้องกับความจริงมากขึ้น จะเกิดความคิดจากการรับรู้เป็นส่วนใหญ่ และภาพแทนในใจ อาจจะมีจินตนาการบ้างแต่ไม่ลึกซึ้ง

3) ขั้น Symbolic Stage เป็นขั้นพัฒนาการทางด้านความรู้และความเข้าใจขั้นสูงสุด เปรียบได้กับขั้นระยะการแก้ปัญหาด้วยเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Formal Operational Stage) เด็กสามารถถ่ายทอดประสบการณ์โดยการใช้ภาพหรือสัญลักษณ์ สามารถคิดหาเหตุผลและเข้าใจสิ่งที่เป็นนามธรรม ตลอดจนสามารถคิดแก้ไขปัญหาได้

ทฤษฎีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์

ทฤษฎีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ ได้กล่าวว่า รูปแบบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีโครงสร้างของกระบวนการใช้จินตนาการเน้นถึงการคิดหาทางเลือกหลายๆ

แบบก่อนที่จะนำไปเลือกใช้ในการแก้ปัญหา และแต่ละขั้นของกระบวนการของทอร์แรนซ์นั้น ผู้แก้ปัญหาจะต้องไม่ประเมินหรือตัดสินแนวคิดที่จะแก้ปัญหาต่างๆ รูปแบบของทอร์แรนซ์มีจุดมุ่งหมายดังนี้ (สำนักงานคณะ กรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555, น. 20) คือ

1) เพื่อให้บุคคลผู้แก้ปัญหาที่ตั้งต้นด้วยความยุ่งเหยิง สับสน ไปสู่การแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ

2) เพื่อส่งเสริมให้มีพฤติกรรมที่สร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการปฏิบัติการของความรู้ จินตนาการ การประเมิน ซึ่งมีผลเป็นผลผลิตใหม่ ความคิดใหม่ที่เป็นประโยชน์ และมีคุณค่าต่อบุคคลและสังคม

จากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา สามารถสรุปได้ว่านักเรียนที่มีอายุระหว่าง 11–15 ปีขึ้นไป มีความสามารถในการคิดเชิงนามธรรม ซึ่งเป็นช่วงอายุเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ และสอดคล้องกับขั้น Symbolic Stage ของทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ ซึ่งนักเรียนสามารถคิดแก้ไขปัญหา มองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ เป็นนามธรรม และเลือกทางที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้ (เกริก ศักดิ์สุภาพ, 2556, น. 22) โดยในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นช่วงอายุที่ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดแก้โจทย์ปัญหาแบบซับซ้อน มีขั้นตอนและวิธีการในการแก้โจทย์ปัญหาหลากหลายวิธี

2.2.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา

1) ความหมายของโจทย์ปัญหา

อารมณ์ จันทร์ลาม (2550, น. 64) ได้กล่าวว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ซึ่งมีข้อความเป็นภาษาหนังสือหรือเรื่องราวที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ในทันทีทันใด ต้องคิดหาวิธีการเพื่อให้ได้คำตอบในเชิงปริมาณหรือตัวเลข ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์ ความรู้ การวางแผน การตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหา โดยจะต้องแปลความหมายและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาก่อนที่จะดำเนินการหาคำตอบ

นภดล แก้วเรือง (2550, น. 40) ได้กล่าวว่าโจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความและตัวเลขพบได้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผู้แก้จะต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการที่เหมาะสม

จากความหมายของโจทย์ปัญหา สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหา หมายถึง สถานการณ์ที่ประกอบด้วยข้อความเป็นภาษาหนังสือและตัวเลขที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ได้ในทันที ซึ่งผู้แก้โจทย์ปัญหาต้องใช้ความรู้ ประสบการณ์ การวางแผน และการตัดสินใจดำเนินการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการ

คิดหาคำตอบที่เหมาะสม การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นิยามโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ว่า หมายถึง สถานการณ์ที่เป็นข้อความและตัวเลขในรายวิชาฟิสิกส์ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

2) ประเภทของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

Charies & Lester (1982, pp. 6–10) ได้พิจารณาตามเป้าหมายการฝึก ได้พิจารณาจำแนกประเภทของปัญหา ตามเป้าหมายของการฝึกแก้ปัญหาไว้ 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 เน้นการพัฒนากลวิธีต่างๆ มีการวางแผนแก้ปัญหาและประเมินผลคำตอบ

5) ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) เป็นปัญหาที่ต้องใช้ทักษะความรู้มโนทัศน์และวิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีทางคณิตศาสตร์เป็นสำคัญ เช่น การแทนข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ จัดระบบ ประมวลผล และแปลผล ปัญหาประยุกต์เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้ผู้แก้ปัญหาซึ่งจะทำให้ผู้แก้ปัญหาเห็นประโยชน์และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์

6) ปัญหาปริศนา (puzzle problem) เป็นปัญหาที่บางครั้งได้คำตอบจากการเดาไม่จำเป็นต้องใช้คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา บางครั้งต้องใช้เทคนิคเฉพาะ เป็นปัญหาที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา และเป็นปัญหาที่มองได้หลายแง่มุม ปัญหาปริศนามักเป็นปัญหาลับสมอง ปัญหาท้าทาย ผู้ที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะแก้ปัญหาในลักษณะนี้ได้ดี

Polya (1975, pp. 23–29) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) ปัญหาให้ค้นหา เป็นปัญหาให้ค้นหาสิ่งที่ต้องการซึ่งอาจเป็นปัญหาในเชิงทฤษฎี หรือปัญหาในเชิงปฏิบัติ อาจเป็นรูปธรรมหรือนามธรรม ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ สิ่งที่ต้องการหา ข้อมูลที่กำหนดให้ และเงื่อนไข

2) ปัญหาให้พิสูจน์ เป็นปัญหาที่แสดงอย่างสมเหตุสมผลว่า ข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเท็จ ส่วนสำคัญของปัญหานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ สมมติฐานหรือสิ่งที่กำหนดให้ และผลสรุปหรือสิ่งที่ต้องพิสูจน์

Baroody (1993, pp. 2–4) ได้แบ่งโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) ปัญหาธรรมดา (Routine Problem) หรือปัญหาอย่างง่าย หรือปัญหาชั้นเดียว (Simple (One-Step) Translation Problem) เป็นปัญหาที่ใช้การกระทำทางคณิตศาสตร์อย่างเดียวและสามารถแก้ได้อย่างตรงไปตรงมา

2) ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาแปลกใหม่ (Nonroutine Problem) แบ่งออกเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่

(2.1) ปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาหลายชั้น (Complex (Multistep) Translation Problem) ปัญหาที่แก้ได้โดยการกระทำคณิตศาสตร์ 2 การกระทำหรือมากกว่านั้นที่แตกต่างกัน

(2.2) ปัญหาที่แก้ไขสิ่งอื่นของปัญหา (Other Modifications of Translation Problem) นอกจากจะรวมการแก้ปัญหาหลายชั้นและชั้นเดียวแล้ว ปัญหานี้ยังต้องการวิเคราะห์ทางความคิด เช่น ปัญหาที่ต้องการหาองค์ประกอบที่ผิดหรือสิ่งที่ผิดโจทย์ ปัญหาที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ เป็นต้น

(2.3) ปัญหาที่เป็นวิธีปฏิบัติ (Process Problem) ปัญหาที่ให้แสดงถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหา

(2.4) ปัญหาปริศนา (Puzzle Problem) ปัญหาเกี่ยวกับกลอุบาย ปัญหาที่ทำให้เกิดความท้าทายในการทำงาน

(2.5) ปัญหาเฉพาะไม่ระบุจุดหมาย (Nongoa l– Specific Problem) ปัญหาลักษณะนี้เป็นชนิดพิเศษของปัญหาแปลกใหม่ ปัญหาลักษณะนี้ซึ่งไม่ต้องการคำตอบหรือเงื่อนไขของคำตอบ ปัญหานี้สนับสนุนให้นักเรียนรู้จักพิจารณาส่วนคำถาม ซึ่งครูจะไม่คาดคำตอบไว้ก่อน

(2.6) ปัญหาประยุกต์ (Applied Problem) ปัญหาลักษณะนี้ขยายจากสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

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

ปราณี ผิวแดง (2553, น. 39) แบ่งโจทย์ปัญหาออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) แบ่งตามจุดประสงค์ของปัญหา ประกอบด้วย ปัญหาให้ค้นหาและปัญหาให้พิสูจน์

2) แบ่งตามความซับซ้อนของปัญหา ประกอบด้วย ปัญหาธรรมดา และปัญหาไม่ธรรมดา

จากประเภทของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า โจทย์ปัญหาฟิสิกส์มี 2 ประเภท คือ ปัญหาธรรมดา เป็นปัญหาที่พบได้โดยทั่วไปในชั้นเรียนหรือปัญหาที่พบในหนังสือเรียนตามปกติ ที่ใช้สำหรับการฝึกให้นำทฤษฎี หลักการและสูตรทางฟิสิกส์ไปใช้มักเป็นปัญหาขั้นตอนเดียวที่มุ่งให้เกิดความเข้าใจ และพัฒนาการคิดคำนวณ และอีกประเภทหนึ่งคือ ปัญหาไม่ธรรมดาหรือปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่ซับซ้อน อาจไม่เคยพบเห็นมาก่อน เป็นปัญหาที่ต้องใช้ความคิดในการวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ทักษะความรู้ การได้มาซึ่งคำตอบต้องอาศัยวิธีการคำนวณ 2 วิธีการหรือมากกว่านั้น บางครั้งได้คำตอบจากการเดาสุ่ม ไม่จำเป็นต้องแก้ปัญหาโดยใช้การคำนวณ

3) ลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์

วิไลวัลย์ เมืองโคตร (2548, น. 13 อ้างถึงใน จิตติมา พิศาภาค, 2552, น. 17) ได้กล่าวถึงลักษณะของโจทย์ปัญหาที่ดี ดังนี้

(3.1) ภาษาที่ใช้สามารถเข้าใจง่าย

(3.2) ช่วยกระตุ้นและพัฒนาความคิด

(3.3) ไม่สั้นหรือยาวเกินไป

(3.4) ไม่ยากหรือง่ายเกินไปสำหรับนักเรียนในวัยนั้นๆ

(3.5) ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหา

(3.6) ข้อมูลที่มีอยู่จะต้องทันสมัยและเป็นเหตุการณ์ที่เป็นไปได้จริง

(3.7) นักเรียนสามารถใช้การวาดภาพ ไดอะแกรม หรือแผนภูมิช่วยในการแก้ปัญหา

(3.8) ในการแก้ปัญหานั้น นักเรียนต้องอาศัยประสบการณ์จากความรู้ที่เคยเรียนมาแล้ว

(3.9) ก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหา ซึ่งเป็นกระบวนการทางความคิดที่สำคัญ

(3.10) คำตอบที่ได้ควรมีเหตุผล ไม่ใช่คำตอบที่ได้จากความจำ

จากลักษณะของโจทย์ปัญหาที่ดีที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่าลักษณะของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์มีส่วนสัมพันธ์กับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน ครูผู้สอนควรจะสร้างโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ให้มีลักษณะดังนี้

1) ภาษาเข้าใจง่าย

2) ช่วยกระตุ้นความคิดและก่อให้เกิดการวิเคราะห์และแยกแยะปัญหา

3) เป็นโจทย์ปัญหาต้องใช้ความรู้เดิมที่เคยเรียนมาแล้ว ในการแก้ปัญหา

4) มีความยากง่ายเหมาะสมกับผู้เรียน

5) ให้ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะนำไปประกอบการพิจารณาแก้ปัญหา และเป็นเหตุการณ์ที่ใกล้ตัวของผู้เรียน

6) ผู้เรียนสามารถใช้การวาดภาพ และการคำนวณช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา

4) องค์ประกอบในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

สุวร กาญจนมยูร (2533, น. 3 อ้างถึงใน เสฏฐวุฒิ มุลอามาตย์, 2549, น. 51) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังนี้

1) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับภาษา ได้แก่ คำและความหมายของคำต่างๆ ที่อยู่ในโจทย์ปัญหาแต่ละข้อมีความหมายอย่างไร

2) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับความเข้าใจ เป็นขั้นตีความและแปลความจากข้อความทั้งหมดของโจทย์ปัญหาออกมาเป็นประโยคสัญลักษณ์ที่นำไปใช้หาคำตอบด้วยวิธีการคำนวณ ซึ่งนักเรียนจะต้องคิดได้ด้วยตนเอง

3) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการคำนวณ ขั้นนี้นักเรียนจะต้องมีทักษะในการบวก ลบ คูณ และหาร ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

4) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับการแสดงวิธีทำ ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนฝึกอ่าน ย่อความ จากโจทย์แต่ละตอน โดยเขียนสั้นๆ รัดกุม และมีความหมายชัดเจนตามโจทย์

5) องค์ประกอบในการฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ผู้สอนจะต้องเริ่มฝึกทักษะการแก้ปัญหาให้นักเรียนทุกคนจากง่ายไปยาก กล่าวคือเริ่มฝึกทักษะตามตัวอย่าง หรือเลียนแบบตัวอย่างที่ครูผู้สอนทำให้ดูก่อน จึงจะไปฝึกทักษะการแปลความ และฝึกทักษะจากหนังสือเรียนต่อไป

เสฏฐวุฒิ มุลอามาตย์ (2549, น. 52) ได้กล่าวถึง ยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ว่า มีหลากหลายวิธีต้องฝึกให้นักเรียนรู้จักขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ มีเป้าหมายที่แน่นอน เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนหาวิธีแก้ปัญหา ปฏิบัติตามแผน และตรวจสอบความ

ถูกต้องของผลลัพธ์ นอกจากนี้ต้องอาศัยยุทธวิธีต่างๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

น้อมศรี เคท และคณะ (2541, น. 19) และ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2537, น. 81 อ้างถึงใน โสมภิสัย สุวรรณ์, 2554, น. 10–11) กล่าวว่า องค์ประกอบในการแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1) การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงด้านนี้ คือ ทักษะการฟังและการอ่าน เนื่องจากโจทย์ปัญหามักอยู่ในรูปของข้อความตัวอักษร ดังนั้น เมื่อพบปัญหานักเรียนต้องอ่านและทำความเข้าใจ แยกประเด็นที่สำคัญๆ ได้ว่า โจทย์กำหนดอะไรบ้างและปัญหาต้องการให้หาอะไร มีข้อมูลใดบ้างที่จำเป็น ซึ่งต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม มโนมติและข้อเท็จจริงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ แสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียน ในการระลึกถึงการเชื่อมโยงกับปัญหาที่เผชิญอยู่ นอกจากนี้ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การรู้จักใช้กลวิธีมาช่วยในการเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ เป็นต้น

2) ทักษะในการแก้ปัญหา เป็นทักษะที่เกิดจากการฝึกฝนหรือทำอยู่บ่อยๆ จนเกิดความชำนาญเมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนจะได้พบปัญหาต่างๆ หลายรูปแบบ ซึ่งอาจมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์การเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา

3) การคิดคำนวณและการให้เหตุผลจากที่นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาและวางแผนแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไป คือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปัญหาบางปัญหาจะต้องมีกระบวนการและเหตุผล ซึ่งการคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัดและวางแผนแก้ปัญหาอย่างเหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่บรรลุผลตามเป้าหมาย สำหรับปัญหาที่ต้องอธิบายให้เหตุผล นักเรียนต้องอาศัยเท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาแต่ละระดับขั้น

4) แรงขับ เนื่องจากปัญหาที่เป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งผู้แก้ปัญหายังไม่คุ้นเคยและไม่มีวิธีการหาคำตอบได้ทันทีทันใด ผู้แก้ปัญหาจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ นักเรียนที่เป็นผู้แก้ปัญหาจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดจากปัจจัยต่างๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ ความสำเร็จ ตลอดจนถึงความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา เป็นต้น

5) ความยืดหยุ่น เป็นการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยบูรณาการปัจจัยต่างๆ เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Morgan (1987, pp. 154-155 อ้างถึงใน สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2555, น. 139) ได้สรุปความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของบุคคลต่างกันเนื่องจากองค์ประกอบ ต่อไปนี้

1) สติปัญญา ผู้มีสติปัญญาดีจะมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาได้ดี

2) แรงจูงใจ เป็นสิ่งที่จะทำให้เกิดแนวทางในการคิดแก้โจทย์ปัญหา

3) ความพร้อมในการแก้โจทย์ปัญหาใหม่ๆ เป็นความพร้อมในการแก้โจทย์ปัญหานั้นเนื่องจากประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อน

4) การเลือกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเหมาะสม

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2555, น. 140) สรุปว่า องค์ประกอบสำคัญในการแก้ปัญหาจะต้องคำนึงถึงนักเรียนเป็นสำคัญ โดยพิจารณาจากเรื่องที่เกี่ยวกับตัวนักเรียน อยู่ในขอบเขตความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน มีกิจกรรมหรือสิ่งเร้าให้นักเรียนมองเห็นปัญหา ครูแนะนำวิธีการวางแผนแก้ปัญหา เก็บรวบรวมข้อมูล และประเมินผลให้นักเรียนเข้าใจ ส่งผลให้นักเรียนสามารถดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหา จนกระทั่งสรุปผลการแก้ปัญหาได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า นักเรียนจะมีความสามารถแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนหาวิธีแก้ปัญหา การคำนวณหรือลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้ นอกจากนี้ต้องอาศัยยุทธวิธีและขั้นตอนต่างๆ มาช่วยในการแก้ปัญหาด้วย ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หรือสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ

5) ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

Mark & et al. (1975 อ้างถึงใน พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน, 2552, น. 53) สรุปว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามีดังนี้

1) สำรวจและค้นพบปัญหาด้วยวิถีทางต่างๆ จนมองเห็นองค์ประกอบที่จำเป็นในการแก้โจทย์ปัญหา และพิจารณาว่าข้อมูลอะไรที่ต้องการหา และข้อมูลอะไรที่เป็นประโยชน์

2) การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหาปัจจุบันนั้นได้

3) ฝึกปฏิบัติตามโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงความสัมพันธ์โจทย์ปัญหา

4) ตรวจสอบการคำนวณ ผู้เรียนรู้จักการประมาณ และตรวจสอบผลการคำนวณว่าถูกต้องหรือไม่

Dewey (1976, p. 130) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา มีดังนี้

1) ขั้นเตรียมการ (Preparation) หมายถึง การรับรู้และเข้าใจปัญหา เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น ผู้ประสบปัญหาจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวปัญหาก่อนว่าปัญหาที่แท้จริงนั้นคืออะไร

2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา (Analysis) เป็นการพิจารณาดูว่าสิ่งใดบ้างเป็นสาเหตุของปัญหา กล่าวคือมีการระบุและแจกแจงปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีลักษณะแตกต่างกัน ระดับความยากง่ายที่จะแก้ไขต่างกัน

3) ขั้นเสนอแนวทางการแก้ปัญหา (Production) หมายถึง การหาวิธีการให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา แล้วออกมาในรูปแบบของวิธีการรวบรวมข้อเท็จจริงเกี่ยวกับปัญหา เพื่อการตั้งสมมติฐาน

4) ขั้นตรวจสอบผล (Verification) หมายถึง การเสนอเกณฑ์เพื่อการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการเสนอวิธีแก้ปัญหา ถ้าผลที่ได้รับไม่ถูกต้อง ก็เสนอวิธีแก้ปัญหาใหม่จนกว่าจะได้วิธีที่ดีที่สุดหรือถูกต้องที่สุด

5) ขั้นการนำไปประยุกต์ใหม่ (Reapplication) หมายถึง การนำวิธีแก้ปัญหาที่ถูกต้องไปใช้ในโอกาสข้างหน้า เมื่อพบกับเหตุการณ์คล้ายกับปัญหาที่เคยพบมาแล้ว

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556, น. 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 ขัดแย้งกับกฎทางฟิสิกส์หรือไม่

พิจิตร ยังคำ (2557, น. 2) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง ขั้นตอนในการเตรียมการวางแผน วิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา เลือกใช้สูตร ดำเนินการ เพื่อให้ได้คำตอบ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1) วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (Planning) เป็นการทำความเข้าใจข้อมูลหรือเงื่อนไขในโจทย์ปัญหา พิจารณาหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ดังนี้

(1.1) พิจารณาโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้ หรือสิ่งที่กำหนดให้ในโจทย์ทำการแปลงคำพูดจากโจทย์เป็นสัญลักษณ์สูตรบรรจุลงในตารางวิเคราะห์

(1.2) พิจารณาโจทย์ว่าต้องการให้หาสิ่งใด แปลงเป็นสัญลักษณ์สูตรบรรจุลงในตารางวิเคราะห์

(1.3) วางแผนแก้ปัญหาเริ่มต้นด้วยการหาสูตรที่ใช้หาคำตอบบรรจุลงในตารางวิเคราะห์ เชื่อมโยงเส้นลูกศรจากสัญลักษณ์แต่ละตัวในสูตรไปยังสิ่งที่กำหนดให้ ถ้ายังมีตัวสัญลักษณ์ในสูตรที่ไม่มีในสิ่งที่กำหนดให้ให้เขียนสูตรในการหาตัวนั้นๆ ต่อไป จนกว่าจะเชื่อมโยงไปสู่สิ่งที่โจทย์กำหนดจนครบ

2) ลงมือแก้โจทย์ปัญหาตามแผนที่วาง

(2.1) เขียนสูตรหรือสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามผังมโนทัศน์ (Concept Map) โดยเริ่มจากสูตรสุดท้าย ย้อนไปทีละสูตร ตามลำดับ

(2.2) แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าพร้อมหน่วยลงในสูตรจนกระทั่งได้คำตอบ

(2.3) คำนวณหาค่าตัวแปรที่ต้องการตามลำดับ ตามข้อ 2.1 จนได้คำตอบ

3) การตรวจสอบผลที่ได้โดยพิจารณาคำตอบจากขั้นตอนที่ 2 ว่ามีความเป็นไปได้หรือไม่โดยพิจารณาจากขนาดและหน่วยของปริมาณที่ได้

จากความหมายของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถในการเตรียมการวางแผนวิเคราะห์ข้อมูลที่โจทย์ให้มา การเลือกใช้สูตร และดำเนินการหาคำตอบเพื่อให้ได้คำตอบของโจทย์ปัญหา พร้อมทั้งตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา ซึ่งผู้วิจัยได้ให้นิยามของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ว่า หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีการคิดหาคำตอบของโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา หมายถึง การทำความเข้าใจโจทย์ปัญหาและระบุคำสำคัญในโจทย์ปัญหา กำหนดให้สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หาก่อนทำการแก้โจทย์ปัญหาต่อไป

2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การวางแผนในการใช้สูตรหรือสมการ และหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหา

3) ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ โดยเริ่มจากการเขียนสูตรหรือสมการ แทนค่าตัวแปรที่ทราบค่าลงในสูตร และคำนวณหาค่าตัวแปรตามต้องการ

4) ตรวจสอบคำตอบ หมายถึง การตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความถูกต้องขัดแย้งกับกฎ ทฤษฎีทางฟิสิกส์หรือไม่โดยพิจารณาจากคำตอบที่ได้

2.2.3 การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

มีนักวิชาการศึกษาได้เสนอแนวคิดการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2535, น. 50) ได้กล่าวถึง การวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถใช้เครื่องมือได้หลายประเภท สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมตามลักษณะข้อมูลและการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1) แบบทดสอบ (Test) คือ ชุดคำถาม (Item) หรืองานชุดใดๆ ที่สร้างขึ้น เพื่อนำไปเร้าให้กลุ่มตัวอย่างตอบสนองออกมา การตอบอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูดหรือการปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดเป็นปริมาณได้ ซึ่งแบบทดสอบสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามรูปแบบของคำถาม

(1.1) แบบทดสอบแบบปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามและมีตัวเลือกให้เลือกตอบ อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบแบบถูก–ผิด แบบทดสอบแบบจับคู่ และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

(1.2) แบบทดสอบแบบเขียนตอบ เป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถาม แต่ไม่มีตัวเลือกให้เลือกตอบ ผู้ตอบต้องเขียนคำตอบลงไปเอง อาจแบ่งเป็นหลายประเภท ได้แก่ แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบแบบตอบสั้น และแบบทดสอบอัตนัยความเรียง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2539 อ้างถึงใน ลักษณา ศิริมาลา, 2553, น. 43) ได้เสนอเครื่องมือและวิธีการวัดที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาไว้ 4 ประเภท ดังนี้

1) การสังเกต เป็นเครื่องมือที่ใช้ในระหว่างการสอนของครู การสังเกตที่มีประสิทธิภาพของครูจะสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ช่วยให้เห็นการพัฒนาด้านการคิดของผู้เรียนอย่างชัดเจน การสังเกตการณ์แก้ปัญหาของผู้เรียน มี 2 วิธี คือ การสังเกตแบบไม่ตั้งใจ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เมื่อครูมีความใกล้ชิดสนิทสนมกับผู้เรียน เช่น เวลาที่ผู้เรียนตอบคำถามผู้เรียนมีการใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างไร ครูต้องบันทึกพฤติกรรมของผู้เรียนไว้เพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนต่อไป ส่วนการสังเกตอีกประเภทหนึ่ง คือ การสังเกตแบบตั้งใจ เป็นการสังเกตและบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีการจัดทำรายการพฤติกรรมและแบบฟอร์มการสังเกตไว้ล่วงหน้าซึ่งจะช่วยให้สังเกตได้ตรงตามรายการพฤติกรรมที่ต้องการวัดให้มากขึ้น

2) การประเมินตนเอง เป็นการให้ผู้เรียนได้ประเมินว่าตนเองมีพฤติกรรมในเรื่องการแก้ปัญหาอย่างไรเมื่อพบปัญหาใดปัญหาหนึ่ง หรือการร่วมคิดแก้ปัญหากับกลุ่ม โดยผู้เรียนอาจเขียนความก้าวหน้าของตนเองในการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งการประเมินตนเองนี้จะสะท้อนให้เห็นการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาของแต่ละคน

3) แบบสำรวจรายการ เป็นเครื่องมือที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินพฤติกรรมในการปัญหาของผู้เรียน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเก็บข้อมูลที่เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่มีการแบ่งแยกการกระทำหรือการแสดงออกต่างๆ ไว้อย่างชัดเจน แบบสำรวจรายการนี้สามารถใช้ในการประเมินการแสดงออกของผู้เรียนในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างดี

4) แบบทดสอบข้อเขียน เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนว่าอย่างไร ผู้เรียนต้องกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนได้ แก้ปัญหา โดยให้ผู้เรียนอธิบายในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา มีการกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นแรกจนขั้นสุดท้าย ว่าจะให้ขั้นตอนละกี่คะแนน

พนารัตน์ วัดไทยสงค์ (2544, น. 42 อ้างถึงใน อรพินท์ ชื่นชอบ, 2549, น. 36) ได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย โดยกำหนดสถานการณ์ในรูปโจทย์ปัญหาวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยา ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนแก้ปัญหา 3) การดำเนินการตามแผน และ 4) การตรวจสอบ

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, น. 36) ได้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา ลักษณะแบบทดสอบการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้นักเรียนดำเนินการคิดแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ เข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาและตรวจสอบ

วรางคณา บุญครอบ (2553, น. 762) ได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยกำหนดสถานการณ์มาให้และให้นักเรียนตอบว่า อะไรคือปัญหาในสถานการณ์นี้ ปัญหานั้นมีสาเหตุมาจากอะไร มีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร และจะเกิดอะไรขึ้นจากวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว การตรวจให้คะแนนในสถานการณ์หนึ่งมี 4 ข้อๆ ละ 1 คะแนน

เกริก ศักดิ์สุภาพ (2556, น. 41) ได้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งเป็นคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมดุลกล งานและพลังงาน โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ทั้งหมดรวม 5 สถานการณ์ และแต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อย 3 ข้อ รวมทั้งสิ้น 15 ข้อ

จากแนวคิดเกี่ยวกับการวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ข้างต้น สรุปได้ว่า การวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง การวัดคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการตอบแบบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ รายวิชา ฟิสิกส์ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้เป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งประกอบไปด้วยสถานการณ์โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เพื่อใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ตามเทคนิคของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา วางแผนแก้โจทย์ปัญหา ดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา และตรวจสอบคำตอบ

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2.3.1 ความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้

วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ซึ่งต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง (สุวคนธ์ ผ่านสำแดง, 2552, น. 14–15) ผู้ศึกษาได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารเกี่ยวกับวัฏจักรการเรียนรู้ดังนี้

กรมวิชาการ (2544, น. 80) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายเหตุการณ์ที่จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งก่อให้เกิดประเด็นปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อยๆ

รุจาภา ประถมวงษ์ (2551, น. 17) กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ได้ศึกษาค้นคว้าขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์ การเรียนรู้อย่างมีความหมายในตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

สุวคนธ์ ผ่านสำแดง (2552, น. 15) ได้ให้ความหมายว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนนั้นค้นหาความรู้ด้วย

ตนเองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องแบบเป็นวัฏจักรไปเรื่อยๆ

Lawson (1995, p. 424 อ้างถึงใน จินดารัตน์ แก้วพิกุล, 2554, น. 26) ได้กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสามารถใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบบรรยายหรือบอกเล่าหรือให้ผู้เรียนรับความรู้เนื้อหาวิชาจากครู แต่ครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

ลัดดาวัลย์ จิ่มอาษา (2554, น. 23) กล่าวว่า การสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ เป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกจนทำให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย

จินดารัตน์ แก้วพิกุล (2554, น. 26) ได้กล่าวว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไปเรื่อยๆ แบบวัฏจักร

จากความหมายของวัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า วัฏจักรการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นหาความรู้ โดยผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนต่อเนื่อง โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้ด้วยตนเอง

2.3.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้เป็นรูปแบบของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์คิดค้นขึ้นเพื่อใช้สืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) รูปแบบหนึ่ง โดยมีการพัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้เป็นลำดับ ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้นี้พัฒนาขึ้นโดย Karplus & Tea (1977, p. 169) ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้าง (Exploration) และขั้นค้นพบ (Discovery) แต่มีครูจำนวนมากที่ยังไม่เข้าใจ 2 ขั้น คือ ขั้นสร้างกับขั้นค้นพบ ดังนั้นได้มีการปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept Introduction) และขั้นประยุกต์มโนทัศน์

(Concept Application) ต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้ดัดแปลงขั้นแนะนำมโนทัศน์ เป็นขั้นแนะนำความสำคัญ (Term Introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่าครูสามารถแนะนำหรืออธิบายความสำคัญ หรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียนแต่มิใช่แนะนำมโนทัศน์ให้กับนักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบ หรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตัวเอง แต่อย่างไรก็ตามมีผู้ปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังเช่น Carin ได้ปรับเป็นขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept Acquisition) ส่วน Abruscato ได้ปรับขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Concept Acquisition) จะสังเกตเห็นว่าวัฏจักรการเรียนรู้ที่กล่าวมา 3 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่สองเท่านั้นที่มีชื่อแตกต่างกันแต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน วัฏจักรการเรียนรู้นี้มีลักษณะเหมือนเกลียวสว่าน แต่ละขั้นมีสาระสำคัญ ดังนี้ (สุวัฒน์ นิยมค้า, 2531, น. 514–523)

1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมโดยการสังเกต ตั้งคำถาม และคิดวิเคราะห์ สำรวจหรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยการความสะดวก คือ สังเกตตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนค้นพบหรือสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง

2) ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ ขั้นสร้างมโนทัศน์/ ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Term Introduction/ Concept / Formation / Concept Acquisition Phase) เป็นขั้นตอนที่ครูมีบทบาทสูงโดยตั้งคำถามกระตุ้นและชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำและอธิบายคำศัพท์ที่สำคัญของมโนทัศน์นั้นๆ ขั้นนี้ครูและนักเรียนจะมีปฏิสัมพันธ์กันเพื่อค้นหามโนทัศน์จากข้อมูลและการสังเกตในขั้นสำรวจ

3) ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application Phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำมโนทัศน์ที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่อันจะทำให้นักเรียนขยายความเข้าใจในมโนทัศน์นั้นๆ มากยิ่งขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนมีบทบาทสูงเช่นเดียวกับขั้นสำรวจ

ในปี ค.ศ.1990 Barman (1992, pp. 59–63) ได้ดัดแปลงและพัฒนาวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) 2) ขั้นมโนทัศน์ (Concept Introduction Phase) 3) ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application Phase) และ 4) ขั้นประเมินผลและอภิปราย (Evaluation and Discussion Phase) ซึ่งต่อมานักวิทยาศาสตร์ศึกษาบางคนได้ดัดแปลงชื่อเป็น 4E ได้แก่ 1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) 2) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 3) ขั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion Phase) และ 4) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) แต่ละขั้นมีสาระและรายละเอียดดังนี้

1) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) เป็นขั้นที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นความไม่สมดุลความคิดผู้เรียนและช่วยให้เกิดการปรับขยายความคิด ครูรับผิดชอบการให้นักเรียนได้รับคำแนะนำ ชี้แจง และวัสดุอุปกรณ์อย่างเพียงพอที่มีปฏิสัมพันธ์ในทางที่สัมพันธ์กับแนวคิด คำแนะนำชี้แจงของครูต้องไม่บอกนักเรียนว่า พวกเขาควรเรียนอะไร และต้องไม่อธิบายแนวคิด ให้แนวทางและคำแนะนำเพื่อให้การสำรวจดำเนินการต่อไปได้ นักเรียนรับผิดชอบต่อการสำรวจวัสดุอุปกรณ์และเก็บรวบรวมและ/หรือบันทึกข้อมูลของตนเอง ครูอาศัยทักษะคำถามเพื่อเป็นแนวทางการเรียนรู้ เด็กต้องมีวัสดุอุปกรณ์การเรียนรู้ และประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมด้วย ถ้าครูจะให้เด็กสร้างแนวคิดวิทยาศาสตร์สำหรับตนเองให้ใช้คำถามแนะเพื่อช่วยเริ่มกระบวนการวางแผน และคำถามต้องนำตรงไปสู่กิจกรรมของเด็ก เสนอแนะประเภทของบันทึกที่เด็กจะทำ และต้องไม่บอกหรืออธิบายแนวคิดอาจกล่าวถึงการสอนอย่างย่อๆ ได้ บางทีอาจจะเป็นในรูปจุดประสงค์การสอน

2) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เป็นระยะที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญน้อยลง และหาทางอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่นักเรียน จุดมุ่งหมายของระยะนี้คือ ครูและนักเรียนร่วมกันสร้างแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียน ครูเลือกและจัดสภาพแวดล้อมของชั้นเรียนที่พึงประสงค์ในระยะนี้จะช่วยนำไปสู่การปรับขยายโครงสร้างความคิด ดังที่ทฤษฎีเพียเจต์อธิบายไว้ นักเรียนต้องมุ่งเน้นข้อค้นพบเบื้องต้นจากการสำรวจของนักเรียน ครูต้องนำภาษาหรือรูปแบบแนวคิดเพื่อช่วยในการปรับขยายโครงสร้างความคิด ครูแนะแนวนักเรียนจนตั้งคำอธิบายของตนเองเกี่ยวกับความคิด ครูสามารถจะแนะนำนักเรียนและงดการบอกนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนควรจะค้นพบแล้ว ถึงแม้ว่าความเข้าใจของนักเรียนไม่สมบูรณ์ และสามารถช่วยนักเรียนให้ใช้ข้อมูลของตนสร้างแนวคิดที่ถูกต้องได้ ซึ่งจะนำนักเรียนไปสู่ระยะต่อไปโดยอัตโนมัติ คือ ระยะขยายความคิด

3) ขั้นขยายมโนทัศน์ (Expansion Phase) เป็นระยะที่ควรยึดนักเรียนเป็นสำคัญให้มากที่สุดและเป็นระยะที่ช่วยกระตุ้นความร่วมมือภายในกลุ่ม ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อช่วยนักเรียนให้สามารถจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดที่นักเรียนได้มาจากการค้นพบ เชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมที่คล้ายคลึงกัน และเพื่อให้ค้นพบการประยุกต์ใช้สิ่งใหม่สำหรับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว แนวคิดที่สร้างขึ้นและต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน ซึ่งครูต้องให้เด็กใช้ภาษา หรือฉลาก หรือฉายาต่างๆ ของแนวคิดใหม่เพื่อพวกเขาจะได้เพิ่มความเข้าใจ ตรงนี้เองที่จะช่วยให้นักเรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้ โดยการขยายตัวอย่างหรือโดยการจัดประสบการณ์เชิงสำรวจเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาตัวเองของนักเรียน ความสัมพันธ์ภายในระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม ความเติบโตทางวิชาการและการตระหนักรู้ด้านอาชีพ ระยะการขยายนี้สามารถนำไปสู่ระยะการสำรวจบทเรียนต่อไปได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นวงจรต่อเนื่องสำหรับการสอน

และการเรียนจึงถูกสร้างขึ้นในระยะนี้ ครูช่วยนักเรียนให้จัดระเบียบการคิดของตนโดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้มาเข้ากับความคิดหรือประสบการณ์อื่นๆ ซึ่งสัมพันธ์กับแนวคิดที่สร้างขึ้นในระยะนี้จะเพิ่มความลุ่มลึกสำหรับความหมายของแนวคิดและเพื่อขยายขอบเขตความต้องการสำหรับเด็ก

4) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ความมุ่งหมายของระยะนี้เพื่อเป็นการทดสอบมาตรฐานการเรียนรู้ การเรียนรู้มักจะเกิดขึ้นในสัดส่วนการเพิ่มขึ้นที่น้อยกว่าการยกระดับทางความคิดที่มีการหยั่งรู้จริงที่เป็นไปได้ ดังนั้นการประเมินผลควรต่อเนื่อง ซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทเรียนหรือวิธีการการของหน่วยการเรียนรู้ การวัดหลายชนิดมีความจำเป็นต่อการจัดทำการประเมินโดยรวม การประเมินผลรวมแต่ละระยะของวัฏจักรการเรียนรู้ไม่ใช่เฉพาะการจัดทำตอนสุดท้าย

ในปี ค.ศ.1992 โครงการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยาของสหรัฐอเมริกา (Biological Science Curriculum Studies หรือ BSCS) ได้ปรับขยายรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกว่า 5E เพื่อเป็นแนวทางสำหรับใช้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น โดย 5 ขั้นได้แก่ 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase) 2) ขั้นสำรวจ (Exploration Phase) 3) ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) 4) ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Expansion Phase) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) แต่ละขั้นมีสาระและรายละเอียดดังนี้

1) การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียน กิจกรรมจะประกอบไปด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

2) การสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง การสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

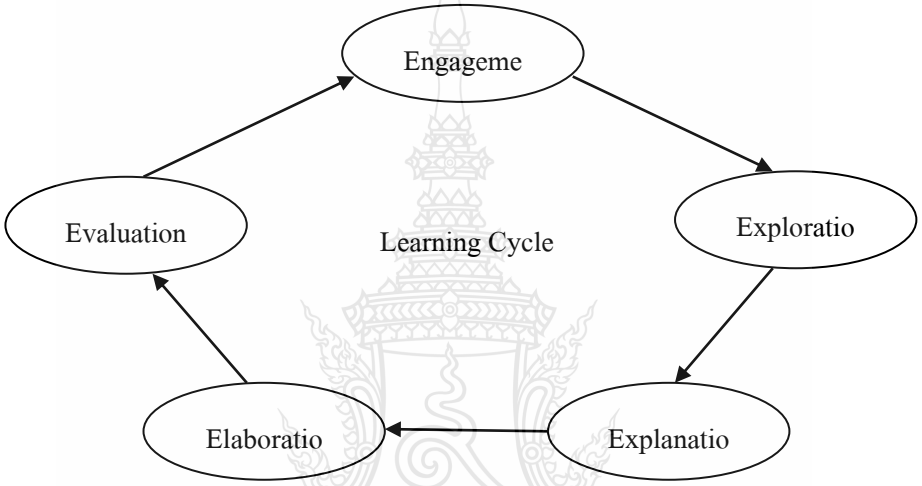
3) การอธิบาย (Explanation) ขั้นนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4) การลงข้อสรุป (Elaboration) ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อ

ลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตัวเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

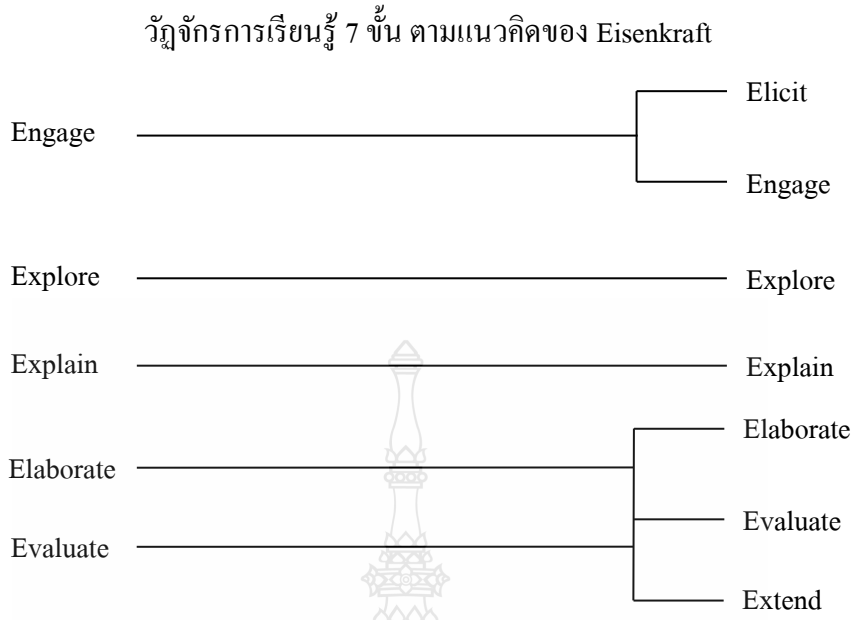
5) การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการเรียนรู้ โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้โดยการประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่สรุปไว้ในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป ทั้งนี้รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น
ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, น. 220

ต่อมาในปี ค.ศ.2003 Eisenkraft (2003) ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น โดยมีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นให้เด็กได้มีความสนใจและสนุกกับการเรียนและยังสามารถปรับประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ตามแนวคิดของ Eisenkraft

การสอนตามแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้ และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของเด็ก ซึ่งเป็นสิ่งที่ครูละเลยไม่ได้ และการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของเด็กจะทำให้ครูค้นพบว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้นๆ (ประสาท เนืองเฉลิม, 2550; Eisenkraft, 2003) ซึ่งจะช่วยให้เด็กเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Eisenkraft มีเนื้อหาสาระดังนี้

1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation) ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ผู้สอนได้ทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ผู้สอนควรเติมเต็มส่วนใดให้กับผู้เรียน และผู้สอนยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ให้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

2) ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement) ขั้นนี้เป็นการเร้าผู้เรียนให้เข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งเกิดจากความสนใจของผู้เรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนเพิ่งเรียนรู้ ผู้สอนเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจ ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็น

ที่จะศึกษาให้กับผู้เรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

3) ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration) เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็จะมีการวางแผนร่วมกัน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบข้อมูลอาจทำได้หลายวิธี เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภานคสนาม เป็นต้น ผู้สอนทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4) ขั้นอธิบาย (Explanation) เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลมาแล้วผู้เรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นแผนภูมิรูปภาพ แผนภาพ กราฟ หรือสื่ออื่นๆ ประกอบการอธิบาย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุป และอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่เพิ่มขึ้น

5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้านำมาใช้อธิบายเรื่องราวต่างๆ ได้มาก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่างๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ผู้สอนควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ผู้สอนจึงควรมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่าผู้เรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ ได้ ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่

7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ผู้สอนจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม และเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ผู้สอนเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำความรู้เดิมไปเชื่อมโยงเพื่อสร้างความรู้ใหม่ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

จากการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ ทำให้ผู้เรียนได้เข้าถึงความรู้ ค้นพบความจริงด้วยตนเอง ประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาความเป็นมาของรูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีการพัฒนาตามลำดับขั้นตอนดังนี้ 1) วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 3 ขั้น 2) วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 4 ขั้น 3) วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น 4) รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยเปรียบเทียบรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ทั้ง 4 แบบ

แบบที่ 1 (3 ขั้น)	แบบที่ 2 (4 ขั้น)	แบบที่ 3 (5 ขั้น)	แบบที่ 4 (7 ขั้น)
1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นสำรวจ	1. ขั้นสร้างความสนใจ 2. ขั้นสำรวจและค้นหา	1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ขั้นสร้างความสนใจ 3. ขั้นสำรวจและค้นหา
2. ขั้นแนะนำมโนทัศน์ ขั้นแนะนำคำสำคัญ ขั้นสร้างมโนทัศน์ ขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์	2. ขั้นอธิบาย	3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	4. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
3. ขั้นประยุกต์ใช้มโนทัศน์	3. ขั้นขยายมโนทัศน์ 4. ขั้นประเมินผล	4. ขั้นขยายความรู้ 5. ขั้นประเมินผล	5. ขั้นขยายความรู้ 6. ขั้นประเมินผล 7. ขั้นนำความรู้ไปใช้

2.3.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

การนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นไปใช้ ครูควรจัดเตรียมกิจกรรมให้เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถของผู้เรียน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูต้องมีความรู้เกี่ยวกับบทบาทของครูและบทบาทนักเรียน เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สรุปได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. ตรวจสอบความรู้เดิม	- ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหา - กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม - ตรวจสอบความรู้/ประสบการณ์เดิมของผู้เรียน - ทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน - เติมเต็มประสบการณ์เดิม - วางแผนการจัดการเรียนรู้	- นำเสนอประเด็นปัญหา - ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง - แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - อภิปรายร่วมกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นนักเรียน
2. เร้าความสนใจ	- สร้างความสนใจในบทเรียน - กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักร่วมกันคิด - ตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด - สร้างความกระหายใคร่รู้ - ยกตัวอย่างประเด็นที่น่าสนใจ - จัดสถานการณ์ที่น่าสนใจ - ดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาให้ผู้เรียนได้คิดและอภิปรายร่วมกัน	- ถามคำถามตามประเด็น - แสดงความสนใจในเหตุการณ์ - กระหายอยากรู้คำตอบ - แสดงความคิดเห็นและนำเสนอความคิด - นำเสนอประเด็น/สถานการณ์ที่สนใจ - อภิปรายประเด็นที่ต้องการอยากเรียนรู้

ตารางที่ 2.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
3. สำรวจค้นหา	- ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อสำรวจค้นหา - ซักถามผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การสำรวจ ค้นหา - สังเกตและรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน - ให้ข้อเสนอแนะคำปรึกษาแก่ผู้เรียน - ให้กำลังใจและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจค้นหา - ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจ ค้นหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ - ส่งเสริมและพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้เรียน	- คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรมสำรวจค้นหา - ทดสอบการคาดคะเนและตั้งสมมติฐาน - คาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ - หาทางเลือกในการแก้ปัญหา - อภิปรายทางเลือกกับคนอื่นๆ - บันทึกผลการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น - ลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสำรวจค้นหา - เสริมสร้างเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - มีจรรยาบรรณของนักวิทยาศาสตร์
4. อธิบาย	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ - ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายความเข้าใจ - กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักนำหลักฐานมาแสดงและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม - ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ตนเองสังเกต - ให้ผู้เรียนอธิบายคำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ - ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานการอธิบายมโนทัศน์	- อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ - รับฟังคำอธิบายของคนอื่นอย่างสร้างสรรค์ - คิดวิเคราะห์ วิจารณ์ในประเด็นที่เพื่อนนำเสนอ - ถามคำถามอย่างสร้างสรรค์ - รับฟังและพยายามทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่ผู้สอนนำเสนอ - อ้างอิงกิจกรรมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว - ใช้ข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการสังเกตประกอบคำอธิบาย

ตารางที่ 2.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
5. ขยายความรู้	- ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาไปปรับประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์ - ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในสถานการณ์ใหม่ - ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการที่เรียนรู้มาไปปรับใช้อย่างเหมาะสมตามบริบท - เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจอย่างหลากหลายและเท่าเทียม - ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งได้เรียนรู้	- นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบไปปรับประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม - ใช้ข้อมูลเดิมในการถามตอบความมุ่งหมายของการทดลอง - บันทึกผลการสังเกตและขยายความคำอธิบาย - ตรวจสอบความเข้าใจตนเองด้วยการอภิปรายข้อค้นพบกับเพื่อนๆ
6. ประเมินผล	- สังเกตผู้เรียนในการนำเสนอความคิด - ประเมินการแสดงความคิดเห็นและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ - วัดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ - วัดความพึงพอใจและความสนใจในวิทยาศาสตร์ - ประเมินความรู้และทักษะ - หาหลักฐานที่แสดงว่าผู้เรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม - ให้ผู้เรียนประเมินตนเองด้านการเรียนรู้และกิจกรรมทักษะกระบวนการกลุ่ม	- ตอบคำถามโดยอาศัยประจักษ์พยาน หลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับได้ - แสดงความรู้ความเข้าใจของตนเองจากกิจกรรมสำรวจค้นหา - ประเมินผลตนเองว่าได้เรียนรู้อะไรบ้าง - เสนอแนะข้อคำถามหรือประเด็นที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการสำรวจค้นหาต่อไป

ตารางที่ 2.2 บทบาทของครูและนักเรียนในการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (ต่อ)

ขั้นการเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	- ถามคำถามปลายเปิดในประเด็นต่างๆ หรือสถานการณ์ที่กำหนดให้	
7. นำความรู้ไปใช้	- กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท - กระตุ้นให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ - แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ - ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	- นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้อย่างเหมาะสม - ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระไปสู่การแก้ปัญหา - มีคุณธรรม จริยธรรม ในการนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน

สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เหมาะสมที่จะใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนทุกระดับชั้น ทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ เพราะเน้นทักษะการคิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งการคิดแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนค้นพบหรือเรียนรู้ทักษะและคำนิยามศัพท์ได้อย่างมีความหมายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (อารีย์ สุขใจวรเวทย์, 2553, น. 54)

2.4 รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา

2.4.1 ประวัติความเป็นมาของโพลยา

การแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยาเป็นการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาโดยใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยา ซึ่งใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ ได้สรุปเกี่ยวกับความเป็นมาของโพลยา ดังนี้

George Polya เกิดในประเทศฮังการี ได้รับปริญญาเอกทางด้านคณิตศาสตร์ที่มหาวิทยาลัยบูดาเปสต์ โพลยาให้ความสนใจเกี่ยวกับกระบวนการค้นพบ การที่จะเข้าใจทฤษฎีนั้นประการแรกจะต้องทราบว่าทฤษฎีนั้นค้นพบขึ้นมาได้อย่างไร ดังนั้นโพลยาจึงเน้นกระบวนการค้นพบมากกว่าการพัฒนาทักษะ โพลยามีผลงานทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปมากกว่า 250 บทความ มีหนังสือ 3 เล่ม ที่กล่าวถึงการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หนังสือที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่มี

ชื่อเสียงชื่อ“How to Solve It” เป็นหนังสือที่เกี่ยวกับขั้นตอนทั้งสี่ขั้นตอนในการแก้ปัญหา ซึ่งตามแนวคิดการแก้ปัญหาของโพลยานับว่ามีอิทธิพลต่อนักคณิตศาสตร์ศึกษาในปัจจุบันมาก

2.4.2 เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา

การแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป (Polya, pp. 1887–1985 อ้างถึงใน ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2537, น. 12–16) ประกอบด้วยขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจ เป็นการมองไปที่สาระของตัวปัญหาโดยพยายามเข้าใจปัญหา ต้องการอะไร ชัดเจนหรือไม่ มีข้อตกลงอะไรอยู่เบื้องหลังบ้าง มีคำศัพท์เฉพาะที่ต้องแปลความหมายหรือไม่ มีข้อมูลอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไร หากเกิดความกำกวมหรือสับสน ควรใช้การเขียนสรุป หรือเขียนปัญหาที่กำหนดให้ใหม่ด้วยถ้อยคำของผู้แก้ไขปัญหาเอง ก็จะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหาดียิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวางแผน เป็นขั้นตอนที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลที่กำหนดให้กับสิ่งที่ต้องการหา ถ้าแก้ปัญหาไม่ได้ ควรอาศัยการวางแผนว่าเป็นโจทย์ปัญหาที่เคยแก้มาก่อนหรือไม่ รู้จักทฤษฎีที่จะแก้หรือไม่ ถ้าไม่สามารถแก้ได้ทันที ก็ควรพยายามแก้ปัญหาบางส่วนที่สัมพันธ์กันก่อนแล้วจึงหาสิ่งที่ไม่ทราบค่าอื่นๆ ถัดไป ในขั้นวางแผนนี้ผู้แก้ปัญหาต้องใช้ประสบการณ์เดิมผสมผสานกันมากำหนดเป็นวิธีการซึ่งต้องพิจารณาว่าจะใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบใดให้เหมาะสมกับโจทย์ปัญหานั้นๆ เนื่องจากโจทย์ปัญหาบางอย่างอาจจะเลือกใช้กลวิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีด้วยกันได้ เช่น เดาและตรวจสอบ เขียนภาพ แผนภูมิ สร้างตาราง เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผน โดยการดำเนินการตามกลยุทธ์ที่เลือกไว้ คิดคำนวณจนกระทั่งได้คำตอบ ถ้าแก้ปัญหาไม่สำเร็จตามแผนที่วางไว้ ผู้แก้ปัญหาต้องค้นหาสาเหตุแล้วใช้ประโยชน์จากความผิดพลาดครั้งแรกๆ ในการแก้ปัญหาครั้งใหม่

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตรวจสอบ เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาต้องมองย้อนกลับไปที่ขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการแก้ปัญหาว่ามีความสมบูรณ์ถูกต้องเพียงใด เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น และขยายวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ให้กว้างขวางขึ้นกว่าเดิม

พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน (2552, น. 55) ได้สรุปขั้นตอนในการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา (Understanding the problem) นำปัญหามาให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา โดยให้นักเรียนอ่านและพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูล อะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือเงื่อนไขของปัญหา ปัญหาต้องการให้หาอะไร คำตอบของปัญหาอยู่ในรูปแบบใด

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา (Devising a plan) เป็นขั้นตอนที่ต้องพิจารณาว่าจะแก้ปัญหาด้วยวิธีใด แก้อย่างไร การวางแผนจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จมากขึ้น ครูจะนำโจทย์ปัญหาลักษณะต่างๆ ให้นักเรียนฝึกเรียนรู้และใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อเป็นประสบการณ์ในการวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสมมากขึ้น

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) เป็นขั้นลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน ตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่ แล้วลงมือปฏิบัติโดยการแสดงวิธีทำและคำนวณหาคำตอบจนกระทั่งพบคำตอบ หรือพบวิธีการแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผลลัพธ์ (Looking back) เป็นการตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อดูความถูกต้องของคำตอบ และวิธีการในการแก้ปัญหา พิจารณาว่ายังมีคำตอบอื่นหรือวิธีการแก้ปัญหาวิธีอื่นๆ อีกหรือไม่ แล้วตรวจสอบว่าผลลัพธ์ตรงกันหรือไม่ ครูอาจจะใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับไปในขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมา

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557, น. 70) ได้สรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา โดยการพยายามทำความเข้าใจในสัญลักษณ์ต่างๆ ในปัญหา สรุป วิเคราะห์ แปลความ ทำความเข้าใจให้ได้ว่าโจทย์ถามถึงอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการแก้ปัญหา โดยมีการแจกแจงปัญหาออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อสะดวกต่อการแก้ปัญหาและวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เช่น การลองผิดลองถูก การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลตลอดจนความคล้ายคลึงของปัญหาเดิมที่เคยทำมา

ขั้นที่ 3 การลงมือทำตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดลักษณะใดจะต้องเพิ่ม เพื่อนำไปใช้ให้เกิดผลดี ขั้นนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบของปัญหา เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นวิธีการที่ถูกต้อง

ขนิษฐา ภักดีบุญ (2557, น. 18) ได้เสนอขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจในปัญหา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นเริ่มต้นการแก้ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องการค้นหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา ซึ่งได้แก่ ตัวไม่รู้ค่า ข้อมูลและเงื่อนไข ในการทำความเข้าใจปัญหา

นักเรียนอาจพิจารณาส่วนสำคัญของปัญหาอย่างถี่ถ้วน พิจารณาซ้ำไปซ้ำมา พิจารณาในหลากหลายมุมมอง หรืออาจใช้วิธีต่างๆ ช่วยทำความเข้าใจปัญหา เช่น การวาดรูป การเขียนแผนภูมิ

ขั้นที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้นักเรียนต้องค้นหาความเชื่อมโยง หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวไม่รู้ค่า แล้วนำความสัมพันธ์นั้นมาผสมผสานกับประสบการณ์ในการแก้ปัญหา เพื่อกำหนดแผนในการแก้ปัญหา และท้ายสุดเลือกยุทธวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติตามแนวทางหรือแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ของแผนให้ชัดเจน นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง การค้นหาแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่ ถือเป็นการพัฒนาผู้แก้ปัญหาที่ดีด้วยเช่นกัน

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ และยุทธวิธีแก้ปัญหาที่ใช้ แล้วพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาอย่างอื่นอีกหรือไม่ สำหรับนักเรียนที่คาดเดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดา และคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ชัดเจน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา หมายถึง การระบุปัญหาที่กำหนด ทำความเข้าใจในโจทย์ปัญหา ว่าโจทย์ปัญหานั้นต้องการทราบอะไร

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา หมายถึง การมองเห็นแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหาว่า การแก้โจทย์ปัญหาจะต้องใช้วิธีการใดบ้าง และจะเลือกใช้วิธีการใดในการแก้โจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน หมายถึง การเลือกวิธีการและปฏิบัติการตามแผนที่ได้กำหนดไว้เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล หมายถึง การตรวจสอบผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนที่ผ่านมา เพื่อดูความถูกต้องของวิธีการ และคำตอบในการแก้โจทย์ปัญหา และพิจารณาว่าสามารถหาคำตอบโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาวิธีอื่นๆ ได้อีกหรือไม่

2.4.3 การสอนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นของโพลยา

กรมวิชาการ (2541, น. 5–6 อ้างถึงใน โสมภิลัย สุวรรณ์, 2554, น. 26–28) แนะนำขั้นตอนในการสอนแก้โจทย์ปัญหา โดยพิจารณาตามขั้นตอนของโพลยา แนะนำมาเป็นแนวทางใน

การช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียน ดังนี้

1) ก่อนที่ครูจะสอนนักเรียนแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนควรให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ให้เข้าใจ (สำหรับนักเรียนที่อ่านหนังสือไม่คล่อง ครูผู้สอนอาจอ่านให้นักเรียนฟัง) แล้วให้นักเรียนพิจารณารายละเอียดของสถานการณ์ว่าให้อะไรบ้าง แล้วจำแนกสถานการณ์ สิ่งที่ต้องการให้หาโดยในสถานการณ์มีการซ่อนเงื่อนไขในการแก้ปัญหาไว้หรือไม่ และนักเรียนสามารถเดาหรือคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้หรือไม่

2) วางแผนแก้ปัญหา สถานการณ์ที่กำหนดให้ จะมีการแก้ปัญหามากมาย ครูอาจยกตัวอย่างแสดงวิธีการแก้ปัญหาแต่ละวิธีให้นักเรียนดู เพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียน นักเรียนบางคนอาจมีวิธีที่แตกต่างไปจากครูเสนอแนะก็ได้ ครูไม่ควรยึดติดกับคำตอบเท่านั้น ครูควรดูวิธีแก้ปัญหาของนักเรียน ในการสอนทุกครั้งควรมีการสรุป ชี้แนะให้นักเรียนได้พิจารณาวิธีการแก้ปัญหา เพื่อสร้างนิสัยให้นักเรียนคิดวางแผนก่อนลงมือทำ และรู้จักเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ง่าย สั้นและสะดวกที่สุด ยุทธวิธีในการแก้ปัญหามีหลายวิธี เช่น เดาคำตอบ ทำปัญหาให้ง่ายลง ค้นหารูปแบบ วาดรูป หรือแผนภาพ ทำตาราง แจงกรณีอย่างมีระบบ ทำย้อนกลับ ใช้หลักเหตุผล การแสดงบทบาทสมมติ

3) แก้ไขตามแผนที่วางไว้ ครูผู้สอนควรให้นักเรียนเลือกยุทธวิธีที่เหมาะสมตามความสามารถของแต่ละคน ครูผู้สอนไม่ควรกำหนดว่านักเรียนใช้ยุทธวิธีนี้จึงจะถูกต้องและในบางสถานการณ์อาจใช้หลายยุทธวิธีผสมกันก็ได้ ถ้านักเรียนยังคิดหายุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาไม่ได้ ครูผู้สอนควรให้การเสริมแรงทางบวก เพื่อให้นักเรียนมีกำลังใจในการทำต่อไป

สถานการณ์ที่มีการคิดคำนวณ ถ้านักเรียนวางแผนแก้ปัญหาได้ถูกต้องเหมาะสมชัดเจน ในขั้นลงมือแก้ปัญหาตามแผนมักจะมีปัญหาอยู่การคิดคำนวณเท่านั้น ซึ่งถ้านักเรียนได้รับการฝึกทักษะมาอย่างเพียงพอ ก็จะไม่มีปัญหาแต่อย่างใด สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบาย การให้เหตุผล ครูสามารถสร้างกิจกรรมเพื่อปลูกฝังและฝึกฝนการใช้ความคิด ในการให้เหตุผลของนักเรียน เช่น การสร้างโจทย์ปัญหาที่มีคำตอบเป็นปริมาณ

ครูควรฝึกให้นักเรียนตรวจสอบการวางแผนก่อนที่จะลงมือทำตามแผนโดยพิจารณาความเป็นไปได้ ความถูกต้องของแผนที่วางแผนที่วางไว้ว่าเหมาะสมกับการแก้ปัญหาหรือไม่ ปัญหาบางปัญหาในชีวิตจริงไม่สามารถนำวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ได้โดยตรง ครูควรฝึกให้นักเรียนพิจารณาและปรับปรุงวิธีการให้เหมาะสม

4) การตรวจคำตอบ ครูผู้สอนส่วนใหญ่จะมองข้ามความสำคัญในการตรวจสอบ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน มักให้ความสำคัญของคำตอบที่ถูกต้องมากกว่าคำนึงถึงกระบวนการในการคิด จึงมีแนวโน้มว่าครูผู้สอนจะหยุดทำการสอนทันทีเมื่อนักเรียนได้ผลลัพธ์แล้ว

ครูผู้สอนไม่ควรปล่อยให้การสอนมีลักษณะดังที่กล่าวมานี้ แต่ควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนมองย้อนกลับไปทบทวนและตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาแล้วโดยพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ และพิจารณาว่าน่าจะมีคำตอบอื่น หรือวิธีการคิดอย่างอื่นอีกหรือไม่ โดยครูผู้สอนอาจใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนมองย้อนกลับหรือตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ในลักษณะต่อไปนี้

(4.1) วิธีการที่ใช้แก้โจทย์ปัญหาสมเหตุสมผลหรือไม่

(4.2) ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์อ้างถึงครบหรือไม่

(4.3) สามารถพิสูจน์ผลลัพธ์ที่ได้ว่า เป็นความจริงหรือไม่

(4.4) มีส่วนใดในวิธีการของนักเรียนที่น่าปรับให้ง่ายขึ้นบ้าง

(4.5) สามารถใช้วิธีอื่นในการแก้โจทย์ปัญหาข้อเดิมนี้ได้อีกหรือไม่

(4.6) วิธีการที่นักเรียนใช้จะสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ ได้บ้างหรือไม่

หลังจากที่ครูให้นักเรียนแก้สถานการณ์ต่างๆ แล้วอาจจะมีการฝึกทักษะในการแก้ปัญหา มีตัวอย่างให้ในบางสถานการณ์ หรือฝึกสร้างโจทย์ปัญหา โดยอาศัยสถานการณ์จากสภาพแวดล้อม จากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตจริง รวมทั้งดัดแปลงจากปัญหาเดิม เพื่อฝึกการมองไปข้างหน้า ความเคยชินจากกระบวนการเหล่านี้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่มีความสามารถต่อไป

การสอนการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยาโดยก่อนที่จะสอนการแก้โจทย์ปัญหา ครูผู้สอนต้องให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาให้เข้าใจ จากนั้นครูต้องจัดกิจกรรมการเรียนฝึกให้นักเรียนคิดวางแผนก่อนลงมือทำ และรู้จักเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ง่าย สั้น และสะดวกที่สุด แล้วควรให้นักเรียนเลือกยุทธวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาที่เหมาะสมตามความสามารถของแต่ละคน จากนั้นครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนตรวจสอบขั้นตอนต่างๆ ที่ผ่านมาแล้วเพื่อเป็นการมองย้อนกลับไปทบทวนอีกครั้ง

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, น. 56) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมการแก้ปัญหาโจทย์ตามเทคนิคของโพลยาของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบ

สืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549, น. 62) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุภาพร พลพุทธา (2552, น. 94) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลักษณา ศิริมาลา (2553, น. 63) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 72.22 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จักรพันธ์ พิรักษา (2553, น. 59) ได้ศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาเรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยากับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น พบว่า กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภักคีณี จีนามูล (2555, น. 50) ได้ศึกษาผลการสอนแบบ 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลเมืองสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ 7E สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุพันธ์ณี ขุนนุ้ย (2555, น. 44) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน หลังเรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อธิชา อินทอง (2557, น. 106) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา การบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้วัฏจักรการสืบสอบความรู้ 7ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้วัฏจักรการสืบสอบความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยา มีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Ozlem Mecit (2006, p. 43) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E ต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนเกรด 5 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้การสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E มีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Selcuk & et al. (2008, pp. 1089–1110) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนสาขาการศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่ได้รับการเสริมกระบวนการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและทักษะในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน ตามเทคนิคของโพลยามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Muhammad Naqeeb Ul Khalil Shaheen (2015, pp. 471-479) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาชีววิทยา โดยใช้การสอนแบบ 7E พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบ 7E มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Samuel Onyinyechi Nneji (2013, pp. 41-46) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการแก้ปัญหาของจอร์จ โพลยา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง พีชคณิต พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยรูปแบบการแก้ปัญหาของจอร์จ โพลยา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และรูปแบบการแก้ปัญหาของโพลยาในการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนหลายด้าน เช่น การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เป็นต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ช่วยให้ผู้เรียนค้นพบความรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง และส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกคิดแก้โจทย์ปัญหา โดยในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จะมีการใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาร่วมด้วยเพื่อฝึกให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สูงขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษา โดยมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ The Pretest - Posttest Nonequivalent - Groups Design (Best & Kahn, 2003, p.178) ดังแบบแผนการทดลองในภาพที่ 3.1

O_1	X	O_2	O_1O_3 = pretests
O_3	C	O_4	O_2O_4 = posttests

ภาพที่ 3.1 แบบแผนการวิจัย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

O_1 คือ การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง

O_2 คือ การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง

O_3 คือ การทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม

O_4 คือ การทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มควบคุม

X คือ การจัดการเรียนรู้โดยเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

C คือ การจัดการเรียนรู้ปกติ

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 3 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 128 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 88 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 44 คน และกลุ่มควบคุม 44 คน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น รายวิชาฟิสิกส์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำนวน 5 แผน เวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมีเนื้อหาสาระดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานความร้อนกับสมบัติเชิงกายภาพของวัตถุ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติของแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานภายในระบบ

3.3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ รายวิชาฟิสิกส์ 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำนวน 5 แผน เวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาฟิสิกส์ 5 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.4 ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือ โดยแบ่งเป็นขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.4.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผู้วิจัยสร้างโดยใช้สาระการเรียนรู้จากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาเพิ่มเติม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาขั้นตอน วิธีสอน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3) ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสายปัญญารังสิต เพื่อศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาเพิ่มเติมของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4) กำหนดขอบเขตและเนื้อหาสาระรายวิชาฟิสิกส์ 5 จุดประสงค์การเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

5) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำนวน 5 แผน เวลา 12 คาบ คาบละ 50 นาที

6) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องและความเหมาะสมของเนื้อหา ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและการวัดผลประเมินผล

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้าง ความเหมาะสม และความสอดคล้อง โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้

จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence : IOC) ปรากฏว่า ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง(IOC) แผนการจัดการเรียนรู้ เท่ากับ 1.00

8) ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปใช้กับกลุ่มทดลอง

3.4.2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.2.1 การสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส แบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก มีขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จัดตารางวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ที่ต้องการ

2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ จากเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับเทคนิควิธีการสร้างข้อสอบ

3) วิเคราะห์เนื้อหา หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบ

4) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยสร้างเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ทั้งหมด 1 ฉบับ จำนวน 60 ข้อ

5) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และโครงสร้าง ภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของตัวเลือก แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

6) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่แก้ไขแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของภาษาและพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้เกณฑ์กำหนดคะแนนความคิดเห็น ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าเนื้อหาข้อคำถามสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหาข้อคำถามไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จากนั้นบันทึกผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญแล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence : IOC) ปรากฏว่า ได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80-1.00

7) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทย์–คณิต โรงเรียนสายปัญญารังสิต ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

8) นำคำตอบของนักเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ตอบถูกข้อละ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบให้ 0 คะแนน นำไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p)

ระหว่าง 0.20–0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แล้วเลือกข้อสอบที่ตรงตามเกณฑ์มากที่สุด 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.35-0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.40-0.80

9) นำผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส มาขจัดความคลาดเคลื่อนของผลการสอบออกโดยการนำผลการทำแบบทดสอบของนักเรียนที่มีการเดาคำตอบออก

10) นำแบบทดสอบที่ขจัดความคลาดเคลื่อนแล้วมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบของ Kuder Richardson Formular 20 (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.82

11) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ไปใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทย์-คณิต โรงเรียนสายปัญญารังสิต ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.5.1 ติดต่อประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียนสายปัญญารังสิต และขอหนังสือราชการจากงานบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อนำไปขอความอนุเคราะห์และความร่วมมือในการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3.5.2 นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส จำนวน 30 ข้อ

3.5.3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้นักเรียนกลุ่มทดลองตามแผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และดำเนินการจัดการเรียนรู้กลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้เวลากลุ่มละ 12 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

3.5.4 นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ชุดเดิม หลังเรียนครบ 5 แผน

3.5.5 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถ

ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ตามขั้นตอนดังนี้

3.6.1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และทดสอบค่าที โดยใช้ t-test Dependent และนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

3.6.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยนำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และทดสอบค่าที โดยใช้ t-test Dependent และนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

3.6.3 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยนำคะแนนหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และทดสอบค่าที โดยใช้ t-test Independent และนำเสนอข้อมูลโดยใช้ตารางประกอบคำบรรยาย

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.7.1 สถิติพื้นฐาน

3.7.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)

3.7.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.7.2.1 หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและเชิงโครงสร้างของเครื่องมือทุกฉบับโดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

3.7.2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ

3.7.2.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้สูตรของ Kuder Richardson Formular 20 (KR-20)

3.7.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.7.3.1 การเปรียบเทียบผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent)

3.7.3.2 การเปรียบเทียบผลการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Independent)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 3 ข้อ ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	44	9.11	2.26	29.880*	.000
หลังเรียน	44	22.23	2.40		

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\overline{X}$ = 9.11, S.D. = 2.26) ตามลำดับ และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\overline{X}$ = 22.23, S.D. = 2.40) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Dependent) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	44	9.02	2.26	20.805*	.000
หลังเรียน	44	16.48	2.44		

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ($\overline{X}$ = 9.02, S.D. = 2.26) ตามลำดับ และหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\overline{X}$ = 16.48, S.D. = 2.44) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ โดยใช้ค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test Independent) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ

การทดสอบ	กลุ่ม	n	$\overline{X}$	S.D.	t	Sig.
หลังเรียน	ทดลอง	44	22.23	2.40	11.155*	.000
	ควบคุม	44	16.48	2.44		

* $p < 0.05$

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\overline{X}$ = 22.23, S.D. = 2.40) ตามลำดับ และของกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ ($\overline{X}$ = 16.48, S.D. = 2.44) ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ พบว่า ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นลักษณะของการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) แผนการวิจัยแบบ The Pretest - Posttest Nonequivalent-Groups Design โดยมีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 3 ห้องเรียน นักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 128 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่ 6 โรงเรียนสายปัญญารังสิต อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 แผนการเรียนวิทย์-คณิต จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 88 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลองที่ได้เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 44 คน และกลุ่มควบคุมที่ด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ จำนวน 44 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 2) แผนการจัดการเรียนรู้ปกติ และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทดสอบค่า t-test แบบ Dependent และทดสอบค่า t-test แบบ Independent สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีข้อสรุปผลการวิจัยตามรายละเอียดดังนี้

5.1.1 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.26 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 22.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.40 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.26 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 16.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.44 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 22.23 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.40 และนักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ มีคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์เฉลี่ยเท่ากับ 16.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.44 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสาน

กับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบโดยใช้วิธีการสืบสอบหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้ (สุวคนธ์ ผ่านสำแดง, 2552, น. 14-15) และการคิดแก้โจทย์ปัญหาทำให้ผู้เรียนแก้โจทย์ปัญหาอย่างมีระบบ โดยทำความเข้าใจและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา แล้วดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตามแผน และตรวจสอบผลลัพธ์ (เสฏฐวุฒิ มุลอามาตย์, 2549, น. 52) นอกจากนั้นนักเรียนสามารถนำความรู้จากการแก้โจทย์ปัญหาไปใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สถานการณ์ใหม่ๆ ได้ นักเรียนจึงมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์สูงขึ้น (Selcuk & et al., 2008, pp. 1089-1110) ดังผลการวิจัยของ พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549, น. 62) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 7E มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับผลการวิจัยของ สุพันธ์ณี ขุนนุ้ย (2555, น. 44) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E มีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการวิจัยของ Selcuk & et al., 2008, pp. 1089-1110) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้กระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและทักษะในการดำเนินการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอนตามเทคนิคของโพลยามีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นการจัดการเรียนสอนที่ยึดหนังสือหรือตำราเป็นหลัก ซึ่งครูเป็นผู้ป้อนความรู้ให้กับนักเรียนโดยใช้วิธีการบรรยายหรือสาธิตเพื่อให้นักเรียนจำไปข้อสอบ (นิตยา ทองคำ, 2550, น. 50) ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วย

พัฒนาด้านสติปัญญาและทักษะต่างๆ ที่ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้น เนื่องจากความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลแตกต่างกัน (พฤกษ์ โปร่งสำโรง, 2549, น. 33) ดังผลการวิจัยของ สรรชัยพัฒน์ พรหมศรี (2551, น. 62) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการสอนแบบปกติ เรื่อง งานและพลังงาน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับการวิจัยของ ไพรัช ศีลาเจริญ (2550, น. 59) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยวิธีสอนตามคู่มือการจัดการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหา สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2.3 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายในตนเอง ครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (รุจาภา ประถมวงษ์, 2551, น. 17) และผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติซึ่งทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง (ลัดดาวัลย์ จิ่มอาษา, 2554, น. 23) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนค้นพบหรือเรียนรู้ทักษะและคำนิยามศัพท์ได้อย่างมีความหมายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ช่วยให้ครูสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนจัดลำดับขั้นของการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (อารีย์ สุขใจวรเวทย์, 2553, น. 54) ดังผลการวิจัยของ ภักคีณี จีนามูล (2555, น. 50) พบว่า ความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ 7E สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้ การผสานการเรียนการสอนด้วยเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาตามแนวคิดของ Polya (1985) จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจโจทย์ปัญหา การวางแผนแก้โจทย์ปัญหา การดำเนินการตามแผนและตรวจสอบคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหา ดังที่ นิตยา ทองคำ (2550, น. 89) กล่าวว่า เทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาเหมาะสมสำหรับนักเรียนที่จะเริ่มต้นในการแก้โจทย์ปัญหา ง่ายต่อการเข้าใจและเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหาที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด มีอิสระในการหาคำตอบจากเนื้อที่เรียงลำดับจากง่ายไปยาก ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น โดยประกอบด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นเร้าความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบาย 5) ขั้น

ขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ แล้วนำเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน ผสานเข้าไปในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 4 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 5 ขั้น ขยายความรู้ และขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผล ดังนั้น จึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดแก้โจทย์ปัญหาอย่างเป็นระบบ เกิดการถ่ายโอนความรู้และเรียนรู้อย่างมีความหมาย ส่งผลให้ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนพัฒนาสูงขึ้น ดังผลการวิจัยของ อรพินท์ ชื่นชอบ (2549, น. 56) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์หลังเรียนด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ จักรพันธ์ พิรักษา (2553, น. 59) ที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยามีกระบวนการแก้โจทย์ปัญหา สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ อธิชา อินทอง (2557, น. 106) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา การบวก ลบ คูณ หารระคน หลังเรียนโดยใช้วัฏจักรการสืบสอบความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยา สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ครูผู้สอนควรจะบริหารและวางแผนกิจกรรมในขั้นการให้เป็นไปตามระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดโจทย์ปัญหาที่มีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน

5.3.1.2 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ครูผู้สอนควรศึกษารายละเอียดเนื้อหาและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวิธีการสอนแต่ละวิธีให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ รวมถึงบทบาทของครูและบทบาทนักเรียน เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.1.3 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผู้สอนจะต้องทำหน้าที่กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด แต่ไม่ควรบังคับให้ผู้เรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ผู้สอนกำลังสนใจ ยั่วยุให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับผู้เรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ เช่น วารสาร หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ให้มีการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในระดับชั้นอื่นๆ

5.3.2.2 ศึกษาผลการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อทักษะด้านอื่นๆ ของนักเรียน

5.3.2.3 ให้มีการวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับวิธีการจัดการเรียนรู้อื่นๆ เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาสูงขึ้น

5.3.2.4 ศึกษาตัวแปรตามอื่นๆ เช่น ความพึงพอใจ ความคงทน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แรงจูงใจ เป็นต้น

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: กรมฯ.

_____.(2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: กรมฯ

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: คุรุสภา.

_____.(2551). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: คุรุสภา.

เกริก ศักดิ์สุภาพ. (2556). **การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชาฟิสิกส์ (PECA) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

ขนิษฐา ภักดีบุญ. (2557). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของโพลยาและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E)**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).

จักรพันธ์ พิรักษา. (2553). **การเปรียบเทียบกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการแก้ปัญหาของ POLYA กับกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบใช้วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้น**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

จันทร์ขจร มะลิจันทร์. (2554). **ผลของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเชิงเมตาคอกนิชัน ที่มีต่อความสามารถในการแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ ความตระหนักในการรู้คิด และการกำกับตนเองในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

จิตติมา พิศาภาค. (2552). **การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์).

บรรณานุกรม (ต่อ)

จินดารัตน์ แก้วพิกุล. (2554). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ที่มีความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการเปลี่ยนแปลงแนวความคิด และการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ). สืบค้นจาก http://thesis.swu.ac.th/swuthesis/Sec_Ed/Jindarat_K.pdf.

เฉลิมชัย มอญสุขำ. [ม.ป.ป.]. **แนวข้อสอบฟิสิกส์ ม.ปลาย**. กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). **เทคนิคการใช้คำถาม พัฒนาการคิด** (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสซิ่ง.

ตะวัน พันธ์ขาว. (2557). การพัฒนาหลักสูตรเสริมทักษะการเรียนวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, 2557). **วารสารบัณฑิตวิทยาลัย พิชญทรรศน์**, 2557, 115 – 128. สืบค้นจาก https://www.graduate.ubru.ac.th.

ทิศนา แขมมณี และคณะ. (2544). **วิทยาการด้านการคิด**. กรุงเทพฯ: เดอะมาสกรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

ธารทิพย์ ขุนทอง. (2555). **การพัฒนากระบวนการจัดเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มศูนย์พัฒนาวิชาการนาเฉลียง ห้วยโป่ง ยางงาม**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี).

นภดล แก้วเรือง. (2550). **ผลการใช้รูปแบบการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ (Co–op–Co–op) ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ).

นิตยา ทองคำ. (2550). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาบัญชีเบื้องต้น 1 เรื่องการวิเคราะห์รายการค้าของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ที่เรียนโดยวิธีสอนแบบแก้ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยากับการสอนตามปกติ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี).

นิภาพร ช่วยธานี. [ม.ป.ป.]. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง จลนศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา โดยใช้เมตาคอกนิชันสำหรับนักศึกษาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2554). **วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนครฉบับพิเศษ**, (ม.ป.ป.), 40–45.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สืบค้นจาก http://journal.rmutp.ac.th/wp-content/uploads/2014/08/Special-LiberalArt-Humanity-Tourist-10.pdf.

นิรันดร์ สุวรัตน์. (2550). **คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฟิสิกส์ ม.5 (เทอม 1) ของไหล ความร้อน คลื่นกล**. กรุงเทพฯ: พัฒนศึกษา.

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

ประกิตเผ่า ทมทิตชงค์. (2558). **รวมโจทย์ข้อสอบ ฟิสิกส์ ม. 4-6 เล่ม 5 (Problems in Physics)**. กรุงเทพฯ: ไฮเอ็ดพับลิชชิ่ง.

ประพันธ์ศิริ สุเสารัจ. (2553). **การพัฒนาการคิด** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประสาท เนืองเฉลิม. (2550). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. **วารสารวิชาการ, 10**(4), 11-15.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2537). การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์. **วารสารคณิตศาสตร์, 38,** (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2537), 66.

พิมพ์สรณ์ ตุกเตียน. (2552). **ผลการใช้วิธีสอนแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาร่วมกับเทคนิคการจัดกลุ่มแบบรายบุคคล (TAI) ต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ).

พิจิตร ยังดำ. (2557). **การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาวิชากลศาสตร์วิศวกรรม 1 ของนักเรียนระดับชั้น ปวส.1 สาขาวิชาก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง** (รายงานการวิจัยในชั้นเรียน). นครศรีธรรมราช. วิทยาลัยเทคนิคทุ่งสง.

พฤกษ์ โปร่งสำโรง (2549). **ผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ 7E ในวิชาฟิสิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).

ไพรัช ศีลาเจริญ. (2550). **การเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้ เรื่อง โจทย์ปัญหา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยใช้วิธีสอนตามขั้นตอนการสอนของโพลยากับวิธีสอนตามคู่มือการจัดการเรียนรู้.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี).

บรรณานุกรม (ต่อ)

ภักคีณี จีนามูล. (2555). **ผลการสอนแบบ 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเทศบาลเมืองสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช).

รุจาภา ประถมวงษ์. (2551). **การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) กับแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E)**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสารคาม).

โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ องค์การมหาชน. (2553). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ฉบับแก้ไข (ฉบับที่ 2)และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553**. สืบค้นจาก https://www.mwit.ac.th/~person/01-Statutes/NationalEducation.pdf.

โรงเรียนสายปัญญารังสิต. (2557). **สารสนเทศโรงเรียนสายปัญญารังสิต ประจำปีการศึกษา 2557**. ปทุมธานี: โรงเรียนฯ.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2538). **เทคนิคทางการวิจัยเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ลักษณา ศิริมาลา. (2553). **ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 7E.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

ลัดดาวัลย์ จิ่มอาษา. (2554). **การศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น สาระที่ 2 หน้าที่พลเมือง วัฒนธรรม และการดำเนินชีวิตในสังคม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น).

วรางคณา บุญครอบ. (2553). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการแก้ปัญหาตามขั้นตอนของโพลยากับเทคนิค KWDL.** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2553). การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 759 – 768. สืบค้นจาก http//:www.proceedings.bu.ac.thindex.phpcom-phocadownload controlpanelapcdownload=1443-kwdl&start=40.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2557). **ผลการทดสอบการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (O-NET).** กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

_____. (2555). **หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4–6 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: องค์การค้าของ สกสค.

สธน เสนาสวัสดิ์. (2543). **ทักษะกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์**. สืบค้นจาก http://www.baanjomyut.com/library_2/scientific_thinking_skills/04.html.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ. (2555). **พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุธิษา เละเซ็น และ สุโกสินทร์ ทองรัตนาศิริ. [ม.ป.ป.]. **หนังสือเสริมสร้างศักยภาพและทักษะรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 5**. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์ อจท.

สุพัตรา ฝ้ายขันธ์. (2552). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์**. (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

สุพันธ์ณี ขุนนุ้ย. (2555). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาเคมีตามแนวทาง 7E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2555). **วารสารศึกษาศาสตร์. 24**(1), 37-48. สืบค้นจาก https://www.tci-thaijo.org/index.php/edubuu/article/viewFile/18747/16527

สุภาพร พลพุทธา. (2552). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้แบบ 7E ในรายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร).

บรรณานุกรม (ต่อ)

สรรชัยพัฒน์ พรหมศรี. (2551). **การเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างรูปแบบการสอนแบบซิปปากับรูปแบบการสอนแบบปกติ**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี).

สุวคนธ์ ผ่านสำแดง. (2552). **ผลการจัดกิจกรรมการรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) เรื่อง อาหารและสารอาหาร กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. (การศึกษาค้นคว้าอิสระ ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสารคาม).

สุวัฒน์ นิยมค้า. (2531). **ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2**. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์.

สุวิชา วันสุดล. (2554). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการสอนแบบ 4 MAT และการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบซิปปา**. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

เสฏฐวุฒิ มุลอามาตย์. (2549). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้ชุดการเรียนตามแนวอริยสัจ 4.** (สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ).

โสมภิสัย สุวรรณ์. (2554). **การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลลำพูน**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2555). **การจัดการเรียนรูที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : การจัดการเรียนรู้รูปแบบกระบวนการแก้ปัญหา**. สืบค้นจาก https://pound1983.files.wordpress.com/2012/06/UTQ-2135.pdf.

บรรณานุกรม (ต่อ)

อธิชา อินทอง. (2557). **ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ คูณ หารระคน โดยใช้วัฏจักรการสืบสอบความรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคโพลยาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ).

อรพินท์ ชื่นชอบ. (2549). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมการแก้ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา).

อารมณ์ จันทร์ลาม. (2550). **ผลของการสอนแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ).

อารี สุขใจวรเวทย์. (2553). **การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7E**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).

Barman, C. R. (1992). An Evaluation of the Use of a Techniques Designed to Assist Prospective Elementary Teachers Use The Learning Cycle Science Textbook. **School Science and Mathematic. 92**(2) (February 1992), 59–63.

Best, John W. & Kahn, James V. (2003). **Research in education**. Boston, MA: Allyn and Bacon.

Baroody, Arthur J. (1993). **Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8. Helping Children Think Mathematically**. New York, NY: Macmillan.

Charles, R. I., & Lester, F. K. (1982). **Teaching problem solving: What, why and how**. Plato Alto. CA: Dale Seymour.

Dewey, John. (1976). **Moral Principle in Education.** Boston, MA: Houghton Miff in.

Eienkraft, Arthur. (2003). Expanding the 5-E Model A Proposed 7-E Model Emphasizes Transfer of Learning and the Importance of Eliciting Prior Understanding. **The Science Teacher. 70**(6) (September). 56–59.

บรรณานุกรม (ต่อ)

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

Karplus, R. (1977). Science Teaching and Development of Reasoning. **Journal of Research in Science Teaching, 14**(1), 169–175.

Muhammad Naqeep Ul Khalil Shaheen. (2015). Improving Students' Achievment in Biology using 7E Instruction Model: An Experimental Study. **Mediterranean Journal of Social Sciences MCSER Publishing, Rome-Italy, 6**(4), 471-479. Retrieved from : http://www.mcser.org/journal/index.php/mjss/article/download/73311/7000.

Özlem Mecit. (2006). **The Effect of 7E Learning Cycle Model on The Improvement of Fifth Grade Students' Critical Thinking Skills**. (Ph.D. Dissertation, Middle east Technical University).

Polya, George. (1957). **How to Solve It. A New Aspect of Mathod**. Garden City, New York: Doubleday and Company.

_____. (1985). **How to Solve It**. New York, NY: Doubleday and Company.

Samuel Onyinyechi Nneji. (2013). Effect of Polya George's Problem Solving Model on Students' Achievment and Retention in Algebra. **Mediterranean Journal of Social Sciences MCSER Publishing, Rome-Italy, 3**(6), 41-48. Retrieved from : http://www.mcser.org/journal/index.php/jesr/article/viewFile/1718/1722.

Selcuk, G. S. & Erol, M. (2007). The Effects of Gender and Grade Levels on Turkish Physics Teacher Candidates' Problem Solving Strategies. **Journal of Turkish Science Education, 14**(1), 92–100.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
- หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ผศ.ดร.ประนอม พันธ์ไสว	อาจารย์ประจำสาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2. ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์	อาจารย์ประจำสาขาวิจัยและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3. ดร.แสงรุ้ง พูลสุวรรณ	ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาวิชาการ และ ผู้อำนวยการฝ่าย Content development บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด
4. ดร.สุพรรณี ชาญประเสริฐ	ผู้อำนวยการสาขาเคมี สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)
5. นางเนาวรัตน์ ถวายทรัพย์	ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสังคีตวิทยา กรุงเทพมหานคร

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม งานบัณฑิตศึกษา โทร. 025493209
ที่ ศธ 0578.02 /0121 **วันที่** 11 มกราคม 2559
เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประนอม พันธ์ไสว

เนื่องด้วย นางสาวนฤมล ฉิมงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมี ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างดียิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวนฤมล ฉิมงาม ดังสิ่งที่ส่งมาด้วย เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(ดร.นพดล พรามณี)
หัวหน้างานบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ที่ ศธ 0578.02/0012.3

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี 12110

11 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุรัตน์ ขวัญบุญจันทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามฯ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวนฤมล ฉิมงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมี ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างดียิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวนฤมล ฉิมงาม ดังสิ่งที่ส่งมาด้วย เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.นพดล พรามณี)
หัวหน้างานบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 0 2549 3209
โทรสาร 0 2549 3209

ที่ ศธ 0578.02/0012.1

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี 12110

11 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.แสงรุ้ง พูลสุวรรณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามฯ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวนฤมล ฉิมงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมี ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างดียิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวนฤมล ฉิมงาม ดังสิ่งที่ส่งมาด้วย เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.นพดล พรามณี)
หัวหน้างานบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 0 2549 3209
โทรสาร 0 2549 3209

ที่ ศธ 0578.02/0012

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี 12110

11 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.สุพรรณี ชาญประเสริฐ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามฯ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวนฤมล ฉิมงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมี ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างดียิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวนฤมล ฉิมงาม ดังสิ่งที่ส่งมาด้วย เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.นพดล พรามณี)
หัวหน้างานบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 0 2549 3209
โทรสาร 0 2549 3209

ที่ ศธ 0578.02/0012.2

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ต.คลองหก อ.คลองหลวง
จ.ปทุมธานี 12110

11 มกราคม 2559

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน นางเนาวรัตน์ ถวายทรัพย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามฯ จำนวน 1 ชุด

เนื่องด้วย นางสาวนฤมล ฉิมงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้รับอนุมัติให้จัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมี ดร.รสริน เจิมไธสง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ในการนี้ คณะกรรมการบริหารหลักสูตรฯ พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ความสามารถอย่างดียิ่ง คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยให้แก่ นางสาวนฤมล ฉิมงาม ดังสิ่งที่ส่งมาด้วย เพื่อประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.นพดล พรามณี)
หัวหน้างานบัณฑิตศึกษา ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

งานบัณฑิตศึกษา
โทร. 0 2549 3209
โทรสาร 0 2549 3209

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน **เวลาเรียน 2 คาบ**

.....

มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

มาตรฐานการเรียนรู้ **มาตรฐาน ว 5.1** เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้ อธิบายผลของความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับอุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน
2. เพื่อให้มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ
3. เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญของการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับอุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อนได้
2. นักเรียนคำนวณหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิได้
3. นักเรียนอธิบายความสำคัญของการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิได้

สาระสำคัญ

อุณหภูมิ เป็นระดับของความร้อน โดยความร้อนจะถ่ายเทจากที่ที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า จนกระทั่งอุณหภูมิเท่ากันจึงหยุดถ่ายเทความร้อน โดยเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ คือ เทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งมี 4 ชนิด คือ แบบเซลเซียส แบบฟาเรนไฮต์ แบบโรเมอร์ และแบบเคลวิน ดังนั้น ในการเปลี่ยนหน่วยระหว่างอุณหภูมิใดๆ ใช้สมการดังนี้

$$\frac{\text{อุณหภูมิที่อ่านได้}-\text{จุดเยือกแข็ง}}{\text{จุดเดือด}-\text{จุดเยือกแข็ง}} = \frac{T_C}{100} = \frac{T_K-273}{100} = \frac{T_F-32}{180} = \frac{T_R}{80}$$

การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน

สาระการเรียนรู้

1. **ความรู้**
   - อุณหภูมิ
   - การวัดอุณหภูมิ
   - การถ่ายโอนความร้อน
2. **ทักษะ/กระบวนการ**
   - การอธิบาย
   - การให้เหตุผล
   - การแก้โจทย์ปัญหา
   - การเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน
3. **คุณลักษณะอันพึงประสงค์**
   - มีวินัย
   - มีความสนใจใฝ่เรียนรู้
   - มีความมุ่งมั่นในการทำงาน
   - มีความซื่อสัตย์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา
ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม - ครูใช้คำถามและกำหนดประเด็นปัญหา กระตุ้นให้ผู้เรียนได้นำเสนอพื้นฐานความรู้เดิม ตรวจสอบและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน เติมเต็มประสบการณ์เดิม และวางแผนการจัดการเรียนรู้	**ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม** 1. ครูสนทนาทบทวนความรู้เดิม เกี่ยวกับเรื่องพลังงานในชีวิตประจำวัน จนนำไปสู่ความรู้เกี่ยวกับพลังงานความร้อน 2. ครูกำหนดประเด็นปัญหาเกี่ยวกับอุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน โดยใช้คำถามดังนี้ - อุณหภูมิคืออะไร - หน่วยของอุณหภูมิที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง - ประเทศไทยใช้หน่วยวัดอุณหภูมิอะไร - ความร้อนถ่ายโอนพลังงานไปได้อย่างไร
ขั้นเร้าความสนใจ - ครูสร้างความสนใจในบทเรียนโดยใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักร่วมกันคิดและสร้างความอยากรู้ ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่น่าสนใจและดึงคำตอบที่ยังไม่ชัดเจนนักมาให้ผู้เรียนได้คิดและอภิปรายร่วมกัน	**ขั้นเร้าความสนใจ** 1. ครูนำเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้และเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสารมาให้นักเรียนได้สัมผัส และถามคำถาม ดังนี้ - เทอร์โมมิเตอร์ใช้ทำอะไร - เทอร์โมมิเตอร์ที่นักเรียนเห็นเป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดใด - เทอร์โมมิเตอร์มีทั้งหมดกี่ชนิด 2. ครูนำภาพการถ่ายโอนพลังงานความร้อนแบบต่างๆ ให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความร้อนถ่ายโอนพลังงานไปได้อย่างไร 3. ครูแจ้งเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ให้นักเรียนทราบ

กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา
ขั้นสำรวจค้นหา - ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเพื่อสำรวจค้นหาคำตอบโดยครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาและใช้คำถามฝึกให้ผู้เรียนวิเคราะห์โจทย์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ดังนี้ - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา - ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา - ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล โดยครูเป็นผู้รับฟังความคิดเห็น ให้ข้อเสนอแนะคำปรึกษา ให้กำลังใจแก่ผู้เรียนและเสนอประเด็นที่ชี้แนะแนวทางนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ	**ขั้นสำรวจค้นหา** 1. ครูแจกใบความรู้ เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน ให้นักเรียนคนละชุด และให้นักเรียนร่วมกันศึกษาใบความรู้เกี่ยวกับอุณหภูมิและสมการการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ โดยครูคอยให้คำแนะนำ เมื่อนักเรียนเกิดปัญหาในการเรียน 2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสมการที่ใช้ในการเปลี่ยนหน่วยระหว่างอุณหภูมิใดๆ 3. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา เรื่อง การเปลี่ยนอุณหภูมิ ในใบความรู้ แล้วให้นักเรียนช่วยกันค้นหาคำตอบโดยใช้คำถามฝึกการวิเคราะห์โจทย์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ดังนี้ - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 1) อ่านโจทย์แล้วโจทย์ต้องการอะไร 2) ปริมาณดังกล่าวแทนด้วยสัญลักษณ์อะไร 3) โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง 4) ปริมาณที่โจทย์กำหนดให้ แทนด้วยสัญลักษณ์อะไร - ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา 1) สิ่งที่โจทย์ถามหาเกี่ยวข้องกับสมการใด 2) จะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ต้องทำอย่างไร

กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิค การแก้ปัญหาของโพลยา
	- ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน จากสมการ ..... แทนค่า จะได้ ..... - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล การนำคำตอบไปแทนค่าในสมการเพื่อตรวจสอบว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่ ถ้าตรงกับที่โจทย์กำหนดให้ สรุปว่าคำตอบนั้นถูกต้อง จากนั้นนักเรียนบันทึกวิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยาลงในใบความรู้
ขั้นอธิบาย - ครูส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ให้ผู้เรียนได้สร้างคำอธิบายความเข้าใจกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักนำหลักฐานมาแสดงและให้เหตุผลอย่างเหมาะสม ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายสิ่งที่ตนเองสังเกต อธิบายคำจำกัดความและบ่งชี้ประเด็นที่สำคัญจากปรากฏการณ์ โดยยกตัวอย่างสถานการณ์โจทย์ปัญหาและใช้คำถามฝึกให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ดังนี้ - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา - ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา - ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล	**ขั้นอธิบาย** 1. ครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหา เรื่อง การเปลี่ยนอุณหภูมิ อีก 2 ข้อในใบความรู้ แล้วให้นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเองพร้อมทั้งบันทึกลงในใบความรู้ โดยใช้คำถามฝึกการวิเคราะห์โจทย์ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาตามเทคนิคของโพลยา ดังนี้ - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 1) อ่านโจทย์แล้วโจทย์ต้องการอะไร 2) ปริมาณดังกล่าวแทนด้วยสัญลักษณ์อะไร 3) โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง 4) ปริมาณที่โจทย์กำหนดให้ แทนด้วยสัญลักษณ์อะไร - ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา 1) สิ่งที่โจทย์ถามหาเกี่ยวข้องกับสมการใด 2) จะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ต้องทำอย่างไร

กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิค การแก้ปัญหาของโพลยา
	- ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน จากสมการ ……..…… แทนค่า จะได้ …….. - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล การนำคำตอบไปแทนค่าในสมการเพื่อตรวจสอบว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่ ถ้าตรงกับที่โจทย์กำหนดให้ สรุปว่าคำตอบนั้นถูกต้อง 2. เมื่อนักเรียนทำโจทย์ตัวอย่าง 2 ข้อเสร็จแล้ว ให้นักเรียนแลกกันตรวจ โดยครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบ 3. ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน แล้วนักเรียนร่วมกันตอบคำถามพร้อมทั้งบันทึกคำตอบลงในใบความรู้
ขั้นขยายความรู้ - ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ดังนี้ - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา - ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา - ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน	**ขั้นขยายความรู้** 1. ครูแจกบัตรข้อความที่เป็นโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการเปลี่ยนอุณหภูมิให้แก่นักเรียนคนละใบ แล้วให้นักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้น ตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา 1) อ่านโจทย์แล้วโจทย์ต้องการอะไร 2) ปริมาณดังกล่าวแทนด้วยสัญลักษณ์อะไร 3) โจทย์กำหนดอะไรให้บ้าง 4) ปริมาณที่โจทย์กำหนดให้ แทนด้วยสัญลักษณ์อะไร

กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา
- ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจและแสดงวิธีการหาคำตอบอย่างหลากหลายและเท่าเทียม และให้ผู้เรียนถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งได้เรียนรู้	ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา 1) สิ่งที่โจทย์ถามหาเกี่ยวข้องกับสมการใด 2) จะหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ ต้องทำอย่างไร ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน จากสมการ …… แทนค่า จะได้ …… ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล การนำคำตอบไปแทนค่าในสมการเพื่อตรวจสอบว่าตรงกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือไม่ โดยให้เวลา 5 นาที แล้วเก็บรวบรวมส่งครูและเปิดโอกาสให้นักเรียนถามคำถามเกี่ยวกับสิ่งได้เรียนรู้
ขั้นประเมินผล - ครูประเมินความรู้และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาของผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนประเมินตนเองด้านการเรียนรู้และกิจกรรมทักษะกระบวนการจากการแสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาโดยใช้วิธีการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา ดังนี้ - ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา - ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้โจทย์ปัญหา - ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน - ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตัวผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนในชั่วโมง	**ขั้นประเมินผล** 1. ให้นักเรียนประเมินความรู้และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาด้วยตนเอง โดยนำความรู้ในการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา 4 ขั้นตอน ไปใช้ในการหาคำตอบในแบบฝึกหัด เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของตัวนักเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนในชั่วโมงนี้ แล้วส่งให้ครูประเมิน 2. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนโดยการสังเกตพฤติกรรมขณะเรียนของนักเรียนและการหาคำตอบโจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแบบฝึกหัดของนักเรียนโดยใช้แบบประเมินตามสภาพจริง

กระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา
ขั้นนำความรู้ไปใช้ - กระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งข้อคำถามตามประเด็นที่สอดคล้องกับบริบท นำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้ แนะแนวทางในการนำความรู้เดิมไปสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอน	**ขั้นนำความรู้ไปใช้** - ครูแนะแนวทางให้นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ประสบการณ์ และความรู้เดิม ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนและในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง โดยการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ในแบบฝึกหัด เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน

สื่อการเรียนรู้

1. เทอร์โมมิเตอร์ 2 ชนิด คือ เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ และเทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสาร
2. ใบความรู้ เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน
3. แบบฝึกหัด เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน
4. บัตรข้อความ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1. วิธีการวัดและประเมินผล

- ประเมินพฤติกรรมขณะเรียนของนักเรียน
- ประเมินการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน

2. เครื่องมือ

- แบบประเมินพฤติกรรมขณะเรียนของนักเรียน
- แบบประเมินการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน

3. เกณฑ์การประเมิน

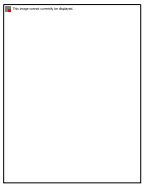
1. เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมขณะเรียนของนักเรียน

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
ความสนใจในการทำกิจกรรม	มีความสนใจในการทำกิจกรรมเป็นประจำสม่ำเสมอ	มีความสนใจในการทำกิจกรรมค่อนข้างสม่ำเสมอ	มีความสนใจในการทำกิจกรรมค่อนข้างน้อย
การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น	มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเป็นประจำ สม่ำเสมอ	มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นค่อนข้างสม่ำเสมอ	มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นค่อนข้างน้อย
การตอบคำถามแสดงถึงความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของการเปลี่ยนอุณหภูมิ	มีการตอบคำถามเป็นประจำ สม่ำเสมอ	มีการตอบคำถามเป็นค่อนข้างสม่ำเสมอ	มีการตอบคำถามเป็นค่อนข้างน้อย
การยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น	มีการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นเป็นประจำ สม่ำเสมอ	มีการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นเป็นค่อนข้างสม่ำเสมอ	มีการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นเป็นค่อนข้างน้อย
ทำงานตามที่ได้รับมอบหมาย	ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันเวลาเป็นประจำสม่ำเสมอ	ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันเวลาค่อนข้างสม่ำเสมอ	ทำงานตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จทันเวลาค่อนข้างน้อย

2. เกณฑ์การประเมินการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
ความสำเร็จของแบบฝึกหัด	ทำแบบฝึกหัดเสร็จตามที่มอบหมายทุกข้อ	ทำแบบฝึกหัดเสร็จตามที่มอบหมาย 4 ใน 5 ข้อ	ทำแบบฝึกหัดเสร็จตามที่มอบหมาย 3 ใน 5 ข้อ	ทำแบบฝึกหัดเสร็จตามที่มอบหมายน้อยกว่า 3 ข้อ
ความถูกต้องชัดเจน	ทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้องทุกข้อ	ทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง 4 ใน 5 ข้อ	ทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง 3 ใน 5 ข้อ	ทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้องน้อยกว่า 3 ข้อ
ความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหา	คำตอบและขั้นตอนการหาคำตอบแสดงให้เห็นความเข้าใจโจทย์ปัญหา และวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่างสมบูรณ์	คำตอบและขั้นตอนการหาคำตอบแสดงให้เห็นความเข้าใจโจทย์ปัญหา และวิธีแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ค่อนข้างมาก	คำตอบและขั้นตอนการหาคำตอบแสดงให้เห็นความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ได้ในบางส่วน	คำตอบและขั้นตอนการหาคำตอบแสดงให้เห็นการขาดความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์
ความชัดเจนของการเขียน	ลายมือมีความชัดเจน อ่านง่าย	ลายมือค่อนข้างอ่านได้ง่าย	ลายมืออ่านยากในหลายๆจุด	ลายมืออ่านยาก

ตัวอย่าง



แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส รายวิชา ฟิสิกส์ 5 (ว30205)

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีทั้งหมด 6 หน้า เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
2. ให้นักเรียนพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนกระดาษคำตอบ

1. การผิงไฟเพื่อให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายเป็นการถ่ายโอนความร้อนแบบใด
   1. การนำความร้อน
   2. การพาความร้อน
   3. การแผ่รังสีความร้อน
   4. การนำความร้อนและการพาความร้อน

2. จากความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิต่างๆ ดังนี้ $\frac{T_C}{100} = \frac{T_F - 32}{180} = \frac{T_R}{80} = \frac{T_K - 273}{100}$
   ถ้าน้ำอุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส จะมีอุณหภูมิกี่องศาโรเมอร์
   1. 4.80
   2. 5.20
   3. 9.60
   4. 12.0

3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดถูกต้อง
   ก. ขณะความร้อนทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ จะไม่เกิดการเปลี่ยนสถานะ
   ข. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของเหลวกลายเป็นไอ ขณะที่ยังไม่ถึงจุดเดือด เรียกว่า การระเหย
   ค. การเปลี่ยนสถานะของสารจากของแข็งกลายเป็นไอ ขณะที่ยังไม่ถึงจุดเดือด เรียกว่า การระเหิด
   1. ข้อ ก. , ข. และ ค.
   2. ข้อ ก. และ ค.
   3. ข้อ ก. และ ข.
   4. ข้อ ข. และ ค.

4. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อความใดถูกต้อง

ก. C คือ ความจุความร้อนจำเพาะของสาร

ข. c คือ ความจุความร้อนจำเพาะของสาร

ค. ความจุความร้อนของสาร มีหน่วยเป็น จูลต่อเคลวิน , J / K

1. ข้อ ก. , ข. และ ค.
2. ข้อ ก. และ ค.
3. ข้อ ก. และ ข.
4. ข้อ ข. และ ค.

5. ข้อใดคือสมการความสัมพันธ์ของความจุความร้อน มวลและความร้อนจำเพาะ

1. $C = mc$
2. $C = mc\Delta t$
3. $c = mC$
4. $c = mC\Delta t$

6. ลูกกระสุนปืนยิงทะลุผ่านก้อนน้ำแข็งในเวลา 0.6 วินาที พบว่ามีน้ำแข็ง 0.1 กิโลกรัม เปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ 0 °C ถ้าการละลายของน้ำแข็งเกิดจากการสูญเสียพลังงานของลูกปืนเพียงอย่างเดียว อยากทราบว่าลูกปืนสูญเสียพลังงานให้น้ำแข็งกี่กิโลจูลต่อวินาที (**กำหนด** ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวเท่ากับ 333 kJ / kg)

1. 33.3
2. 44.4
3. 55.5
4. 66.6

7. ในการทดลองการเปลี่ยนรูปพลังงานกลเป็นพลัง งานความร้อน โดยใช้กระบอกยาว 0.8 เมตร บรรจุลูกกลมโลหะมีความร้อนจำเพาะ 500 จูล/กิโลกรัม.เคลวิน มีมวล 100 กรัม ทำการทดลองพลิกกลับกระบอกขึ้นลงให้ลูกกลมหล่นในกระบอก จงหาว่าจะต้องกลับกระบอกกี่ครั้ง จึงจะทำให้อุณหภูมิของลูกกลมโลหะเพิ่มขึ้น 3.2 °C

1. 100 ครั้ง
2. 180 ครั้ง
3. 200 ครั้ง
4. 220 ครั้ง

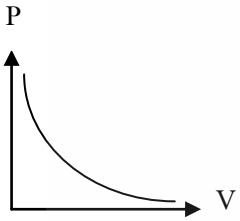
8. ลูกเหล็กมวล 50 กรัม อุณหภูมิ 300 °C ถูกหย่อนลงในน้ำมวล 100 กรัม ซึ่งบรรจุอยู่ในกระป๋องมวล 70 กรัม และมีโฟมหุ้มกระป๋องอยู่ ทำให้น้ำมีอุณหภูมิเปลี่ยนจาก 6 °C ไปเป็น 20 °C จงหาความร้อนจำเพาะของกระป๋อง (**กำหนด** ความร้อนจำเพาะของเหล็กเท่ากับ 0.45 กิโลจูล/กิโลกรัม.เคลวิน ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 4.20 กิโลจูล/กิโลกรัม .เคลวิน)

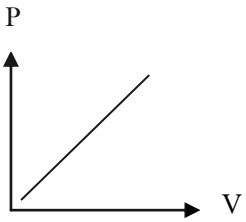
1. 0.13 kJ/kg.K
2. 0.23 kJ/kg.K
3. 0.43 kJ/kg.K
4. 0.70 kJ/kg.K

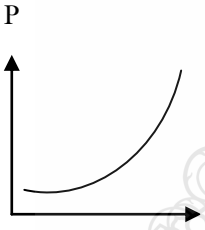
9. น้ำมันเครื่องมวล 200 กรัม บรรจุในกระป๋องทองแดงมวล 120 กรัม อุณหภูมิ 20 °C เมื่อนำทองแดงมวล 100 กรัม อุณหภูมิ 100 °C ลงไปในกระป๋อง ปรากฏว่าอุณหภูมิสุดท้ายเป็น 25 °C จงหาค่าความร้อนจำเพาะของน้ำมันเครื่องเป็นเท่าใด (**กำหนด** ความร้อนจำเพาะของทองแดงเท่ากับ 0.385 กิโลจูล/กิโลกรัม.เคลวิน)

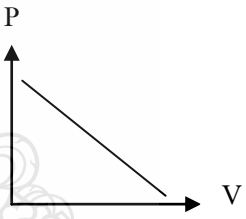
1. 2.13 kJ/kg.K
2. 2.33 kJ/kg.K
3. 2.56 kJ/kg.K
4. 2.66 kJ/kg.K

10. ข้อใดต่อไปนี้แสดงกราฟที่ได้จากการทดลองของบอยส์

1. 

2. 

3. 

4. 

11. ภาชนะบรรจุแก๊ส ความดัน P มีอุณหภูมิ T มีปริมาณ N โมเลกุล จงหาปริมาตรแก๊ส

1. $\frac{Nk_BT}{P}$
2. $\frac{nRT}{P}$
3. $\frac{2Nk_BT}{P}$
4. $\frac{nRT}{2P}$

12. แก๊สจำนวนหนึ่งปริมาตร 0.5 ลูกบาศก์เมตร ที่ความดัน 10^5 นิวตัน/ตารางเมตร อุณหภูมิ 0 °C ถ้าจะทำให้แก๊สนี้มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร โดยความดันไม่เปลี่ยนแปลง อุณหภูมิสุดท้ายเป็นเท่าไร

1. 545 เคลวิน
2. 546 เคลวิน
3. 547 เคลวิน
4. 548 เคลวิน

13. ความดันแก๊สในภาชนะปิดอันหนึ่งเป็น 8×10^5 นิวตัน/ตารางเมตร ที่อุณหภูมิ 27 °C ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอีก 900 °C ความดันในระบบจะเท่ากับกี่นิวตัน/เมตร^2

1. 30×10^4
2. 32×10^4
3. 30×10^5
4. 32×10^5

14. แก๊สในถังที่อุณหภูมิ 30°C ความดัน 5 บรรยากาศ มีมวล 10 กิโลกรัม เมื่อปล่อยแก๊ส ออกมาใช้เสียบ้างความดันจะลดลงเหลือ 2 บรรยากาศ วัดที่อุณหภูมิ 27°C ถามว่าแก๊สที่เหลือจะมีมวลกี่กิโลกรัม

1. 2.56
2. 2.79
3. 3.48
4. 4.04

15. ภาชนะเปิดใบหนึ่งมีปริมาตร 25 cm^3 เริ่มต้นอากาศอยู่ในนั้นจำนวนหนึ่ง ที่อุณหภูมิ 27°C ซึ่งเป็นอุณหภูมิและความดันเดียวกับสภาวะแวดล้อม จะต้องทำให้อุณหภูมิของภาชนะและอากาศในนั้นร้อนถึงอุณหภูมิเท่าใด จำนวนโมลอากาศในภาชนะ จึงจะเหลือ $\frac{3}{4}$ ของจำนวนโมลเดิม

1. 127 °C
2. 227 °C
3. 400 °C
4. 500 °C

16. สูบเข้าไปในยางรถยนต์คันหนึ่ง พบว่า มิเตอร์วัดความดันเกจได้ 2×10^5 N/m^2 อุณหภูมิอากาศในยางรถยนต์ขณะนั้นเป็น 27 °C ถ้าอุณหภูมิอากาศในยางรถยนต์เปลี่ยนเป็น 87°C อยากทราบว่ามิเตอร์วัดความดันเกจจะอ่านค่าได้เท่าไร ถ้าถือว่าปริมาตรของยางรถยนต์เปลี่ยนไปน้อยมาก (ความดันบรรยากาศเท่ากับ 10^5 N/m^2)

1. 2.2×10^5 N/m^3
2. 2.4×10^5 N/m^3
3. 2.6×10^5 N/m^3
4. 2.8×10^5 N/m^3

17. แก๊สไฮโดรเจน 4 โมล อุณหภูมิ 15 °C ผสมกับแก๊สออกซิเจน 6 โมล อุณหภูมิ 30 °C จะได้อุณหภูมิผสมเท่าใด

1. 21 °C
2. 24 °C
3. 28 °C
4. 30 °C

ภาคผนวก ค

- ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC)เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
- ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
- ผลการวิเคราะห์สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (q) และความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อุณหภูมิและการถ่ายโอนความร้อน							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การ เรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการ ประเมินผลการเรียนรู้มีความ หลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พลังงานความร้อนกับสมบัติเชิงกายภาพของวัตถุ							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติของแก๊ส							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน กระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะ และความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง พลังงานภายในระบบ							
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับหน่วยการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนและเชื่อมโยงสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความสอดคล้องของสาระสำคัญกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาผู้เรียนครอบคลุมด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ และด้านจิตพิสัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กับเนื้อหา และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สาระสำคัญมีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. สาระสำคัญแสดงความคิดรวบยอดหรือแก่นของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. สาระการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
9. กิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอนกระบวนการครบถ้วนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริม และพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ ตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12. กิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายเหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนตามวิธีการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผสานกับเทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.1 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) เชิงเนื้อหา ของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ โดยใช้เทคนิคการแก้ปัญหาของโพลยาผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
13. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. สื่อการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับวัย วุฒิภาวะและความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15. วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้/จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16. เครื่องมือการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้มีความหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17. เกณฑ์การวัดและประเมินผลชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
20	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
42	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
43	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
44	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
45	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
46	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
47	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
48	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.2 ผลการประเมินความสอดคล้อง(IOC) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
49	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
50	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
51	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
52	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
53	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
54	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
55	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
56	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
57	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
58	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
59	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
60	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ ค.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	R_U	R_L	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา
1	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
2	0	1	0.05	-0.10	ตัดทิ้ง
3	10	8	0.90	0.20	ตัดทิ้ง
4	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
5	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
6	8	3	0.55	0.50	คัดเลือกไว้
7	7	7	0.70	0.00	ตัดทิ้ง
8	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
9	10	9	0.95	0.10	ตัดทิ้ง
10	10	7	0.85	0.30	ตัดทิ้ง
11	9	4	0.65	0.50	คัดเลือกไว้
12	10	7	0.85	0.30	ตัดทิ้ง
13	7	5	0.60	0.20	ตัดทิ้ง
14	8	6	0.70	0.20	ตัดทิ้ง
15	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
16	5	3	0.40	0.20	ตัดทิ้ง
17	8	1	0.45	0.70	คัดเลือกไว้
18	6	2	0.40	0.40	คัดเลือกไว้
19	10	7	0.85	0.30	ตัดทิ้ง
20	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
21	0	1	0.05	-0.10	ตัดทิ้ง
22	10	2	0.60	0.80	คัดเลือกไว้
23	10	3	0.65	0.70	คัดเลือกไว้
24	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
25	10	7	0.85	0.30	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ค.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	R_U	R_L	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา
26	10	5	0.75	0.50	ตัดทิ้ง
27	8	3	0.55	0.50	คัดเลือกไว้
28	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
29	9	3	0.60	0.60	ตัดทิ้ง
30	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
31	10	5	0.75	0.50	คัดเลือกไว้
32	10	1	0.55	0.90	ตัดทิ้ง
33	9	1	0.50	0.80	คัดเลือกไว้
34	10	1	0.55	0.90	ตัดทิ้ง
35	10	3	0.65	0.70	ตัดทิ้ง
36	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้
37	6	2	0.40	0.40	คัดเลือกไว้
38	0	2	0.10	-0.20	ตัดทิ้ง
39	1	0	0.05	0.10	ตัดทิ้ง
40	6	1	0.35	0.50	คัดเลือกไว้
41	9	5	0.70	0.40	คัดเลือกไว้
42	7	4	0.55	0.30	ตัดทิ้ง
43	8	1	0.45	0.70	คัดเลือกไว้
44	4	5	0.45	-0.10	ตัดทิ้ง
45	3	2	0.25	0.10	ตัดทิ้ง
46	3	1	0.20	0.20	ตัดทิ้ง
47	5	2	0.35	0.30	ตัดทิ้ง
48	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
49	5	2	0.35	0.30	ตัดทิ้ง
50	8	4	0.60	0.40	คัดเลือกไว้

ตารางที่ ค.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	R_U	R_L	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	การพิจารณา
51	7	5	0.60	0.20	ตัดทิ้ง
52	7	1	0.40	0.60	คัดเลือกไว้
53	2	3	0.25	-0.10	ตัดทิ้ง
54	7	3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
55	9	4	0.65	0.50	ตัดทิ้ง
56	8	3	0.55	0.50	คัดเลือกไว้
57	7	4	0.55	0.30	ตัดทิ้ง
58	9	3	0.60	0.60	คัดเลือกไว้
59	7	0	0.35	0.70	คัดเลือกไว้
60	2	4	0.30	-0.20	ตัดทิ้ง

ตารางที่ ค.4 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (q) และความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	p	q	pq
1	0.54	0.46	0.25
2	0.69	0.31	0.21
3	0.69	0.31	0.21
4	0.64	0.36	0.23
5	0.62	0.38	0.24
6	0.64	0.36	0.24
7	0.64	0.36	0.23
8	0.56	0.44	0.25
9	0.59	0.41	0.24
10	0.62	0.38	0.24
11	0.79	0.21	0.16
12	0.85	0.15	0.13
13	0.51	0.49	0.25
14	0.59	0.41	0.24
15	0.51	0.49	0.25
16	0.49	0.51	0.25
17	0.79	0.21	0.16
18	0.56	0.44	0.25
19	0.64	0.36	0.23
20	0.38	0.62	0.24
21	0.28	0.72	0.20
22	0.82	0.18	0.15
23	0.51	0.49	0.25
24	0.15	0.85	0.13

ตารางที่ ค.4 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูก (p) สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิด (q) และความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	P	Q	Pq
25	0.51	0.49	0.25
26	0.38	0.62	0.24
27	0.44	0.56	0.25
28	0.59	0.41	0.24
29	0.62	0.38	0.24
30	0.38	0.62	0.24
			$\sum$pq = 6.66

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right]$$

$$r_{tt} = \frac{40}{40-1}\left[1 - \frac{6.66}{33.98}\right]$$

$$r_{tt} = 1.0256 \times 0.8040$$

$$r_{tt} = 0.8245$$

$$r_{tt} \approx 0.82$$

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ–นามสกุล นางสาวนฤมล ฉิมงาม

วันเดือนปีเกิด 20 พฤษภาคม 2525

ที่อยู่ปัจจุบัน 49/129 หมู่ 1 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12130

ประวัติการศึกษา ปริญญาตรี การศึกษาบัณฑิต(กศ.บ.) วิชาเอก วิทยาศาสตร์–ฟิสิกส์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.)
สาขาวิชา การวิจัยและพัฒนาหลักสูตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประสบการทำงาน

พ.ศ. 2551 – 2553 ครูผู้ช่วย โรงเรียนบ้านเขาตะกรุบพัฒนา ตำบลทุ่งมหาเจริญ
อำเภอวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว

พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน ครูชำนาญการ (คศ.2) โรงเรียนสายปัญญารังสิต
ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

โทรศัพท์ 081-8042726

อีเมล์ porjai_jub_jub@hotmail.com