การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โดย

นางแสงเดือน เจริญฉิม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

โดย
นางแสงเดือน เจริญฉิม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2552
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL THAT ENHANCES CONCEPTUAL UNDERSTANDING AND PROBLEM SOLVING IN UPPER SECONDARY PHYSICS

By

Sangduan Charoenchim

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

DOCTOR OF PHILOSOPHY

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School

SILPAKORN UNIVERSITY

2009

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” เสนอโดย นางแสงเดือน เจริญฉิม เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

…….....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตังกูร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ อ่วมเจริญ
2. อาจารย์ ดร.ชอบ ลีชอ
3. อาจารย์ ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐาปนีย์ ธรรมเมธา)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ อ่วมเจริญ)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ดร.ชอบ ลีชอ)
...../...../.....

..... กรรมการ
(ดร.ประมวล ศิริผันแก้ว)
...../...../.....

49253910 : สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
คำสำคัญ : รูปแบบการเรียนการสอน/มโนทัศน์/การแก้ปัญหา

แสงเดือน เจริญฉิม : การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.สุเทพ อ่วมเจริญ , อาจารย์ ดร.ชอบ ลีชอ และ อาจารย์ ดร. ประมวล ศิริผันแก้ว. 377 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของนักเรียน 3) นำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การดำเนินการวิจัย มี 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การวิเคราะห์(Analysis) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนา(Design and Development) การดำเนินการแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา 2) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบฯ แผนการจัดการเรียนรู้ และเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ระยะที่ 3 การนำไปใช้ (Implementation) โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2552 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 80 คน ทำการสุ่มห้องเรียนโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ระยะเวลาในการทดลอง 15 สัปดาห์ รวม 30 คาบ เครื่องมือวิจัยคือ แบบทดสอบการปฏิบัติ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการทดสอบค่าที(t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) ระยะที่ 4 การประเมิน (Evaluation) การดำเนินการแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) การประเมินระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 2) การประเมินหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและนำเสนอรูปแบบ

ผลการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย องค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ คือ 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 4) การวัดและประเมินผล กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้น คือ 1) การสำรวจความรู้เดิม 2) การเร้าความสนใจ 3) การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน 4) การตรวจสอบมโนทัศน์ 5) การนำมโนทัศน์ไปใช้ และ 6) การประเมินผล

2 ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น พบว่า

2.1 นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 นักเรียนกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิผล .50 และมีประสิทธิภาพ 80.37/81.04

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนฟิสิกส์ มีความเห็นว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหา มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีการศึกษา 2552

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ 1. ..... 2. ..... 3. .....

49253910 : MAJOR : CURRICULUM AND INSTRUCTION
KEYWORD : INSTRUCTIONAL MODEL / CONCEPTUAL UNDERSTANDING / PROBLEM SOLVING
SANGDUAN CHAROENCHIM : DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL MODEL THAT ENHANCES CONCEPTUAL UNDERSTANDING AND PROBLEM SOLVING IN UPPER SECONDARY PHYSICS. THESIS ADVISORS : ASST.PROF. SUTHEP UAMCHAROEN,Ed.D., CHAUB LEECHOR,Ph.D., AND PRAMUAL SIRIPUNKAW,Ph.D. 377 pp.

This dissertation aimed 1) to develop an instructional model enhancing conceptual understanding and problem solving in upper secondary physics, 2) to try this instructional model and then to evaluate students' conceptual understanding and ability of problem solving, and 3) to propose this instructional model to be implemented.

This dissertation was conducted in 4 phases namely :Phase 1: Analysis ; data and information to be used in the development of the instructional model were analyzed, Phase 2 : Design and Development; following two steps were done : 1) the instructional model enhancing conceptual understanding and problem solving was designed, and 2) the instructional model, its manual, teaching management plan, and instruments to gather data were developed, Phase 3 : Implementation; the instructional model was tried among 80 participants who were Mathayom Sueksa 4 students of Kasetsart University Laboratory School, Educational Research and Development Center in the 2nd semester of academic year 2009. Participants were selected through Cluster Random Sampling of classrooms and they were divided into 2 groups consisting of control group and experimental group. The experiment took the time of 15 weeks including 30 teaching periods. Research tools were the laboratory test and the test of conceptual understanding and problem solving and the gathered data were analyzed by t-test and ANCOVA (Analysis of Covariance). For the final phase—Phase 4 : Evaluation ; there were 2 types of evaluation: 1) the formative evaluation which was made throughout the trial of the instructional model, and 2) the summative evaluation which was made following the trial and proposition for actual implementation.

The findings revealed as follows:

1. The instructional model which has been developed consists of 4 key elements: 1) Rationale / Principles, 2) Objectives, 3) Learning Management Process, and 4) Measurement and Evaluation including 6 steps :1) to survey students' background knowledge, 2) to draw their attention, 3) to make their conceptual understanding clear, 4) to check their conceptual understanding, 5) to have them apply their conceptual understanding, and 6) to evaluate their learning outcomes.

2. For the results of the trial of the instructional model, they were found as follows:

2.1 The experimental group students had higher average scores of conceptual understanding of physics after the experiment than the average scores before and they also had significantly higher average scores than the control group at the statistical level at .05.

2.2 The experimental group students had higher ability of problem solving after the experiment than the ability before and they also had significantly higher ability of problem solving than the control group at the statistical level at .05.

2.3 The effectiveness and the efficiency of the instructional model were .50 and 80.37 / 81.04, repectively.

3. The curriculum and instruction of physics experts viewed that the developed instructional model could develop students' conceptual understanding of physics and their ability of problem solving, and was suitable to be implemented among upper secondary students.

Department of Curriculum and Instruction Graduate School, Silpakorn University Academic Year 2009
Student's signature .....
Thesis Advisors' signature 1. ..... 2. ..... 3. .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี จากความกรุณาเอาใจใส่ ให้คำปรึกษา แนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องจาก ผศ. ดร. สุเทพ อ่วมเจริญ ดร. ชอบ ลีชอ ดร. ประมวล ศิริผันแก้ว ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. ดร. ฐาปนีย์ ธรรมเมธา ประธานคณะกรรมการ ตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และ ผศ. ดร. ชัยฤทธิ์ ศิลาเดช ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องและให้ความรู้ เพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ผู้ประสิทธิประสาทความรู้ทุกท่าน

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน รศ.ดร. พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ รศ.ดร. จิราภรณ์ ศิริทวี รศ.ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ รศ. ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์ รศ. ศิลปชัย บูรณพานิช ผศ.ดร. วีรฉัตร สุปัญโญ ผศ.ดร. สันติ ศรีสวนแตง ผศ. นพพร รัตนช่วง ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัย และขอขอบคุณนักเรียนโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยพัฒนาการศึกษา ที่ให้ความร่วมมือในการรวบรวมข้อมูล เพื่อการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนและพี่น้องร่วมรุ่น สาขาหลักสูตรและการสอน ตลอดจนพี่น้องโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยพัฒนาการศึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สาธิต เจริญฉิม ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือ คุณค่าของวิทยานิพนธ์ ขอมอบแด่พระคุณของบิดา มารดาและผู้มีพระคุณทุกท่าน ความมุ่งมั่นและตั้งใจในการศึกษาขอให้เป็นตัวอย่างแก่ นางสาวนภัสกร เจริญฉิม และเด็กหญิงพรภัส เจริญฉิม ผู้เป็นบุตรสาวอันเป็นที่รักยิ่ง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญแผนภาพ ..... ฒ
บทที่
1 บทนำ 1
ความสำคัญของปัญหา 1
กรอบแนวคิดการวิจัย 12
วัตถุประสงค์การวิจัย 13
คำถามการวิจัย 13
สมมุติฐานการวิจัย 13
ขอบเขตการวิจัย 14
นิยามศัพท์เฉพาะ 15
2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 17
ตอนที่ 1 หลักสูตร 18
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 18
กรอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของรัฐมิชิแกน 31
มาตรฐานเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของรัฐแคลิฟอร์เนีย 32
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ประเทศสิงคโปร์ 33
ระบบการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 35
ตอนที่ 2 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2552 41
พันธกิจ 41
เป้าหมาย 41
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน 42
โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 42

บทที่ หน้า

ตอนที่ 3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหา 45
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 46
มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 47
การเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 48
การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ 49
วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา 61
ทฤษฎีการสอนแบบแก้ปัญหา 62
ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ 65
แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ 65
ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) 66
ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive) 67
ทฤษฎีการประมวลผลทางปัญญา (Cognitive Information Processing Theory) 69
ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist Theory) 72
แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน 75
ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ 79
งานวิจัยภายในประเทศ 79
งานวิจัยต่างประเทศ 81
3 วิธีดำเนินการวิจัย 84
ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) 88
ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนา (Design and Development) 93
ขั้นที่ 1 การออกแบบ (Design) 93
ขั้นที่ 2 การพัฒนา (Development) 102
ระยะที่ 3 การนำไปใช้ (Implementation) 118
ขั้นที่ 1 การเตรียมก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน 119
ขั้นที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน 120
ขั้นที่ 3 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ 124
ระยะที่ 4 การประเมิน (Evaluation) 127

บทที่ หน้า

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 130
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียน การสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 130
ตอนที่ 2 ผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริม มโนทัศน์และการ แก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย 151
ตอนที่ 3 ผลการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และ การแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้ ในสถานการณ์จริง (Implement) 174
ตอนที่ 4 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์ และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 187
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 193
วัตถุประสงค์การวิจัย 193
การดำเนินการวิจัย 193
สรุปผลการวิจัย 196
อภิปรายผล 201
ข้อเสนอแนะ 210
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 210
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 212
บรรณานุกรม 213

ภาคผนวก 225
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ 226
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 229
ภาคผนวก ค เอกสารผลการสังเคราะห์และพัฒนา 279
ภาคผนวก ง ประสิทธิภาพของเครื่องมือ 328
ภาคผนวก จ ค่าสถิติ 344

หน้า

ภาคผนวก ฉ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา 357

ประวัติผู้วิจัย..... 377

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	โครงสร้างเวลาเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	23
2	สาระการเรียนรู้ฟิสิกส์ระดับประถมศึกษา	29
3	สาระการเรียนรู้ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น	30
4	ตัวชี้วัดเนื้อหาทางด้านฟิสิกส์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของรัฐมิชิแกน	31
5	สาระที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของรัฐแคลิฟอร์เนีย	32
6	เนื้อหาเกี่ยวกับฟิสิกส์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ประเทศสิงคโปร์	33
7	การเปรียบเทียบสาระการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ตามกรอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยและต่างประเทศกับสำนักบริการการทดสอบ	34
8	โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา	42
9	โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น	43
10	โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (กลุ่มเน้นวิทยาศาสตร์)	43
11	โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย(กลุ่มไม่เน้นวิทยาศาสตร์)	44
12	เปรียบเทียบวงจรการเรียนรู้ของ Atkin and Karplus กับ BSCS Model	55
13	รูปแบบการสอนเพื่อการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Hassard	59
14	การสังเคราะห์เปรียบเทียบขั้นตอนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้	60
15	ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา	90
16	แผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบเรียน รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	104
17	การกำหนดเนื้อหาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา	107
18	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา	108
19	เกณฑ์การประเมินแผนผังรูปตัววี	110
20	เกณฑ์การประเมินการออกแบบการทดลอง	111
21	เกณฑ์การประเมินรายงานการสืบค้นข้อมูล	112
22	เกณฑ์การประเมินการสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบ Concept map	113

ตารางที่ หน้า

23 เกณฑ์การประเมินการสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบ Mind map 114
24 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริม
มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์..... 115
25 ขั้นตอนการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปดำเนินการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนา
มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์..... 125
26 ขั้นตอนการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และ
การแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์..... 129
27 สาระการเรียนรู้ฟิสิกส์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551…….. . 131
28 ผลการศึกษามโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์..... 133
29 ผลการศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา
ตอนปลาย..... 136
30 ผลการศึกษาสาระสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบวงจร
การเรียนรู้และกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 138
31 ผลการวิเคราะห์พัฒนาทางด้านการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ และการจัด
กระบวนการเรียนรู้..... 140
32 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง..... 142
33 วิธีการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง..... 144
34 ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง 145
35 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง..... 146
36 ระบบสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน..... 148
37 ผลการวิเคราะห์ภาระงานเพื่อการพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชา 152
ฟิสิกส์.....
38 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน..... 158
39 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน 170
40 ผลการประเมินคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน..... 170
41 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน..... 172
42 เปรียบเทียบการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง..... 175
43 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อน
และหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง..... 181

ตารางที่ หน้า

44 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 182

45 ผลการทดสอบอิทธิพลของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองและอิทธิพลของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีต่อคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลอง..... 182

46 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 183

47 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง..... 184

48 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 184

49 ผลการทดสอบอิทธิพลของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองและอิทธิพลของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีต่อคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง..... 185

50 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 185

51 ผลการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน 186

52 ผลการประเมินรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ระหว่างการใช้รูปแบบ 188

53 การวิเคราะห์หลักสูตร 281

54 การวิเคราะห์งานและภาระงาน..... 288

55 โครงการสอน 298

56 ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน (ก่อนใช้รูปแบบ) 330

57 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน (ระหว่างใช้รูปแบบ) โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 5 คน 333

58 ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน 337

ตารางที่ หน้า

59 ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดย ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน 338

60 ดัชนีความยากง่าย อำนาจจำแนกและ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ 346

61 ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา..... 348

62 ค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2 349

63 คะแนนรวมทุกงานและภาระงานของกลุ่มทดลองแต่ละคนจากการประเมิน ของผู้ประเมินทั้งสองคน (N = 40)..... 355

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดการวิจัย	12
2	วงจรการเรียนรู้ของ Anthony W. Lorsbach	53
3	วงจรการเรียนรู้ของ David Walbert	54
4	ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E กับ 7E	57
5	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์และใช้ในการวิจัย	60
6	ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับเจตคติ กระบวนการ และเนื้อหา	62
7	โมเดลการแก้ปัญหาของ Lunetta and Tamir	63
8	ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	88
9	กรอบแนวคิดทฤษฎี (Theoretical Framework)	94
10	กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)	95
11	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเบื้องต้น แนวคิด ทฤษฎี และองค์ประกอบของรูปแบบ	97
12	ร่างรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา	98
13	การสังเคราะห์กรอบแนวคิดทฤษฎี และกรอบแนวคิดการวิจัย	157
14	ผลการสังเคราะห์ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน	159
15	ผลการสังเคราะห์แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ	160
16	ผลการพัฒนาหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนจากการสังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ และการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้	161
17	ผลการพัฒนาจุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอนจากการวิเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน	162
18	ผลการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบจากการสังเคราะห์หลักการและแนวทางในการจัดการเรียนการสอน	163
19	ผลการพัฒนาการวัดและประเมินผลของรูปแบบ จากการวิเคราะห์ระบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์งานและภาระงาน	166

แผนภาพที่ หน้า

20 แนวทางการดำเนินการพัฒนาผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาและประมวลการสอนรายวิชา 167

21 ผลการออกแบบการจัดการเรียนรู้..... 168

22 องค์ประกอบหลักของรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์..... 187

23 รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย..... 188

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญของชีวิต ในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และในขณะที่สภาวะการแข่งขันในเวทีโลกเป็นไปอย่างเข้มข้นและรุนแรงเช่นในปัจจุบัน ขณะเดียวกันความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ผนวกกับความเฉลียวฉลาดของมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของข้อมูลสารสนเทศ และการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ผู้เรียนในยุคนี้ต้องมีความสามารถในการคิดเชิงระบบ การคิดเชิงเหตุผล คิดแก้ปัญหาและตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลสารสนเทศต้องประยุกต์ทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต รวมทั้งต้องพัฒนาทักษะใหม่ ๆ เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงของสังคม ซึ่งศูนย์กลางการปฏิบัติการทางการศึกษา (The North Central Regional Educational Laboratory : NCREL) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดทักษะ (enGauge 21st Century Skills) ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ไว้ดังนี้ 1) Basic Literacy 2) Scientific Literacy 3) Economic Literacy 4) Technology Literacy 5) Visual Literacy 6) Information Literacy 7) Multicultural Literacy และ 9) Global Awareness ดังนั้น การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์(Scientific Literacy) จึงมีความจำเป็นต่อผู้เรียนในยุคนี้ ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยหนึ่งที่เป็นเครื่องตัดสิน ความได้เปรียบในการแข่งขันและความสามารถ ที่จะดำรงอยู่ของประเทศอย่างมีเสถียรภาพ วิทยาศาสตร์นอกจากจะมีบทบาทต่อความสามารถในการแข่งขันเชิงธุรกิจแล้ว วิทยาศาสตร์เองในฐานะองค์ความรู้ ระบบการคิดและการค้นคว้าหาความรู้ก็มีประโยชน์อย่างมากต่อชีวิตด้านอื่น ๆ อีกด้วย

มาตรฐานวิทยาศาสตร์ชาติ (National Research Council 1995 :1) ของประเทศสหรัฐอเมริกากล่าวว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการที่จำเป็นต่อการตัดสินใจด้วยตนเอง การเข้าไปมีส่วนร่วมในฐานะของการเป็นพลเมืองและภาระหน้าที่ต่อวัฒนธรรม ผู้เรียนที่รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ต้องมีคุณสมบัติดังนี้ 1) มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และมีกระบวนการที่จำเป็นสำหรับการมีส่วนร่วมในสังคม 2) สามารถตั้งคำถาม ค้นหา หรือตัดสินใจตอบคำถามจากปัญหาซึ่งมาจากความอยากรู้อยากเห็น เกี่ยวกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน 3) มีความสามารถ

ในการบรรยาย อภิปราย และทำนายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ 4) สามารถอ่านได้อย่างเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์ และนำสาระสำคัญมาอภิปรายเป็นบทสรุปที่เที่ยงตรง และ 5) สามารถประเมินคุณภาพของสารสนเทศทางด้านวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของแหล่งข้อมูลและวิธีการที่ได้มา

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในมาตรา 22 ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพจึงเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ เป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันได้ คิดวิเคราะห์ มีวิจารณญาณในการตัดสินใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้ (National Research Council 1995 : 198-200) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียนทุกคนในโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2545 :1-2)

จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาร่วมกับสมาคมนานาชาติ (The International Association for the Evaluation of Educational Achievement หรือ IEA) ในโครงการ TIMSS 1999 (The third International Mathematics and Science Study 1999 หรือ TIMSS 1999) ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทำการศึกษากับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 5,732 คน ผลการประเมินพบว่า ประเทศไทยอยู่ลำดับที่ 24 จากประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 38 ประเทศ และได้คะแนนวิทยาศาสตร์เฉลี่ย 482 คะแนน เปรียบเทียบกับคะแนนเฉลี่ยนานาชาติ 488 คะแนน (สาขาวิจัย, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2545 : 78-85) และผลการประเมินนักเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ของนักเรียนกลุ่มอายุ 15 ปี วัยจบการศึกษาภาคบังคับในกลุ่มประเทศสมาชิก OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) ในปี ค.ศ. 2006 ซึ่งมีจุดเน้นสำคัญของการประเมินคือ การรู้เรื่องทางวิทยาศาสตร์(Scientific Literacy) รายงานผลเป็นคะแนนเฉลี่ย OECD เป็นคะแนนที่มาตรฐาน 500 และกำหนดระดับการรู้วิทยาศาสตร์เป็น 6 ระดับจากระดับ 1 ต่ำสุด จนถึงระดับ 6 สูงสุด และกำหนดให้ระดับ 2 เป็นระดับพื้นฐาน ผลการประเมินพบว่า การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ในกลุ่มต่ำ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD มีตำแหน่งคะแนนอยู่ในตำแหน่งที่ประมาณช่วงที่ 44-47 จาก 57 ประเทศ ระดับการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ที่ระดับ 2 ซึ่งระดับเฉลี่ยของ OECD อยู่ที่ระดับ 3 และนักเรียนไทยร้อยละ 46 แสดงว่ารู้วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าระดับมาตรฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี) นอกจากนี้ผลประเมินการศึกษาระดับนานาชาติ

TIMSS 2007 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปี 2550 ใน 59 ประเทศ วิชาวิทยาศาสตร์พบว่า ประเทศไทยอยู่อันดับที่ 21 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเปรียบเทียบกับนานาชาติ ในภาพรวมของนักเรียนไทยเท่ากับ 471 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติ 500 คะแนน

ส่วนการประเมินผลวิชาวิทยาศาสตร์ภายในประเทศ จากรายงานการประเมินสัมฤทธิ์ผลด้านวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2549 : 175-214) ของนักเรียน ในระดับช่วงชั้นที่ 1, 2 และ 3 ในปีการศึกษา 2548 มีโรงเรียนเข้ารับการประเมิน 891 โรง เป็นนักเรียนระดับช่วงชั้นที่ 1 จำนวน 37,426 คน ช่วงชั้นที่ 2 จำนวน 37,511 คน และช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 53,851 คน ใช้แบบทดสอบมาตรฐานวิชาวิทยาศาสตร์ ที่พัฒนาโดยสาขาประเมินมาตรฐาน สสวท. ซึ่งเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก วัดพฤติกรรมด้าน ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการ ใน 7 สาระการเรียนรู้ คือ สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สารและสมบัติของสาร แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน กระบวนการเปลี่ยนของโลกดาราศาสตร์และอวกาศ รายงานคะแนนเป็นคะแนนมาตรฐานในช่วง 0-100 คะแนน ผลการประเมินพบว่า ในช่วงชั้นที่ 1 สาระการเรียนรู้ แรงและการเคลื่อนมีคะแนน $\overline{X}$ = 42.30, S.E. = 0.97 ซึ่งเป็นคะแนนที่ต่ำที่สุด สาระการเรียนรู้ พลังงาน มีคะแนน $\overline{X}$ = 45.46, S.E. = 0.95 และมีพฤติกรรมด้านทักษะกระบวนการต่ำที่สุด ($\overline{X}$ = 42.37, S.E. = 0.88) ช่วงชั้นที่ 2 สาระการเรียนรู้แรงและการเคลื่อนมีคะแนน $\overline{X}$ = 45.68, S.E. = 0.98 สาระการเรียนรู้ พลังงาน มีคะแนน $\overline{X}$ = 42.60, S.E. = 0.78 และมีพฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ต่ำที่สุด ($\overline{X}$ = 42.47, S.E. = 0.73) ช่วงชั้นที่ 3 สาระการเรียนรู้ แรงและการเคลื่อนมีคะแนน $\overline{X}$ = 34.24, S.E. = 0.80 สาระการเรียนรู้พลังงาน มีคะแนน $\overline{X}$ = 33.47, S.E. = 0.92 และมีพฤติกรรมด้าน การนำไปใช้ ต่ำที่สุด ($\overline{X}$ = 34.10, S.E. = 0.83) อีกทั้งผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน(O-NET) ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก็มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50 มาโดยตลอด กล่าวคือ ในปีการศึกษา 2548 มีคะแนนเฉลี่ย 34.01 ปีการศึกษา 2549 มีคะแนนเฉลี่ย 34.88 ปีการศึกษา 2550 มีคะแนนเฉลี่ย 34.62 และเมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นสูง (A-NET) ในปีการศึกษา 2550 พบว่ามีผลการทดสอบต่ำกว่า 50 เช่นเดียวกัน คือมีผลคะแนนเฉลี่ยเป็น 33.94 จากข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนวิทยาศาสตร์ของประเทศยังเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข

จากปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผล คือ ครู/อาจารย์ ยังมีทัศนคติและวิธีสอนในรูปแบบเดิม กระบวนการเรียนรู้ที่ปฏิบัติกันอยู่ เน้นที่การสอนแบบครูเป็นผู้สั่งการมากเกินไป ผู้สอนยังยึดการสอนแบบบรรยาย (ชัยอนันต์ สมุทวาณิช 2543 : 9) ครูอาจารย์ส่วนใหญ่มักยึดการสอนตามตำรา ผู้เรียนยังไม่ได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาความสามารถในการคิด เพื่อการดำรงชีวิตอยู่ในสังคมอย่างจริงจัง เป็นการให้ความรู้และเนื้อหา

สาระที่เป็นข้อมูลมากกว่ากระบวนการคิด (กรรณิกา อินทรโยธิน 2541 : 5) นอกจากนี้ วรัญญา จีระพูลวรรณ (2544 : 162) กล่าวว่า ชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ในอดีตและตำราส่วนใหญ่นำเสนอข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ สูตรและนิยามด้วยความเชื่อที่ว่าเป้าหมายของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ การได้ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง นักเรียนไม่เข้าใจในเชิงมโนทัศน์ อีกทั้ง วิทยากร เชียงกูล (2544 : 46) ได้กล่าวว่า ปัญหาที่สำคัญ คือ กระบวนการเรียนการสอนทั้งระบบยังเน้นการท่องจำมากกว่าการคิดเข้าใจ การสอนตามตำราที่เน้นการท่องจำเพื่อสอบเลื่อนชั้น และสอบแข่งขันเข้ามหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการวัดผลที่ไม่สอดคล้องกับการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเข้าใจและ การคิดเพื่อแก้ไขปัญหา

จากการศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548:2) พบว่า นักเรียนยังขาดกระบวนการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถคิดและแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่สามารถพัฒนาวิธีคิดและวิเคราะห์แบบมีเหตุผล ซึ่งวิธีการในการแก้ปัญหาคือการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดของนักเรียน การเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมหรือจัดประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ดีให้กับนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือให้นักเรียนได้เสาะแสวงหาค้นคว้า และสรุป สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจะสามารถพัฒนาสติปัญญาและความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี (กรมวิชาการ 2546 : 215) การแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทางปัญญาที่มีทิศทางเพื่อนำไปสู่สัมฤทธิ์ผลในจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ ลักษณะการแก้ปัญหาจึงประกอบด้วย การใช้ปัญญากระบวนการ ทิศทางและพื้นฐานของตัวบุคคลเป็นสำคัญ (Mayer and Wittrock 1996 : 47) ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคล เป็นการใช้ประสบการณ์เดิมและรวบรวมข้อมูลของสภาพปัญหา เพื่อตัดสินใจเลือกใช้วิธีการหรือหนทางที่หลีกเลี่ยงความยุ่งยากหรืออุปสรรค เพื่อนำไปสู่จุดมุ่งหมายของการหาคำตอบ โดยประยุกต์ใช้กฎเกณฑ์ที่เรียนรู้มาแล้ว หรือพยายามสร้างกฎเกณฑ์และความสัมพันธ์ในการแก้ปัญหานั้น ๆ การคิดแก้ปัญหาจึงเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ความรู้เฉพาะด้านและกลยุทธ์ทางปัญญา เพื่อเผชิญกับสถานการณ์ที่มีจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน (Chi and Glaser 1982 : 7) ครูเป็นบุคคลสำคัญที่ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน โดยจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาทั้งในห้องเรียนและในชีวิตจริง (Weir 1974:16)

ฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ และมีเป้าหมายเดียวกับวิทยาศาสตร์ คือผลผลิตที่เป็นตัวความรู้และกระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้ ความรู้ในทางฟิสิกส์สามารถนำไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ ความรู้ทางฟิสิกส์เป็นพื้นฐานในการพัฒนาประเทศ แต่การที่จะมีความรู้ทางฟิสิกส์ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวความรู้ที่ถูกต้อง (Gallagher และคณะ 1995: 136) ดังนั้นการที่จะ

ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในวิชาฟิสิกส์จึงต้องใช้กระบวนการจัดการเรียนที่เหมาะสมเพื่อปลูกฝังให้เกิดคุณสมบัติดังกล่าวแก่ผู้เรียน

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์ที่กล่าวเกี่ยวกับ สสาร พลังงานและปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของสสารและพลังงานในบริบทของ กลศาสตร์ แสง เสียง ความร้อน ไฟฟ้า แม่เหล็ก การแผ่รังสี โครงสร้างของอะตอมและปรากฏการณ์ทางนิวเคลียร์ (Merriam 1996: 1707) นอกจากนี้ ฟิสิกส์ยังเป็นการศึกษาสรรพสิ่งของโลก เป็นการค้นหาคำอธิบายถึงพฤติกรรมของวัตถุในจักรวาล การค้นหาคำตอบเหล่านี้ครอบคลุมตั้งแต่วัตถุที่มีขนาดเล็กระดับอนุภาค ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร ไปจนถึงวัตถุที่มีขนาดใหญ่ทางดาราศาสตร์ การค้นหานี้ยังครอบคลุมช่วงของเวลาตั้งแต่สั้นมากจนถึงไม่มีขอบเขตสิ้นสุดของจักรวาล ซึ่งเป้าหมายของการค้นหาคำตอบเหล่านี้ก็เพื่อที่จะเกิดความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นบนโลก (Kirkpatrick and Wheeler1992: 1) จากการวิเคราะห์ความหมายของฟิสิกส์พบว่าธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ประกอบไปด้วยมโนทัศน์นามธรรมจำนวนมากที่เชื่อมโยงกัน มีความซับซ้อนและมีการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ มาประกอบเพื่อการทำความเข้าใจในมโนทัศน์ดังกล่าว สำนักบริการการทดสอบ(Educational Test Service: ETS) ซึ่งพัฒนาแบบทดสอบที่ครอบคลุม มาตรฐานวิทยาศาสตร์ชาติ(National Science Education Standard) ของประเทศสหรัฐอเมริกา แบ่งเนื้อหาฟิสิกส์ออกเป็น 5 เรื่องหลัก คือ กลศาสตร์ (Mechanics) ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า(Electricity and Magnetism) ทัศนูปกรณ์และคลื่น(Optics and Waves) ความร้อนและเทอร์โมไดนามิก (Heat and Thermodynamic) และโมเดริ์นฟิสิกส์ โครงสร้างอะตอมและโครงสร้างนิวเคลียร์ (Modern Physics, Atomic and Nuclear Structure)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยยึดหลักการว่า การเรียนรู้ต้องครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหา กระบวนการเรียนรู้ตลอดจนการพัฒนาให้ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ในการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry Approach) การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ และลงข้อสรุป กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 และกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 8 สาระ 13 มาตรฐานเพื่อเป็นกรอบให้กับสถานศึกษา ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน 12 ชั้นปี มีสาระที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์คือ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ และสาระที่ 5 พลังงาน รวมทั้งเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ. 2542 เน้นการสำรวจ ตรวจสอบและสืบค้นเพื่อให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การส่งเสริมการคิดขั้นสูง เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการจัดการ การตัดสินใจตลอดจนทักษะการสื่อสารสิ่งที่ค้นพบ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ได้เน้นให้นักเรียนมี

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิด การสร้างปัญญาและทักษะการดำเนินชีวิต (กระทรวงศึกษาธิการ 2544 : 4) จุดมุ่งหมายการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษายึดแนวคิดในการพัฒนาแนวการจัดการเรียนรู้ของสถาบันส่งเสริมการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความสำคัญในส่วนที่เป็นเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการแสวงหาความรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนจึงต้องให้นักเรียนได้มีส่วนในการสร้างความรู้ ปรับปรุงความรู้ตลอดจนแก้ไขเปลี่ยนแปลงความรู้ที่มี อยู่แล้ว พร้อมทั้งให้นักเรียนได้ใช้ความคิดตลอดจนสร้างแนวความคิดใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น โดยใช้การเรียนแบบสืบเสาะที่ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ในทางปฏิบัติการเรียนการสอนฟิสิกส์ในชั้นเรียนมีเพียงโรงเรียนบางส่วนเท่านั้นที่ใช้แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหรือเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิศาล สร้อยสุหร่ำ 2544: 3) โดยโรงเรียนส่วนใหญ่ยังคงสอนฟิสิกส์ในรูปแบบของการบอกความรู้ และฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ครูยังมีลักษณะเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ เน้นสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อมุ่งเน้นให้ท่องจำสมการและ การนำไปใช้ จึงทำให้ผู้เรียนขาดความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ไม่เข้าใจหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์ ขาดการพัฒนาแนวคิด และทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมือในการแสวงหาความรู้ (สิปปนนท์ เกตุทัศ และคณะ 2544 : 45-48)

นอกจากนี้ทางสมาคมฟิสิกส์ได้จัดประชุม อภิปรายปัญหาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ มีนักฟิสิกส์ อาจารย์มหาวิทยาลัยและนักการศึกษาเข้าร่วมอภิปรายกว่า 300 คน ผลการอภิปรายสรุป ว่านักศึกษาปัจจุบันมีพื้นฐานด้านการเรียนฟิสิกส์ต่ำลงกว่าเดิม การขาดความรู้พื้นฐานของผู้เรียนจะเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งต่อการเรียนการสอนในระดับที่สูงขึ้น และเนื่องจากฟิสิกส์เป็นพื้นฐานของทุกวิชาทางด้านเทคโนโลยี ปัญหาที่เกิดขึ้นจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศในระยะยาว (สมาคมฟิสิกส์ไทย 2551: 12-13)

การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสืบเสาะจำเป็นต้องอาศัยความเชื่อหรือกรอบความคิดเชิงทฤษฎีและข้อตกลงเบื้องต้นที่มีอยู่ก่อนแล้วเป็นแนวทางในการศึกษา (Welch. 1981 : 53-54 ; Renner and others.1990 : 36) โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ (Hewson and Hewson 1988 : 595) ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์นั้นผู้เรียนจะใช้กรอบมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้ว (Prior Knowledge Conceptions) เป็นเครื่องชี้นำและทำให้เกิดความรู้อย่างมีความหมาย (Abimbola. 1988 : 176 ; Hewson and Hewson 1983 : 731) รวมทั้งต้องอาศัยมโนทัศน์และความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนไปปฏิสัมพันธ์กับมวลประสบการณ์ที่ได้รับ (Wheatley 1991 : 15) ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Hewson and Hewson. 1988 : 597) ซึ่งการเรียนรู้แนวนี้สอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการของเพียเจต์ (Wavering 1981 : 123 ; Cho , Kahle, and Nordland 1985 : 719)

การเรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Ausubel 1969 : 97) และทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) ซึ่งเชื่อว่าผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกและจัดเรียงสารสนเทศที่เขาได้รับและสร้างความหมายใหม่จากข้อสนเทศเหล่านั้น โดยอาศัยความรู้เดิมที่มีมาก่อน (Garnett and Treagust 1992:121-142)

ผู้เรียน เรียนรู้โดยอาศัยมโนทัศน์เดิมหรือความรู้ที่ได้จากการศึกษาเล่าเรียน เมื่อได้ประสบการณ์อย่างเดียวกัน ผู้เรียนแต่ละคนจะสร้างมโนทัศน์ที่แตกต่างกันออกไป ผู้เรียนนำมโนทัศน์นี้มาบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างความรู้สำหรับใช้ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ ทางธรรมชาติตามทัศนะของตนเอง ซึ่งความคิดเหล่านี้อาจแตกต่างไปจากมโนทัศน์เชิงวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันหรือต่างจากมโนทัศน์ของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งแนวความคิดนี้อาจถูกหรือผิดก็ได้ มโนทัศน์นี้เรียกว่า มโนทัศน์ทางเลือก(Alternative Conception) มโนทัศน์ทางเลือกที่ผิดพลาดจะเป็นสิ่งที่ยากต่อการแก้ไขหรือมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไข (Griffiths and others 1988 : 611-628) ผู้เรียนอาจมีมโนทัศน์ทางเลือกมาก่อนศึกษาเล่าเรียน ระหว่างศึกษาเล่าเรียนหรือเกิดหลังจากการศึกษาเล่าเรียน(Hewson and Hewson 1983 : 732-734) และเกิดขึ้นได้ทุกระดับอายุ (Clough and Diver 1986: 473 – 479) จากงานวิจัยพบว่ามโนทัศน์ทางเลือก (Alternative Conception) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) และความเข้าใจที่ผิดพลาด (Misunderstanding) ของนักเรียนสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกระดับชั้น (Westbrook and Marek 1992 : 51-52) และเกิดขึ้นได้ในวิชาวิทยาศาสตร์ทุกสาขา(Griffiths and Preston 1992: 611 - 628)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในประเทศไทย สรุปว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาฟิสิกส์ เรื่องต่อไปนี้ 1) กลศาสตร์ แรงและการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่แนวตรง งาน พลังงาน และโมเมนตัม 2) คลื่น การซ้อนทับกันของคลื่น การสะท้อนของคลื่น และคลื่นเสียง 3)ไฟฟ้าแม่เหล็ก ความต่างศักดิ์ไฟฟ้า ความต้านทานของลวดตัวนำและไฟฟ้า 4) ความร้อนและอุณหภูมิศาสตร์ 5) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า อัตราเร็วของแสง การสะท้อนของแสง การหักเหของแสง ตาและการมองเห็น การกระจายของแสง และ 6) ฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์ (กรรณิกา แจ้งหมื่นไวย 2535: บทคัดย่อ ; สุรวิทย์ วงศ์ศรี 2536: บทคัดย่อ ;ไกรรักษ์ โชติรัตน์ 2537 : บทคัดย่อ ; ธีระวัฒน์ แสนคำภา 2538 : บทคัดย่อ ; สุรพันธ์ เหมือนสิงห์ 2541 : บทคัดย่อ ; สุภาวดี ภัทรจารุ 2544 : บทคัดย่อ ; ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์และคณะ 2547 : บทคัดย่อ ; ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์และคณะ 2548 : บทคัดย่อ) ส่วนงานวิจัยในต่างประเทศ พบว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Watt and Zykberstaub 1981 : 360) กระแสไฟฟ้า (Shipstone 1984 : 185) กลศาสตร์ และความหนาแน่น (Za'Rour 1975 : 385) การขยายตัวของวัตถุ พลังงานจลน์ การลอยตัวของวัตถุ ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ (Renner and others 1990 : 35) แรงเสียดทาน การเหนี่ยวนำ

ไฟฟ้าสถิต และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 3 (Clement 1993 : 1241) ภาพจากกระจกและภาพจากเลนส์ (Golberg and Medermoot 1986 :478) แสง (Fetherstonhaugh, Happs and Treagust 1987 : 161–162) ความโน้มถ่วง (Gunstone and White 1981 : 298 -299) โดยแหล่งที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนอาจมาจากสาเหตุต่างๆ คือ 1) ตำราเรียน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การลงข้อสรุปต่างๆ (Fisher and Lipson 1988 : 159 ; Cho, Kahle and Nordland 1985 : 708 ; Abraham and others 1990 : 106) 2) ประสบการณ์ที่ได้รับหรือคำอธิบายของครู (Mintzes 1989 : 823 ; Renner and others 1990 : 35 ; Simpson and Marek 1988 : 362 ;Sanders 1993 : 920) 3) ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ผิดพลาดมาก่อนหรือมาจากการมีปฏิสัมพันธ์กับครูและตำราเรียน (Mintzes 1989 : 823 ; Sanders 1993 : 920 ; Clement 1993 :1224 – 1257 ; Griffths and Preston 1992 : 162) 4) ความบกพร่องของหลักสูตรและวิธีการเรียนโดยไม่เตรียมผู้เรียนให้เชื่อมโยง มโนทัศน์ใหม่เข้าด้วยกัน (Renner and others 1990 : 36) และ 5) นักเรียนขาดข้อสรุปล่วงหน้าหรือมีมโนทัศน์ที่ผิดพลาดหรือไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Renner and others 1990 : 36)

Austin (1997) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่า ผู้สอนต้องใช้วิธีที่หลากหลาย เพราะนักเรียนมีความแตกต่างกัน และควรใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการขยายวิธีการได้มาซึ่งความรู้ เพราะนักเรียนต้องเรียนรู้ทั้งตัวความรู้และกระบวนการได้มาซึ่งความรู้ von Glasersfeld (1991, อ้างถึงใน Physics Education Research Group 2001) กล่าวว่า การได้มาซึ่งความรู้เป็นการหาคำตอบจากความจริงและสิ่งเร้าภายนอกโดยอาศัยกระบวนการทางปัญญาสู่การสร้างความรู้ เช่นเดียวกับวิทยาศาสตร์ที่อาศัยความจริง อธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ดังนั้นการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการสร้างความรู้จึงไม่ขัดแย้งกัน เนื่องจากความรู้เกิดจากสิ่งเร้าและประสบการณ์จากภายนอกผสานกับความรู้เดิมซึ่งเป็นประสบการณ์ภายในของนักเรียนก่อเกิดเป็นความรู้ใหม่ สอดคล้องกับ National Science Teacher Association (1993) Anderson and Smith (1987, อ้างถึงใน Hassard 2000) และ Lawson and Thompson (1990, อ้างถึงใน Hassard 2000) ที่กล่าวว่าการสร้างความรู้เกี่ยวข้องกับความรู้และการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์กับวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการสร้างความรู้ของบุคคลคือการค้นคว้า และการแสวงหาคำตอบที่เกิดจากความขัดแย้งทางความคิดด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว เมื่อได้คำตอบ ความขัดแย้งทางความคิดจะหมดไป เกิดความรู้ใหม่ที่อาจเปลี่ยนแปลงไปจากความรู้เดิมหรือเสริมแต่งความรู้เดิม หรือขยายขอบข่ายของความรู้เดิม ซึ่งสอดคล้องกับการค้นคว้าหาคำตอบทางวิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้จากข้อสงสัย ปัญหา นำไปสู่การได้มาซึ่งคำตอบ

จากความสัมพันธ์ของการได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการสร้างความรู้ การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงนำทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) มาเป็นพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้รายวิชา

ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ มีความเชื่อเกี่ยวกับความรู้ 2 แนว คือ กลุ่มCognitive Constructivist เชื่อว่า ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ (Active) และเป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นในใจเอง และกลุ่ม Social Constructivist เชื่อว่า ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ซึ่ง Parday (1997) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ว่าเป็นการจัดประสบการณ์ที่มีความหมายต่อนักเรียน เพื่อให้นักเรียนแสวงหารูปแบบและสร้างแนวคิดด้วยตนเอง Henriques (1997) กล่าวว่า ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้เน้นการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่อาจไม่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อน (Misconception) ของนักเรียนสู่มโนทัศน์ที่ถูกต้อง

วิธีการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Approach) ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง การเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบการเรียนหนึ่งที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)โดยมีพื้นฐานมาจากแนวทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้(Constructivist) David Walbert (1999) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน ได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) การสำรวจ (Exploration) 2) การพัฒนามโนทัศน์ (Concept Development) และ3) การนำมโนทัศน์ไปใช้ (Concept Application)

นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้เสนอขั้นตอนการเรียนสืบเสาะแบบวงจรการเรียนรู้เป็น 5 ขั้น เรียกว่า 5E (Bybee and et al. 2006) ประกอบด้วย 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement Phase) 2) ขั้นสำรวจและค้นพบ (Exploration Phase) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Phase) 4) ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase) และ 5) ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) ต่อมา Eisenkraft ได้ขยายรูปแบบการเรียนแบบวงจรการเรียนรู้จาก 5 ขั้น เป็น 7 ขั้น ซึ่งเพิ่มขั้นมา 2 ขั้น คือ 1) ขั้นตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของนักเรียน (Elicitation Phase) ซึ่งเป็นส่วนที่มีความจำเป็นสำหรับการเรียนที่ดี ซึ่งเป้าหมายที่สำคัญคือการกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจและตื่นเต้น กับการเรียนและสามารถสร้างความรู้อย่างมีความหมาย 2) ขั้นการนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้จากสิ่งที่ได้เรียนมาให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน (Eisenkraft 2003 : 57-59)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ 7 ขั้น ผลการวิจัยสรุปว่าการเรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์สูงขึ้น (ชนิดา ทาทอง 2548 :บทคัดย่อ ; นัฏฐกานต์ ดวงพร 2549 : บทคัดย่อ)

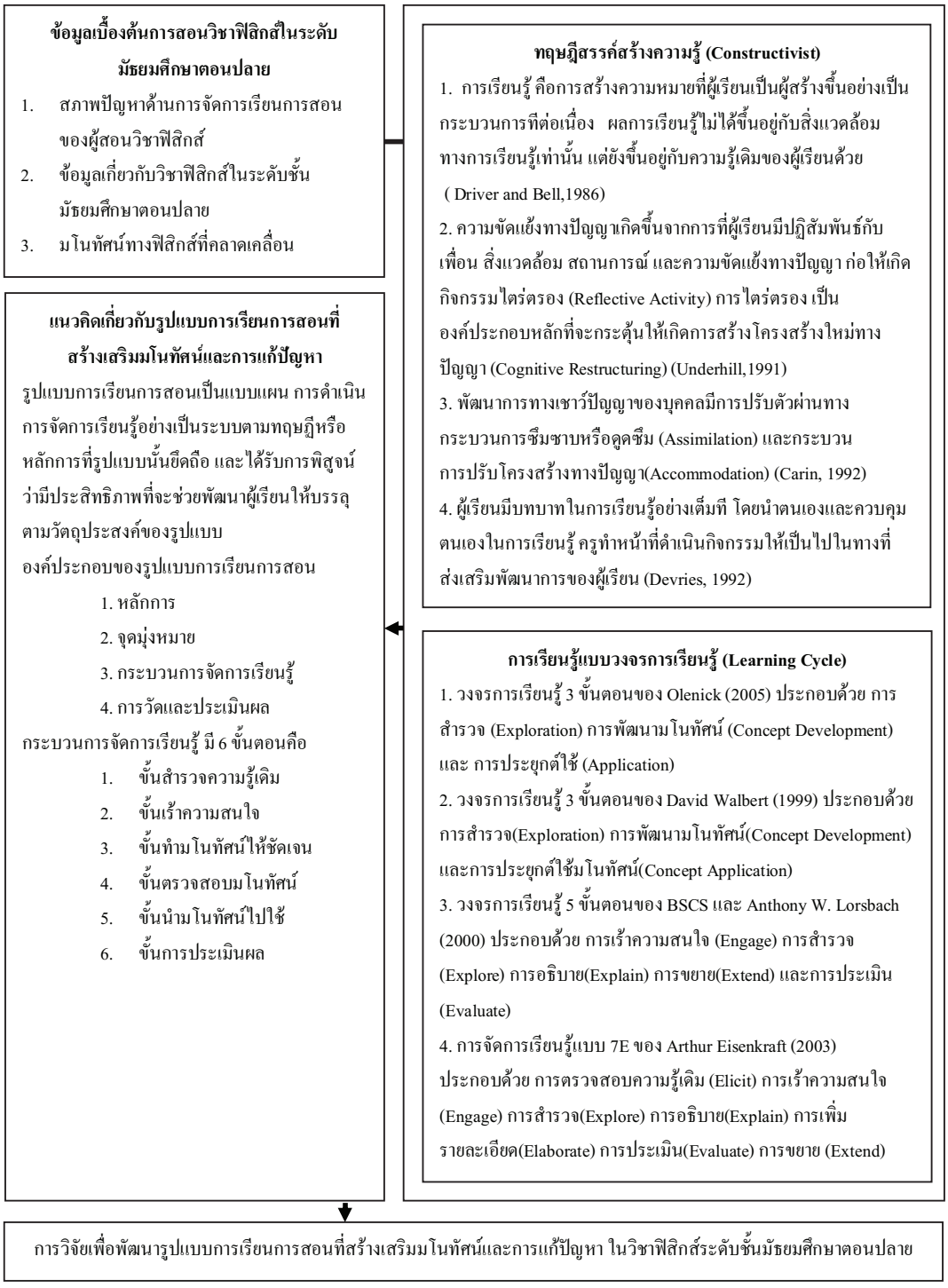
Klausmeir and Ripple (1991) กล่าวว่านอกจากผู้สอนจะจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเพื่อให้เกิดความรอบรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาแล้ว การจัดกระบวนการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนมีความคล่องแคล่ว และทำให้ผลงานต่าง ๆ ของนักเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นฤมล ยุตาคม (2542) กล่าวถึงกระบวนการที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์หมายถึง กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงกระบวนการคิด และการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ Fraser and Walberg (1983) และสุนีย์ คล้ายนิล (2535) กล่าวถึงความสำคัญ และลักษณะของกระบวนการต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าสามารถส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ได้อย่างถูกต้องและมีความหมาย อีกทั้ง Lavoie (1999) กล่าวว่าการสอนด้วยการเน้นทักษะ การตั้งสมมติฐาน การทำนาย การให้เหตุผลเพิ่มเติม ในการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์กับการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของนักเรียนเป็น มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2530 - 2540 พบว่า งานวิจัยส่วนมากเป็นงานวิจัยที่ใช้ทัศนะการเรียนรู้แบบพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ซึ่งให้ความสนใจต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมากกว่าองค์ประกอบด้านอื่น ๆ ลักษณะงานวิจัยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง หรือมากกว่า กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หรือถ้าเป็นงานวิจัยเชิงทดลองส่วนใหญ่จะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ระหว่างรูปแบบการสอนแบบต่าง ๆ กัน ส่วนงานวิจัยทางการสอนฟิสิกส์ในช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2550 จะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวกับโมเดลเชิงสาเหตุระหว่างองค์ประกอบบางประการกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ นอกจากนี้คณาจารย์จาก มหาวิทยาลัย ขอนแก่น ได้ทำการสังเคราะห์นวัตกรรมด้านการเรียนการสอน กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ (ทัศนีย์ บุญเติม 2551: 70-72) เมื่อปี พ.ศ. 2547 ภายใต้ What Research Says in Science Education โดยวิเคราะห์จากงานวิจัยที่เผยแพร่เป็นภาษาอังกฤษจำนวน 180 เรื่อง ภาษาไทย 120 เรื่อง พบว่า นวัตกรรมที่พบส่วนใหญ่เป็นนวัตกรรมการสอนโดยอาศัยแนวคิดสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) การสอนเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change) มโนทัศน์และการใช้ผังมโนทัศน์ และการสอนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ เป็นต้น

จากข้อค้นพบดังกล่าวข้างต้นเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ความจำเป็นที่ต้องพัฒนาผู้เรียนให้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) และมีความสามารถในการแก้ปัญหา อีกทั้งผลการวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ตลอดจน แนวคิด ทฤษฎี การจัดการเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ จึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์โดยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ที่ใช้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) เป็นพื้นฐานในการพัฒนา เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้หรือปรับโครงสร้างความรู้เดิม โดยมุ่งเน้นการพัฒนามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และส่งเสริมให้นักเรียนใช้กระบวนการสืบเสาะในการแสวงหาความรู้ การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษาเป็นกลุ่มศึกษา ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนและการเตรียมการในเรื่องระบบสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนเป็นไปตามเกณฑ์ที่งานวิจัยกำหนดไว้ โดยมีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแผนภาพที่ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) เป็นกรอบในการจัดการเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์เฉพาะดังนี้

1. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของนักเรียน

3. เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำถามการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดคำถามการวิจัย เพื่อออกแบบการวิจัยสำหรับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีองค์ประกอบอะไรบ้าง มีขั้นตอนในการพัฒนาอย่างไร และมีวิธีการจัดการเรียนรู้อย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลเป็นอย่างไร

3. การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลเป็นอย่างไร

สมมุติฐานการวิจัย

ผู้วิจัยกำหนดสมมุติฐานการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ความสามารถในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกัน

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ก่อนการทดลองและหลังการทดลองแตกต่างกัน

3. ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา กับรูปแบบการเรียนการสอนปกติ หลังการทดลองแตกต่างกัน

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ที่เรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา กับรูปแบบการเรียนการสอนปกติ หลังการทดลองแตกต่างกัน

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยได้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ปีการศึกษา 2552 จำนวน 3 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน รวมนักเรียนจำนวน 120 คน

2. กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียน 80 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ห้องเรียน เป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และใช้นักเรียนทั้งห้องเป็นกลุ่มตัวอย่าง

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยคือ ภาคเรียนที่ 1 และ 2 ปีการศึกษา 2552

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือเนื้อหาในวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ประกอบด้วยมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เรื่อง 1) สนามของแรง 2) การเคลื่อนที่ 3) คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และ 4) กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 30 ชั่วโมง

5. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

5.1 ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

5.1.1 รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

5.1.2 รูปแบบการเรียนการสอนปกติ

5.2 ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 1 มี 2 ตัวแปร คือ

5.2.1 ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์

5.2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

นิยามศัพท์เฉพาะ

รูปแบบการเรียนการสอน (Instructional Model) หมายถึง กระบวนการที่เป็นลำดับขั้นตอนที่ใช้สำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบด้วยกระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎีหลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน หมายถึง กระบวนการสำหรับการจัดเตรียมโปรแกรมการสอนอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระบวนการวิจัยแบบวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ (Analysis)การออกแบบและพัฒนา (Design and Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมิน (Evaluation)

รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา (Conceptual Understanding and Problem Solving Instructional Model : CUPS) หมายถึง กระบวนการที่เป็นลำดับขั้นตอน ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการสืบเสาะ หาความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการค้นพบความรู้หรือประสบการณ์การเรียนรู้อย่างมีความหมายด้วยตนเอง ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2)จุดมุ่งหมาย 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) การวัดและประเมินผล และมีขั้นตอนการสอน 6 ขั้น คือ ขั้นสำรวจความรู้เดิม ขั้นเร้าความสนใจ ขั้นทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ขั้นตรวจสอบ มโนทัศน์ ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ และขั้นการประเมินผล

รูปแบบการเรียนการสอนปกติ หมายถึง กระบวนการตามลำดับขั้นตอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานของสสวท. ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้น คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน ขั้นสรุป และขั้นวัดและประเมินผล

มโนทัศน์ที่คาดเคลื่อน (Misconception) หมายถึง ความคิด ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับข้อเท็จจริงและหลักการ หรือข้อสรุปซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ของนักเรียนซึ่งเป็นผลจากการสังเกตและเข้าใจธรรมชาติด้วยตนเองและแตกต่างจากมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ที่เป็นที่ยอมรับของนักวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน

มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ หมายถึง แนวคิดหลักเกี่ยวกับ กฎ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ ในมุมมองของนักฟิสิกส์และนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับรู้ในเชิงอธิบายเกี่ยวกับความเป็นไปของธรรมชาติ ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล ในเรื่องสนามของแรง การเคลื่อนที่ คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และกัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์

ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน เกี่ยวกับ กฎ หลักการ และทฤษฎีต่าง ๆ ในทางฟิสิกส์ โดยวัดจากคะแนนที่ใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหาส่วนที่เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ปัญหา (Problem) หมายถึง สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันที่ซับซ้อนและท้าทาย ให้ผู้เรียนนำเอาเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยอาศัยความรู้และทักษะเดิมที่มีอยู่ก่อน ซึ่งความรู้นี้เป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์(body of knowledge) ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎีและข้อความรู้ทั่วไป

ความสามารถในการแก้ปัญหา(Problem Solving) หมายถึง ความรู้ ความสามารถของนักเรียนในการปฏิบัติตามขั้นตอนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.การระบุปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจกับปัญหาและระบุขอบเขตของปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. การวิเคราะห์ปัญหา เป็นความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหา โดยการพิจารณาแยกแยะสาเหตุของปัญหา

3. การเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการคิดค้น และเสนอวิธีการแก้ปัญหาจากสาเหตุของปัญหา

4. การตรวจสอบผลลัพธ์ เป็นความสามารถในการอธิบายผลที่เกิดขึ้นหลังจากการเสนอวิธีแก้ปัญหา

โดยวัดได้จากคะแนนที่ใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ส่วนที่เป็นการเขียนตอบแบบแบบบรรยายและใช้เกณฑ์การตรวจให้คะแนน(Scoring Rubric) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยค้นคว้าจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้เรียบเรียงตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

ตอนที่ 1 หลักสูตร

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551
2. กรอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของรัฐมิชิแกน
3. มาตรฐานเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของรัฐแคลิฟอร์เนีย
4. หลักสูตรวิทยาศาสตร์ประเทศสิงคโปร์
5. ระบบการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตอนที่ 3 แนวคิดและทฤษฎี เกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
3. การเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
4. การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์
5. วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา
6. ทฤษฎีการสอนแบบแก้ปัญหา

ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้
2. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม
3. ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม
4. ทฤษฎีการประมวลผลทางปัญญา
5. ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้
6. แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 1 หลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนด วิสัยทัศน์ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่ชัดเจน เพื่อใช้เป็นทิศทางในการจัดทำหลักสูตร การเรียนการสอนในแต่ละระดับ กำหนดโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ในแต่ละชั้นปีไว้ในหลักสูตรแกนกลาง และเปิดโอกาสให้สถานศึกษาเพิ่มเติมเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและจุดเน้น โดยมีรายะเอียด ดังนี้

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการดังนี้

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

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

มาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

1. ภาษาไทย
2. คณิตศาสตร์
3. วิทยาศาสตร์
4. สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม
5. สุขศึกษาและพลศึกษา
6. ศิลปะ
7. การงานอาชีพและเทคโนโลยี
8. ภาษาต่างประเทศ

ตัวชี้วัด

1. ตัวชี้วัดชั้นปี เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปีในระดับการศึกษาภาคบังคับ (ประถมศึกษาปีที่ 1 – มัธยมศึกษาปีที่ 3)

2. ตัวชี้วัดช่วงชั้น เป็นเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (มัธยมศึกษาปีที่ 4- 6)

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

3. สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

6. สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

7. สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรม ต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

8. สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

โครงสร้างเวลาเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 จัดโครงสร้างเวลาเรียนไว้เพื่อให้โรงเรียนนำไปปฏิบัติ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างเวลาเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้/กิจกรรม	เวลาเรียน									
	ระดับประถมศึกษา						ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น			ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
	ป. ๑	ป. ๒	ป. ๓	ป. ๔	ป. ๕	ป. ๖	ม. ๑	ม. ๒	ม. ๓	ม. ๔ – ๖
วิทยาศาสตร์	๘๐	๘๐	๘๐	๘๐	๘๐	๘๐	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๑๒๐ (๓ นก.)	๒๔๐ (๖ นก.)
● *รายวิชา / กิจกรรมที่สถานศึกษาจัดเพิ่มเติมตามความพร้อมและจุดเน้น*	ปีละไม่เกิน ๘๐ ชั่วโมง						ปีละไม่เกิน ๒๔๐ ชั่วโมง			ไม่น้อยกว่า ๑,๕๖๐ชั่วโมง

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญไว้ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ

2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากร ธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3. สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และการแยกสาร

4. แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

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

6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

7. ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

คุณภาพผู้เรียน

1. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1.1 เข้าใจลักษณะทั่วไปของสิ่งมีชีวิต และการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น

1.2 เข้าใจลักษณะที่ปรากฏและการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว แรงในธรรมชาติ รูปของพลังงาน

1.3 เข้าใจสมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ ดวงอาทิตย์ และดวงดาว

1.4 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต วัสดุและสิ่งของ และปรากฏการณ์ต่างๆ รอบตัว สังเกต สำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย และสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ด้วยการเล่าเรื่อง เขียน หรือวาดภาพ

1.5 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้ หรือตามความสนใจ

1.6 แสดงความกระตือรือร้น สนใจที่จะเรียนรู้ และแสดงความซาบซึ้งต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัว แสดงถึงความมีเมตตา ความระมัดระวังต่อสิ่งมีชีวิตอื่น

1.7 ทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยความมุ่งมั่น รอบคอบ ประหยัด ซื่อสัตย์ จนเป็นผลสำเร็จ และทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข

2. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.1 เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน

2.2 เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง สารในชีวิตประจำวัน การแยกสารอย่างง่าย

2.3 เข้าใจผลที่เกิดจากการออกแรงกระทำกับวัตถุ ความดัน หลักการเบื้องต้นของแรงลอยตัว สมบัติและปรากฏการณ์เบื้องต้นของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า

2.4 เข้าใจลักษณะ องค์ประกอบ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติ

2.5 ตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่จะเรียนรู้ คาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและสำรวจตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ วิเคราะห์ข้อมูล และสื่อสารความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบ

2.6 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต และการศึกษาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือชิ้นงานตามที่กำหนดให้หรือตามความสนใจ

2.7 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้

2.8 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

2.9 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย แสดงพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้การดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า

2.10 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

3. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญ ของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของการทำงาน ของระบบต่างๆ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม เทคโนโลยีชีวภาพ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต พฤติกรรมและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

3.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ การเปลี่ยน แปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3.3 เข้าใจแรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ในชีวิตประจำวัน กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน การสะท้อน การหักเหและความเข้มของแสง

3.4 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางไฟฟ้า หลักการต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้าและหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

3.5 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก แหล่งทรัพยากรธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ และผลที่มีต่อสิ่งต่างๆ บนโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

3.6 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี การพัฒนาและผลของการพัฒนาเทคโนโลยีต่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อม

3.7 ตั้งคำถามที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง วางแผนและลงมือสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูล และสร้างองค์ความรู้

3.8 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

3.9 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

3.10 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้ เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

3.11 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวันและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่องและเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น

3.12 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า มีส่วนร่วมในการพิทักษ์ ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

3.13 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

4. คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

4.1 เข้าใจการรักษาดุลยภาพของเซลล์และกลไกการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต

4.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

4.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

4.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

4.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

4.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

4.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

4.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

4.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

4.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

4.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

4.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

4.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

4.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

4.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

4.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

4.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

4.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ผลการวิเคราะห์ตัวชี้วัดชั้นปีและตัวชี้วัดช่วงชั้น ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ มาตรฐาน ว 4.1 มาตรฐาน ว 4.2 และสาระที่ 5 พลังงาน มาตรฐาน ว 5.1 ซึ่งเป็นสาระที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ในเนื้อหาฟิสิกส์ในระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 2 สาระการเรียนรู้ฟิสิกส์ระดับประถมศึกษา

ป.1	ป.2	ป.3	ป.4	ป.5	ป.6
1.แรงดึงหรือแรงผลัก	1.แรงที่เกิดจากแม่เหล็ก 2. แรงไฟฟ้าที่เกิดจากการถูวัตถุ 3 พลังงานไฟฟ้า	1. ผลของการออกแรงที่กระทำต่อวัตถุ 2. แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ	1. การเคลื่อนที่ของแสง 2. การสะท้อนของแสง 3. การหักเหของแสง 4. การเปลี่ยนแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า 5. แสงขาว	1. แรงลัพธ์ของแรงสองแรง 2. ความดันของของเหลว 3. แรงพยุงของของเหลว 4. แรงเสียดทาน 5. การเกิดเสียงและการเคลื่อนที่ของเสียง 6. เสียงสูงเสียงต่ำ 7. เสียงดังเสียงค่อย	1. การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 2. ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า 3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม 4. การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรม แบบขนาน 5. การเกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

ตารางที่ 3 สาระการเรียนรู้ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

ม.1	ม.2	ม.3
1. ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็วและความเร็ว 2. อุณหภูมิ 3. การถ่ายโอนความร้อน 4. การดูดกลืน การคายความร้อน การแผ่รังสี 5. สมดุลความร้อนและผลของความร้อนต่อการขยายตัวของสาร	1. แรงลัพธ์ของแรงหลายแรง 2. การสะท้อนของแสงและการหักเหของแสง 3. การดูดกลืนแสงสี การมองเห็นสีของวัตถุ	1. ความเร่งและผลของแรงลัพธ์ที่ทำต่อวัตถุ 2. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา 3. แรงพยุงของของเหลว 4. แรงเสียดทานสถิต 5. โมเมนต์ของแรง 6. การเคลื่อนที่ของวัตถุที่เป็นแนวตรงและแนวโค้ง 7. งาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน 8. ความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า ความต้านทาน 9. พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ ไฟฟ้า 10. การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน 11. ตัวต้านทาน ไดโอด ทรานซิสเตอร์ 12. การต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นที่มีทรานซิสเตอร์

สาระการเรียนรู้ฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

1. แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง
2. แรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า
3. แรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนาม แม่เหล็ก
4. แรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส
5. ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ ในแนวตรง
6. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
7. สมบัติของคลื่นกล
8. ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น
9. การเกิดคลื่นเสียง บีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง

10. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

11. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์

12. ชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี

13. การเกิดกัมมันตภาพ รังสี และวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม

กรอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของรัฐมิชิแกน

รัฐมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดกรอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Michigan Curriculum Framework Science Benchmarks) สำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 5 สาระดังนี้ 1) การสร้างความรู้ใหม่ทางด้านวิทยาศาสตร์ (Constructing New Scientific Knowledge) 2) ผลสะท้อนจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Reflecting on Scientific Knowledge) 3) การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (Using Life Science Knowledge) 4) การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กายภาพ (Using Physical Science Knowledge) และ 5) การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก (Using Earth Science Knowledge) ในสาระที่ 4 มีเนื้อหาทางด้านฟิสิกส์ ประกอบด้วยเรื่อง สารและพลังงาน (Matter and Energy) การเคลื่อนที่ของวัตถุ (Motion of objects) คลื่นและการสั่นสะเทือน (Waves and Vibration) โดยกำหนดตัวชี้วัดในแต่ละเรื่องดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตัวชี้วัดเนื้อทางด้านฟิสิกส์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของรัฐมิชิแกน

เรื่อง	ตัวชี้วัด
สารและพลังงาน	1. การวัดและอธิบายเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว 2. ระบุและอธิบายเกี่ยวกับรูปแบบของพลังงาน 3. อธิบายผลของไฟฟ้าและแม่เหล็กที่มีต่อสาร
การเคลื่อนที่ของวัตถุ	1. อภิปรายการเคลื่อนที่ของสิ่งต่าง ๆ รอบตัว อธิบายว่าสิ่งต่าง ๆ ทำไมต้องมีการเคลื่อนที่และสาธิตหรืออธิบายการควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ 2. บอกความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ของพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน 3. อธิบายและวัด การสั่นสะเทือนและคลื่น 4. อธิบายการถ่ายเทพลังงานของคลื่น

มาตรฐานเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของรัฐแคลิฟอร์เนีย

รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดมาตรฐานเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (Science content Standards for California Public Schools) สำหรับนักเรียนระดับอนุบาลถึงเกรด 12 (K-12) ประกอบด้วย 4 สาระคือ 1) วิทยาศาสตร์กายภาพ 2) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ 3) วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก และ 4) การสืบเสาะและการทดลอง โดยเกรด 6 เน้นวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก เกรด 7 เน้นวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เกรด 8 เน้นวิทยาศาสตร์กายภาพ สำหรับเกรด 9-12 เนื้อหาแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา/ชีวภาพ และโลก สาระที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์อยู่ในสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์กายภาพ ประกอบด้วยสาระดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สาระที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของรัฐแคลิฟอร์เนีย

ระดับชั้น	สาระที่เกี่ยวกับฟิสิกส์
อนุบาล	การสังเกต การวัดและการทำนายคุณสมบัติของสาร
เกรด 1	สถานะของสารประกอบด้วย ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ
เกรด 2	การวัดและการสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุ
เกรด 3	ชนิดและการเปลี่ยนรูปของพลังงานและสสาร
	แหล่งกำเนิดและทิศทางการเคลื่อนที่ของแสง
เกรด 4	ผลกระทบและประโยชน์ของไฟฟ้ากระแสและแม่เหล็ก ในชีวิต
เกรด 5	-
เกรด 6	ความร้อนและพลังงานในระบบของโลก
เกรด 7	หลักทางกายภาพของระบบสิ่งมีชีวิต(แสง)
เกรด 8	การเคลื่อนที่ (ความเร็วของวัตถุ)
	แรง
	ความหนาแน่นและแรงลอยตัว
เกรด 9-12	การเคลื่อนที่และแรง (กฎของนิวตัน)
	การอนุรักษ์พลังงานและโมเมนตัม
	ความร้อนและเทอร์โมไดนามิก
	คลื่น
	ปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าและแม่เหล็ก

หลักสูตรวิทยาศาสตร์ประเทศสิงคโปร์

ประเทศสิงคโปร์ได้กำหนดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ในการพัฒนานักเรียน 3 ด้านคือ 1) ความรู้ ความเข้าใจและการนำไปใช้ 2) ทักษะและกระบวนการ 3) จริยธรรมและเจตคติ ใช้สถานการณ์ในชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นพื้นฐานในการสืบเสาะ โดยในระดับประถมศึกษา (Primary) ประกอบด้วย 5 สาระ(Themes) คือ ความหลากหลาย (Diversity) วัฏจักร (Cycles) ระบบ (Systems) พลังงาน (Energy) และความสัมพันธ์ (Interactions) ระดับมัธยมศึกษา (Secondary) ประกอบด้วย 6 สาระ คือ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Science and Technology) การวัด (Measurement) ความหลากหลาย (Diversity) รูปแบบและระบบ (Model and Systems) พลังงาน (Energy)และความสัมพันธ์ (Interactions) ซึ่งแต่ละสาระจะมีทั้งเนื้อหาที่เป็นวิทยาศาสตร์กายภาพและวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับฟิสิกส์ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เนื้อหาเกี่ยวกับฟิสิกส์ของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ประเทศสิงคโปร์

Themes	ระดับประถมศึกษา	ระดับมัธยมศึกษา
พลังงาน (Energy)	แสงและความร้อน การอนุรักษ์พลังงาน	รูปแบบของพลังงานและการอนุรักษ์แสง ไฟฟ้ากระแส
ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)	แม่เหล็ก แรงเสียดทาน แรงโน้มถ่วง แรงสปริง	มโนทัศน์ของแรงและความดัน โมเมนต์ของแรงงาน ผลของความร้อน การส่งผ่านความร้อน

การเปรียบเทียบสาระการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ตามกรอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยและต่างประเทศ กับ สำนักบริการการทดสอบ(Educational Test Service: ETS) ซึ่งพัฒนาแบบทดสอบที่ครอบคลุม มาตรฐานวิทยาศาสตร์ชาติ(National Science Education Standard) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งแบ่งเนื้อหาฟิสิกส์ออกเป็น 5 เรื่องหลัก คือ กลศาสตร์(Mechanics) ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า(Electricity and Magnetism) ทัศนูปกรณ์และคลื่น(optics and waves) ความร้อนและเทอร์โมไดนามิค(Heat and Thermodynamic) และโมเดิลฟิสิกส์ โครงสร้างอะตอมและโครงสร้างนิวเคลียร์(Modern Physics, Atomic and Nuclear Structure) โดยมีรายละเอียด ดัง ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบสาระการเรียนรู้ทางฟิสิกส์ตามกรอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยและต่างประเทศกับสำนักบริการการทดสอบ

สำนักบริการการทดสอบ(Educational Test Service: ETS)	กรอบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของรัฐมิชิแกน	มาตรฐานเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของรัฐแคลิฟอร์เนีย	หลักสูตรวิทยาศาสตร์ประเทศสิงคโปร์	หลักสูตรวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
กลศาสตร์(mechanics)	- การเคลื่อนที่ของวัตถุ	- การเคลื่อนที่และแรง (กฎของนิวตัน) - การอนุรักษ์พลังงานและโมเมนตัม	- มโนทัศน์ของแรง - ความดัน - แรงเสียดทาน - แรงโน้มถ่วง - แรงสปริง -โมเมนต์ของแรง - งาน - รูปแบบของพลังงาน - การอนุรักษ์พลังงาน	- แรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง - แรงและการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า - การเคลื่อนที่แนวส้นตรง - การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ - การเคลื่อนที่แบบวงกลม - การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
ไฟฟ้าและแม่เหล็กไฟฟ้า (electricity and magnetism)	- ไฟฟ้าและแม่เหล็ก	- ปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าและแม่เหล็ก	- ไฟฟ้ากระแส	- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
ทัศนูปกรณ์และคลื่น (optics and waves)	- คลื่นและการสั่นสะเทือน - คลื่นเสียง - แสง	- คลื่น	- แสง	- สมบัติของคลื่นกล - คลื่นเสียง บีตส์ ความเข็มเสียง ระดับความเข็มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง
ความร้อนละเทอร์โมไดนามิค(heat and thermodynamic)	- สารและพลังงาน - การถ่ายเทพลังงาน	- ความร้อนและเทอร์โมไดนามิก	- ผลของความร้อน - การส่งผ่านความร้อน - แสงและความร้อน	
โมเดริ์นฟิสิกส์ โครงสร้างอะตอมและโครงสร้างนิวเคลียร์ (modern physics, atomic and nuclear structure)				- แรงนิวเคลียร์ละแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาค - ปฏิกิริยานิวเคลียร์

ระบบการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบสำคัญที่สัมพันธ์กันหรือมีความสอดคล้องกัน ประกอบด้วยหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้อย่างเป็นระบบมีขั้นตอนเริ่มจากการกำหนดจุดมุ่งหมายต่าง ๆ ซึ่งอาจประกอบด้วย ความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติ ต่อจากนั้นจึงกำหนดวิธีการวัดผลประเมินที่หลากหลายทั้งการประเมินจากการทดสอบด้วยข้อสอบ และการประเมินตามสภาพจริงจากการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียน

เป้าหมายการวัดผลประเมินการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิธีการประเมินอย่างหลากหลาย มีเป้าหมายสำคัญที่ต้องการวัดผลประเมินผลจำแนกได้ 3 ด้าน คือ 1) ความรู้ความคิด หมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหา หรือมโนทัศน์หลัก 2) กระบวนการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติจริงที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ 3) เจตคติ เป็นจิตสำนึกของบุคคลที่ก่อให้เกิดลักษณะนิสัยหรือความรู้ทางจิตใจ

การประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งดำเนินการอยู่ในกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สามารถจัดแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) การทดสอบด้วยข้อสอบ และ 2) การประเมินจากการปฏิบัติงาน และผลงานของผู้เรียน

การทดสอบด้วยข้อสอบ

1. ข้อสอบแบบเลือกตอบประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ปัญหาหรือคำถาม และคำตอบ และคำตอบที่มีลักษณะเป็นตัวเลือกทั้งที่เป็นคำตอบถูกต้องและคำตอบผิด

2. ข้อสอบแบบถูกผิด เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะเป็นการนำเสนอข้อความเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ หลักการ ทฤษฎี การแปลความหมายหรือการกำหนดตัวแปร

3. ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีลักษณะการนำเสนอคำหรือข้อความ 2 ส่วนให้เลือกเพื่อจับคู่กัน ส่วนที่ 1 คือ ปัญหาที่เขียนเป็น คำหรือข้อความซึ่งเป็นมโนทัศน์หลัก ส่วนที่ 2 คือ คำตอบซึ่งเป็นคำหรือข้อความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับปัญหา

4. ข้อสอบแบบเติมคำ มีลักษณะเป็นการนำเสนอเนื้อหาสาระที่ยังไม่สมบูรณ์ โดยมีส่วนเว้นว่างไว้ให้ผู้เรียนเติมให้สมบูรณ์

5. ข้อสอบแบบเขียนตอบ รูปแบบของข้อสอบมีลักษณะเป็นการเขียนตอบอย่างสั้น เขียนบรรยายที่มีแผนภูมิ กราฟ ตาราง เขียนแผนผังมโนทัศน์ เขียนแผนผังแนวคิดรูปตัววี ปัญหาหรือคำถามจะต้องสร้างขึ้นด้วยความรู้ความเข้าใจเนื้อหาสาระทุกคนที่เกี่ยวข้องกับปัญหา สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถด้านต่าง ๆ อย่างชัดเจน

5.1 ข้อสอบเขียนตอบอย่างสั้น เหมาะกับการวัดความรู้ความเข้าใจมากกว่าความสามารถด้านการประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า

5.2 ข้อสอบเขียนตอบแบบบรรยาย เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความรู้ความสามารถและความคิดระดับสูง ในลักษณะของการสรุปความ การเปรียบเทียบ การประยุกต์หลักวิชาหรือนำความรู้ไปใช้ การสร้างข้อสอบควรมีบันทึก การสร้างประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ ระดับพฤติกรรมที่วัด ปัญหาหรือคำถามแนวการตอบและเกณฑ์การประเมิน

5.3 ข้อสอบเขียนตอบโดยการสร้างมโนทัศน์ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด การสร้างความรู้ การสรุปและนำเสนอแนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง

5.4 ข้อสอบเขียนตอบโดยการสร้างแผนผังรูปตัววี เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เขียนสรุป เพื่อนำเสนอความรู้ กระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้

การประเมินผลจากการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียน

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ทำให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง จึงมีหลักฐานร่องรอยการปฏิบัติงานหรือผลงานที่สามารถนำมาใช้ประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนอย่างครอบคลุมความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ กิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สะท้อนถึงสมรรถภาพของผู้เรียนประกอบด้วย กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ การปฏิบัติการทดลอง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การทำแฟ้มสะสมงาน การทำภาระงานและการนำเสนอผลงาน

1. การประเมินผลการสำรวจตรวจสอบและการปฏิบัติการทดลอง

การสำรวจตรวจสอบ เป็นการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยผ่านการรวบรวมข้อมูล ใช้ความคิดที่มีเหตุผลในการตั้งสมมุติฐาน อธิบายและแปลความหมายข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยใช้ทักษะต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย การวัด การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การจำแนกประเภท การสร้างความสัมพันธ์การเรียงลำดับ การคำนวณ การนำเสนอผลงาน การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

การปฏิบัติการทดลอง เป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อหาคำตอบหรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ด้วยการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การออกแบบวิธีการทดลอง กำหนดตัวแปร ตั้งสมมติฐาน เลือกและใช้เครื่องมือการทดลองหรือวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นได้ถูกต้อง ปฏิบัติการทดลองได้อย่างคล่องแคล่ว บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองได้

กิจกรรมการสำรวจตรวจสอบและการปฏิบัติการทดลอง ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสปฏิบัติจริงและสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้ฝึกฝนความสามารถด้านทักษะเชาวน์ปัญญา และทักษะปฏิบัติ ดังนี้

1. ทักษะเชาวน์ปัญญา เป็นความสามารถด้านการวางแผน การควบคุมการปฏิบัติงานให้เป็นไปอย่างราบรื่น ถูกต้องและมีระบบ รวมทั้งช่วยให้การแก้ปัญหาเป็นไปได้อย่างเหมาะสม

2. ทักษะปฏิบัติ ทักษะปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือการลงมือปฏิบัติจริง การทำงานอย่างเป็นระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความสามารถใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่เหมาะสม ปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง

การปฏิบัติการทดลองเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องการพิสูจน์ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ด้วยการทดลองและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบสำคัญของการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย (1) การวางแผนดำเนินงาน (2) การปฏิบัติการทดลอง (3) ความคล่องแคล่วในการทดลอง และ (4) การนำเสนอผลการทดลอง การประเมินแต่ละครั้งต้องสร้างเกณฑ์การประเมินที่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

2. การประเมินการทำโครงงานวิทยาศาสตร์

โครงงานวิทยาศาสตร์เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการสืบเสาะหาความรู้ การปฏิบัติจริงและสร้างความรู้ด้วยตนเอง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำแนกได้เป็น 1) โครงงานประเภทสำรวจ 2) โครงงานประเภททดลอง 3) โครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ และ 4) โครงงานประเภททฤษฎี ขั้นตอนสำคัญในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ มีดังนี้ 1) การกำหนดปัญหาและการทำความเข้าใจกับปัญหา 2) การวางแผนการทำโครงงาน 3) การลงมือทำโครงงาน 4) การเขียนรายงาน 5) การแสดงผลงาน

3. การประเมินแฟ้มสะสมงาน

แฟ้มสะสมงานเป็นแหล่งรวบรวมผลงานของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ที่นำไปใช้ประเมินสมรรถภาพของผู้เรียนเพื่อช่วยให้ผู้เรียน ผู้สอน ผู้ปกครองหรือผู้เกี่ยวข้องเกิดความเข้าใจและมองเห็นอย่างเป็นรูปธรรมได้ว่าการปฏิบัติงานและผลงานของผู้เรียนมีคุณภาพมาตรฐานอยู่ในระดับใด ผลงานที่จัดไว้ในแฟ้มสะสมงานมีหลายลักษณะ เช่น บันทึกการบรรยาย บันทึกการทดลอง บันทึกการอภิปราย บันทึกประจำวัน การเขียนรายงาน บทความ การศึกษาค้นคว้า สิ่งประดิษฐ์ การทำโครงงาน หรือการทำโครงการ

ผลงานในแฟ้มสะสมงานและประเภทของแฟ้มสะสมงาน

ผลงานที่ปรากฏอยู่ในแฟ้มสะสมงานจะแสดงถึงความรู้ความสามารถ และพัฒนาการของผู้เรียน ผลงานภายในแฟ้มสะสมงานประกอบด้วย

1. สาระความรู้ ผลงานเกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวคิดหลักที่เกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

2. แนวการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลงานเกี่ยวกับแนวทาง วิธีการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เพื่อการศึกษา การกำหนดปัญหา การตั้งคำถาม การคาดคะเนคำตอบ วิธีการหาคำตอบ และการลงข้อสรุป

3. การประยุกต์ใช้ความรู้ ผลงานเกี่ยวกับวิธีการนำความรู้ที่ได้จากการสำรวจ สืบค้นหรือทดลองมาแล้วไปใช้ในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม สามารถบูรณาการทักษะและความรู้และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้เพื่อชีวิต การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ตามธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. ความคิดและความสามารถ ผลงานเกี่ยวกับการแสดงออกถึงความเข้าใจ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การวิเคราะห์วิจารณ์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์

5. การประดิษฐ์คิดค้น ผลงานเกี่ยวกับการทำโครงงานประเภทสิ่งประดิษฐ์ สร้างแบบจำลอง สร้างเกมของเล่น สร้างกิจกรรมการทดลอง การออกแบบเครื่องใช้ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนานวัตกรรม

นอกจากนี้สิ่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จำเป็นต้องปรากฏอยู่ในแฟ้มสะสมงานของผู้เรียนด้วย คือ ทักษะการสื่อสารด้วยวิธีการที่เหมาะสม เช่น การใช้ภาษา ข้อความ รูปภาพ ตาราง หรือเทคนิควิธีการนำเสนอที่สามารถทำให้ผู้อื่นเข้าใจถึงผลงานของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

แฟ้มสะสมงานที่ผู้เรียนสามารถจัดทำได้มี 2 ประเภท ดังนี้

1. แฟ้มสะสมงานทั่วไป

แฟ้มสะสมงานทั้งไปได้จากการรวบรวมผลงานของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้งในห้องเรียนหรือนอกห้องเรียน และมีการจัดเก็บรวบรวมไว้ตามลำดับเหตุการณ์หรือช่วงเวลาที่ทำกิจกรรมเหล่านั้น อาจจัดเก็บไว้ตามหัวข้อความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือจัดเก็บตามประเภทของกิจกรรม

การจัดทำแฟ้มสะสมงานทั่วไป เริ่มจากการวางแผนและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ การวางแผนจัดเก็บผลงานให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ กำหนดผลงานที่คาดหวังการวัดผลประเมินผล รวมทั้งการเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจในการจัดทำแฟ้มสะสมงาน วิธีการเก็บผลงานของแฟ้มสะสมงานทั่วไปมีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

1. การรวบรวมผลงาน
2. การคัดเลือกผลงาน
3. การประเมินผลงาน
4. การนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์

2. แฟ้มสะสมงานเฉพาะ

แฟ้มสะสมงานเฉพาะเป็นแฟ้มสะสมงาม มีจุดมุ่งหมายเพื่อรวบรวมผลงานที่ต้องการศึกษาหรือมีความสนใจเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นพิเศษ การจัดผลงานในแฟ้มสะสมงานเฉพาะให้มีระบบควรประกอบด้วย ผลงานที่มีลักษณะสำคัญ 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. การสำรวจตรวจสอบ
2. การศึกษาและการแก้ปัญหา หรือการวิจัย
3. การนำความรู้ไปใช้
4. การปฏิบัติอย่างอิสระ

4. การประเมินภาระงาน

ภาระงานเป็นกิจกรรมหนึ่งของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติงานและสร้างผลงานหรือชิ้นงานซึ่งให้เป็นหลักฐานแสดงผลการเรียนรู้และความก้าวหน้าในการเรียนรู้ ภาระงานที่ผู้เรียนปฏิบัติโดยทั่วไปประกอบด้วยกิจกรรม ดังนี้

1. การเขียน เป็นภาระงานที่ใช้ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายด้วยการเขียนในลักษณะต่าง ๆ เช่น การเขียนเรียงความ การเขียนจดหมาย การเขียนโคลงกลอน การเขียนบรรยายเรื่องราว การเขียนวิเคราะห์วิจารณ์ การเขียนบทความวิเคราะห์สถานการณ์ การบันทึกการรวบรวมเรียบเรียงความรู้ การเขียนผังมโนทัศน์ การเขียนผังแนวคิดรูปตัววี

2. การนำเสนอด้วยคำพูด เป็นภาระงานที่ใช้ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายด้วยวาจาและท่าทาง ประกอบด้วย การกล่าวรายงาน การโต้วาที การร้องเพลง การอ่าน การสัมภาษณ์ การกล่าวสุนทรพจน์ การแสดงบทบาทสมมติ การวิเคราะห์สถานการณ์ และการแสดงรูปแบบต่าง ๆ

3. การสร้างหรือประดิษฐ์ เป็นภาระงานที่ได้จากการออกแบบและสร้างชิ้นงานในหลากหลายรูปแบบ ประกอบด้วย การสร้างสิ่งประดิษฐ์ การจัดนิทรรศการ การประกอบชิ้นส่วนเครื่องใช้ต่าง ๆ การซ่อมแซมชิ้นงานที่ชำรุดเสียหาย การสร้างแบบจำลอง

4. การจัดทำรูปภาพหรือแผนภูมิ เป็นภาระงานที่ใช้ความสามารถด้านการสื่อสาร การจัดแสดง หรือการนำเสนอผลงานที่ช่วยสรุปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน เป็นการเปรียบเทียบ แสดงความสัมพันธ์ จำแนกประเภท จัดหมวดหมู่ นำเสนอผลงานด้วยรูปภาพ แผนภาพ สัญลักษณ์ หรือผังกราฟิก

5. การจัดทำงานที่ผสมผสานงานด้านต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เป็นภาระงานที่ใช้ความสามารถหลายด้านผสมผสานกัน ทั้งด้านความรู้ กระบวนการเรียนรู้ ทักษะต่าง ๆ ตามธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การสื่อสาร การศึกษานอกสถานที่ การฝึกงานในสถานประกอบการ การนำเสนอผลงาน การจัดทำแฟ้มสะสมงาน การทำโครงงานวิทยาศาสตร์

5. การประเมินการนำเสนอผลงาน

การนำเสนอผลงานด้วยการเขียน การพูด และการจัดแสดงทำให้ได้ในลักษณะการเขียนรายงาน การบันทึก การทำแบบฝึก การบรรยาย การอภิปราย การโต้วาที การสัมภาษณ์ การจำลองเหตุการณ์ การสร้างสิ่งประดิษฐ์ การจัดทำสมุดภาพและสร้างสื่อนวัตกรรม การจัดแสดงผลงาน การจัดนิทรรศการ การสาธิต การจัดป้ายนิเทศที่มีทั้งผังมโนทัศน์ แผนภูมิหรือสถิติ การประเมินการนำเสนอผลงานทำได้โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามลักษณะของผลงาน ดังต่อไปนี้

5.1 การเขียนรายงาน

การเขียนรายงานเป็นการนำเสนอผลงานด้วยการเขียนในลักษณะความเรียงอธิบายบรรยายเรื่องที่ได้เรียนรู้ ศึกษาค้นคว้าหรือทดลอง วัตถุประสงค์ของรายงานเพื่อให้ผู้เรียนแสดงความรู้ความสามารถในการรวบรวมและเรียบเรียงความรู้ให้เป็นระบบ วิเคราะห์เหตุผลโดยอ้างอิงหลักการ ทฤษฎี มโนทัศน์และข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจผลการเรียนรู้ของผู้เรียน การเขียนรายงานผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อาจแบ่งกว้าง ๆ ได้ 2 ลักษณะ คือ การเขียนรายงานการปฏิบัติการทดลอง และการเขียนรายงานการศึกษาค้นคว้า

5.2 การบันทึกผลงาน

การบันทึกผลงานเป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งผู้เรียนสามารถบันทึกเรื่องราวหรือเหตุการณ์ไว้ได้ในทุกช่วงเวลาของการเรียนรู้ในรูปแบบของการบันทึกประจำวัน บันทึกการปฏิบัติงาน บันทึกความคิดเห็น บันทึกสรุปผลการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถนำบันทึกเหล่านี้มาใช้เป็นผลงาน หลักฐาน ร่องรอยที่สะท้อนถึงความรู้ความคิด กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ

5.3 การนำเสนอผลงานด้วยการจัดแสดง

การจัดแสดงผลงาน เป็นกิจกรรมของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่แสดงถึงความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่ได้เรียนรู้ให้ผู้อื่นได้รับรู้ ผลงานที่นำมาจัดแสดงอาจเป็น โครงงานวิทยาศาสตร์ ภาระงานต่าง ๆ ที่ผู้เรียนปฏิบัติ รวมทั้งผลงานของผู้เรียนที่ได้รับรางวัล

5.4 การนำเสนอผลงานด้วยการสาธิต

การสาธิตเป็นการลงมือปฏิบัติจริงให้ผู้อื่นเห็นเป็นตัวอย่าง กิจกรรมที่นำมาสาธิตมีหลายลักษณะ ได้แก่ การสาธิต การสร้างสิ่งประดิษฐ์ การสาธิตการทดลองเพื่อพิสูจน์ การสาธิตผลงานจากภูมิปัญญาท้องถิ่น การสาธิตเกี่ยวกับปรากฏการณ์หรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 2 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
ปีการศึกษา 2552

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา เป็นสถานศึกษาที่จัดการศึกษาให้กับนักเรียนในระดับปฐมวัยและระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นไปตามปณิธานของคณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คือ มุ่งมั่นให้โรงเรียนเป็นแหล่งศึกษาวิชาชีพศึกษาศาสตร์ ออกแบบการเรียนรู้เพื่อการปฏิรูปการศึกษา สร้างนวัตกรรมการศึกษา ทดลองและวิจัยเทคโนโลยีการศึกษา และพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้สู่ระบบที่ยั่งยืน

วิสัยทัศน์

จัดการศึกษา เพื่อเป็นการสร้างทางเลือกให้ผู้เรียน ได้พัฒนาความรู้มุ่งสู่สถาบัน อุดมศึกษา โดยมีความเป็นผู้นำดำรงคุณธรรมตามที่สังคมต้องการ

พันธกิจ

1. พัฒนาผู้เรียนให้เกิดองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและทักษะทางภาษาเพื่อการสื่อสาร และนำมาใช้อย่างคุ้มค่า

2. พัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้นำที่ดี มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และมีศักยภาพพร้อมที่จะตัดสินใจและแสดงออกเพื่อมีชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

3. พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เพื่อพัฒนากระบวนการคิดให้ผู้เรียนมีศักยภาพในการแสวงหาความรู้ โดยใช้ภูมิปัญญาในมหาวิทยาลัย

4. พัฒนาผู้เรียนโดยส่งเสริมการออกกำลังกาย การปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และสุนทรียศาสตร์

5. พัฒนาคณาจารย์สู่มาตรฐานวิชาชีพขั้นสูง เป็นผู้นำด้านการศึกษาและวิจัย เพื่อผู้เรียน

เป้าหมาย

1. ผู้เรียนทุกคนได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพไม่ต่ำกว่ามาตรฐานการศึกษา

2. ผู้เรียนระดับอนุบาลศึกษามีความพร้อมที่จะศึกษาต่อในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดี

3. ผู้เรียนระดับประถมศึกษามีทักษะกระบวนการในการแสวงหาความรู้อย่างหลากหลาย มีคุณธรรม จริยธรรม และอยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข มีความสามารถในการแสดงออกและเป็นผู้นำ

4. ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษา มีการพัฒนากระบวนการแสวงหาและสร้างองค์ความรู้การดูแลสุขภาพมีคุณธรรม จริยธรรม มีความสุนทรีย์ และสามารถศึกษาต่อตามความถนัดอย่างมีคุณภาพ

5. คณาจารย์สามารถค้นคว้า วิจัย ทดลองเพื่อพัฒนานวัตกรรม และเทคโนโลยีการศึกษาอย่างมีคุณภาพ

6. โรงเรียนมีระบบการบริหารหลักสูตรที่ดีมีประสิทธิภาพ

คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. มีความเป็นผู้นำ
5. ใฝ่เรียนรู้
6. อยู่อย่างพอเพียง
7. มุ่งมั่นในการทำงาน
8. รักความเป็นไทย
9. มีจิตสาธารณะ

โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตารางที่ 8 โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา

ระดับชั้น	รหัส	ชื่อรายวิชา	เวลาเรียน/ สัปดาห์
ประถมศึกษาปีที่ 1	ว 11101	วิทยาศาสตร์	3.0
ประถมศึกษาปีที่ 2	ว 12101	วิทยาศาสตร์	3.0
ประถมศึกษาปีที่ 3	ว 13101	วิทยาศาสตร์	3.0
ประถมศึกษาปีที่ 4	ว 14101	วิทยาศาสตร์	3.0
ประถมศึกษาปีที่ 5	ว 15101	วิทยาศาสตร์	3.0
ประถมศึกษาปีที่ 6	ว 16101	วิทยาศาสตร์	3.0

ตารางที่ 9 โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ระดับชั้น	รหัส	ชื่อรายวิชา	เวลาเรียน/ สัปดาห์
มัธยมศึกษาปีที่ 1	ว 21101	วิทยาศาสตร์ 1	4.0
	ว 21102	วิทยาศาสตร์ 2	4.0
	ว 21201	วิทยาศาสตร์กับการค้นพบ 1	2.0
	ว 21202	วิทยาศาสตร์กับการค้นพบ 2	2.0
มัธยมศึกษาปีที่ 2	ว 22101	วิทยาศาสตร์ 3	4.0
	ว 22102	วิทยาศาสตร์ 4	4.0
	ว 22201	สนุกกับสารเคมี 1	2.0
	ว 22202	สนุกกับสารเคมี 2	2.0
มัธยมศึกษาปีที่ 3	ว 23101	วิทยาศาสตร์ 5	4.0
	ว 23102	วิทยาศาสตร์ 6	4.0
	ว 23201	แรงพาเพลิน 1	2.0
	ว 23202	แรงพาเพลิน 2	2.0

ตารางที่ 10 โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (กลุ่มเน้นวิทยาศาสตร์)

ระดับชั้น	รหัส	ชื่อรายวิชา	เวลาเรียน/ สัปดาห์
มัธยมศึกษาปีที่ 4	ว 31101	เคมีพื้นฐาน 1	2.0
	ว 31102	ฟิสิกส์พื้นฐาน1	2.0
	ว 31201	ฟิสิกส์ 1	4.0
	ว 31202	ฟิสิกส์ 2	4.0
	ว 31221	เคมี 1	3.0
	ว 31222	เคมี 2	3.0
	ว 31241	ชีววิทยา 1	3.0
	ว 31242	ชีววิทยา 2	3.0

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ระดับชั้น	รหัส	ชื่อรายวิชา	เวลาเรียน/ สัปดาห์
มัธยมศึกษาปีที่ 5	ว 32101	ชีววิทยาพื้นฐาน	2.0
	ว 32102	เคมีพื้นฐาน 2	2.0
	ว 32203	ฟิสิกส์ 3	4.0
	ว 32204	ฟิสิกส์ 4	4.0
	ว 32223	เคมี 3	3.0
	ว 32224	เคมี 4	3.0
	ว 32243	ชีววิทยา 3	3.0
	ว 32244	ชีววิทยา 4	3.0
มัธยมศึกษาปีที่ 6	ว 33101	ธรณีวิทยาพื้นฐาน	2.0
	ว 33102	ดาราศาสตร์พื้นฐาน	2.0
	ว 33205	ฟิสิกส์ 5	4.0
	ว 33206	ฟิสิกส์ 6	4.0
	ว 33225	เคมี 5	3.0
	ว 33226	เคมี 6	3.0
	ว 33245	ชีววิทยา 5	3.0
	ว 33246	ชีววิทยา 6	3.0

ตารางที่ 11 โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (กลุ่มไม่เน้นวิทยาศาสตร์)

ระดับชั้น	รหัส	ชื่อรายวิชา	เวลาเรียน/ สัปดาห์
มัธยมศึกษาปีที่ 4	ว 31101	เคมีพื้นฐาน 1	2.0
	ว 31102	ฟิสิกส์พื้นฐาน1	2.0
	ว 31281	วิทยาศาสตร์รอบรู้ 1	2.0
	ว 31282	วิทยาศาสตร์รอบรู้ 2	2.0

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ระดับชั้น	รหัส	ชื่อรายวิชา	เวลาเรียน/ สัปดาห์
มัธยมศึกษาปีที่ 5	ว 32101	ชีววิทยาพื้นฐาน	2.0
	ว 32102	เคมีพื้นฐาน 2	2.0
	ว 32283	วิทยาศาสตร์รอบรู้ 3	2.0
	ว 32284	วิทยาศาสตร์รอบรู้ 4	2.0
มัธยมศึกษาปีที่ 6	ว 33101	ธรณีวิทยาพื้นฐาน	2.0
	ว 33102	ดาราศาสตร์พื้นฐาน	2.0
	ว 33285	วิทยาศาสตร์รอบรู้ 5	2.0
	ว 33286	วิทยาศาสตร์รอบรู้ 6	2.0

ตอนที่ 3 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

มโนทัศน์แปลมาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีผู้ให้คำแปลคำศัพท์ภาษาไทยไว้หลายชื่อ เช่น สังกัป มโนทัศน์ มโนภาพ แนวความคิด มโนมติ และความคิดรวบยอด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า มโนทัศน์ แทนความหมายถึง Concept

นักวิชาการศึกษาของประเทศไทย เช่น วิชัย วงษ์ใหญ่(2532 : 18) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์หมายถึง ภาพที่เกิดขึ้นในใจของบุคคลเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติและคุณลักษณะร่วมกัน กลุ่มของสิ่งเร้าอาจจะเป็นชนิด ประเภทของวัตถุ ธรรมชาติ เหตุการณ์ หรือบุคคลก็ได้ Hewitt and et al. (1998) ให้ความหมายมโนทัศน์ หมายถึงกลุ่มสิ่งของที่มีคุณลักษณะร่วมกัน ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ ข้อมูล หรือบุคคลก็ได้ โดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมา

โดยสรุปความหมายของมโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะเกี่ยวกับเรื่องนั้นมาประมวลเป็นข้อมูล ที่สามารถแยกแยะเรื่องนั้นออกจากเรื่องอื่น ๆ ได้อย่างชัดเจน เรื่องดังกล่าวอาจจะเป็นวัตถุ เหตุการณ์ ข้อมูล หรือบุคคลก็ได้ โดยอาศัยประสบการณ์ที่ผ่านมาของบุคคล

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) เป็นความเข้าใจ ที่จะสรุปลักษณะสำคัญ ๆ ของวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ที่มีคุณลักษณะพื้นฐานร่วมกัน มโนทัศน์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการคิด มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีหลายระดับ ทั้งมโนทัศน์ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม บางมโนทัศน์เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง มโนทัศน์หนึ่งๆ อาจเกิดจากมโนทัศน์หลาย ๆ มโนทัศน์มาสัมพันธ์ต่อเนื่องกันอย่างมีเหตุผล ตัวอย่างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น พลังงานความร้อนทำให้สสารเปลี่ยนสถานะได้ คลื่นเกิดจากการรบกวนที่แหล่งกำเนิดคลื่น มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มักมีลักษณะเป็นสากล และมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ยังเป็นมโนทัศน์ที่เกิดจากข้อเท็จจริง ที่เน้นหนักในเชิงปริมาณ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำที่สุด ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ จึงเน้นที่ได้จากการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ นอกจากนั้นมโนทัศน์วิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียน และได้รับความรู้ในระดับสูงอย่างชัดเจนขึ้น นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ตรงกันโดยมีความเกี่ยวเนื่องกับพื้นฐานทางสังคมและวัฒนธรรมเป็นส่วนน้อย (คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน การผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย 2525 : 29-31)

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท (ภพ เลาหไพบูลย์ 2542 : 3; Klein 1991 : 296) คือ

1. มโนทัศน์เกี่ยวกับการแบ่งประเภท (Classification Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่เป็นคำอธิบาย คำชี้แจงที่บอกถึงคุณสมบัติของวัตถุหรือเหตุการณ์ เช่น สสารมี 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ สสารคือสิ่งที่มีมวลและต้องการที่อยู่

2. มโนทัศน์ทางทฤษฎี (Theoretical Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่อธิบายถึงคุณลักษณะหรือปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยตรง แต่มีหลักฐานที่สนับสนุนให้เกิดความเข้าใจในสิ่งเหล่านั้นอย่างมีเหตุผล เช่น การดูดซึมแอลกอฮอล์จะเกิดขึ้นในกระเพาะอาหาร อะตอมคืออนุภาคที่เล็กที่สุดของธาตุซึ่งประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน

3. มโนทัศน์ที่เกี่ยวกับความสัมพันธ์ (Correlation Concepts) เป็นมโนทัศน์ที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล สามารถนำไปใช้ทำนายเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ เช่น ของเหลวเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัว ก่อนฝนตกอากาศจะร้อนอบอ้าว

มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ (Hewitt and et al . 1998) หมายถึง การเรียนรู้ ความเข้าใจ ที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ ปัญหาทางฟิสิกส์ ลักษณะร่วมกันของบุคคลในทางฟิสิกส์ เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุ กฎการเคลื่อนที่ของวัตถุ แม่เหล็กไฟฟ้า นิวเคลียร์ เป็นต้น จากประสบการณ์ของบุคคล

ก็จะรู้ว่าเรื่องทางฟิสิกส์นั้นเป็นอย่างไร มีประโยชน์อย่างไร เกิดขึ้นมาได้อย่างไร การปฏิบัติการทดลองจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ได้มากขึ้น

มโนทัศน์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพราะถือว่าเป็นเป้าหมายหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ วิธีการตรวจสอบว่านักเรียนเมื่อผ่านกระบวนการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ได้หรือไม่ และมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้นมานั้นคลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ที่นักวิทยาศาสตร์เข้าใจหรือไม่ ครูฟิสิกส์สามารถตรวจสอบความเข้าใจมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ได้หลายแนวทาง เช่น การให้นักเรียนอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การให้นักเรียนเขียนบรรยายความเข้าใจหรือการใช้แบบทดสอบ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแปลมาจากคำภาษาอังกฤษว่า Misconceptions (Helm 1987 ; Novak and Gowin, 1984) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ หรือเบี่ยงเบนต่างไปจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันในปัจจุบัน ซึ่งเกิดมาจากการสังเกต สัมผัสการรับรู้หรือจากประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล (Hewson and Hewson 1988; Peterson and Treagust 1989 ; Hynd and et al., 1994)

Renner (1990: 35-54) แบ่งระดับความถูกต้องของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทดสอบออกเป็น 6 ระดับคือ

1. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Sound Understanding :SU)
2. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ (Partially Understanding : PU)
3. มโนทัศน์คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์(Specific Misconception: SM)
4. มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน และคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partially Understanding with Specific Misconception: PU/SM)
5. มโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้อง (No Understanding: NU)
6. ไม่ตอบคำถาม (No Response: NR)

สาเหตุที่ทำให้มโนทัศน์คลาดเคลื่อน

Novak (1985) กล่าวว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวนมาก แนวคิดพื้นฐานของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคือ ผู้เรียนไม่ได้เข้าเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยสมองที่ว่างเปล่าความจริงแล้วเขาพกพาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติมาด้วย และความรู้

ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่ผู้เรียนมีมานี้บางครั้งขัดแย้งกับหลักการที่ต้องเรียนรู้จากห้องเรียน ความคิดความเข้าใจดังกล่าวเป็นสิ่งที่ปรับเปลี่ยนได้ยาก อันมีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

Fisher (1983) ได้กล่าวถึง ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สรุปได้ดังนี้

1. เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ของผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญในวิชานั้น ๆ

2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพียงเรื่องเดียว สามารถขยายวงกว้างออกไปได้ เมื่อมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของบุคคลในวงกว้าง

3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไป จากเรื่องที่ง่ายสู่เรื่องที่ยากขึ้น แล้วถ้าใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมจะทำให้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนยากต่อการแก้ไข

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องก็เกี่ยวข้องกับความเชื่ออื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวโยงกันอย่างมีระบบและมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย

Osborne and Freyberg (1985) ได้สรุปสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า มโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงในตัวนักเรียนจะแตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนมี ซึ่งสาเหตุเกิดจาก ตำราเรียน การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การทำกิจกรรมและการสรุปองค์ความรู้ต่าง ๆ

การเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

การเรียนการสอนเป็นการพยายามที่จะเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนที่ถูกต้องกับมโนทัศน์ใหม่เพื่อพัฒนามโนทัศน์นั้น ๆ Shepardson and Abell (1991) ได้เสนอแนะวิธีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. เน้นการสอนเพื่อเกิดความขัดแย้ง จากโครงสร้างทางสติปัญญาที่นักเรียนได้รับจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

2. บทเรียนที่ใช้สอนจะต้องสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่นักเรียนได้มีมาก่อนและตามข้อเสนอของนักเรียนโดยให้นักเรียนแสดงความคิด ปฏิบัติกิจกรรม แสดงการสาธิต อภิปราย และสรุปผล

3. ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ใช้การทำนาย ค้นหาปรากฏการณ์ที่มีความขัดแย้งแล้วเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยให้แนวทางตามหลักวิทยาศาสตร์อย่างง่าย

4. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ เช่น โดยการเขียน การพูด การวาดรูป และการเขียนกราฟ จากนั้นครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากการแสดงความคิดเห็นนักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเหตุผลกับครู และคนอื่น ๆ เพื่อให้ยอมรับในข้อโต้แย้ง

จะเห็นว่าการเปลี่ยนมโนทัศน์สามารถทำได้โดยให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางสติปัญญา ได้มาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ โดยให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติกิจกรรมซึ่งควรเป็นการเรียนแบบอิสระ เนื่องจากมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนแต่ละคนไม่เหมือนกัน และผู้เรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเอง

การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์

มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Children's Science) หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อโลกที่เขาอาศัยอยู่และต่อความหมายของคำที่นักเรียนได้รับก่อนที่นักเรียนจะได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียน มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้พัฒนาขึ้นขณะที่นักเรียนพยายามที่จะเข้าใจโลกที่เขาอาศัยอยู่ โดยอาศัยประสบการณ์ ความรู้ในปัจจุบัน และจากภาษาของตนเอง การสำรวจมโนทัศน์ของนักเรียนมีหลายวิธี สรุปได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่างมโนทัศน์ (Interview -about Instances) การสัมภาษณ์แบบนี้จะมีบัตรคำแสดงภาพลายเส้น หรือรูปภาพของวัตถุหรือเหตุการณ์ของตัวอย่างมโนทัศน์ที่ต้องการถาม ผู้สัมภาษณ์จะเสนอบัตรคำที่ละใบเพื่อให้นักเรียนดูภาพ แล้วมีคำถาม ถามเกี่ยวกับภาพในบัตรคำนั้น จุดประสงค์ของการสัมภาษณ์แบบนี้ คือ ต้องการสำรวจมโนทัศน์ของนักเรียน (Osborne and Gilbert 1980)

2. การสัมภาษณ์โดยใช้เหตุการณ์ (Interview-about Events) เป็นการสัมภาษณ์ที่ยืดหยุ่นกว่า การสัมภาษณ์โดยใช้ตัวอย่างและนำมาใช้เพื่อสำรวจความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน โดยมีการสาธิตปรากฏการณ์จริง ๆ ให้นักเรียนดู หรือวาดภาพดังกล่าวลงบนบัตรคำ (Osborne and Gilbert, 1980)

3. การสำรวจ (Survey) เป็นการค้นหาความคิดที่หลากหลายของนักเรียนที่มีจำนวนมาก แม้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจไม่ลึกเท่าหรือไม่มีรายละเอียดเหมือนการสัมภาษณ์แต่เวลาที่ใช้ในการสำรวจไม่มากเท่าการสัมภาษณ์ การสำรวจจะใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบซึ่งคำตอบที่ถูกและตัวลวงได้มาจากการสัมภาษณ์นั้นเอง (Schollum, Hill and Osborne 1981)

4. แผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) จุดประสงค์ของแผนผังมโนทัศน์ใช้แทนความสัมพันธ์อันมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยทำให้ความหมายอยู่ในรูปของประพจน์ (Proposition) และเชื่อมกันด้วยคำเชื่อมให้มีความหมายขึ้นมา (Novak and Gowin 1984)

5. การทำนาย – การสังเกต - การอธิบาย (Predict – Observe - Explain) เป็นการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนาย

แล้วก็ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว แล้วให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้ อธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกต (White and Gunstone 1992)

6. ตู้ไปรษณีย์ส่งจดหมาย (The post-box method) กิจกรรมนี้มีประโยชน์ในการค้นหาความคิดของนักเรียนในห้องเรียนโดยไม่ทราบว่าความคิดนั้นเป็นของนักเรียนคนใด วิธีการนี้เป็นวิธีที่จะให้นักเรียนทำความคิดของตนเองให้ชัดเจน โดยแลกเปลี่ยนความคิดในระหว่างกลุ่มนักเรียนรู้จัดคิดและอภิปรายความคิดของคนอื่น ๆ มีการประนีประนอมแลกเปลี่ยนความเข้าใจซึ่งกันและกัน

7. คำถามของนักเรียน (Student's Question) ครูกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามในระหว่างทำกิจกรรมการสำรวจ ซึ่งนำไปสู่การสืบเสาะหาความรู้

8. Viewfinders เป็นคำถามหรือข้อความที่นำไปใช้ในระหว่างที่ครูกำลังถามนักเรียนเกี่ยวกับความหมายของคำต่าง ๆ หรือในระหว่างการทำกิจกรรม การใช้คำถามหรือข้อความดังกล่าวครูไม่ได้ค้นหาคำตอบที่ถูกต้องจากนักเรียน แต่กำลังใช้คำถามเพื่อค้นหาวิธีคิดของนักเรียน

การสอนเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์

มีความพยายามอย่างมากในวิทยาศาสตร์ศึกษาที่จะพัฒนายุทธวิธีการสอนและการเรียนเพื่อช่วยให้นักเรียนเปลี่ยนความคิดของตนเองให้เป็นความคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Ideas) อันเป็นที่ยอมรับ โดยมีการพูดถึงวิธีการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนให้ถูกต้องโดยอาศัยแนวคิดของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) และโมเดลการเรียนรู้มโนทัศน์ Osborne (1982) ได้เสนอส่วนประกอบในบทเรียนที่ควรออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ สรุปได้ดังนี้

1. การเตรียมบทเรียนของครูที่นำไปสู่ความเข้าใจความคิดของนักวิทยาศาสตร์และความคิดของนักเรียน

2. นักเรียนจะเกิดความคุ้นเคยกับบริบทของความคิดต่าง ๆ จากประสบการณ์ที่ได้รับจากปรากฏการณ์ที่นำมาอภิปรายร่วมกัน

3. นักเรียนสามารถทำให้ความคิดของตนเองที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่นำมาอภิปรายชัดเจนขึ้น

4. นักเรียนเสนอความคิดของตนเองเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการอภิปรายเกี่ยวกับความคิดและและความเข้าใจที่แตกต่างกัน

5. นักเรียนและครูควรรู้คุณค่าของความคิดของคนอื่น เพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน ความคิดของนักเรียนทุกคนมีคุณค่าต่อประสบการณ์การเรียนรู้ภายในชั้นเรียน

6. การเปลี่ยนสภาพของความคิดที่แตกต่างกัน เพื่อนักเรียนจะได้เห็นว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่สามารถเข้าใจได้ (Intelligible) มีเหตุผลฟังได้ (Plausible) และทำให้

บรรลุผลเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ต่อไป (Fruitful)โดยปกติแล้ววิธีการนี้ ทำได้โดยการเปรียบเทียบความคิดของนักเรียนกับความคิดทีพึงปรารถนา

7. การต่อเติมความคิดใหม่เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบตัวอย่างของปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงหรือปรากฏการณ์ใหม่เพื่อช่วยตัวเขาเองให้รู้คุณค่าว่า ความคิดใหม่ที่เป็นที่เข้าใจ มีเหตุผลและมีประโยชน์ และสามารถเชื่อมโยงได้กับความคิดอื่น ๆ ที่อยู่ในการจำระยะยาว

Hewson and Hewson (1988) ได้เสนอสิ่งที่นักเรียนต้องคิดทำเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์สามารถสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนต้องตระหนักถึงความคิดของตนเองและของผู้อื่น และทำความคิดดังกล่าวให้ชัดเจน

2. การแก้ปัญหาของความไม่สอดคล้องทางปัญญา

3. การสร้างความคิดใหม่และ / หรือ จัดระบบมโนทัศน์ที่มีอยู่แล้วใหม่

4. การยอมรับแนวความคิดใหม่

5. การใช้ความคิดใหม่ในสถานการณ์ที่คุ้นเคยและในสถานการณ์ใหม่

นอกจากนี้ มีประเด็นจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนการสอนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ คือ นักเรียนเปลี่ยนความคิดเดิมที่มีอยู่ได้ยาก นักเรียนที่ได้เปลี่ยนความคิดเดิมที่มีอยู่อันเนื่องมาจากการเรียนการสอนในห้องเรียนอาจหวนกลับมาใช้ความคิดเดิมอีกหลังจากเวลาผ่านไปสัก 2-3 เดือน มโนทัศน์ของครูอาจมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของนักเรียนที่จะเกิดขึ้น หลักสูตรที่ใช้สอนในห้องเรียนควรเน้น Minds-on และ Hands-on

Posner (1982) ได้เสนอทฤษฎีการเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change Theory) โดยระบุว่าสถานการณ์ 4 อย่างที่จำเป็นสำหรับการเปลี่ยนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มีดังนี้

1. ผู้เรียนจะต้องเกิดความไม่พอใจในมโนทัศน์ที่มีอยู่ บุคคลต้องเผชิญกับปัญหาหรือเหตุการณ์แปลก ๆ ซึ่งหาข้อสรุปไม่ได้ และคลายความเชื่อถือต่อมโนทัศน์ที่ตนมีอยู่ ในแง่ความสามารถในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

2. มโนทัศน์ใหม่จะต้องเป็นที่เข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง บุคคลจะต้องสามารถมองเห็นได้ว่ามโนทัศน์ใหม่ก่อให้เกิดประสบการณ์เพียงพอ สำหรับแสวงหาความเป็นไปได้ต่าง ๆ อย่างไร

3. มโนทัศน์ใหม่จะต้องฟังดูน่าเชื่อถือ อย่างน้อยมโนทัศน์ใหม่จะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้นอกจากนี้มโนทัศน์ดังกล่าวจะต้องสอดคล้องกับความรู้ในสาขาอื่น ๆ อีกด้วย

4. มโนทัศน์ใหม่จะต้องมีประโยชน์สำหรับการใช้ในบริบทอื่น มโนทัศน์ดังกล่าวจะต้องมีศักยภาพที่จะขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่น ๆ

Olenick (2005) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ (Comprehensive Conceptual Curriculum for Physics: C^3P)โดยเน้นความสามารถและมโนทัศน์ต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติของนักเรียนก่อนเรียน ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ (Conceptual Change) ของนักเรียนจากความรู้เดิมไปเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเป้าหมายเพื่อช่วยให้นักเรียนปรับโครงสร้าง (Accommodate) ทางสติปัญญาของนักเรียนให้เข้ากับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน คือ

1. การสำรวจ (Exploration) นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรมการปฏิบัติ (Hand-on) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม โดยนักเรียนเรียนรู้ผ่านคำถามและการกระทำของตนเองและใช้สื่อการสอนเพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่ต้องการ

2. การพัฒนามโนทัศน์ (Concept Development) ครูเป็นผู้นำการอภิปราย การใช้การมีปฏิสัมพันธ์ในขณะการนำเสนอ การใช้วีดิโอ และสื่อต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นการตอบคำถามของนักเรียน ความเข้าใจของนักเรียนเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญโดยให้นักเรียนได้พัฒนาการใช้ภาษาในการสื่อสารความเข้าใจในมโนทัศน์ของตน

3. การประยุกต์ใช้ (Application) นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริง โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนจะเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่จากการปรับโครงสร้างทางสติปัญญาเพื่อเข้าถึงมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

นอกจากนี้ Olenick ยังได้เสนอตัวชี้วัดที่แสดงว่าผู้เรียนได้มีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์แล้ว ดังนี้

1. นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีความรับผิดชอบต่อการตั้งคำถาม

2. นักเรียนยอมรับในข้อจำกัดของความสามารถในการเข้าใจของบุคคล

3. นักเรียนสามารถจำแนกระหว่างการสังเกตกับการอ้างอิง

4. นักเรียนสามารถบรรยายการอ้างอิง จากการสังเกต เมื่อคำตอบที่ชัดเจน ไม่สามารถหาได้

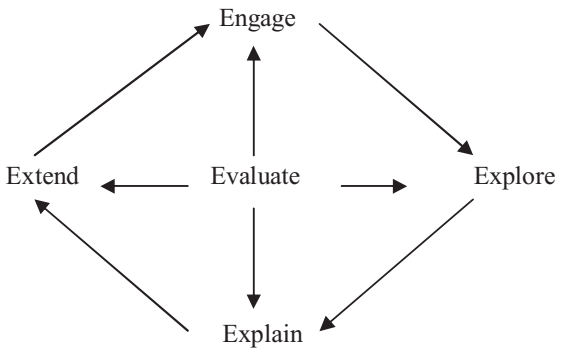
5. นักเรียนพัฒนา กระบวนการรู้คิด การตระหนักรู้ตนเอง และการคิดโดยการหยั่งรู้และความสามารถในการมีเหตุผล

วงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ Atkin and Karplus (1962) ได้พัฒนาและนำมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study : SCIS)ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอนคือ การสำรวจ (Exploration) การประดิษฐ์ (Invention) และการค้นพบ

(Discovery) ซึ่งต่อมาได้ปรับปรุงเป็น การสำรวจ การแนะนำ (Term Introduction) และการประยุกต์แนวคิด (Concept Application)

Anthony W. Lorsbach (2000) อาจารย์จากมหาวิทยาลัยอิลินอย ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาวงจรการเรียนรู้ เพื่อนำมากำหนด การวางแผนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้



แผนภาพที่ 2 วงจรการเรียนรู้ของ Anthony W. Lorsbach

Engage เป็นขั้นตอนที่ครูต้องดึงดูดความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ในหัวข้อที่จะศึกษา โดยการใช้คำถามและการดึงดูดการตอบสนองจากผู้เรียน ซึ่งจะแสดงให้ทราบถึงความรู้ที่นักเรียนมีมาก่อน และเป็นโอกาสสำหรับครูในการที่จะทราบถึงความรู้ความเข้าใจ หรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน นั้นตอนนี้นักเรียนควรได้รับการฝึกการใช้คำถาม เช่น ทำไมสิ่งนี้จึงเกิดขึ้น (Why did this happen?) หรือ จะค้นหาได้อย่างไร (How can I find out?)

Explore เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้รับโอกาสในการทำงานร่วมกัน โดยปราศจากการสอนโดยตรงจากครู ครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือนักเรียนโดยการถามคำถามและการสังเกต ซึ่งขั้นนี้จะสอดคล้องกับทฤษฎีของ Piaget ในขั้นการไม่สมดุล (Disequilibrium) นักเรียนต้องใคร่ครวญและไตร่ตรอง ขั้นตอนนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและแนวความคิด

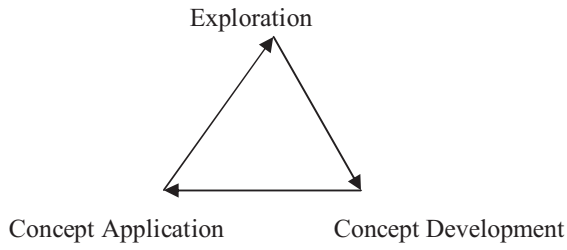
Explain ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาของตนเอง ครูสอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน ฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

Extend เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้แนวคิดหรือทักษะในสถานการณ์ใหม่ กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ทางเลือกอื่นในการอธิบายและตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลซึ่งเป็นลักษณะที่

คล้ายกับการสำรวจในสถานการณ์ใหม่ การประยุกต์กลยุทธ์ในการสำรวจเป็นสิ่งที่มีคุณค่า เพราะนักเรียนสามารถใช้สารสนเทศที่มีมาก่อนในการตั้งคำถาม เสนอแนวทางแก้ปัญหา การตัดสินใจ และการดำเนินการทดลอง

Evaluate การประเมินการดำเนินการตลอดการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ ครูควรสังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์แนวคิดใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน นักเรียนควรประเมินการเรียนรู้ของตนเอง ครูควรใช้คำถามปลายเปิดและพิจารณาคำตอบของนักเรียน ใช้คำถามที่เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ดำเนินการสำรวจตรวจสอบต่อไป

David Walbert (1999) กล่าวว่า วงจรการเรียนรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เขาพัฒนารูปแบบวงจรการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้



แผนภาพที่ 3 วงจรการเรียนรู้ของ David Walbert

Exploration ในขั้นตอนแรก นักเรียนจะทำงานของตนเองตามลำพังหรือทำงานเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อการสำรวจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เครื่องมือหรือสื่อการสอนที่ครูตัดเตรียมให้เพื่อการแก้ปัญหา ครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือ กำหนดคำถามและจัดเตรียมการช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น นักเรียนได้รับโอกาสในการพัฒนาสมมุติฐานของตนเองและตรวจสอบโดยการปฏิบัติ การทดลองหรือการสังเกต

Concept Development ในขั้นตอนที่สองของวงจรการเรียนรู้ ครูนำนักเรียนโดยผ่านการแนะนำ การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนอาจเริ่มจากการแลกเปลี่ยน และการสังเกตจากขั้นการสำรวจ หลังจากนั้นครูใช้ข้อความโดยการเขียนหรือสื่อทัศนูปกรณ์เพื่อพัฒนามโนทัศน์และแนะนำการสรุปประเด็นแก่นักเรียน

Concept Application ครูให้ปัญหาหรือสถานการณ์แก่นักเรียนเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งอยู่บนฐานของการสำรวจและมโนทัศน์ที่ได้จากขั้นตอนที่สอง ในขณะที่ขั้นตอนที่หนึ่งนักเรียนทำงานเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ครูมีบทบาทเป็นผู้ช่วยเหลือ วงจรการเรียนรู้อาจเริ่มขึ้นอีกครั้งในขณะมีกิจกรรมการปฏิบัติ (hand-on) โดยเริ่มจากการสำรวจและพัฒนาความสัมพันธ์ของมโนทัศน์

การจัดการเรียนรู้แบบ 5E

รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 5E เป็นรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม The Biological Science Curriculum Study (BSCS) พัฒนาโดย Rodger W. Bybee และคณะ โดยการพัฒนามาจากวงจรการเรียนรู้ของ Atkin and Karplus ซึ่งมี 3 ขั้นตอนโดยเพิ่มขั้นตอนแรกและขั้นตอนสุดท้าย ดังนั้น BSCS Model จึงประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ การดึงดูดความสนใจ (Engagement) การสำรวจ (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การให้รายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration) และการประเมิน (Evaluation)

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบวงจรการเรียนรู้ของ Atkin and Karplus กับ BSCS Model

SCIC Model	BSCS 5E Instructional Model
	Engagement
Exploration	Exploration
Invention	Explanation
Discovery	Elaboration
	Evaluation

Engagement ครูเข้าถึงความรู้ที่มีมาก่อนและช่วยเหลือนักเรียน ในการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ โดยการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมที่ใช้ควรมีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน กิจกรรมที่ใช้ควรแสดงถึง ความรู้ที่นักเรียนมีมาก่อน และเป็นการรวบรวมความคิดของนักเรียน เพื่อนำไปสู่ผลการเรียนที่คาดหวัง

Exploration ประสบการณ์ในการสำรวจ เป็นการจัดเตรียมให้นักเรียนทำกิจกรรมบนพื้นฐานปัจจุบันที่มี ในเรื่อง มโนทัศน์ (เช่น มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน) กระบวนการและทักษะ ซึ่งถูกระบุและช่วยในการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ กิจกรรมการปฏิบัติการ ที่ครบทุกขั้นตอนจะช่วยให้

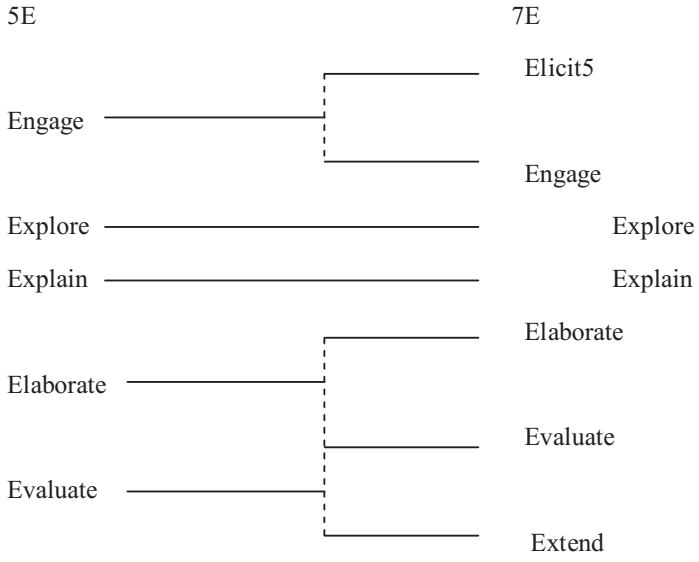
นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่มีมาก่อน เพื่อที่จะสร้างแนวความคิดใหม่ การสำรวจคำถามและความเป็นไปได้ การออกแบบและการประดิษฐ์ เป็นขั้นตอนแรกของการสำรวจตรวจสอบ

Explanation ขั้นตอนการอธิบายมีจุดเน้นที่ความตั้งใจของนักเรียน โดยเฉพาะความน่าสนใจในขั้นตอนการสำรวจ และการเตรียมการ ที่จะให้นักเรียนได้แสดงถึงความเข้าใจในมโนทัศน์ กระบวนการ ทักษะ และการแสดงออกด้านพฤติกรรม ในขั้นตอนนี้ยังเป็นการจัดเตรียมให้ครูได้แนะนำโดยตรงของมโนทัศน์ ทักษะ กระบวนการ นักเรียนได้อธิบายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ การอธิบายจากครูหรือจากหลักสูตรจะทำให้นักเรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

Elaboration ครูกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึงและกว้างขวางยิ่งขึ้น นักเรียนจะได้รับสารสนเทศที่เพิ่มขึ้น มีทักษะอย่างเพียงพอ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น

Evaluation ขั้นตอนการประเมินเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน ประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

ต่อมา Arthur Eisenkraft (2003 : 56-59) ได้ขยายรูปแบบการเรียนการสอน 5E เป็น 7E ซึ่งเป้าหมายของรูปแบบการเรียนรู้แบบ 7E คือการเน้นและให้ความสำคัญของการเข้าถึงความเข้าใจที่มีมาก่อนและการขยายหรือการถ่ายโยงมโนทัศน์ โดยเพิ่มในขั้นตอนแรก คือ Elicit ซึ่งเป็นการเข้าถึงความเข้าใจที่มีมาก่อนของนักเรียน และถือว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของกระบวนการเรียนรู้ และเพิ่มในขั้นตอนสุดท้าย คือ Extend เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ครูได้เห็นความสำคัญในการฝึกฝนนักเรียนในการถ่ายโยงการเรียนรู้ เป็นความจำเป็นที่ครูต้องสร้างความมั่นใจว่าความรู้ที่นักเรียนมีสามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่และไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการสำรวจธรรมดา หากเปรียบเทียบรูปแบบการเรียนการสอน 5E กับ 7E จะได้ความสัมพันธ์ดังแผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้แบบ 5E กับ 7E

สรุปได้ว่า การเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการเรียนต่างๆ ดังนี้ ขั้นที่ 1 การตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ขั้นที่ 2 การเร้าความสนใจ (Engagement Phase) ขั้นที่ 3 การสำรวจและค้นหา (Exploration Phase) ขั้นที่ 4 ขั้นการอธิบาย (Explanation Phase) ขั้นที่ 5 ขั้นขยายความรู้ (Expansion Phase / Elaboration Phase) ขั้นที่ 6 การประเมินผล (Evaluation Phase) และ ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) โดยรูปแบบการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นจะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนซึ่งเป็นสิ่งที่ครูไม่ควรจะละเลย หรือละทิ้ง เนื่องจาก การตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของนักเรียน จะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้นๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่นักเรียนมี ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด การละเลยหรือเพิกเฉยในขั้นนี้จะทำให้ยากแก่การพัฒนาแนวความคิดของนักเรียนซึ่งจะไม่เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ครูวางไว้ (Bransford, Brown, and Cocking 2000 : 131-154)

โมเดลการเรียนรู้เนื่องมาจากผู้เรียน (The generative learning model)

Osborne and Freyberg (1985) กล่าวถึง วิธีการสอนอันเนื่องมาจากนักเรียนว่าเป็นวิธีการสอนตามแนวคิดการสรรค์สร้างความรู้ และกล่าวว่าโมเดลนี้มีอิทธิพลของความรู้ที่มีอยู่ภายในตัวนักเรียน ที่จะเป็นตัวเลือกสิ่งเร้าที่นักเรียนสนใจ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า และความรู้เดิมที่มีอยู่ เป็นการสร้างความหมายจากสิ่งเร้า และข้อมูลที่มีอยู่ในความจำ เป็นการประเมินผล

และการสร้างความหมายที่เป็นไปได้ สำหรับลำดับการสอนตามโมเดลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากนักเรียน Osborne and Freyberg (1985) และ Barker (1991) สรุปไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำ ผู้สอนค้นหาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน จำแนกความคิดเหล่านั้น ค้นหาความคิดที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่ออธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน บ่งชี้พัฒนาการของความคิดในเรื่องที่จะเรียน พิจารณาพยานหลักฐานซึ่งนำไปสู่การละทิ้งความคิดเดิม นักเรียนตอบแบบสำรวมแนวคิด หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

ขั้นที่ 2 ขั้นเน้น เป็นการสร้างบริบททางการเรียนโดยผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจร่วมในกิจกรรม และถามคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม ตีความหมายคำตอบของนักเรียน ตีความหมายและอธิบายความคิดเห็นของนักเรียนให้แจ่มแจ้ง นักเรียนต้องพยายามอธิบายแนวคิดของตนเองต่อเรื่องที่จะเรียนให้ชัดเจน

ขั้นที่ 3 ขั้นท้าทาย ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เปิดการอภิปรายให้กว้างขวาง เสนอพยานหลักฐานของความคิดของนักวิทยาศาสตร์ ยอมรับการแสดงความคิดของนักเรียนที่มีต่อความคิดใหม่ เสนอคำถามที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างง่าย ๆ โดยใช้ความคิดทางวิทยาศาสตร์อันเป็นที่ยอมรับ นักเรียนพิจารณาความคิดของนักเรียนคนอื่น ๆ ค้นหาจุดเด่น และจุดบกพร่องในความคิดเหล่านั้น

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ ผู้สอนช่วยนักเรียนให้เข้าใจความคิดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น ความคิดใหม่จะนำมาใช้เพื่อบรรยายการแก้ปัญหาทั้งหมด นักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยอธิบายเป็นคำพูดได้ ผู้สอนร่วมกิจกรรมกระตุ้นและช่วยการอภิปรายในการแก้ปัญหาช่วยแก้ปัญหาที่ยาก แนะนำแหล่งในการแสวงหาความช่วยเหลือในการแก้ปัญหา นักเรียนใช้แนวคิดพื้นฐานเสนอวิธีการแก้ปัญหากับนักเรียนคนอื่นในชั้นเรียน อภิปราย และแสดงถึงจุดเด่นของคำตอบ และประเมินคำตอบอย่างมีวิจารณญาณ

Barker (1991) กล่าวว่า โมเดลการสอนอันเนื่องมาจากนักเรียนนี้ทำให้นักเรียนสามารถปรับขยายความรู้ได้เมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรม และในขั้นท้าทาย ผู้สอนอาจใช้การสอนแบบค้นพบ (Discovery Approach) หรือ การสอนแบบการส่งผ่านความรู้ Shymansky and Kyle (1992) มีความคิดว่าโมเดลการเรียนรู้อันเนื่องมาจากนักเรียนนี้มีความเหมาะสมสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในบริบทแห่งการเรียนรู้ นักเรียนสามารถสร้างความหมายได้จากการเรียน และสิ่งแวดล้อมทางการเรียนมีผลต่อการมีปฏิสัมพันธ์ในกระบวนการเรียน เพราะทำให้การเรียนรู้เป็นแบบพลวัตร ระหว่างความคิด ความเข้าใจของนักเรียน และของนักวิทยาศาสตร์ แต่ทั้งนี้วิธีการสอนที่เหมาะสมจะช่วยให้นักเรียนปรับเปลี่ยนแนวคิด ด้วยการ 1) ให้ความหมายหรือนิยามความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่มีอยู่ 2) เตรียมสิ่งต่าง ๆ ที่จะช่วยพัฒนาความคิดของ

นักเรียน 3) สนับสนุนให้นักเรียนนำความคิดใหม่ไปใช้ในบริบทที่คุ้นเคย นอกจากนี้ Hassard (2000) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้เพื่อการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์มีรายละเอียด ดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 รูปแบบการสอนเพื่อการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Hassard

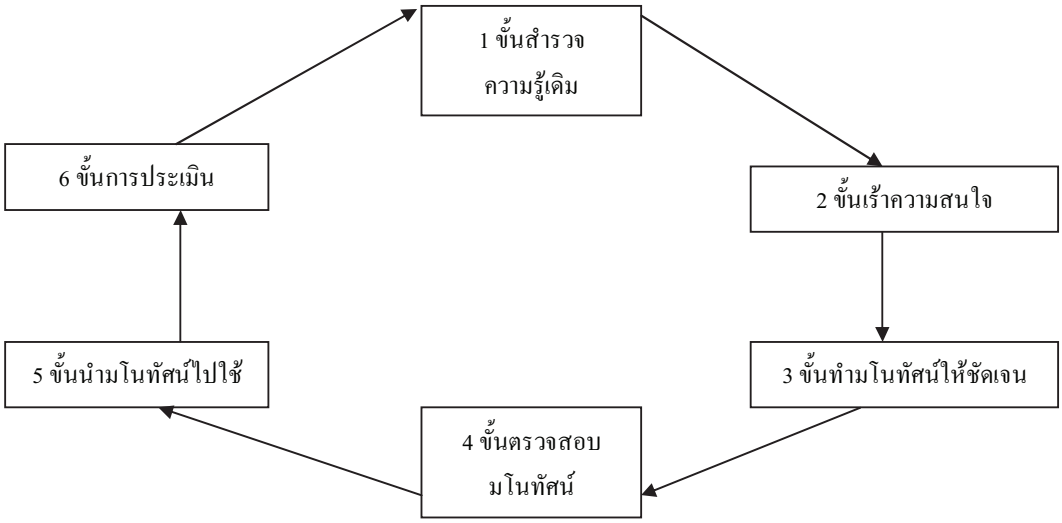
ก่อนการสอน	วิธีการสอน	หลังการสอน	ผลที่ได้
ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องทีจะสอน โดยการสัมภาษณ์การตอบคำถาม 2 – 3 คำถาม	- นำเสนอข้อมูลบางส่วนเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน - เน้นการเปรียบเทียบมโนทัศน์ใหม่กับมโนทัศน์เดิมของนักเรียน - เตรียมสิ่งที่เหมาะสมเพื่อช่วยให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิดใหม่ซึ่งได้แก่ กิจกรรมทดลอง การสาธิต เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ - ใช้เทคนิคการใช้คำถาม และเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงเพื่อช่วยให้นักเรียนได้ทดสอบมโนทัศน์ใหม่ของตนเอง	วัดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของนักเรียนโดยใช้คำถาม เพื่อนำไปสู่การประเมินมโนทัศน์ที่ปรับเปลี่ยนโดยออกแบบคำถามเพื่อให้นักเรียนตัดสินใจตอบตามความคิดของนักเรียน	มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จากรูปแบบการสอนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์เป็นกระบวนการในการจัดการเรียนรู้สำหรับการวิจัย การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในครั้งนี้ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ตารางที่ 14 การสังเคราะห์เปรียบเทียบขั้นตอนการสอนแบบวงจรการเรียนรู้

Atkin and Karplus (1962)	Osborne and Freyberg (1985)	David Walbert (1999)	Olenick (2005)	Anthony W. Lorsbach (2000)	BSCS (1997) **5E**	Arthur Eisenkraft (2003) **7E**	**ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์**
การสำรวจ (exploration)	**ขั้นนำ**	**การสำรวจ (exploration)**	**การสำรวจ (exploration)**	**Engage**	**Engagement**	**Elicit**	**ขั้นสำรวจความรู้เดิม**
	ขั้นเน้น					**Engage**	**ขั้นเร้าความสนใจ**
				explore	**Elaboration**	**explore**	**ขั้นทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน**
การแนะนำ (Term Introduction)	**ขั้นท้าทาย**	**การพัฒนามโนทัศน์(concept Development)**	**การพัฒนามโนทัศน์(concept Development**	**Explain**	**Explanation**	**Explain**	
					Elaboration	**Elaborate**	**ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์**
การประยุกต์ (Concept Application)	**ขั้นนำไปใช้**	การประยุกต์ (Concept Application)	การประยุกต์ (Concept Application)	**Extend**		**Evaluate**	**ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้**
				Evaluate	**Evaluation**	**Extend**	**ขั้นการประเมิน**

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน โดยมีรูปแบบดังแผนภาพ



แผนภาพที่ 5 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์และใช้ในการวิจัย

ขั้นสำรวจความรู้เดิม เป็นทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจที่มีมาก่อนของผู้เรียน โดยผู้สอนค้นหาความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องทีจะสอน โดยการทดสอบ การสัมภาษณ์ การตอบคำถาม จำแนกความคิดเหล่านั้น นักเรียนตอบแบบสำรวมแนวคิด หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

ขั้นเร้าความสนใจ ผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมที่ใช้มีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน และถามคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม

ขั้นทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เปิดการอภิปรายให้กว้างขวาง เสนอพยานหลักฐานของความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและสร้างมโนทัศน์ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรมการปฏิบัติ (Hand-on) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาของตนเอง สอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน ฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ ครูกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริง โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น

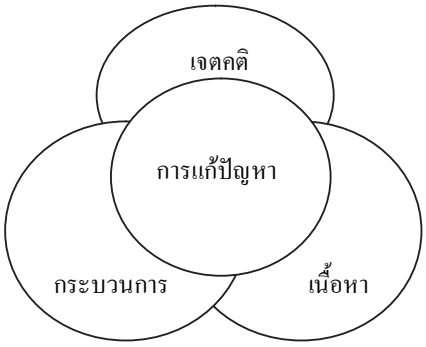
ขั้นการประเมิน ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ครูสังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน และประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

วิทยาศาสตร์กับการแก้ปัญหา

การเรียนการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในชีวิต จะต้องเป็นการศึกษาที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ และก่อให้เกิดความสุขต่อผู้เรียน การจัดกิจกรรมในห้องเรียนจะเน้นให้นักเรียนเกิดปัญหาเพื่อมุ่งฝึกหัดการคิดและแก้ปัญหา Piaget (1962:120) ได้

อธิบายถึงความสามารถในการแก้ปัญหา ตามทฤษฎีการพัฒนาการว่า ความสามารถด้านนี้เริ่มพัฒนามาตั้งแต่พัฒนาการขั้นที่ 3 คือ Stage of Concrete Operation จะเริ่มแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ ภายในขอบเขตจำกัด ต่อมาระดับการพัฒนาขั้นที่ 4 คือ Stage of Formal Operations เมื่อเด็กมีอายุ 11-14 ปี จะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลดีขึ้น สามารถเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมและสามารถคิดแก้ปัญหาแบบซับซ้อนได้

การแก้ปัญหา(Problem Solving) เป็นผลผลิตที่สำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์จะเน้นการวางแผนการทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ดังนั้น การแก้ปัญหาจึงเป็นการนำเอาเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการแก้ปัญหาจะเกี่ยวข้องกับเจตคติด้วย โดยมีความสัมพันธ์ ดังแผนภาพที่ 6 (NYSED 1985, อ้างถึงใน Meng and Doran 1993)



แผนภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ของการแก้ปัญหากับเจตคติ กระบวนการ และเนื้อหา

ที่มา : E. Meng and R.L. Doran, Improving Instruction and Learning Through Evaluation Elementary School Science (Columbus, Ohio : ERIC, 1993), 33.

ทฤษฎีการสอนแบบแก้ปัญหา

วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ เริ่มจากการระบุปัญหา ตั้งสมมุติฐาน การทดลอง และลงข้อสรุป ซึ่งเรียกว่า Scientific Method ต่อมามีการพัฒนาจนเป็นรูปแบบการสอนที่เรียกว่า Problem Solving ซึ่งเชื่อว่าจะช่วยให้ผู้เรียนคิดเป็นทำเป็น แก้ปัญหาในห้องเรียนได้

โมเดลการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

โมเดลที่ใช้การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จะมีลักษณะที่ร่วมกันคือ 1) นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์และวัตถุจริง ๆ โดยการลงมือปฏิบัติ 2) มีการใช้ทักษะทางปัญญาขั้นสูง

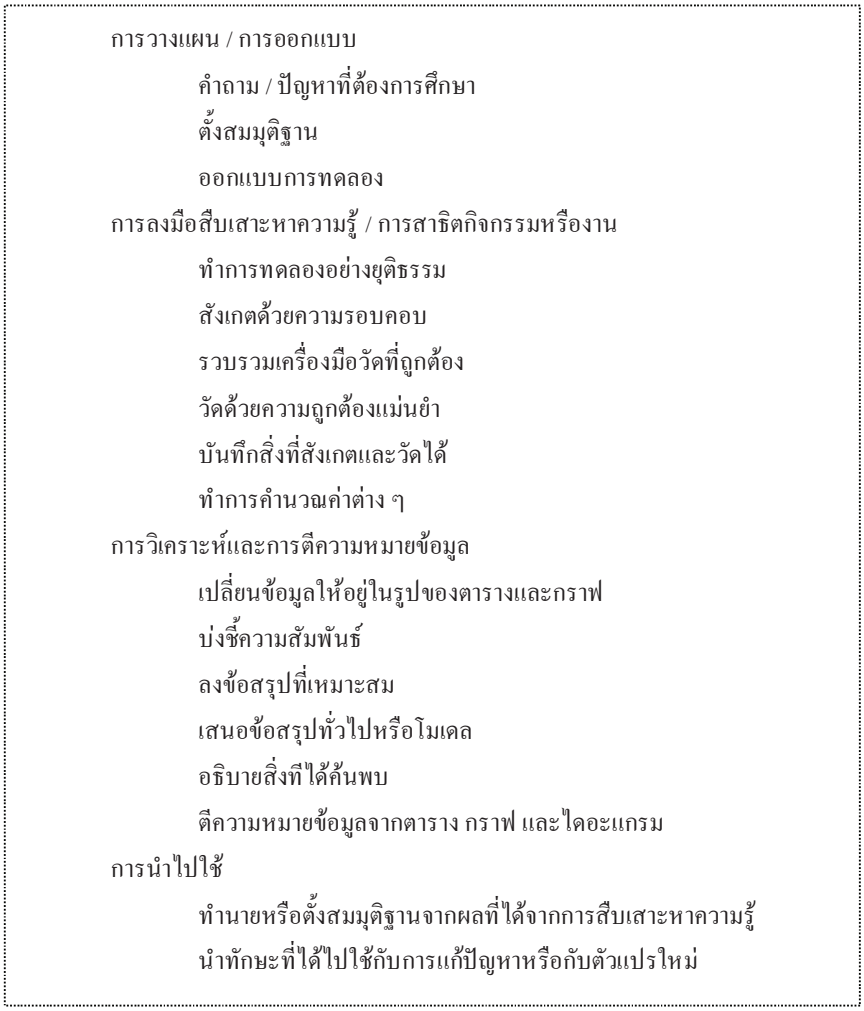
3) ผลผลิตที่ได้ต้องอาศัยความรู้และทักษะกระบวนการ โมเดลการแก้ปัญหาของ Lunetta and Tamir (1972) ดังแผนภาพที่ 7 มีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน ดังนี้

1. การวางแผน หมายถึง ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบ

2. การลงมือสืบเสาะหาความรู้/การสาธิตกิจกรรมหรืองาน เป็นการลงมือปฏิบัติตามยุทธวิธีที่กำหนดไว้และการได้มาซึ่งข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลจากการออกแบบการทดลอง

3. การตีความหมายข้อมูล เป็นการวิเคราะห์และตีความหมายข้อมูลที่รวบรวมมาได้พร้อมกับอ้างอิงผลที่ได้จากการทดลองไปสู่ภายนอก

4. การนำไปใช้ เป็นการนำเอาหลักการทั่วไปและทักษะที่ใช้ในการทดลองครั้งแรกไปใช้ในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกันครั้งต่อไป



แผนภาพที่ 7 โมเดลการแก้ปัญหาของ Lunetta and Tamir

การลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาถือว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน การแก้ปัญหาเป็นการสร้างความรู้และทักษะใหม่ โดยอาศัยความรู้และทักษะเดิมที่มีอยู่ก่อน ซึ่งความรู้นี้เป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (The Body of Knowledge) ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี และข้อความรู้ทั่วไป

รูปแบบการสอน SSCS Model

เป็นรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นโดย Edward L. Pizzini, Daniel P Shepardson and Sandra K. Abell (1989) มี 4 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 Search หมายถึง การค้นหาปัญหา แยกแยะสาเหตุของปัญหา ซึ่งต้องประกอบด้วย การระดมความคิดเพื่อที่ทำให้เกิดการแยกแยะปัญหาต่าง ๆ ช่วยนักเรียนในด้านการมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปัญหานั้น และนักเรียนจะต้องอธิบายและให้ขอบเขตของปัญหาด้วยมโนทัศน์ของนักเรียนเองซึ่งจะต้องตรงกับจุดมุ่งหมายของบทเรียนที่ตั้งไว้ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องหาข้อมูลของปัญหาเพิ่มเติมโดยอาจหาได้จากการตั้งคำถามถามครูหรือเพื่อนนักเรียน หรืออาจได้มาจากตำราต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 2 Solve หมายถึง การแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการ ในขั้นนี้นักเรียนต้องวางแผนการแก้ปัญหา รวมไปถึงการวางแผนการใช้เครื่องมือในการแก้ปัญหาด้วยตนเองเพื่อจะหาคำตอบของปัญหา ขณะที่นักเรียนกำลังดำเนินแก้ปัญหาถ้าพบปัญหาอีกก็สามารถที่จะกลับไปที่ขั้นที่ 1 ก็ได้หรือนักเรียนอาจปรับปรุงแผนการของตนที่วางไว้โดยการประยุกต์เอาวิธีต่าง ๆ มาใช้

ขั้นตอนที่ 3 Create หมายถึง การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบสามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่าย โดยอาจทำได้โดยการใช้ภาษาที่ง่าย สละสลวย มาขยายความหรือตัดทอนคำตอบที่ได้ให้อยู่ในรูปของคำตอบที่สามารถอธิบายหรือสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย

ขั้นตอนที่ 4 Share หมายถึง การที่นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยคำตอบที่เกิดขึ้นอาจจะได้รับการยอมรับหรือไม่ยอมรับก็เป็นได้ คำตอบที่ได้รับการยอมรับอาจทำให้เกิดปัญหาใหม่ก็ได้ ส่วนคำตอบที่ไม่ได้รับการยอมรับนั้นก็อาจทำให้เกิดปัญหาได้เมื่อพบว่า มีเหตุผลที่ผิดพลาดในการวางแผนการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยที่คนอื่นช่วยประเมินให้

ขั้นตอนในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการแก้ปัญหาของแต่ละบุคคลย่อมแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับระดับสติปัญญา ความคิด ความรู้ วิธีการ ประสบการณ์ และขั้นตอนในการศึกษาปัญหา Polya (1957 : 6-22) เสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหา สรุปได้ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหา โดยพยายามเข้าใจสัญญาลักษณ์ต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา สรุป วิเคราะห์ แปลความและทำความเข้าใจให้ได้ว่า โจทย์ถามหาอะไร ข้อมูลที่โจทย์ให้มามีอะไรบ้าง ข้อมูลมีเพียงพอหรือไม่

2. การวางแผนในการแก้ปัญหา โดยการแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อสะดวกต่อลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา และวางแผนว่าจะใช้วิธีใดในการแก้ปัญหา เช่น การหารูปแบบ การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล

3. การลงมือทำตามแผน เป็นขั้นที่ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ถ้าขาดทักษะใดจะต้องศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งขั้นนี้จะรวมถึงวิธีการแก้ปัญหาด้วย

4. การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ เพื่อให้แน่ใจว่าแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

ตอนที่ 4 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้

แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้

แนวคิดของนักจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ที่ต่าง ๆ กันนั้น แนวคิดหนึ่งที่มีอิทธิพลมากในช่วงประมาณ ค.ศ. 1960 – 1970 คือ แนวคิดของ Piaget (1962) ที่มีความเห็นว่าคนจะเรียนรู้ด้วยกระบวนการของการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ซึ่งหมายถึงการทำให้เกิดสภาวะสมดุลระหว่างอินทรีย์กับสิ่งแวดล้อมด้วยกระบวนการสู่ปรับความสมดุล ซึ่งประกอบด้วยกลไกพื้นฐานสองอย่าง คือ การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างและการปรับโครงสร้าง (Carin and Sund 1980 ; Driscoll 1994 ; Sutherland 1992 ; Wadsworth 1996) การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างเป็นความสามารถในการตีความหรือการรับเอาข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมเข้ารวมไว้ในโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่ ส่วนการปรับโครงสร้างเป็นความสามารถในการเปลี่ยนแปลง หรือขยายโครงสร้างที่มีอยู่ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม (Sutherland 1992) ดังนั้นในกรณีที่อินทรีย์ประสบกับปัญหาที่ต้องแก้ไข การดูดซึมเข้าสู่โครงสร้างก็คือความสามารถในการตีความของปัญหาหรือจัดปัญหาให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถแก้ไขได้ ด้วยแนวคิดหรือวิธีการเดิมที่มีอยู่ ดังนั้นการปรับโครงสร้างก็คือความสามารถในการหาวิธีใหม่หรือคำอธิบายใหม่มาแก้ไข

หรือตีความปัญหา เมื่อวิธีเดิมหรือแนวคิดเดิมที่มีอยู่ไม่สามารถแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ได้ และเมื่ออินทรีย์แก้ไขปัญหาได้ก็เกิดสภาวะสมดุล

ด้วยกระบวนการสู่สภาวะสมดุลดังกล่าวนี้ เด็กจะสร้างและปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาจากประสบการณ์ของเด็กเองในสภาพแวดล้อมที่ตัวเด็กอยู่ Piaget จึงนับว่าเป็นผู้บุกเบิกคนหนึ่งของทฤษฎีการสร้างความรู้ โดยแนวคิดของ Piaget (1965) นี้เป็นรากฐานของแนวคิดหลักของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ที่ว่า เด็กสร้างความรู้จากประสบการณ์ของเด็กเอง และกระบวนการในการสร้างความรู้ในการกระทำของเด็กเอง (active) (Driscoll 1994, Sutherland 1992 ; Von Glasersfeld 1991)

James (1975) มีความเห็นว่า ความรู้เกิดจากความสามารถของบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าหรือความเชื่อเดิมที่มีอยู่ ให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ได้ ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้และความสมเหตุสมผล (Process of Verification and Validation) ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ และการนำความคิดที่ผ่านกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริง และมีความสมเหตุสมผลแล้วไปสู่ความคิดอื่น ๆ ในประสบการณ์อื่น ๆ ที่มีค่าสำหรับการดำเนินชีวิตและขจัดความขัดแย้งระหว่างความคิดในประสบการณ์เก่ากับประสบการณ์ใหม่

Dewey (1929) ได้แบ่งประสบการณ์ออกเป็น 2 ประเภท คือ ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิด (Non – Cognitive Experience) และประสบการณ์รู้คิด (Cognitive Experience) ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดเป็นกระบวนการของการกระทำและการเปลี่ยนแปลงระหว่างอินทรีย์กับสภาพแวดล้อม โดยที่ยังมิได้มีการไตร่ตรอง (Reflection) มักเกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน การมีความสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะต่าง ๆ อย่างไม่มีความหมาย จะกลายเป็นความเคยชินโดยที่อินทรีย์มิได้ตระหนักรู้เกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้น เมื่อกระบวนการไตร่ตรองเริ่มขึ้น ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดเหล่านั้นจะค่อย ๆ มีความหมายขึ้น ผู้ไตร่ตรองจึงเริ่มรู้และเข้าใจในสิ่งที่ตนประสบอยู่ ประสบการณ์ที่ไม่ได้รู้คิดซึ่งผ่านกระบวนการไตร่ตรองแล้วก็จะกลายเป็นประสบการณ์รู้คิดซึ่งจะเกิดเป็นความรู้ ประสบการณ์ที่ไม่รู้คิดจึงเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการไตร่ตรอง เป็นสิ่งที่มีอยู่ก่อนและมีขอบเขตกว้างกว่าประสบการณ์รู้คิดซึ่งจะเป็นความรู้ ดังนั้นการสร้างความรู้จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และการขจัดความขัดแย้งระหว่างความคิดในประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ ดังกล่าวมานี้จึงมีอิทธิพลต่อแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างความรู้ในทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)

นักคิดกลุ่มนี้มองธรรมชาติของมนุษย์ในลักษณะที่เป็นกลาง การกระทำของมนุษย์เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมภายนอก พฤติกรรมเกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Stimulus-

Response) ดังนั้นการเรียนรู้จึงเกิดจากการเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง โดยเน้นพฤติกรรมที่สังเกตหรือวัดได้ เน้นการเสริมแรง (Reinforcement) ในการจัดการเรียนการสอน การฝึกหัดและการสะท้อนกลับ (ทิศนา แขมมณี 2545: 50-59)

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่บุคคลได้รับประสบการณ์ และประสบการณ์นั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความรู้หรือพฤติกรรมของบุคคลนั้น ดังนั้นการเรียนรู้จึงหมายถึงผลของการเปลี่ยนแปลงความรู้หรือพฤติกรรม โดยเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้หรือวัดได้ ซึ่งนำไปสู่การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในการจัดการเรียนการสอน นักคิดสำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ Thorndike Pavlov และ Skinner พฤติกรรมของมนุษย์ตามแนวคิดของกลุ่มนี้แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ 1) ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike ค.ศ. 1814 – 1949) ซึ่งอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง บุคคลจะมีการลองผิดลองถูก (Trial and Error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด และเมื่อเกิดการเรียนรู้แล้วจะใช้รูปแบบการตอบสนองนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ 2) ทฤษฎีการวางเงื่อนไข ซึ่งอธิบายว่า การเรียนรู้ของสิ่งมีชีวิตเกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่วางเงื่อนไข แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่ม Classical Conditioning Theory (Pavlov ค.ศ. 1849 - 1936) อธิบายว่าพฤติกรรมจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีสิ่งเร้าหรือเพื่อการตอบสนองต่อสิ่งเร้า และกลุ่ม Operant Conditioning Theory (Skinner ค.ศ. 1904 – 1990) ซึ่งให้ความสำคัญกับการเสริมแรง โดยกล่าวว่า การกระทำใด ๆ ถ้าได้รับการเสริมแรง จะมีแนวโน้มที่จะเกิดพฤติกรรมนั้นขึ้นอีก ส่วนการกระทำที่ไม่มีการเสริมแรง แนวโน้มที่ความถี่ของการกระทำนั้นจะลดลงและหายไปในที่สุด

ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive)

นักคิดกลุ่มนี้เน้นกระบวนการทางปัญญาหรือความคิด โดยอธิบายว่าการเรียนรู้ของมนุษย์ไม่ใช่เรื่องของพฤติกรรมที่เกิดจากกระบวนการตอบสนองต่อสิ่งเร้าเพียงเท่านั้น การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมาย ความสัมพันธ์ของข้อมูล และการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและแก้ปัญหาต่าง ๆ การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ ความเข้าใจให้แก่ตนเอง นักคิดที่สำคัญในกลุ่มนี้ประกอบด้วย 1) กลุ่ม เกสตัลท์ (Gustalt Theory) อธิบายว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดซึ่งเป็นกระบวนการภายในตัวของมนุษย์ บุคคลจะเรียนรู้จากสิ่งเร้าที่เป็นส่วนรวมได้ดีกว่าส่วนย่อย การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ การรับรู้ (Perception) เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ประสาทสัมผัสรับสิ่งเร้า แล้วถ่ายโยงเข้าสู่สมองเพื่อผ่านเข้าสู่กระบวนการคิด และการหยั่งเห็น (Insight) เป็นการค้นพบช่องทางในการแก้ปัญหาอย่างฉับพลันทันที ซึ่งเป็นผลมาจากการมีประสบการณ์ที่

หลากหลาย (Bigge 1982 : 190 – 202) และ 2) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Intellectual Development Theory) ประกอบด้วย ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจต์ (Piaget) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner) และทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) ของเดวิด ออซูเบล (David Ausubel)

Piaget กล่าวว่า การเรียนรู้ว่าเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามลำดับขั้นการพัฒนาการทางสติปัญญา อันเนื่องมาจากสภาวะการขาดความสมดุล (Disequilibrium) ระหว่างสิ่งที่เคยเชื่อว่าเป็นความจริงกับสิ่งที่เข้าใจจากประสบการณ์ใหม่ เมื่อผู้เรียนมีวุฒิภาวะมากขึ้นก็จะพัฒนาโครงสร้างสติปัญญา (Cognitive Structure / Schemas) ที่มากขึ้นและช่วยให้เข้าใจความรู้ที่ซับซ้อนมากขึ้น (Flavell, 1977: 56; McCormick & Pressley, 1995: 154) ซึ่ง Piaget อธิบายว่าเมื่อบุคคลได้รับความรู้หรือข้อสนเทศใหม่จะก่อให้เกิดความไม่สมดุลจึงจำเป็นต้องมีการปรับตัว ซึ่งกระบวนการปรับตัวตามแนวคิดของ Piaget มี 2 ประเภทคือ กระบวนการดูดซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับขยาย (Accommodation) กล่าวคือเมื่อสมองได้รับข้อมูลหรือข้อสนเทศใหม่จะทำให้เกิดความไม่สมดุลขึ้นในโครงสร้างทางสติปัญญาทำให้สมองต้องปรับตัวเพื่อให้เกิดความสมดุล กระบวนการดูดซับเป็นกระบวนการที่ประสบการณ์ใหม่ถูกปรับให้เข้ากับประสบการณ์เดิม ที่มีลักษณะเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกัน โดยสมองจะปรับประสบการณ์ใหม่เข้ากับโครงสร้างทางสติปัญญา (Cognitive Structure/ Schemas) อันเกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิมให้ประสบการณ์เดิมมีความงอกงามยิ่งขึ้น ในขณะที่กระบวนการปรับขยายเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อสมองได้รับประสบการณ์ใหม่ที่ไม่เหมือนเดิม ประสบการณ์ใหม่จึงไม่อาจดูดซับเข้ากับประสบการณ์เดิมได้ จึงมีความจำเป็นที่ต้องปรับขยายโครงสร้างสติปัญญาเพื่อรับเอาประสบการณ์ใหม่เข้าไว้ในโครงสร้างใหม่ที่ปรับขยายขึ้น เพื่อทำให้เกิดความสมดุล (Lambert 1995: 1) ในกรณีเช่นนี้บุคคลอาจทำอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ การสร้างโครงสร้างสติปัญญาขึ้นใหม่หรือปรับขยายโครงร้างที่มีอยู่เดิมเพื่อให้เหมาะกับการรับข้อมูลหรือความรู้ใหม่ ซึ่งทั้งสองวิธีเป็นรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างสติปัญญา กระบวนการปรับขยายจึงเป็นกระบวนการสร้างโครงสร้างสติปัญญาขึ้นใหม่หรือปรับโครงสร้างเดิม(Wadsworth 1996 : 17)

Bruner มีความเชื่อว่า มนุษย์เลือกที่จะรับรู้สิ่งที่ตนเองสนใจ และการเรียนรู้เกิดจากกระบวนการค้นพบด้วยตนเอง (Discovery Learning) บรูเนอร์ แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาของมนุษย์เป็น 3 ขั้น 1) Enactive Stage เป็นขั้นของการเรียนรู้จากการใช้ประสาทสัมผัสรับรู้สิ่งต่าง ๆ 2) Iconic Stageเด็กสามารถสร้างมโนภาพในใจได้ และสามารถเรียนรู้จากภาพแทนของจริง และ 3) Symbolic Stage เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้ ดังนั้น ในการเรียนการสอน

ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ สอนให้เกิดความคิดรวบยอด และจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

Ausubel อธิบายการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Verbal Learning)ว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่ผู้เรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน (Ausubel 1963 : 77 – 97) การนำเสนอกรอบนโมทัศน์ (Advance Organizer) แก่ผู้เรียนก่อนการสอนเนื้อหาสาระนั้น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาสาระอย่างมีความหมาย

ทฤษฎีการประมวลผลทางปัญญา (Cognitive Information Processing Theory)

ทฤษฎีการประมวลผลทางปัญญา เป็นทฤษฎีที่อธิบายพฤติกรรมทางด้านปัญญาของมนุษย์เกิดจากการผสมผสานทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้ระหว่าง ทฤษฎีของกลุ่มวัดผลทางจิต (Psychometric) ทฤษฎีของกลุ่มเพียเจท์ (Piagetian) และทฤษฎีประมวลผลข้อมูล (Information Processing) (ชอบ ลีชอ 2537 : 25 – 33 ; สำเริง บุญเรืองรัตน์ 2550 : 39 – 42)

ทฤษฎีนี้จะอธิบายกระบวนการเรียนรู้หรือพัฒนาการทางสติปัญญาในรูปของการประมวลผลข้อมูล อันได้แก่ การจัดโครงสร้างข้อมูลเพื่อการจัดเก็บ (Organization) การเรียกใช้ (Retrieval) การสังเคราะห์อย่างต่อเนื่อง (Assembling and Reassembling) และการปรับและปรุงแต่ง (Tuning) เพื่อนำไปใช้ในการคิด การแก้ปัญหา และการเรียนรู้ โดยอธิบายถึงสาระสำคัญ 2 ประการ 1) เป็นสาระที่อธิบายกระบวนการเรียนรู้หรือพัฒนาการทางปัญญาในลักษณะของการประมวลผลข้อมูล และ 2) เป็นสาระที่อธิบายผลการประมวลผลข้อมูลในรูปของ โครงสร้างความรู้ในสติปัญญา (Cognitive Structures) กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processes) กรอบการวิเคราะห์ (Schemata)

องค์ประกอบของกระบวนการการประมวลผลทางปัญญา

การประมวลผลในสมองของมนุษย์ตามทฤษฎี Information Processing มีความคล้ายคลึงกับระบบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ (Klausmeier 1985 : 52 – 108) ประกอบด้วยหน่วยความจำ 3 ชนิด

1. หน่วยความจำสำรอง (Buffer Memory) เป็นหน่วยความจำที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากประสาทสัมผัส ข้อมูลจะอยู่ในหน่วยความจำส่วนนี้เป็นระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อให้สมองจำแนกจัดประเภทและใส่รหัสก่อนที่จะส่งต่อให้หน่วยความจำชั่วคราว (Short – Term Memory) เพื่อทำการประมวลผลต่อไป

2. หน่วยความจำชั่วคราว (Short – Term Memory หรือ Working Memory) เป็นพื้นที่ที กระบวนการประมวลผลเกิดขึ้นโดยรับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมโดยผ่าน Buffer Memory และเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำถาวรในรูปของข้อมูลเพิ่มเติม การประมวลผลอาจเป็นกระบวนการง่าย ๆ เช่น การเปรียบเทียบไปจนถึงการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน พื้นที่ของหน่วยความจำชั่วคราวมีขนาดค่อนข้างจำกัด ทำให้ไม่สามารถทำการประมวลผลที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก หรือใช้กระบวนการหลายขั้นตอนได้ การประมวลผลที่เกิดขึ้นใน Short – Term Memory แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ แบบที่ต้องควบคุม (Controlled Processing) และแบบอัตโนมัติ (Automatic Processing) ในการประมวลผลแบบที่ต้องการควบคุม การเรียกใช้ข้อมูลจากหน่วยความจำถาวร การค้น การเลือก และการจัดลำดับแต่ละขั้นตอนต้องอยู่ในการควบคุมดูแลของสมอง การประมวลผลจะทำได้ทีละขั้นตอนเท่านั้น ทำให้ต้องใช้พื้นที่ของหน่วยความจำแทบทั้งหมด แต่สำหรับการประมวลผลแบบอัตโนมัติ วิธีการและลำดับขั้นตอนจะเป็นไปตามแผนที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำถาวร ทำให้สามารถตอบสนองได้เหมือนปฏิกิริยาสะท้อน (Reflex Action) การประมวลผลแบบนี้จะใช้พื้นที่ของ Short – Term Memory น้อยมาก และการประมวลผลแบบอัตโนมัตินี้จะเกิดจากการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลานาน(Schneider and Shiffrin 1977 : 1 – 66)

3. หน่วยความจำถาวร (Long – Term Memory) เป็นที่เก็บข้อมูลความรู้ที่ผ่านกระบวนการประมวลผลใน Shot – Team Memory การจัดเก็บมีลักษณะถาวร คือ ลบทิ้งไม่ได้โดยง่าย ๆ นอกจากการได้รับบาดเจ็บหรือโรคภัยทางสมอง แต่สามารถปรับรูปแบบหรือโครงสร้างได้เรื่อย ๆ อันเป็นผลจากประสบการณ์และการเรียนรู้ ข้อมูลความรู้ที่จัดเก็บในหน่วยความจำถาวร สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ 1) ข้อมูลหรือความรู้เชิงเนื้อหา (Declarative Knowledge) เป็นข้อมูลความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริงเกี่ยวกับความหมายหรือลักษณะของสิ่งของหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตั้งแต่เหตุการณ์ในชีวิตประจำวันตลอดจนไปถึงสาระสำคัญทางวิชาการ 2) ข้อมูลหรือความรู้เชิงกรรมวิธี (Procedural Knowledge) เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการและขั้นตอนการปฏิบัติ เป็นความรู้ที่พัฒนามาจากบางส่วนของความรู้เชิงเนื้อหา และจะมีการพัฒนาต่อไปเรื่อย ๆ ตามประสบการณ์หรือการเรียนรู้ที่เพิ่มพูนขึ้น

ความรู้เชิงกรรมวิธีแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) กระบวนการทางปัญญา (Cognitive Processes) หรือทักษะทางปัญญา (Cognitive skills) ซึ่ง Snow and Lohman (1989) ได้แบ่งกระบวนการทางปัญญาออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับต่ำ (Low - order) ได้แก่ กระบวนการหรือทักษะที่ใช้สำหรับการประมวลผลแบบง่าย ๆ ใน Shot – Team Memory เช่นการใส่รหัสข้อมูล การจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูล และการแปลงรูปข้อมูล กระบวนการทางปัญญาระดับสูง (High - order) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการวางแผน กระตุ้น กำกับดูแล ประเมินและปรับปรุงกระบวนการระดับต่ำ

2) กรอบการวิเคราะห์ (Schemata) เป็นโครงสร้างระดับสูงของสติปัญญามีลักษณะเป็นเครือข่ายของระบบความสัมพันธ์ชั้นสูงระหว่างความคิดรวบยอดที่เป็น Declarative Knowledge และกระบวนการทางสติปัญญาที่เป็น Procedural Knowledge กรอบการวิเคราะห์เป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดเก็บ เรียกกลับ และใช้ประโยชน์ความรู้ทั้งสองประเภทได้อย่างเป็นระบบ

กระบวนการประมวลผลทางปัญญาและการเรียนรู้

คลอสเมียร์ (Klausmeier 1985:105) ได้อธิบายกระบวนการประมวลผลข้อมูลว่าเริ่มจากการที่มนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว ซึ่งการบันทึกจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการคือ การรู้จัก (Recognition) และความใส่ใจ (Attention) ของบุคคลที่รับสิ่งเร้า บุคคลจะเลือกรับสิ่งเร้าที่ตนรู้จักหรือมีความสนใจ สิ่งเร้านั้นจะได้รับการบันทึกลงในหน่วยความจำชั่วคราว ซึ่งจะดำรงอยู่ในระยะเวลาที่จำกัด การเก็บข้อมูลไว้ใช้ในภายหลังสามารถทำได้โดยข้อมูลนั้นจะต้องได้รับการประมวลและเปลี่ยนรูปโดยการลงรหัส (Encoding) เพื่อนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำถาวร ซึ่งอาจต้องใช้เทคนิคต่าง ๆ เข้าช่วย เมื่อข้อมูลข่าวสารได้รับการบันทึกไว้ในหน่วยความจำถาวรแล้ว บุคคลจะสามารถเรียกข้อมูลต่าง ๆ ออกมาใช้ได้ ซึ่งการเรียกข้อมูลออกมาใช้ บุคคลจำเป็นต้องถอดรหัสข้อมูล (Decoding) จากความจำระยะยาวนั้น และส่งต่อไปยังตัวถือกำเนิดพฤติกรรมตอบสนอง ซึ่งจะเป็นแรงขับหรือกระตุ้นให้บุคคลมีการเคลื่อนไหวหรือการพูดสนองตอบต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

กระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูล จะได้รับการบริหารควบคุมอีกขั้นหนึ่ง ซึ่งการบริหารควบคุมการประมวลข้อมูลของสมองก็คือ การที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตน และสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การรู้ในลักษณะนี้ เรียกว่า Meta Cognition หรือ การรู้คิด ซึ่งหมายถึง การตระหนักรู้ (Awareness) เกี่ยวกับความรู้ความสามารถของตนเอง และใช้ความเข้าใจในการรู้ดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนด้วยกลวิธีต่าง ๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ (Osman and Hannafin 1992 :83-99) องค์ประกอบสำคัญของการรู้คิดที่ใช้ในการบริหารควบคุมกระบวนการประมวลข้อมูลประกอบด้วยแรงจูงใจ ความตั้งใจ และความมุ่งหวังต่าง ๆ รวมทั้งเทคนิคและกลวิธีต่าง ๆ ที่บุคคลใช้ในการบริหารควบคุมตนเอง

ผลของการประมวลผลข้อมูลทางปัญญาทำให้เกิด โครงสร้างของความรู้ กระบวนการทางปัญญา และกรอบการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ดังนี้

1. การพัฒนาโครงสร้างของความรู้ เมื่อหน่วยความจำถาวรรับข้อมูลที่ผ่านกระบวนการประมวลผลจากหน่วยความจำชั่วคราวและจัดเก็บในรูปของหน่วยความรู้นั้น ในระยะแรก ๆ

หน่วยความรู้ต่าง ๆ จะถูกเก็บอย่างโดดเดี่ยว ไม่เกี่ยวข้อง ไม่สัมพันธ์กัน หน่วยความรู้จะถูกเรียกมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลใหม่ที่ได้รับเข้ามาด้วยกระบวนการทางปัญญา ทำให้เกิดความสัมพันธ์กันขึ้น กลายเป็นสายใยที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยความรู้ย่อย ๆ นั้นทั้งหน่วยความรู้ใหม่และเก่าหน่วยความรู้เหมือนกันก็รวมกลุ่มเป็นพวกเดียวกัน ส่วนความรู้อื่น ๆ ก็จะเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายตามความหมายทางภาษา และเมื่อมีหลายเครือข่าย ด้วยการประมวลผลทางปัญญาที่สูงขึ้น มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้เกิดการพัฒนาโครงสร้างความรู้ขึ้น หรือก็คือ ความคิดรวบยอดในสมองมนุษย์ โครงสร้างนี้จะมีการปรับเปลี่ยนอยู่เสมอตามความรู้และประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น

2. การพัฒนากระบวนการทางปัญญา ความรู้ที่เก็บอยู่ในความจำถาวรมีทั้งความรู้ประเภทเนื้อหา และความรู้ประเภทกรรมวิธี ในระยะแรก ๆ ความรู้เชิงกรรมวิธีจะถูกเก็บไว้ในรูปความรู้เชิงเนื้อหาก่อน ต่อเมื่อมนุษย์ได้ฝึกฝน และมีประสบการณ์จนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาในแต่ละสาขาวิชามากขึ้น ความรู้เชิงกรรมวิธีที่จัดเก็บในรูปความรู้เชิงเนื้อหา จะค่อย ๆ เปลี่ยนรูปเป็นความรู้เชิงกรรมวิธีที่แท้จริง

3. **การพัฒนากรอบการวิเคราะห์** เมื่อหน่วยความจำถาวรมีความคิดรวบยอดมากเข้า ๆ และมีความคิดเชิงกรรมวิธีมากขึ้น บุคคลได้รับการฝึกฝนและเรียนรู้มากขึ้น กระบวนการทางปัญญาก็จะทำดำเนินการเชื่อมโยงความคิดรวบยอดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน หรือเชื่อมโยงความคิดรวบยอดกับความรู้เชิงกรรมวิธีระหว่างศาสตร์เดียวกัน หรือข้ามศาสตร์ก็ได้ กลายเป็นโครงสร้างระดับสูงของสติปัญญา เรียกว่า กรอบการวิเคราะห์ และจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำถาวร สามารถเรียกกลับมาใช้แก้ปัญหาและพัฒนาต่อไปได้ตามประสบการณ์ที่เพิ่มขึ้น

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist Theory)

แนวคิดของคอนสตรักติวิส หรือทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้มีมาตั้งแต่สมัยของ Socrates, Plato และAristotle (470-320 B.C.) ซึ่งกล่าวถึงการสร้างความรู้ ต่อมาในช่วงศตวรรษที่ 17-18 John Locke กล่าวว่า ความรู้ของบุคคลมาจากประสบการณ์ที่เขาสร้างขึ้น และ Kant อธิบายว่า การวิเคราะห์การกระทำและเป้าหมายจะนำไปสู่ความก้าวหน้าของความรู้และมุมมองจากประสบการณ์ของแต่ละบุคคลจะทำให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ใหม่ (Brooks and Brooks 1993: 23) นอกจากนี้ Henrich Pestalozzi (1746-1827) นักปรัชญาชาวสวิตเซอร์แลนด์ ยืนยันว่ากระบวนการทางการศึกษาควรอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาการทางธรรมชาติของเด็ก เด็กเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัส (Senses) ได้ดีกว่าการเรียนรู้โดยผ่านการบอกเล่า (Word) (Ornstein and Hunkins 1993: 75)

ปรัชญาสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) คือ กลุ่มของนักปรัชญาที่มีแนวคิดร่วมกันในการอธิบายทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ ซึ่งต่อมาได้พัฒนาเป็นเทคนิคการเรียนรู้ ในปี 1991

ประธานของสมาคมวิจัยทางการสอนวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (NARST) ได้เน้นการวิจัย การพัฒนาหลักสูตรและการสอนของครูวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดปรัชญาสรรค์สร้างความรู้ จุดเน้นของปรัชญาสรรค์สร้างความรู้ จะศึกษาธรรมชาติความรู้ของมนุษย์ และจะเน้นในเรื่องความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยทั่ว ๆ ไป เกี่ยวกับจุดกำเนิด การถ่ายทอดทางกลศาสตร์และการทำนายทางวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์และปรัชญา สามารถที่จะให้เราเรียนรู้และสร้างองค์ความรู้ขึ้นมาได้

Driver and Bell (1986) ได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามทฤษีสรรค์สร้างความรู้ ว่าการเรียนรู้คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการทีต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือกับบุคคลผู้อื่นก็ได้ และผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย ผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง เกี่ยวกับความตั้งใจในการทำงาน นอกจากนี้ Driver (1983) ยังได้เสนอว่าผู้สอน ไม่ควรตระหนักในมโนทัศน์(concept)และกลวิธีที่ผู้เรียนนำมาจากภายนอกโรงเรียนเท่านั้น แต่ผู้สอนจะต้องจัดการให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างเพียงพอ โดยอาศัยแนวคิดและกลวิธีเดิมของผู้เรียนเป็นจุดเริ่มต้น

Vygotsky (1997) ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาการทางการเรียนรู้ โดยให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด ซึ่งนอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคมซึ่งก็คือ วัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้นภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิดและการพัฒนาเชาวน์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษาและทางความคิดของเด็ก ซึ่งการพัฒนาจะเริ่มด้วยพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้ง 2 ด้านจะเป็นไปร่วมกัน

Carin (1992) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยอธิบายทฤษฎีการเรียนรู้ของ Piaget ซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยเขาอธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา Piaget เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logico – Mathematical Experience)

รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (Social Transmission) วุฒิภาวะ (Maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น

ส่วน Underhill (1991) ได้กล่าวถึง การเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ว่าความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) และความอยากรู้อยากเห็น เป็นกลไกหลักสองประการที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ความขัดแย้งทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)

นักการศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ศึกษาได้เสนอนำทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้มาใช้สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน พอสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ผลการเรียนรู้ต้องมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น ดังนั้นเป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง ครูต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็นผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ตนเอง (ทิศนา 2547 : 94 ; Jonassen 1992)

2. เป้าหมายการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำให้ได้และแก้ปัญหาจริงได้ (ทิศนา แขมมณี 2547 : 94)

3.ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้ปฏิบัติในกระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงหรือครูอาจจะสร้างสถานการณ์จำลองให้ผู้เรียนได้ปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นนั้น และมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียนโดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิด การจัดกระทำกับข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น (Khan 1997)

4. การจัดการเรียนการสอน ครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศจริยธรรมทางสังคมให้เกิดขึ้น (สุระ วุฒิพรหม 2547 : 22) กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนหรือบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนได้กว้างขึ้น และหลากหลายขึ้น (Grady 2002)

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที (Devries 1992:1 – 2) โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ลงมือปฏิบัติเอง เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการเรียนรู้ร่วมกัน

6. ครูจะต้องมีบทบาทให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ครูจะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายใน ให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำ ทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน(ทิศนา แขมมณี 2547 : 94)

จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรมเอง การเรียนรู้เกิดจากโครงสร้างส่วนบุคคลและโครงสร้างทางความคิด เป็นความสามารถของบุคคลในการปรับประสบการณ์เก่าให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่ด้วยกระบวนการพิสูจน์ให้เห็นจริงได้ และความสมเหตุสมผลที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ การสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนแปลงสมมติฐานในขณะที่ปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้ การเรียนรู้จะเกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา ฉะนั้นครูจึงเป็นผู้ที่อำนวยความสะดวกในการจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ ที่จะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุดและดีที่สุด

แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอน คือ สภาพลักษณะของการเรียนการสอนที่ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งได้รับการจัดไว้อย่างเป็นระเบียบ ตามหลักปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิดหรือความเชื่อต่าง ๆ โดยประกอบด้วย กระบวนการหรือขั้นตอนสำคัญในการเรียนการสอน รวมทั้งวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้สภาพการเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามทฤษฎีหลักการหรือแนวคิดที่ยึดถือ ซึ่งได้รับการพิสูจน์ ทดสอบ หรือยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ สามารถใช้เป็นแบบบรรยายในการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์เฉพาะของรูปแบบนั้น ๆ

องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

ทิศนา แขมมณี (2545 : 219 – 220) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีองค์ประกอบสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. มีปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบการสอนนั้น ๆ

2. มีการบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักที่ยึดถือ

3. มีการจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบหรือกระบวนการนั้น ๆ

4. มีการอธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ อันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนนั้น ๆ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

Weil, Joyce และ Kluwin (1978:2) กล่าวว่า รูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1. ทฤษฎีหรือหลักการที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ

2. แนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและสิ่งแวดล้อมในการเรียน

3. วิธีสอนและวิธีเรียน ที่จะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุ วัตถุประสงค์ที่ต้องการ

Anderson (1997:521-522) กล่าวถึงองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน สรุปได้ว่า องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ และหลักฐานที่แสดงการยอมรับประสิทธิภาพของรูปแบบนั้น

Arends (1997:7) กล่าวว่ารูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ คือ

1. หลักการตามทฤษฎีที่ใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ

2. ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ

3. วิธีสอนที่จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

4. สิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอนที่จำนำไปสู่ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

Joyce และ Weil (1996) ได้เสนอหลักการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ไว้ดังนี้

1.รูปแบบการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยาการเรียนรู้

2. เมื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลาย จะต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพในเชิงการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

3. การพัฒนารูปแบบการสอน อาจออกแบบให้ใช้ได้อย่างกว้างขวาง หรือเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4. การพัฒนารูปแบบการสอน จะมีจุดมุ่งหมายหลักที่ถือเป็นหลักในการพิจารณาเลือกรูปแบบไปใช้ กล่าวคือ ถ้าผู้ใช้นำรูปแบบการสอนไปใช้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลักก็จะทำให้เกิดผลสูงสุด แต่ก็สามารถนำรูปแบบนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ถ้าพิจารณาเห็นว่าเหมาะสม แต่ก็อาจได้ผลสำเร็จลดน้อยลงไป

การจัดกลุ่มรูปแบบการเรียนการสอน

การจัดกลุ่มของรูปแบบตามวัตถุประสงค์ของรูปแบบ สามารถแบ่งได้เป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ รูปแบบการสอนที่เน้น การพัฒนาการด้านพุทธิพิสัย การพัฒนาด้านจิตพิสัย การพัฒนาด้านทักษะพิสัย การพัฒนาทักษะกระบวนการ และการบูรณาการ มีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้ (ทิศนา แขมมณี 2545 : 222-257)

1. รูปแบบการสอนที่เน้น การพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) เป็นรูปแบบที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่างๆ ซึ่งอาจจะเป็นข้อมูล ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย การสอน มโนทัศน์ (Concept Attainment) การสอนตามแนวคิดของกานเย (Gagne's Instructional) การนำเสนอมโนทัศน์กว้างล่วงหน้า (Advance Organizer) เน้นความจำ (Memory) ผังกราฟิก (Graphic Organizer Instruction)

2. รูปแบบการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นรูปแบบที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม คุณธรรมและจริยธรรมที่พึงประสงค์รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย การพัฒนาด้านจิตพิสัยของบลูม (Instructional Model Based on Bloom's Domain) การซักค้าน (Jurisprudential) บทบาทสมมติ (Role Playing)

3. รูปแบบการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านทักษะพิสัย (Psycho-Motor Domain) เป็นรูปแบบที่มุ่งช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านการปฏิบัติ การกระทำ หรือการแสดงออกต่าง ๆ รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย การพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมพ์ซัน(Simpson) ทักษะปฏิบัติของแอร์โรว์ (Harrow) ทักษะปฏิบัติของเดวีส์ (Davies)

4. รูปแบบการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process Skills) เป็นรูปแบบการสอนทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่าง ๆ ประกอบด้วยรูปแบบการสอนกระบวนการสืบสอบและแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม (Group Investigation) กระบวนการคิดอุปนัย (Inductive Thinking)

กระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Synectics) การคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ (Torrance's Future Problem Solving)

5. รูปแบบการสอนที่เน้นการบูรณาการ (Integration) เป็นรูปแบบที่พยายามพัฒนาผู้เรียนด้านต่าง ๆ ไปพร้อม ๆ กันทั้งด้านเนื้อหาและวิธีการ ประกอบด้วยรูปแบบการสอนทางตรง (Direct Instruction) การสร้างเรื่อง (Storyline Method) วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

Joyce and et al. (2004: 25-34) ได้การจัดกลุ่มรูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการเรียนรู้โดยแบ่งออกเป็น4 กลุ่ม (Family) ได้แก่ กลุ่มกระบวนการในการประมวลข้อมูล (Information Processing Family) กลุ่มปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Family) กลุ่มเอกตบุคคล (Personal Family) และกลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behavioral Systems Family) โดยมีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

1. The information processing family เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการส่งเสริมแรงกระตุ้นภายในของบุคคลในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ โดยการเรียนรู้และจัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบ รับรู้และจัดกระทำกับปัญหา รวมทั้งการพัฒนามโนทัศน์และภาษาในการถ่ายทอด ในบางรูปแบบเป็นการเตรียมผู้เรียนในเรื่องการรวบรวมข้อมูลและมโนทัศน์ บางรูปแบบเน้นการสร้างมโนทัศน์และการตรวจสอบสมมุติฐาน รูปแบบการเรียนการสอนกลุ่มนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ มีความสามารถทางปัญญาและสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับตนเองและสังคม

รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย (Joyce, Weil and Calhoun 2004: 26) การคิดแบบอุปนัย (Inductive Thinking) การบรรลุผลด้านมโนทัศน์ (Concept Attainment) รูปแบบการคิดแบบอุปนัยของรูปภาพ-คำ (The Picture-Word Inductive Model) การสืบเสาะแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) การฝึกการสืบเสาะความรู้ (Inquiry Training) การใช้เทคนิคช่วยจำ (Mnemonics) การสังเคราะห์ (Synectics) และการเสนอมโนทัศน์ล่วงหน้า (Advance Organizers)

2. The Social Family เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้และทักษะทางสังคม ให้ความสำคัญกับการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ การพัฒนาความสัมพันธ์ในชั้นเรียนโดยการเรียนรู้ร่วมกัน การพัฒนาวัฒนธรรมของความสัมพันธ์ในโรงเรียนเพื่อสนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย (Joyce, Weil and Calhoun, 2004: 29) การจับคู่ในการเรียน (Partners in Learning) การสืบสวนเป็นกลุ่ม (Group Investigation) บทบาทสมมุติ (Role Playing) การสืบเสาะแบบรายกรณี (Jurisprudential Inquiry)

3. The Personal Family เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาบุคลิกภาพและความตระหนักในตน โดยการรับรู้สิ่งที่เป็นตนเอง มีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้และการดำรงชีวิต สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ เกิดการเรียนรู้ในการที่จะพัฒนาตนเองเพื่อการดำรงชีวิตที่มีคุณภาพ

รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย (Joyce, Weil and Calhoun 2004: 32) การสอนแบบไม่ชี้นำ (Nondirective Teaching) การส่งเสริมความตระหนักรู้ในตนเอง (Enhancing Self-Esteem)

4. The Behavioral Systems Family รูปแบบการสอนกลุ่มนี้มาจากแนวคิดของกลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคม (Social Learning Theory) และทฤษฎีการปรับพฤติกรรม (Behavior Modification) ซึ่งเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของมนุษย์เกิดจากการปรับแก้ตนเอง (Self-Correcting) เพื่อให้พบกับความสำเร็จ เน้นการพัฒนาทักษะการอ่าน การคำนวณ ทักษะทางกายภาพ เพื่อการพัฒนาพฤติกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้และวัดได้

รูปแบบการสอนกลุ่มนี้ประกอบด้วย (Joyce, Weil and Calhoun 2004: 34) การเรียนเพื่อรู้รอบ (Mastery Learning) การสอนตรง (Direct Instruction) การเรียนรู้จากสิ่งเร้า (Learning from Stimulations) การเรียนรู้สังคม (Social Learning)

รูปแบบการสอนทั้ง 4 กลุ่มใช้แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนรู้ ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) การตระหนักรู้เกี่ยวกับการรู้คิดและความสามารถของตนเอง (Metacognition) แนวทางในการช่วยเหลือนักเรียนในการเพิ่มความสามารถในการตระหนักรู้ตนเอง (Scaffolding) และการให้การช่วยเหลือนักเรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ (Zone of Proximal Development) ในการพัฒนารูปแบบการสอน ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีฐานความคิดและจุดเน้นที่แตกต่างกันแต่มีเป้าหมายเดียวกันคือการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

ตอนที่ 5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์

งานวิจัยภายในประเทศ

เปรมฤดี บุญศรี (2543) ได้ศึกษามโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของนักศึกษาครูโปรมแกรมวิชาฟิสิกส์ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 580 คน พบว่า นักศึกษามีความไม่เข้าใจมากที่สุดเกี่ยวกับ มโนทัศน์เรื่อง โมเมนตัม พลังงาน และงานตามลำดับ รวมทั้งพบว่าเพศไม่มีผลต่อการเข้าใจในมโนทัศน์

โชคศิลป์ ธนเฮือง และคณะ (2544 : 1006) ได้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาในเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐานมโนทัศน์เชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1ที่เรียนวิชาฟิสิกส์ทั่วไป 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2544 , 2545 และ 2546 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจเบื้องต้นของผู้เรียนในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ คือ The Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE) ซึ่งเป็นแบบทดสอบมาตรฐานที่ออกแบบโดย Thornton and Sokoloff (1998) ซึ่งแบบทดสอบนี้เน้นมโนทัศน์ในแต่ละเรื่องมากกว่า การคำนวณการวิจัยพบว่านักศึกษาส่วนน้อยมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ และคณะ(2547: 150-165) ได้ทำการสำรวจมโนทัศน์เกี่ยวกับฟิสิกส์ของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูวิชาเอกฟิสิกส์ จำนวน 33 คนจากสถาบันการผลิตครู 7 แห่งทั่วประเทศ โดยใช้แบบวัดมโนทัศน์เกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์แบบคำถามปลายเปิด จำนวน 42 ข้อซึ่งวัดมโนทัศน์เกี่ยวกับฟิสิกส์ 6 เรื่องหลัก คือ กลศาสตร์ คลื่น ไฟฟ้าแม่เหล็ก ความร้อนและอุณหภูมิศาสตร์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์ พบว่า นักศึกษามีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในทุกเรื่อง

ไพบูลย์ วิริยะวัฒนะ (2547) ได้ศึกษาการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ด้วยวิธีการเรียนรู้ร่วมกัน โดยการทำโครงงาน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบวิธีการเรียนรู้ร่วมกันโดยการทำโครงงาน และศึกษามโนทัศน์และการแก้ปัญหาโจทย์ฟิสิกส์ เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ผลการวิจัยพบว่า การเรียนรู้ร่วมกันโดยการทำโครงงาน มีผลทำให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เพิ่มขึ้น

ศุภชัย ทวี (2548) ได้พัฒนาการสอนตามแบบจำลองเชิงความคิดด้วยคอมพิวเตอร์ จำลองสถานการณ์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ศึกษาการเรียนรู้ของนักศึกษา และศึกษาผลการเรียนรู้ด้านมโนทัศน์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สายการศึกษา วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ผลการวิจัย พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นักศึกษามีมโนทัศน์เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และนำกฎของนิวตันไปใช้เพิ่มขึ้น โดยสามารถแก้ปัญหาจากโจทย์กำหนดให้ได้

งานวิจัยต่างประเทศ

Brown and et al. (1988 : 473) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการสอน 2 วิธี คือ วิธีสอนด้วยการทดลองและการสอนแบบยกตัวอย่างประกอบให้ผู้เรียนเห็นจริง โดยทั้งสองวิธีเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในวิชาฟิสิกส์ โดยครูจะบอกมโนทัศน์ให้นักเรียนว่าวัตถุที่ไม่เคลื่อนที่แสดงว่าไม่มีแรงกระทำ ซึ่งเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ การสัมภาษณ์และการเขียนตอบ นักเรียนที่เข้าร่วมทดลอง มีจำนวน 130 คน เป็นนักเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มทดลองนั้นศึกษาเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่สาม จากเนื้อหาในตำราเรียนและได้รับการอธิบายเนื้อหาจากตัวอย่าง เช่น การให้นักเรียนผลักโต๊ะ ซึ่งมีหนังสือวางอยู่หนึ่งเล่ม กลุ่มควบคุมจะศึกษาจากการทดลองโดยใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทดลอง ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองจำนวนหนึ่งให้ความเห็นที่แตกต่างกับมโนทัศน์ที่ครูบอกในระหว่างการกระทำกิจกรรมแบบยกตัวอย่าง และปฏิเสธมโนทัศน์ของครู การวิเคราะห์เหตุผลของนักเรียนขณะที่ครูฟังคำอธิบายนั้น มีสิ่งที่สำคัญที่จะใช้ในการสอนได้ก็คือ การที่นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ที่ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะทำให้นักเรียนมี มโนทัศน์ที่ถูกต้องขึ้น ซึ่งถ้าหากครูสอนจากสมการ ก็จะทำให้นักเรียนแทนค่าลงในสมการแล้วก็เลือกคำตอบนั้น ซึ่งเป็นวิธีการที่ผิด

Roychoudhury (1990 : 3692) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เบื้องต้นของนักศึกษา โดยมีวัตถุเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีสอนโดยใช้การสนทนาแบบโสเครติก (Socratic – Dialogue – Inducing, SDI) กับวิธีการสอนโดยใช้การบรรยายก่อนการปฏิบัติในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เบื้องต้นระดับมหาวิทยาลัย วิธีสอนโดยใช้การสนทนาแบบโสเครติก ประกอบด้วยการอธิบาย การเขียนแผนภูมิ และการมีส่วนร่วมในห้องปฏิบัติการ ในระยะเวลา 6 สัปดาห์แรกของภาคเรียน สอนด้วยวิธีสอนโดยใช้การสนทนาแบบโสเครติก จำนวน 2 กลุ่ม ส่วนอีก 2 กลุ่มใช้วิธีการสอบแบบบรรยายก่อนการปฏิบัติ การประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา พบว่า คะแนนการทดสอบหลังสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนในหัวข้อเรื่องกลศาสตร์ มโนทัศน์ที่เกิดจากการตอบแบบทดสอบหลังการทดลองมีค่าสูงกว่าก่อนการทดลอง นอกจากนี้ พบว่าการสอนโดยใช้การสนทนาแบบโสเครติก ทำให้ผู้เรียนมีความวิตกกังวลน้อยกว่าการสอบแบบบรรยาย และเจตคติต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ดีกว่าการสอนแบบวิธีสอนแบบบรรยาย

Chang (1993) ศึกษาผลของมโนทัศน์ที่เกิดจากการสอนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ โดยเปรียบเทียบเป้าหมายการเรียนรู้ของการสอนที่ยึดทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้และการสอนแบบเดิม โดยวัดจากการทำนาย และการอธิบายสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ พบว่า

นักเรียนที่เรียนตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ทำคะแนนการอธิบายมโนทัศน์ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบเดิมซึ่งเน้นการสอนรวมจุดประสงค์

Roth (1993: 113-122) ได้ศึกษาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางเพื่อบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการแบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาของโรงเรียนเอกนในประเทศแคนาดา ระยะวิจัยนาน 2 ปีและเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมควรเน้นให้นักเรียนได้ร่วมมือกันทำงาน มีปฏิสัมพันธ์และสร้างความหมายการเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ สถิติและมโนทัศน์ต่าง ๆ เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง ครูควรบูรณาการวิชาฟิสิกส์ คณิตศาสตร์และจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการทำกิจกรรมที่หลากหลายของนักเรียน

Lavoie (1999) ศึกษาการใช้ทักษะการตั้งสมมติฐาน การทำนาย การให้เหตุผล ร่วมกับการสอบแบบวงจรการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับ 10 – 12 โดยกลุ่มทดลองเน้นการตั้งสมมติฐาน การทำนาย การให้เหตุผล และการอภิปราย แล้วตามด้วยวงจรการเรียนรู้สามขั้นตอน ในเรื่องพันธุกรรม ระบบนิเวศ การคัดเลือกตามธรรมชาติ ส่วนนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งสอนด้วยวงจรการเรียนรู้อย่างเดียว แล้วรวบรวมข้อมูลโดยการใช้คำถาม การสังเกต บันทึกการเรียนรู้ การทดสอบ เพื่อประเมินการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ พบว่า การสอนด้วยทักษะดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับการคิดแบบการให้เหตุผล มโนทัศน์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนามโนทัศน์ดังกล่าวมากกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบเดิม

Manzanal, Barreio and Jimenez (1999) ศึกษาการทำกิจกรรมภาคสนามกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น อายุ 14 – 16 ปี ในประเทศสเปน โดยการสำรวจมโนทัศน์ของนักเรียนก่อนเรียนมีการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ หน่วยการเรียนเกี่ยวกับระบบนิเวศน้ำจืด ตัวแปรที่ศึกษา คือ การเรียนรู้มโนทัศน์ทางนิเวศวิทยา และการนำความรู้ไปใช้ วิธีการวิจัยมีทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ผลการศึกษาสรุปว่าการปฏิบัติกิจกรรมภาคสนามช่วยให้เข้าใจมโนทัศน์ทางนิเวศวิทยาได้ชัดเจนขึ้น และส่งผลต่อการพัฒนาเจตคติในการปกป้องระบบนิเวศ

Tao(1999: 365-383) ได้ทำการวิจัยการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ระหว่าง Peer Collaborative แบบ dyads เปรียบเทียบกับ individual กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมเกรด 12 โดยความสามารถของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างไม่แตกต่างกัน แบบทดสอบที่ใช้เป็นปัญหาทางฟิสิกส์เชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า dyads มีความสามารถในการแก้ปัญหาบางข้อได้ดีกว่า individual นอกจากนั้นการศึกษาครั้งนี้ยังพบอีกว่า ความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความสามารถ

ของนักเรียนมากนัก หากแต่ขึ้นอยู่กับวิธีการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับหลักการทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องและยุทธวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหา

Tao และ Gunstone (1999:39-51) ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้คอมพิวเตอร์ว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับวิชากลศาสตร์ของนักเรียนอย่างไร คณะผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรม computer simulation ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ทางกลาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเกรด 10 ของเมือง Melbourne การวิจัยนี้ใช้ระยะเวลา 10 สัปดาห์ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจะเรียนรู้ร่วมกับแบบ dyads จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะสามารถสังเกต อธิบายและพยากรณ์ตามใบงานที่มอบหมาย การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของนักเรียนจะได้รับการบันทึกไว้ การสรุปผลการวิจัยวิเคราะห์จากข้อมูลของนักเรียนจำนวน 7 กลุ่ม ผลปรากฏว่าการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ช่วยสร้างประสบการณ์การสร้างความรู้ร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความเข้าใจและความขัดแย้งที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลง มโนทัศน์ นอกจากนั้นการวิจัยยังพบอีกว่าการสร้างความรู้ร่วมกันเป็นสิ่งที่มีความหมายอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์อย่างถาวร

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของนักเรียน และ 3) เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอน โดยออกแบบและดำเนินการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้(Constructivist) เป็นพื้นฐาน และกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมพฤติกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ของตนเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา แบ่งขั้นตอนการวิจัยเป็น 4 ระยะ คือ

1. ระยะที่ 1 การวิเคราะห์(Analysis) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

1.1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์

1.2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

1.3 การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4 การวิเคราะห์ผู้เรียน

1.5 การประเมินระบบสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน

2. ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนา(Design and Development) เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ขั้น คือ

2.1 ขั้นที่ 1 การออกแบบ (Design) เพื่อจัดทำรูปแบบการเรียนการสอนและคู่มือการใช้รูปแบบ และรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนและการประเมิน

2.1.1 การวิเคราะห์งานและภาระงาน

2.1.2 การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน

2.1.3 การจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

2.2 ขั้นที่ 2 การพัฒนา (Development) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือวัดผล

2.2.1 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้

2.2.2 การพัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. ระยะที่ 3 การนำไปใช้ (Implementation) เป็นการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาไปใช้ในสถานการณ์จริง แบ่งการดำเนินการเป็น 3 ขั้น คือ

3.1 ขั้นที่ 1 การเตรียมก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

3.2 ขั้นที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

3.3 ขั้นที่ 3 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

3.3.1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และการใช้การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการเพื่อตรวจสอบมโนทัศน์

3.3.2 ระหว่างการจัดการเรียนรู้เป็นการวิเคราะห์มโนทัศน์และการแก้ปัญหาโดยการทดสอบด้วยการปฏิบัติ (Performance – Based Assessment)

4. ระยะที่ 4 การประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอน แบ่งการดำเนินการเป็น 2 ขั้น คือ

4.1 ขั้นที่ 1 การประเมินระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

4.2 ขั้นที่ 2 การประเมินหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ลำดับขั้นตอนการวิจัย การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

1. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์

1.1 ศึกษามโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

1.2 ศึกษามโนทัศน์ทางฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากหลักสูตรของประเทศสหรัฐอเมริกา และประเทศสิงคโปร์

2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และสภาพปัญหาการสอนของผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ในสาระการเรียนรู้พื้นฐานและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมที่สอนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ศึกษาสาระสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม กลุ่มปัญญานิยม กลุ่มประมวลผลทางปัญญาและกลุ่มสรรค์สร้างความรู้

3.2 ศึกษาสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) และกระบวนการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ผู้เรียน

4.1 ศึกษาวิธีการเรียนรู้ (Learning Style) และกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะกับการพัฒนามโนทัศน์ทางฟิสิกส์

4.2 วิเคราะห์วิธีการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

4.3 วิเคราะห์ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง

5. การประเมินระบบการสนับสนุน

5.1 ศึกษาระบบสนับสนุนการเรียนการสอนที่เอื้อต่อบรรยากาศในการเรียนรู้มโนทัศน์และการแก้ปัญหา

5.2 วิเคราะห์ระบบสนับสนุนการเรียนการสอนของโรงเรียนที่ใช้ดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนา (Design and Development)

ขั้นที่ 1 การออกแบบ (Design)

1. การวิเคราะห์งาน/ภาระงาน

1.1 ศึกษาระบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การประเมินจากการปฏิบัติงานและผลงาน

1.2 วิเคราะห์งานและภาระงานที่นำไปสู่การพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหา

2. การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน

2.1 กำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบ

2.2 กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ

2.3 ระบุรายวิชาและผลการเรียนรู้

2.4 จัดทำคำอธิบายรายวิชาและประมวลการสอนรายวิชา

2.5 ออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยกำหนดเนื้อหา วิธีสอน สื่อการสอน เครื่องมือและวิธีการประเมินผล

3. การจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ขั้นที่ 2 การพัฒนา (Development)

1. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้

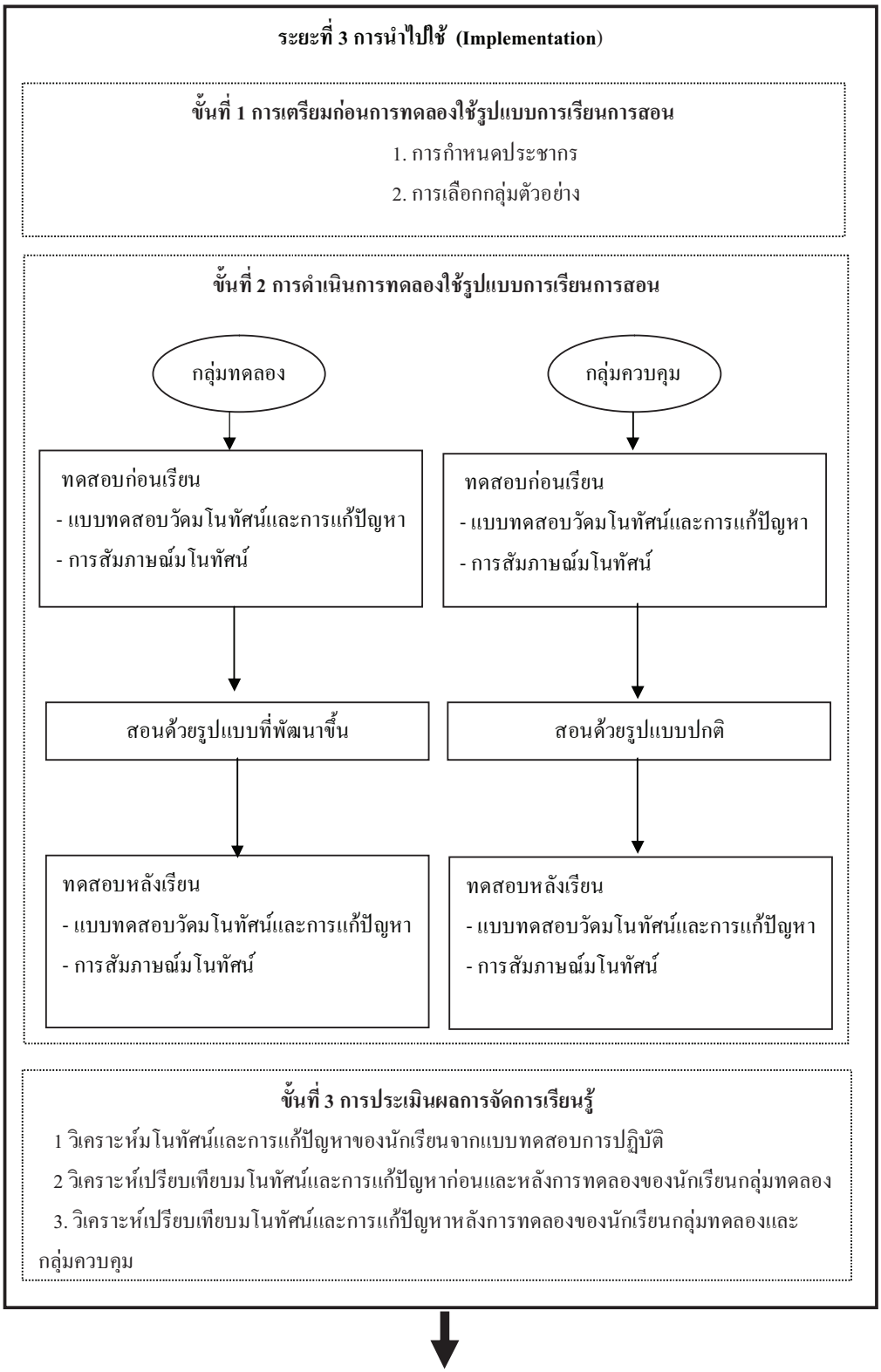
1.1 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้

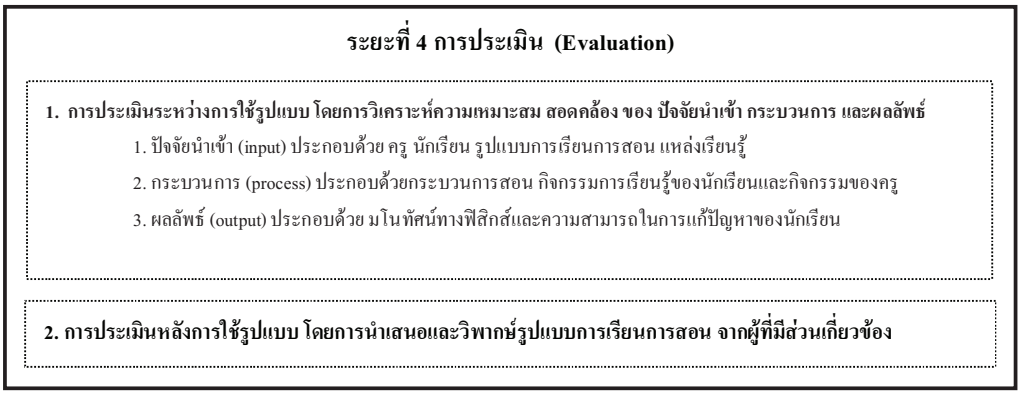
1.2 ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

2. พัฒนาเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

2.2 แบบทดสอบการปฏิบัติ


ระยะที่ 3 การนำไปใช้ (Implementation)
ขั้นที่ 1 การเตรียมก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน
1. การกำหนดประชากร
2. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง
ขั้นที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน
กลุ่มทดลอง
กลุ่มควบคุม
ทดสอบก่อนเรียน
- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา
- การสัมภาษณ์มโนทัศน์
ทดสอบก่อนเรียน
- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา
- การสัมภาษณ์มโนทัศน์
สอนด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น
สอนด้วยรูปแบบปกติ
ทดสอบหลังเรียน
- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา
- การสัมภาษณ์มโนทัศน์
ทดสอบหลังเรียน
- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา
- การสัมภาษณ์มโนทัศน์
ขั้นที่ 3 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้
1 วิเคราะห์มโนทัศน์และการแก้ปัญหาของนักเรียนจากแบบทดสอบการปฏิบัติ
2 วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์และการแก้ปัญหาก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลอง
3. วิเคราะห์เปรียบเทียบมโนทัศน์และการแก้ปัญหาหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม



แผนภาพที่ 8 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริม มโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 เป็นการศึกษาขอบเขตและเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน โดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ และข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อนำมากำหนดเป้าหมายในการพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหา และตรวจสอบความเป็นไปได้โดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระแกนกลาง ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มากำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ และขอบเขตในการศึกษาวิจัย

1.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริการัฐมิชิแกน รัฐแคลิฟอร์เนีย และประเทศสิงคโปร์ จากมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบ กับมโนทัศน์ทางฟิสิกส์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

2. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และสภาพปัญหาการสอนวิชาฟิสิกส์ของผู้สอน ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร งานการวิจัย การสัมภาษณ์และสังเกตการสอนของครูจำนวน 10 คน แล้วนำผลการศึกษามาใช้ในการกำหนดแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้

2.2 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลจากคำอธิบายรายวิชา วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ และเนื้อหารายวิชาฟิสิกส์ ทั้งส่วนที่เป็นสาระการเรียนรู้พื้นฐาน และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มากำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ และขอบเขตในการศึกษาวิจัย

3. การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ศึกษาสาระสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive) กลุ่มประมวลผลทางปัญญา(Cognitive Information Processing Theory) และกลุ่มสรรค์สร้างความรู้(Constructivist) จากเอกสาร

3.2 ศึกษาสาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) และกระบวนการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) จากเอกสารและงานวิจัย

4. การวิเคราะห์ผู้เรียน

4.1 ศึกษาวิธีการเรียนรู้ (Learning Style) และกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะกับการพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ โดยการสังเคราะห์เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาการ ด้านการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ และวิธีการเรียนรู้ (learning style) ของผู้เรียน

4.2 วิเคราะห์วิธีการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง เป็นการสำรวจข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ขณะที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยการสอบถามและสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้

4.3 วิเคราะห์ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา ขณะที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 80 คน ด้วยการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ และการใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ซึ่งเป็นแบบทดสอบปลายเปิดจำนวน 13 ข้อ คะแนนเต็ม 34 คะแนน โดย

ครอบคลุมมโนทัศน์เรื่อง สนามของแรง การเคลื่อนที่ คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และกัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์

5. การประเมินระบบสนับสนุน

5.1 ศึกษาระบบสนับสนุนการเรียนการสอนในโรงเรียนจากการวิเคราะห์เอกสารและสอบถามผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน เกี่ยวกับระบบสนับสนุนของโรงเรียนที่เอื้อต่อบรรยากาศในการเรียนรู้ มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และการแก้ปัญหา ในด้านปัจจัยนำเข้า ซึ่งประกอบด้วย วิธีการเรียนของผู้เรียน วิธีการสอนของผู้สอน สื่อการเรียนการสอน อุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ด้านกระบวนการ ประกอบด้วย บทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน บทบาทของผู้ปกครอง และด้านผลผลิต ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของผู้เรียน เจตคติของผู้เรียน และทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียน

5.2 วิเคราะห์ระบบสนับสนุนการเรียนการสอนของโรงเรียน โดยการศึกษาสภาพจริงของโรงเรียนที่ใช้ในการทดลอง ในเรื่องความพร้อมของระบบสนับสนุน

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการได้ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหา	1. เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	การวิเคราะห์เอกสาร	-หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)
	2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของประเทศไทยกับต่างประเทศ	การวิเคราะห์เอกสาร	-หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาและสิงค์โปร์	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/ กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
2. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์	1. เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และสภาพปัญหาการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	- การวิเคราะห์เอกสาร	- เอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	- แบบวิเคราะห์เอกสาร	- การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)
		- การสัมภาษณ์และสังเกตการสอน	- ผู้สอนวิชาฟิสิกส์จำนวน 10 คน	- แบบสัมภาษณ์และแบบสังเกตการสอน	- การวิเคราะห์เนื้อหา
	2. เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาในการวิจัย	- การสังเคราะห์เอกสาร	-เอกสารข้อมูลเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย	- แบบวิเคราะห์เอกสาร	- การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)
3. การศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	เพื่อวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหา	- การวิเคราะห์เอกสาร	เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหา	แบบวิเคราะห์เอกสาร	- การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/ กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ ข้อมูล
4. การวิเคราะห์ผู้เรียน	1. ศึกษาวิธีการเรียนรู้และกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะกับการพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ 2. วิเคราะห์ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์	- การวิเคราะห์เอกสาร - การสอบถามวิธีการเรียนรู้และการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน - การทดสอบและการสัมภาษณ์	- เอกสารเกี่ยวกับการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์และวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน - นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน80 คน - นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน80 คน	- แบบวิเคราะห์เอกสาร - แบบสำรวจวิธีการเรียนรู้และแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ -แบบทดสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา	- การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) -การวิเคราะห์เนื้อหา และค่าสถิติพื้นฐาน
5. การประเมินระบบสนับสนุน	ศึกษาระบบสนับสนุนการเรียนการสอนในโรงเรียนที่เอื้อต่อบรรยากาศในการเรียนรู้ มโนทัศน์ทางฟิสิกส์	- การวิเคราะห์เอกสาร - สอบถามผู้เชี่ยวชาญ - การศึกษาสภาพจริง	-เอกสารเกี่ยวกับสื่อและแหล่งเรียนรู้ - ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์	- แบบวิเคราะห์เอกสาร - แบบสอบถาม	การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

ระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนา (Design and Development)

การพัฒนาการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 การออกแบบ (Design)

หลังจากผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลด้านต่าง ๆ แล้วได้ดำเนินการออกแบบ รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหา โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์งานและภาระงาน

1.1 ศึกษาการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การประเมินจากการปฏิบัติงานและผลงาน จากเอกสารต่าง ๆ

1.2 วิเคราะห์งานและภาระงานเพื่อตรวจสอบความรู้และกระบวนการที่จะนำไปสู่การพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ กำหนดความรู้และกระบวนการในแต่ละภาระงาน แล้วเลือกภาระงาน ในการพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 จากนั้นตรวจสอบความเป็นไปได้โดยการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 คน

2. การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน

2.1 กำหนดกรอบแนวคิด ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ โดยนำทฤษฎีการเรียนรู้สรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) มากำหนดเป็นกรอบแนวคิดทฤษฎี ดังนี้

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist)

1. การเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือกับบุคคลผู้อื่นก็ได้ และผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย (Driver and Bell,1986)

2. ความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) และความอยากรู้อยากเห็น เป็นกลไกหลักสองประการที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ ความขัดแย้งทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive restructuring) (Underhill,1991)

3. พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบ ข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Carin, 1992)

4. การเรียนการสอน ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการเรียนรู้ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติเอง ครูทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน (Devries, 1992)

การเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

การเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นรูปแบบการเรียนหนึ่งที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist)

1. วงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนของ Olenick (2005) ประกอบด้วย การสำรวจ (Exploration) การพัฒนามโนทัศน์ (Concept Development) และ การประยุกต์ใช้ (Application)

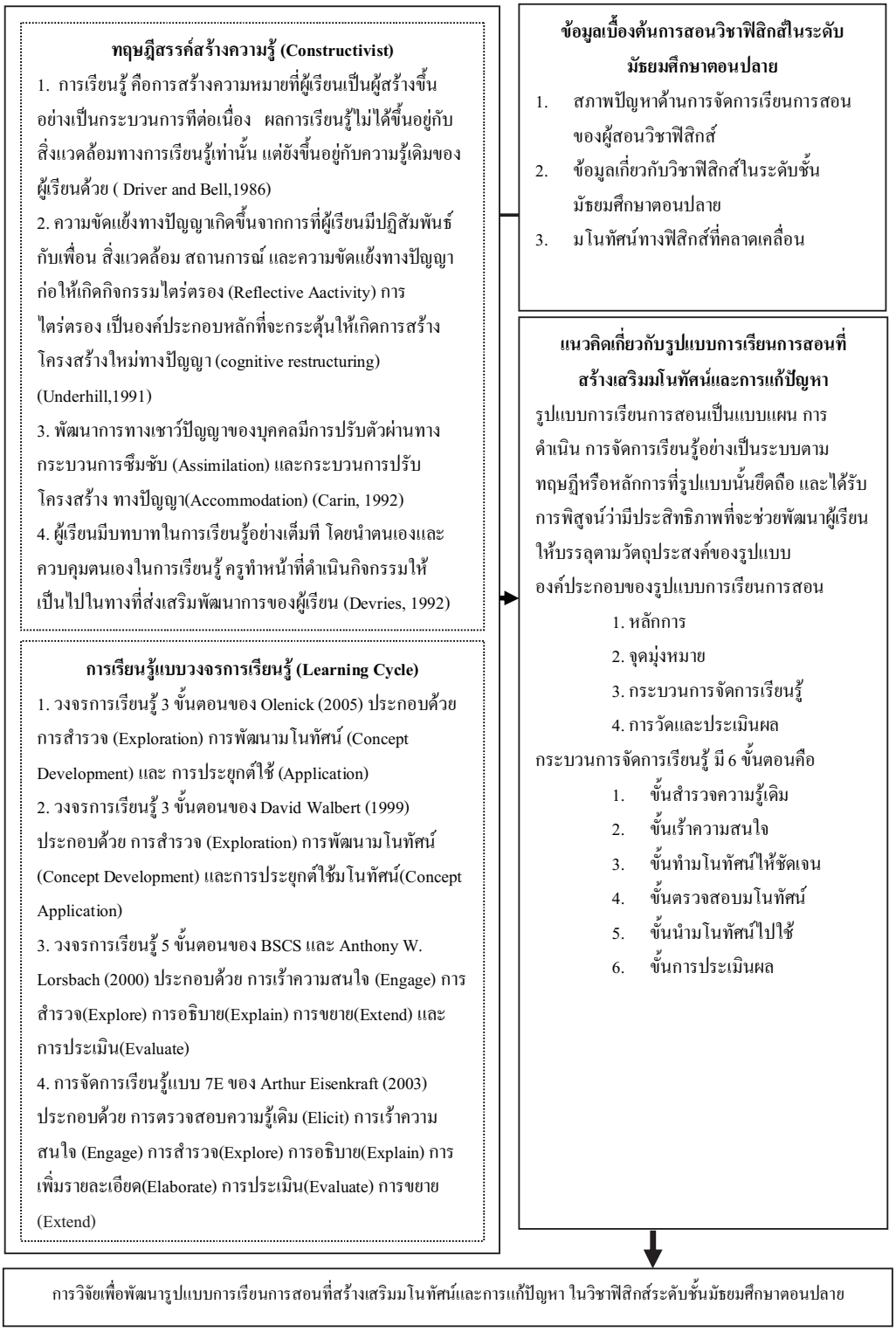
2. วงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนของ David Walbert (1999) ประกอบด้วย การสำรวจ (Exploration) การพัฒนามโนทัศน์(Concept Development) และการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application)

3. วงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนของ BSCS และ Anthony W. Lorsbach (2000) ประกอบด้วย การเร้าความสนใจ (Engage) การสำรวจ(Explore) การอธิบาย(Explain) การขยาย (Extend) และการประเมิน(Evaluate)

4. การจัดการเรียนรู้แบบ 7E ของ Arthur Eisenkraft (2003) ประกอบด้วย การตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) การเร้าความสนใจ (Engage) การสำรวจ (Explore) การอธิบาย (Explain) การเพิ่มรายละเอียด(Elaborate) การประเมิน(Evaluate) และการขยาย (Extend)

แผนภาพที่ 9 กรอบแนวคิดทฤษฎี (Theoretical Framework)

เมื่อได้กรอบแนวคิดทฤษฎีแล้ว ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิดของการดำเนินการวิจัย โดยนำข้อมูลจากการศึกษามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ สภาพการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และกรอบแนวคิดทฤษฎีมากำหนดกรอบแนวคิดของการดำเนินการวิจัยดังนี้



แผนภาพที่ 10 กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

2.2 กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยนำกรอบแนวคิดการวิจัยที่ได้ และวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนของนักการศึกษาหลายท่าน จากนั้นนำแนวคิดที่สอดคล้องกันมากำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วย

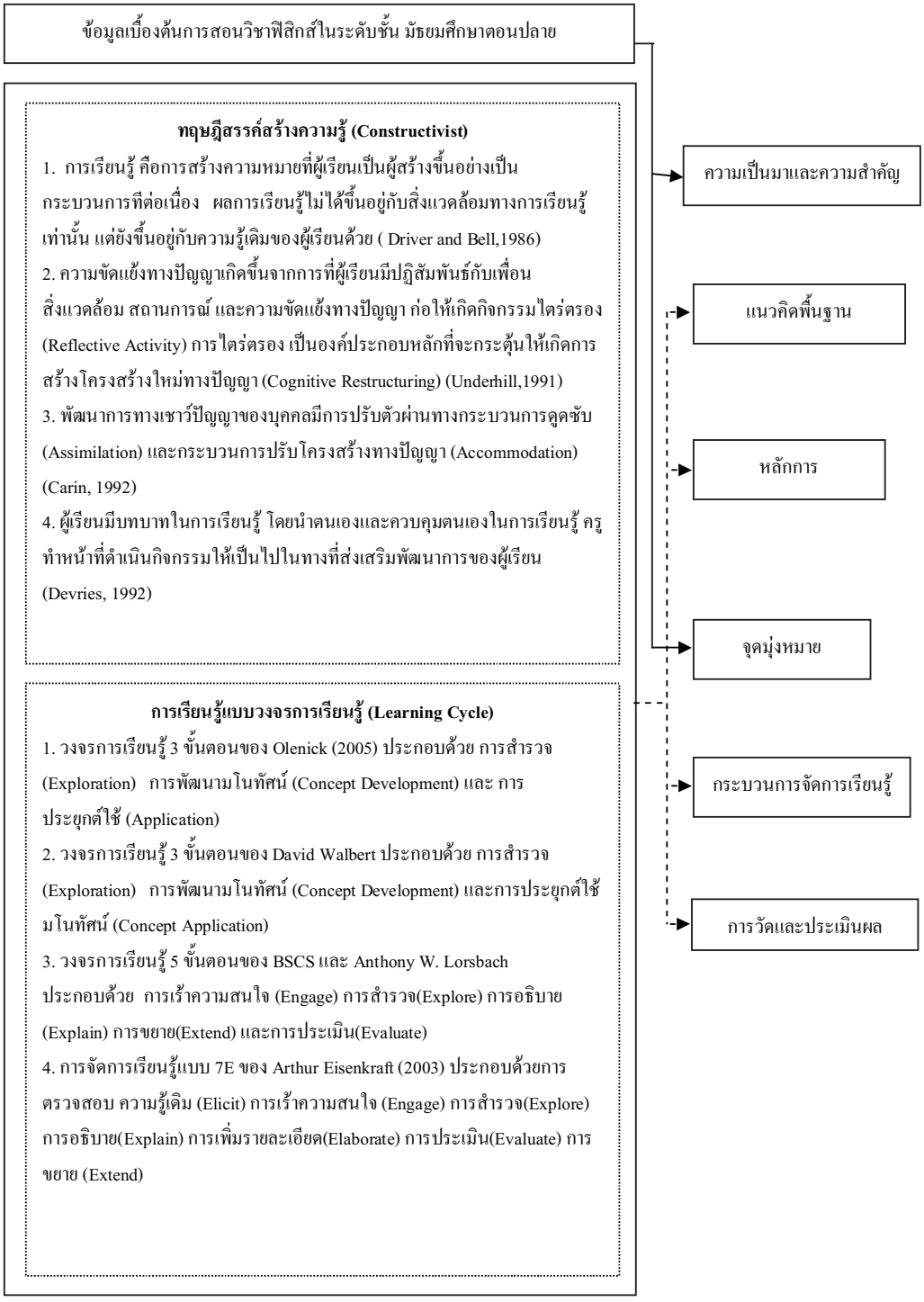
2.2.1 หลักการ

2.2.2 จุดมุ่งหมาย

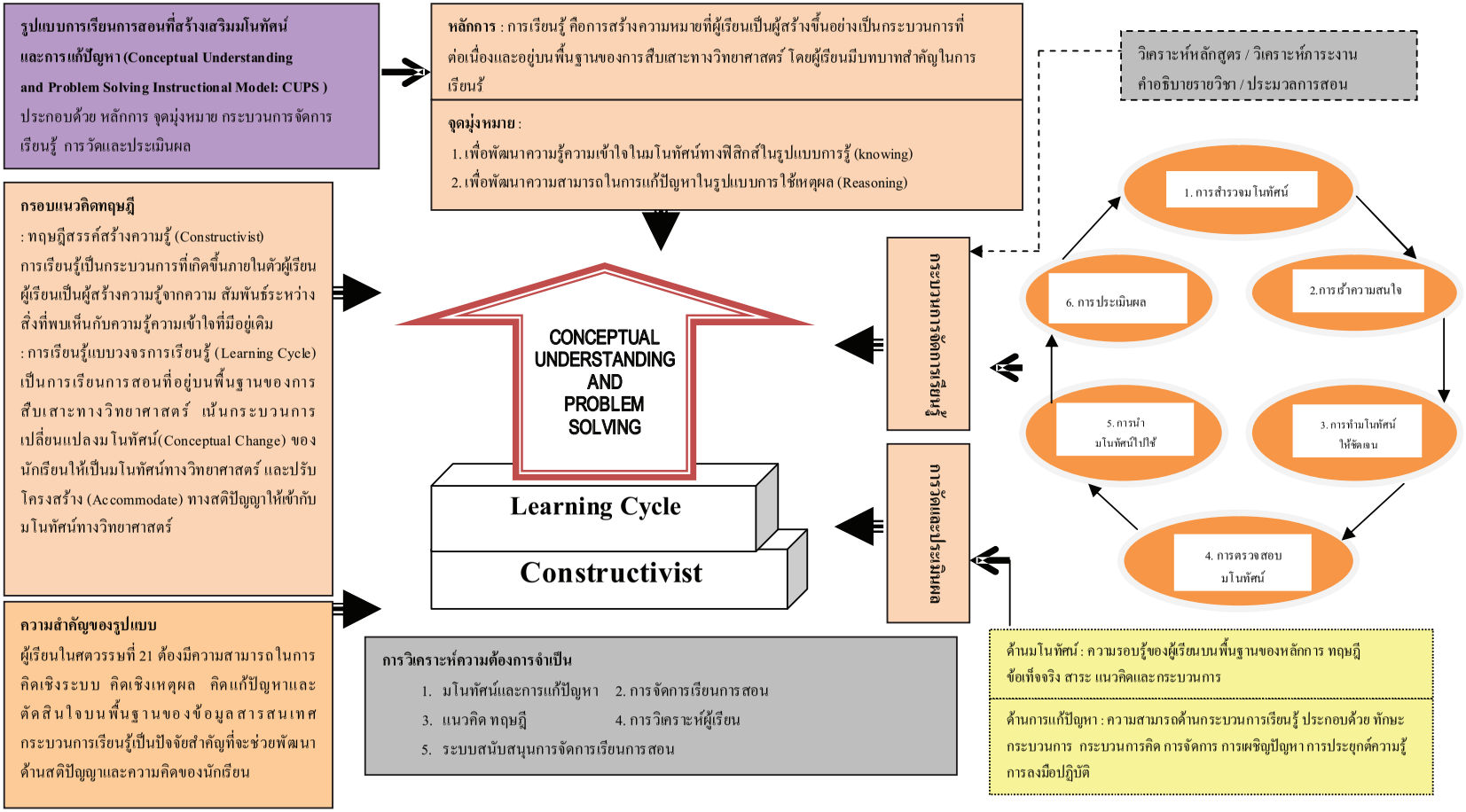
2.2.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้

2.2.4 การวัดและประเมินผล

นำมาจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนกับกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแผนภาพที่ 11 แล้วจัดทำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาฉบับร่าง ดังแผนภาพที่ 12



แผนภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเบื้องต้น แนวคิด ทฤษฎี และองค์ประกอบของรูปแบบ



แผนภาพที่ 12 ร่างรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

2.3 ระบุรายวิชาและผลการเรียนรู้ โดยการนำข้อมูลจากการศึกษาหลักสูตร มาสังเคราะห์มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ กำหนดผลการเรียนรู้ในแต่ละมโนทัศน์ กำหนดเครื่องมือและวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรและวิเคราะห์ภาระงาน และระบุรายวิชาและผลการเรียนรู้ที่จะนำไปจัดกระบวนการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษา นำผลการสังเคราะห์ไปเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คนเพื่อตรวจความเหมาะสม

2.4 การจัดทำคำอธิบายรายวิชา และประมวลการสอนรายวิชา ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำคำอธิบายรายวิชา ให้ครอบคลุมความรู้ (Knowledge) กระบวนการ (Process) และเจตคติ (Attitude) ของเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 และจัดทำประมวลการสอนรายวิชา โดยคำนึงถึงความสอดคล้องของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล แล้วนำเสนอคณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง เหมาะสม

2.5 การออกแบบการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนในการออกแบบการจัดการเรียนรู้รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ประกอบด้วย การกำหนดเนื้อหา การกำหนดวิธีสอนและสื่อการสอน และการกำหนดเครื่องมือและวิธีการในการประเมิน ดังนี้

2.5.1 การกำหนดเนื้อหา โดยศึกษาหลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายของแนวการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ครอบคลุมกรอบตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ว 4.1 ว 4.2 ว 5.1 และ ว 8.1

เนื้อหารายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 มีดังนี้ มโนทัศน์ที่ 1 สนามของแรง มโนทัศน์ที่ 2 การเคลื่อนที่ มโนทัศน์ที่ 3 คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และมโนทัศน์ที่ 4 กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์

2.5.2 การกำหนดวิธีสอนและสื่อการสอน โดยศึกษาแนวคิดทฤษฎี หลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนแนวคิด พบว่า รูปแบบการสอนกระบวนการปรับเปลี่ยนแนวคิด โดยเน้นการสืบเสาะหาความรู้ที่เป็นที่ยอมรับกันในวิชาวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธี ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) ของ Atkin and Karplus (1962) Olenick (2005) และ Anthony W. Lorsbach (2000) การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual change teaching) ของ Posner และคณะ (1982) รูปแบบการสอนแบบ 5E ของ BSCS (Bybee et al. 1997) และรูปแบบการสอน 7E ของ Eisenkraft (2003) และโมเดลการเรียนรู้เนื่องมาจากผู้เรียน (The generative learning model) ของ Osborne and Freyberg (1985) มาวิเคราะห์และปรับให้เหมาะสมกับกลุ่มที่ศึกษาโดยสร้างกระบวนการจัดการเรียนรู้ขึ้นใหม่เป็น 6 ขั้น ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ผลการวิเคราะห์และปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ 4 แผน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอนการสอน 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจความรู้เดิม เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจที่มีมาก่อนของผู้เรียน โดยผู้สอนค้นหาความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องทีจะสอน โดยการทดสอบ การสัมภาษณ์ การตอบคำถาม จำแนกความคิดเหล่านั้น นักเรียนตอบแบบสำรวจแนวคิด หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

ขั้นที่ 2 การเร้าความสนใจ ผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมที่ใช้มีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน และถามคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม

ขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เปิดการอภิปรายให้กว้างขวาง เสนอพยานหลักฐานของความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและสร้างมโนทัศน์ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรมการปฏิบัติ (Hand-On) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์ ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดโดยใช้ภาษาของตนเอง สอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน ฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

ขั้นที่ 5 การนำมโนทัศน์ไปใช้ ครูกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริง โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 การประเมินผล ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ครูสังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน และประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

ผลการกำหนดสื่อการสอน ผู้วิจัยได้สร้างและเลือกใช้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนแนวคิด และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ประกอบด้วย

สื่อและแหล่งเรียนรู้ สื่อที่เป็นวัสดุ ประกอบด้วย ใบความรู้ ใบงาน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ CD – ROM แหล่งเรียนรู้ประกอบด้วย ห้องสมุดของโรงเรียน ห้องปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ Website ต่าง ๆ และพิพิธภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

2.5.3 การกำหนดเครื่องมือและวิธีการประเมิน ผู้วิจัยใช้การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้(Constructivist) เป็นพื้นฐาน การวัดและประเมินผล ประกอบด้วย 1) ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำการสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยใช้แบบทดสอบและการสัมภาษณ์ 2) ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยวัดและประเมินผลโดยการทดสอบด้วยการปฏิบัติ (Performance – Based Assessment) จากงานและภาระงานที่นักเรียนดำเนินการ 3) หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ เป็นแบบทดสอบทั้งปรนัยและอัตนัย และการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ ด้วยประเด็นคำถามเดียวกันกับแบบทดสอบ ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และประเด็นการสัมภาษณ์เป็นชุดเดียวกันกับก่อนการจัดการเรียนรู้

3. การจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการจัดทำเอกสารคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้สอนหรือผู้ที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาไปใช้ได้เข้าใจถึง ความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน องค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบของรูปแบบ ตลอดจนรายละเอียดในการจัดการเรียนการสอนตามที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เอกสารคู่มือรูปแบบการเรียนการสอนมีองค์ประกอบดังนี้

3.1 ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน

3.2 แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

3.3 หลักการ

3.4 จุดมุ่งหมาย

3.5 กระบวนการจัดการเรียนรู้

3.6 การวัดและประเมินผล

3.7 แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

3.8 เงื่อนไขในการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

3.9 สิ่งที่ผู้สอนต้องศึกษา

3.10 วิธีการปฏิบัติเพื่อจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 การพัฒนา (Development)

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนและจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบแล้ว ได้ดำเนินการพัฒนาและปรับปรุง รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือวัดผลและวิธีการรวบรวมข้อมูล โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบฯ และแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหา รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน1 มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับ ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้(Constructivist) ทฤษฎีและหลักการพัฒนามโนทัศน์ ทฤษฎีการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) กระบวนการปรับเปลี่ยนแนวคิด ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระแกนกลางจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาในด้านกิจกรรมการเรียนรู้และความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

1.1.2 วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ที่ได้ศึกษานำมาสังเคราะห์ เพื่อกำหนดองค์ประกอบ และสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

1.1.3 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน คือ แผนที่1 มโนทัศน์เรื่องสนามของแรง แผนที่ 2 มโนทัศน์เรื่องการเคลื่อนที่ แผนที่ 3 มโนทัศน์เรื่องคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และแผนที่ 4 มโนทัศน์เรื่องกัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

1.1.3.1 จุดประสงค์และผลการเรียนรู้ เป็นข้อความที่เป็นวัตถุประสงค์ของเรื่องและวัตถุประสงค์ของการสอนที่มุ่งให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ซึ่งสะท้อนถึงความรู้ความสามารถอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ เมื่อจบหน่วย

1.1.3.2 ความรู้พื้นฐาน /ประสบการณ์เดิม เป็นข้อความที่บรรยายถึงประสบการณ์ที่มีมาก่อนหรือความรู้ที่นักเรียนต้องมี เพื่อเป็นพื้นฐานในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จ

1.1.3.3 สาระการเรียนรู้ เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แนวคิดและหลักการที่ต้องการให้นักเรียนเรียนรู้

1.1.3.4 กิจกรรมการเรียนการสอน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ขั้นสำรวจความรู้เดิม ขั้นเร้าความสนใจ ขั้นทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้ และขั้นการประเมินผล

1.1.3.5 สื่อและแหล่งเรียนรู้ เป็นสื่อวัสดุและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนและผู้สอนใช้

1.1.3.6 การวัดและประเมินผล เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง ประเมิน 3 ระยะ คือ 1) ก่อนการจัดการเรียนรู้ เป็นการสำรวจความรู้เดิมก่อนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 เพื่อตรวจสอบมโนทัศน์ที่มีมาก่อนของผู้เรียน 2) ระหว่างการจัดการเรียนรู้เป็นการประเมินมโนทัศน์และการแก้ปัญหาจากงาน (Job) และภาระงาน (Task) ที่นักเรียนทำ โดยใช้การทดสอบด้วยการปฏิบัติ (Performance – Based Assessment) และใช้เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) เพื่อปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พัฒนามโนทัศน์ทางฟิสิกส์และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และ 3) หลังการจัดการเรียนรู้ เป็นการวัด มโนทัศน์และการแก้ปัญหาหลังการจัดกระบวนเรียนในแต่ละมโนทัศน์ เพื่อตัดสินความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน

1.1.3.7 ข้อเสนอแนะ เป็นส่วนที่ให้คำแนะนำแก่ผู้สอนในการจัดเตรียมสื่อและกิจกรรมที่อาจจำเป็นต้องเตรียมหรือทำการศึกษาล่วงหน้าก่อนทำการสอนจริง

1.1.3.8 ภาคผนวก ซึ่งอาจจะเป็นใบงานในการทำกิจกรรม ใบความรู้สำหรับผู้เรียนในการศึกษาเพิ่มเติม และแบบฝึกหัดใช้ทดสอบความเข้าใจ

ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้กลุ่มควบคุม ผู้วิจัยขอความร่วมมือให้อาจารย์ประจำวิชาเป็นผู้เขียน จำนวน 4 แผน แผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มควบคุมประกอบด้วย จุดประสงค์และผลการเรียนรู้ เนื้อหา/สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล เนื้อหาวิชาที่นำมาเขียนแผนการจัดการเรียนรู้กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมาจากคำอธิบายรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 เช่นเดียวกัน การเขียนแผนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันในเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผล โดยมีสาระการเรียนรู้และจำนวนคาบที่กำหนด โดยประมาณ ดังนี้

ตารางที่ 16 แผนการจัดการเรียนรู้และจำนวนคาบเรียน รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวนคาบ	
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
1	สนามของแรง	8	8
2	การเคลื่อนที่	10	10
3	คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	7	7
4	กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์	5	5
	รวม	30	30

1.2 การตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบ และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยนำรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบ คำอธิบายรายวิชา ประมวลการสอนรายวิชา และแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์ 1 เสนอต่อคณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา และความตรงเชิงโครงสร้าง ด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.2.1 พัฒนาเครื่องมือในการประเมิน รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือในการประเมิน โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิด สำหรับผู้ประเมินให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม สำหรับประเด็นในการประเมิน ครอบคลุมองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

ประเด็นในการประเมินคุณภาพของรูปแบบและคู่มือการใช้รูปแบบ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นการประเมินความชัดเจนในการบรรยาย ความเหมาะสมของเหตุผลในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ และการใช้ภาษา

2. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เป็นการประเมินความชัดเจน ในการบรรยายแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ

3. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน เป็นการประเมินความชัดเจน ความเหมาะสม ความสอดคล้องและการใช้ภาษาในการเขียนบรรยายเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

4. การนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ เป็นการประเมินรายละเอียด ของคู่มือการใช้รูปแบบ ในประเด็นความชัดเจนในการนำไปใช้ เงื่อนไขในการใช้รูปแบบ ข้อเสนอแนะก่อนนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ สิ่งที่ผู้สอนต้องศึกษา และวิธีการปฏิบัติเพื่อการจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ

ประเด็นในการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ (ภาพรวม) โดยพิจารณาจากความสมบูรณ์ขององค์ประกอบ การเรียงลำดับองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ

2. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ เวลาที่ใช้สอน ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ความรู้/ประสบการณ์พื้นฐานที่จำเป็น มโนทัศน์/เนื้อหาสาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อ/อุปกรณ์การเรียนการสอน การวัดและประเมินผล โดยพิจารณาความชัดเจนเหมาะสม สอดคล้องในการนำองค์ประกอบดังกล่าวไปปฏิบัติ

1.2.2 นำเครื่องมือในการประเมินที่สร้างขึ้น ไปให้คณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณาความครอบคลุมของประเด็นในการประเมินและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้

1.2.3 ปรับปรุงเครื่องมือในการประเมิน ตามคำแนะนำของคณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.2.4 นำรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมแบบประเมินไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง โดยกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ เป็นผู้มีความรู้ ประสบการณ์ด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ไม่น้อยกว่า 5 ปี หรือมีวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิตในสาขาวิชาฟิสิกส์หรือหลักสูตรและการสอน

1.2.5 นำเครื่องมือในการประเมินที่ได้รับจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยส่วนที่เป็นมาตราส่วนประมาณค่า นำมาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์เนื้อหา สำหรับการให้ความหมายผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมาย โดยมีค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 แสดงว่า มีความเหมาะสม/สอดคล้อง น้อยที่สุด
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 แสดงว่า มีความเหมาะสม/สอดคล้อง น้อย
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 แสดงว่า มีความเหมาะสม/สอดคล้อง ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 แสดงว่า มีความเหมาะสม/สอดคล้อง มาก
ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 แสดงว่า มีความเหมาะสม/สอดคล้อง มากที่สุด

1.2.6 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.3 การตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการเรียนการสอนโดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ 1 แผน ซึ่งพัฒนาตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นและได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในข้อ 1.2 ไปทดลองใช้(try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คนเป็นเวลา 8 คาบ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในสภาพการเรียนการสอนจริง และทำการรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และแบบทดสอบการปฏิบัติ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการวิเคราะห์เนื้อหา หลังจากนั้นปรับปรุงเพื่อนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มที่ศึกษาต่อไป

2. การพัฒนาเครื่องมือวัดและวิธีการรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ตามผลของกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ใช้ประเมินก่อนและหลังการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และแบบทดสอบการปฏิบัติ ใช้ระหว่างการจัดการเรียนการสอนของกลุ่มทดลอง

2.1 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกและอัตนัย ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด (open – ended question) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ คำตอบมีการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ให้ 2 คะแนน คำตอบให้เหตุผลถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ให้ 1 คะแนน และคำตอบมีเหตุผลคลาดเคลื่อนหรือไม่ให้เหตุผลได้ 0 คะแนน ผู้วิจัยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือเรียนฟิสิกส์ และคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์และการแก้ปัญหา

เกี่ยวกับสนามของแรง การเคลื่อนที่ คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และกัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์

2.1.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างคำถาม

2.1.3 สร้างข้อคำถามเพื่อวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ซึ่งครอบคลุม มโนทัศน์และการแก้ปัญหา ทั้ง 4 เรื่อง คือ 1) สนามของแรง 2) การเคลื่อนที่ 3) คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และ 4) กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ โดยเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 37 ข้อและเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อโดยมีสถานการณ์ให้นักเรียนอ่านและตอบคำถาม มีตารางกำหนดเนื้อหาในการสร้างแบบทดสอบส่วนที่เป็นปรนัยและเกณฑ์การให้คะแนนส่วนที่เป็นอัตนัย ดังแสดงในตารางที่ 17 และ 18

ตารางที่ 17 การกำหนดเนื้อหาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

เรื่อง	ตัวชี้วัด	ข้อสอบข้อที่
1. สนามของแรง	1.ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1,2
	2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	3,4,5
	3 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	6,7,8
	4 วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส	9,10
2. การเคลื่อนที่	1 อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	11,12,13,14
	2 สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	15,16,17 18,19,20
	3 อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	
3. คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	1 ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น	21,22,23 24,25
	2 อธิบายการเกิดคลื่นเสียงบีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	26,27,28
	3 อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน	
	4 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่น	29,30

ตารางที่ 17 (ต่อ)

เรื่อง	ตัวชี้วัด	ข้อสอบข้อที่
4. กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์	1 อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความ สัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	31
	2 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม	32,33,34,35
	3 อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และนำไปใช้ประโยชน์	36,37
	4 อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี	
	5 อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	

ตารางที่ 18 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา

ขั้นตอน	ระดับคะแนน		
	0	1	2
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาผิดหรือไม่ระบุปัญหา	ระบุปัญหาได้ ตรงประเด็น	ระบุปัญหาได้ถูกต้อง ตรงประเด็นและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้
2. วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา	ระบุปัญหาผิดหรือไม่ระบุ หรือเลือกสาเหตุของปัญหาที่สำคัญที่สุดผิด	ระบุสาเหตุของปัญหาได้ตรงประเด็นหรือมีความใกล้เคียง สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้เพียง 1 ข้อ	ระบุสาเหตุของปัญหาได้ตรงประเด็น สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ตั้งแต่ 2 ข้อขึ้นไปและเลือกสาเหตุที่สำคัญที่สุดได้
3. เสนอวิธีการแก้ปัญหา	ไม่ระบุวิธีแก้ปัญหาหรือนำเสนอวิธีแก้ปัญหาที่เป็นไปไม่ได้	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้	นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้
4. การตรวจสอบผลการแก้ปัญหา	วิเคราะห์ผลไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	วิเคราะห์ผลได้ใกล้เคียงกับวิธีการแก้ปัญหา	วิเคราะห์ผลได้ตรงประเด็นกับวิธีการแก้ปัญหา พร้อมมีเหตุผลประกอบ

2.1.4 นำคำถามที่สร้างขึ้น ตลอดจนมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรากฏในคำถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นคณาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อตรวจสอบในประเด็นความถูกต้องของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ซึ่งปรากฏในแนวคำตอบ ความเหมาะสมของข้อคำถามในการวินิจฉัยมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และการแก้ปัญหา และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายของคำถาม และความถูกต้องของคำถาม

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ พบว่า ข้อคำถามครอบคลุมและสอดคล้องกับเนื้อหา เหมาะสมในการวัดความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และมีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุงรูปภาพข้อที่ 4 และปรับแก้ข้อคำถามข้อที่ 22,28 ให้ชัดเจนขึ้น

2.1.5 แก้ไข ปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำ และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 5 คนที่มีลักษณะคล้ายกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มศึกษาและผ่านการเรียนรู้ในเรื่องต่าง ๆ มาแล้ว เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในภาษาและการสื่อความหมายของข้อคำถาม

2.1.6 นำข้อคำถามส่วนที่เป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือกจำนวน 37 ข้อและอัตนัยจำนวน 2 ข้อไปเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 73 คน (Tryout) วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อตรวจสอบ ด้านคุณภาพดัชนีความยากง่าย อำนาจจำแนกและหาคุณภาพด้านความเชื่อมั่น โดยใช้สูตร Kuder-Richardson 20 ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.88 ผู้วิจัยปรับปรุงแบบทดสอบโดยการตัดข้อคำถามที่ไม่มีคุณภาพออก 2 ข้อ คงเหลือข้อคำถามที่เป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก 35 ข้อ ส่วนที่เป็นอัตนัยจำนวน 2 ข้อใหญ่ 8 ข้อย่อย วิเคราะห์หาคุณภาพด้านความเชื่อมั่น จากสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.91 (รายละเอียดภาคผนวก จ หน้า 346) จากนั้นแก้ไขปรับปรุงข้อคำถามเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษาต่อไป

2.2 แบบทดสอบการปฏิบัติ เป็นแบบประเมินผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ตามเกณฑ์ Scoring Rubrics มีแนวการสร้างเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

2.2.1 ศึกษาแนวคิดและหลักการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน หลักการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง การวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์ แนวการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 เพื่อนำแนวคิดและหลักการทางทฤษฎีมาเป็นหลักในการสร้างเกณฑ์การให้คะแนน

2.2.2 สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแล้วนำเสนอต่อคณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พิจารณาตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง ได้เกณฑ์ในการประเมินผู้เรียน ดังตารางที่ 19 ถึง 20

ตารางที่ 19 เกณฑ์การประเมินแผนผังรูปตัววี

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**			
	ต้องปรับปรุง (1 คะแนน)	**พอใช้ (2 คะแนน)**	**ดี (3 คะแนน)**	**ดีมาก (4 คะแนน)**
1. หัวข้อปัญหา	มีหัวข้อปัญหา	หัวข้อปัญหาสอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร	หัวข้อปัญหาน่าสนใจ และสอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร	หัวข้อปัญหาน่าสนใจสอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร และมีความชัดเจน
2. ความรู้ความคิด	เขียนสาระสำคัญหลักการและมโนทัศน์	เขียนสาระสำคัญหลักการ หรือทฤษฎี และแสดงมโนทัศน์ที่เป็นส่วนประกอบของสาระสำคัญ	เขียนสาระสำคัญหลักการ ทฤษฎี หรือข้อเท็จจริงได้ถูกต้อง เสนอมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสาระสำคัญได้ถูกต้อง	เขียนสาระสำคัญหลักการ ทฤษฎีหรือข้อเท็จจริงได้ถูกต้องสมบูรณ์ บอกมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสาระสำคัญได้ถูกต้องและครบถ้วน
3. กระบวนการเรียนรู้	จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติสอดคล้องกับหัวข้อปัญหาหรือเรื่องที่ศึกษา	จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติได้สอดคล้องกับหัวข้อปัญหาหรือเรื่องที่ศึกษาและสาระสำคัญ	จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติที่สอดคล้องกับสาระสำคัญ บันทึกผลการทำกิจกรรมถูกต้องครบถ้วน	จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติที่สอดคล้องกับสาระสำคัญ บันทึกผลการทำกิจกรรมถูกต้องครบถ้วน สรุปผลตรงตามข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม
4. ผลการเรียนรู้	มีการสรุปผลการเรียนรู้	สรุปผลการเรียนรู้ได้ตรงตามหัวข้อปัญหาหรือคำถามนำ	สรุปได้ตรงกับหัวข้อปัญหา หรือคำถามนำได้ครบทุกประเด็น	สรุปได้ตรงตามหัวข้อปัญหาหรือคำถามนำได้ครบถ้วนทุกประเด็น และมีความชัดเจน

ตารางที่ 20 เกณฑ์การประเมินการออกแบบการทดลอง

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**			
	ต้องปรับปรุง (1 คะแนน)	**พอใช้ (2 คะแนน)**	**ดี (3 คะแนน)**	**ดีมาก (4 คะแนน)**
1. การวางแผนวิธีการดำเนินการทดลอง	ไม่สามารถวางแผนและออกแบบการทดลองได้เอง ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการวางแผนการทดลอง การออกแบบการทดลอง การเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์	วางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองได้แต่ไม่เหมาะสมกับเวลา ต้องให้ความช่วยเหลือในการเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์	วางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมกับเวลา แต่การเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครบถ้วน	วางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสมกับเวลา สามารถเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้องเหมาะสม ครบถ้วน
2. การปฏิบัติการทดลอง	ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	ต้องให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	ดำเนินการทดลองได้เอง แต่ต้องการคำแนะนำการใช้อุปกรณ์เป็นบางครั้ง	ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เองอย่างถูกต้อง
3. ความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง	ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้บางชิ้นชำรุดเสียหาย	ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด แต่ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและไม่มีการเสียหาย	ทำการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ทันเวลาที่กำหนด แต่ยังต้องการคำแนะนำการใช้อุปกรณ์บ้างเป็นครั้งคราว	ดำเนินการทดลองและใช้อุปกรณ์ทำการทดลองได้เหมาะสม มีความปลอดภัยและทำได้เสร็จทันเวลา
4. การนำเสนอ (บันทึกผลการทดลอง และเขียนรายงานการทดลอง)	ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง รวมทั้งเขียนรายงานการทดลอง	ต้องให้คำแนะนำเป็นบางครั้งในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทอลง รวมทั้งการเขียนรายงานการทดลอง	บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองได้เอง เขียนรายงานการทดลองแต่ยังไม่เป็นขั้นตอนที่สมบูรณ์	บันทึกการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้องรัดกุม เขียนรายงานการทดลองได้อย่างสมบูรณ์เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน

ตารางที่ 21 เกณฑ์การประเมินรายงานการสืบค้นข้อมูล

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**			
	ต้องปรับปรุง (1 คะแนน)	**พอใช้ (2 คะแนน)**	**ดี (3 คะแนน)**	**ดีมาก (4 คะแนน)**
1. การบอกที่มาและแสดงจุดประสงค์	บอกความสำคัญและที่มาของปัญหา	บอกความสำคัญและที่มาของปัญหา แสดงจุดประสงค์ของผลงานที่นำเสนอ	บอกความสำคัญและที่มาของปัญหาอย่างถูกต้องและจุดประสงค์ของผลงานที่นำเสนอ	บอกความสำคัญและที่มาของปัญหาอย่างถูกต้องและแสดงจุดประสงค์ของผลงานที่นำเสนออย่างชัดเจน
2. การแสดงแนวคิด	แสดงแนวคิดหลัก	แสดงแนวคิดหลักได้ถูกต้องแต่ไม่ครอบคลุมตามจุดประสงค์	แสดงแนวคิดหลักได้ถูกต้องครอบคลุมตามจุดประสงค์	แสดงแนวคิดหลักได้อย่างชัดเจนถูกต้องเหมาะสมและสัมพันธ์กับจุดประสงค์
3. การเรียบเรียงเนื้อหา	เนื้อหาถูกต้อง	เนื้อหาถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์	เนื้อหาถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์และสัมพันธ์กัน	ลำดับเนื้อหาและเชื่อมโยงความรู้ได้ถูกต้อง มีประเด็นสำคัญครบถ้วนชัดเจนเข้าใจง่าย
4. การใช้ภาษา	ใช้ภาษาไม่เหมาะสมและสะกดคำไม่ถูกต้อง	ใช้ภาษาถูกต้อง แต่ไม่มีการยกตัวอย่างรูปภาพ แผนภาพ	ใช้ภาษาถูกต้อง มีการยกตัวอย่างรูปภาพ แผนภาพประกอบ	ใช้ภาษาถูกต้อง มีการยกตัวอย่างรูปภาพ แผนภาพประกอบอย่างสมบูรณ์
5. การอ้างอิงแหล่งเรียนรู้	อ้างอิงแหล่งการเรียนรู้	อ้างอิงแหล่งการเรียนรู้ได้ถูกต้อง	อ้างอิงแหล่งการเรียนรู้ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน	อ้างอิงแหล่งการเรียนรู้ได้ถูกต้องครบถ้วน

ตารางที่ 22 เกณฑ์การประเมินการสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบ Concept map

รายการประเมิน	**ระดับคุณภาพ**			
	ต้องปรับปรุง (1 คะแนน)	**พอใช้ (2 คะแนน)**	**ดี (3 คะแนน)**	**ดีมาก (4 คะแนน)**
1. การใช้ประพจน์หรือคำเชื่อม	มีการใช้คำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้าด้วยกัน	มีการใช้คำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้าด้วยกันทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีความถูกต้องบางส่วน	ใช้คำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้าด้วยกันทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีความถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมด	ใช้คำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้าด้วยกันทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีความถูกต้องทั้งหมด
2. ลำดับขั้น	มีการลำดับขั้นของแต่ละมโนทัศน์	การลำดับขั้นของแต่ละมโนทัศน์ในแต่ระดับมีความสมเหตุสมผลบางส่วน	การลำดับขั้นของแต่ละมโนทัศน์ในแต่ระดับมีความสมเหตุสมผลทั้งหมด	การลำดับขั้นของแต่ละมโนทัศน์ในแต่ระดับมีความสมบูรณ์และสมเหตุสมผลทั้งหมด
3. การเชื่อมโยงข้ามชุดของมโนทัศน์	มีการเชื่อมโยงข้ามชุดของมโนทัศน์	การเชื่อมโยงข้ามชุดของมโนทัศน์มีความถูกต้อง	การเชื่อมโยงข้ามชุดของมโนทัศน์มีความถูกต้องมีความหมายและสมเหตุสมผลบางส่วน	การเชื่อมโยงข้ามชุดของมโนทัศน์มีความถูกต้องมีความหมายและสมเหตุสมผลทั้งหมด
4. การยกตัวอย่าง	มีการยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ	การยกตัวอย่างวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ สอดคล้องกับมโนทัศน์ บางมโนทัศน์	การยกตัวอย่างวัตถุหรือเหตุการณ์สอดคล้องกับมโนทัศน์	การยกตัวอย่างวัตถุหรือเหตุการณ์ต่างๆ มีความสมบูรณ์และสอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น ๆ

ตารางที่ 23 เกณฑ์การประเมินการสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบ Mind map

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ต้องปรับปรุง (1 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	ดีมาก (4 คะแนน)
1. ความกว้างของเนื้อหา	ความกว้างของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 20 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้	ความกว้างของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 40 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้	ความกว้างของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 60 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้	ความกว้างของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 80 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้
2. ความลึกของเนื้อหา	ความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 20 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้	ความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 40 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้	ความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 60 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้	ความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 80 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้
3. การใช้ยุทธวิธี	ใช้สีที่ตัวกลาง	ใช้สีที่ตัวกลาง 2 สีขึ้นไป เนื้อเรื่องกลุ่มเดียวกันใช้สีเดียวกัน	ใช้สีที่ตัวกลาง 2 สีขึ้นไป เนื้อเรื่องกลุ่มเดียวกันใช้สีเดียว กัน มีภาพหรือสิ่งที่น่าสนใจแทนคำสำคัญ	ใช้สีที่ตัวกลาง 2 สีขึ้นไป เนื้อเรื่องกลุ่มเดียวกันใช้สีเดียว กัน มีภาพหรือสิ่งที่น่าสนใจแทนคำสำคัญ มีการเชื่อมโยงความคิดด้วยลูกศร

2.2.3 นำเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าวไปใช้กับนักเรียน(Tryout) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คนซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.2.4 การประเมินผลงานในแต่ละชิ้นประเมินโดยผู้วิจัยและครูผู้สอนกลุ่มควบคุมอีก 1 คน คำนวณหาความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินโดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน หาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินด้วยวิธีหาค่าความสอดคล้องภายใน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา(α - Coefficient)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบประเมินการปฏิบัติงานและผลงาน พบว่าค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินเท่ากับ .91 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา

(α - Coefficient) มีค่าเท่ากับ .99 นำผลการวิเคราะห์ มาปรับปรุงแบบทดสอบก่อนนำไปใช้กับกลุ่มที่ศึกษา

2.2.5 นำเกณฑ์การให้คะแนนมาสอบถาม ทำความตกลงกับกลุ่มทดลองก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้การวัดและประเมินผลเป็นไปตามกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาศักยภาพด้านต่าง ๆ ของนักเรียนและเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน

จากขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาการจัดการเรียนรู้สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการดำเนินการได้ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
การออกแบบ (Design)	1.เพื่อศึกษาระบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 2. เพื่อวิเคราะห์งานและภาระงาน	- การสังเคราะห์เอกสาร - การสังเคราะห์เอกสาร -สอบถามผู้เชี่ยวชาญ	เอกสารเกี่ยวกับการวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์ -เอกสารเกี่ยวกับการวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์ -ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 คน	- แบบวิเคราะห์เอกสาร - แบบวิเคราะห์เอกสาร -แบบสอบถาม	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
	3. กำหนดกรอบแนวคิด ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน	- การวิเคราะห์เอกสาร	-เอกสาร ทฤษฎีการเรียนรู้สรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) และการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle)	- แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)
	4. กำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน	- การวิเคราะห์เอกสาร	- ผลการวิเคราะห์กรอบแนวคิด - เอกสารแนวคิดการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ - ข้อมูลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์	- แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)
	5.. ระบุรายวิชาและผลการเรียนรู้	- การวิเคราะห์เอกสาร - สอบถามผู้เชี่ยวชาญ	-หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 และ 5 - ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 คน	- แบบวิเคราะห์เอกสาร - แบบสอบถาม	การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/ กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
	6. จัดทำคำอธิบายรายวิชาและประมวลการสอนรายวิชา	- การวิเคราะห์ - การสอบถาม	ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนฟิสิกส์ 5 คน	แบบสอบถาม	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)
	7. เพื่อออกแบบการจัดการเรียนรู้	- การวิเคราะห์เอกสาร	-หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 และ 5 - เอกสารรูปแบบการสอนแบบวงจร การเรียนรู้ (Learning Cycle) การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ (Conceptual Change Teaching) การประเมินผลตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist)	แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)
	8. จัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน	- การวิเคราะห์เอกสาร		แบบวิเคราะห์เอกสาร	การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ตารางที่ 24 (ต่อ)

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/ กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
การพัฒนา (Development)	1.เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบ และแผนการจัดการเรียนรู้	- การวิเคราะห์ - ตรวจสอบความตรงตามเนื้อและความตรงตามโครงสร้าง - ตรวจสอบคุณภาพโดยการทดลองใช้	- เอกสาร - ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 40 คน	- แบบประเมินความสอดคล้อง -แบบทดสอบการปฏิบัติงาน	- การวิเคราะห์เนื้อหา - ค่าสถิติพื้นฐาน
	2. เพื่อพัฒนาเครื่องมือวัดผลและประเมินผล	- การวิเคราะห์ - ตรวจสอบความตรงตามเนื้อและความตรงตามโครงสร้าง - ตรวจสอบคุณภาพโดยการทดลองใช้	- เอกสาร - ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน - นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 73 คน	- แบบประเมินความสอดคล้อง	- ค่าสถิติพื้นฐาน - ค่าความเชื่อมั่น และค่าอำนาจจำแนก

ระยะที่ 3 การนำไปใช้ (Implementation)

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาตามลำดับขั้นของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ ไปทดลองใช้ในสภาพจริง ส่วนการประเมินผลการจัดการเรียนรู้เป็นการเปรียบเทียบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นตัวแปรที่ศึกษาระหว่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนปกติ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยเตรียมการทดลองใช้ โดยการเตรียมกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา2552 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน

1. การกำหนดประชากร

การศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยกำหนดให้ ประชากรเป็นผู้เรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 120 คน

2. การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ซึ่งเรียนรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 จำนวน 2 ห้องเรียนรวม 80 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 เลือกโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา เป็นโรงเรียนสำหรับนำรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ เนื่องจากมีคุณลักษณะดังนี้ 1) โรงเรียนมีความพร้อมด้านเทคโนโลยี สื่อการเรียนการสอน และแหล่งเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้มโนทัศน์และการแก้ปัญหา 2) ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่เป็นนักเรียนโรงเรียนสาธิตเกษตรฯ ที่เรียนมาตั้งแต่ระดับประถมศึกษา และมีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับปานกลางเมื่อเทียบกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และผู้วิจัยสามารถควบคุมตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความเที่ยงภายในสูงสุด

2.2 เลือกรายวิชาที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ ผู้วิจัยเลือกรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ซึ่งเป็นรายวิชาแรกที่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรียนฟิสิกส์ และเป็น

พื้นฐานในการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับที่สูงขึ้นไป โดยโรงเรียนจัดสอน 3 ห้องเรียน แบบคละความสามารถ

2.3 สุ่มห้องเรียนเพื่อจัดเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองโดยใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เนื่องจากการจัดชั้นเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนเป็นแบบคละความสามารถโดยใช้ผลสัมฤทธิ์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเกณฑ์ คละพฤติกรรมและเพศ ดังนั้นในแต่ละห้องเรียนจึงมีจำนวนและความสามรถเท่าเทียมกัน ผลการสุ่มได้ ห้อง ม.4/1 เป็นกลุ่มควบคุม และห้อง ม.4/2 เป็นกลุ่มทดลอง

3. การชี้แจงนักเรียนกลุ่มทดลอง

3.1 ชี้แจงนักเรียนให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ให้เป็นมโนทัศน์ทางด้านวิทยาศาสตร์และมีความสามารถในการแก้ปัญหา

3.2 ชี้แจงลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บทบาทของนักเรียน บทบาทของผู้สอน

3.3 แนะนำผู้เรียนในการใช้แหล่งทรัพยากรทั้งทางด้านกายภาพ และข้อสารสนเทศซึ่งจะส่งเสริมการเรียนรู้ แนะนำการใช้เครื่องมือ (tools) การจัดหาเครื่องมือ (equipment) วัสดุต่าง ๆ รวมทั้งการพิจารณาประเมินข้อสารสนเทศจากแหล่งทรัพยากร

3.4 ชี้แจงเกณฑ์การวัดและประเมินผลให้นักเรียนทราบถึงการประเมินมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

3.5 ในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้คำแนะนำและสนับสนุนผู้เรียนให้ประสบความสำเร็จในการเรียน จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียน และบันทึกความก้าวหน้าของผู้เรียน

ขั้นที่ 2 การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน

หลังจากการเตรียมก่อนการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยการชี้แจงและแนะนำกลุ่มที่ศึกษาแล้ว ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน1 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในสถานการณ์จริง จัดการเรียนการสอนทั้งสิ้น 15 สัปดาห์ ๆ ละ 2 คาบ รวม 30 คาบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 วัตถุประสงค์การทดลอง ศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน รายวิชา ว 31101 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 เพื่อพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมตอนปลาย

2.2 แบบแผนการทดลอง การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น เป็นการทดลองแบบกึ่งทดลอง (Quasi– Experiment Design) ที่มีกลุ่มควบคุมและมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Pretest – Posttest Control Group Design) ดังแบบแผนการทดลอง ดังนี้

E	O_1	X	O_2
C	O_3		O_4

E คือ กลุ่มทดลอง
C คือ กลุ่มควบคุม
O_1 O_3 คือ ผลที่วัดได้จากระยะก่อนการทดลอง
O_2 O_4 คือ ผลที่วัดได้จากระยะหลังการทดลอง
X คือ ตัวแปรจัดกระทำ (รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น)

2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เป็นเครื่องมือที่ได้รับการพัฒนาและหาประสิทธิภาพมาแล้วจากระยะที่ 2 ขั้นที่ 2 การพัฒนา (Development) ประกอบด้วย

2.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผนใช้เวลาในการสอน 30 คาบ

2.3.2 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

2.3.3 แบบทดสอบการปฏิบัติ

2.4 การรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยมีขั้นตอนการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

2.4.1 ก่อนนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คะแนนที่ได้จากการทดสอบ ผู้วิจัยนำมาทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่าที (t – test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 เพื่อต้องการทราบว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหา แตกต่างกันหรือไม่ และเพื่อนำผลการทดสอบมากำหนดวิธีวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสม

2.4.2 ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 แก่กลุ่มทดลอง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องที่ 2 จำนวน 40 คน และอาจารย์ประจำวิชาซึ่งมีวุฒิการศึกษาและประสบการณ์ในการสอนเท่ากับผู้วิจัยเป็นผู้สอนกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องที่ 1 จำนวน 40 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ของนักเรียน

โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 80 คน และใช้เนื้อหาเดียวกันทั้ง 2 กลุ่ม

2.4.3 ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในระยะเวลา 15 สัปดาห์หลังของภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 โดยเริ่มจากการชี้แจงและทำความเข้าใจกับ อาจารย์ประจำวิชา นักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มควบคุม เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการวัดและประเมินผล บทบาทของนักเรียน บทบาทของผู้สอน

การดำเนินการสอนในกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยผู้วิจัย และกลุ่มควบคุมซึ่งสอนโดยอาจารย์ประจำวิชา ดำเนินการดังนี้

1. กลุ่มทดลองผู้วิจัยดำเนินการสอนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจความรู้เดิม ผู้สอนค้นหาความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องที่จะสอน

ขั้นที่ 2 การเร้าความสนใจ ผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม และถามคำถามปลายเปิด

ขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรม การปฏิบัติ (Hand-On) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์ ผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาของตนเอง สอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน

ขั้นที่ 5 การนำมโนทัศน์ไปใช้ ผู้สอนกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ

ขั้นที่ 6 การประเมินผล นักเรียนประเมินความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถของตนเอง ครูสังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน และประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

2. กลุ่มควบคุม อาจารย์ประจำวิชา ดำเนินการสอนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามคู่มือครู ของสสวท. โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน สนทนาและทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนเพื่อนำเข้าสู่เนื้อหาสาระต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นสอน ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระ โดยผู้สอนใช้วิธีการสอนหลัก 3 วิธี คือ การบรรยายและซักถามประกอบการบรรยาย การอภิปราย และการยกตัวอย่าง

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียนนั้น ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นวัดและประเมินผล ผู้สอนตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนโดยการตรวจแบบฝึกหัดที่มอบหมายให้นักเรียนทำ ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ รวมทั้งประเมินผลงานและการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้รับมอบหมายจากผู้สอน

2.4.4 จัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนด รวมทั้งเก็บข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

2.4.4.1 ข้อมูลจากแบบทดสอบการปฏิบัติ ในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการจัดการเรียนรู้ (6 ขั้นตอน) ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยและครูผู้สอนอีก 1 คน นำมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ โดยประเมินนักเรียนทุกคนและทุกภาระงาน จากนั้นสรุปและวิเคราะห์ข้อมูลจากจากงาน (Task) ภาระงาน(Job) ที่แสดงถึงผลจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และพัฒนาการของผู้เรียน ที่มีต่อความสามารถในด้านความเข้าใจใน มโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหา

2.4.4.2 ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และการแก้ปัญหา เก็บข้อมูลโดยใช้แบบทดสอบ และการสัมภาษณ์ โดยการตรวจสอบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ในแต่ละมโนทัศน์ ก่อนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 การสำรวจมโนทัศน์เดิม และหลังการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 6 การประเมินผล เพื่อวิเคราะห์การพัฒนามโนทัศน์ของนักเรียนและใช้แบบทดสอบหลังเรียนวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา หลังจากการจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ สำหรับการสัมภาษณ์ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์มโนทัศน์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์มโนทัศน์จากการตอบแบบทดสอบของนักเรียนให้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากประเมินการปฏิบัติและผลงาน นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจแบบทดสอบและการสัมภาษณ์ในการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 1 และ 6 และข้อมูลจากแบบทดสอบหลังเรียนมาวิเคราะห์

2.4.5 หลังการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบความเข้าใจใน มโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหา ในรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 หลังการเรียนการสอนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยเครื่องมือและวิธีการเดียวกับการตรวจสอบก่อนการเรียนการสอน คือ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และระหว่างการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง ในประเด็นมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหา นำข้อมูลมาวิเคราะห์ ดังนี้

1. ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ซึ่งได้จากการประเมินกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

1.1 เปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์ ก่อนและหลังการทดลองของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ด้วยการทดสอบค่าที (t-test)แบบ Paired samples t – test

1.2 เปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์หลังการทดลอง ของผู้เรียนกลุ่มทดลอง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามแบบปกติ ด้วยการใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยมีคะแนนทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ ก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

1.3 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังการทดลองของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นด้วยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Paired samples t – test

1.4 เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของผู้เรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนตามแบบปกติ ด้วยการใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) โดยมีคะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

1.5 หาค่าประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนจากเกณฑ์พัฒนาการของผู้เรียนจากความสัมพันธ์ (Hovland et al. 1949, อ้างถึงใน Goodman, Fletcher and Schneider1980 : 30-34)

E.I. = [(Posttest Score) - (Pretest Score)] / (Maximum Possible Score- Pretest Score)

เมื่อ E.I. (Effectiveness index) แทน ค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบ

Pretest Score แทน คะแนนสอบก่อนใช้รูปแบบ

Posttest Score แทน คะแนนสอบหลังใช้รูปแบบ

Maximum Possible Score แทน คะแนนสูงสุดที่เป็นไปได้ของรูปแบบ

โดยใช้เกณฑ์ ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป

2. ข้อมูลจากแบบทดสอบการปฏิบัติ และข้อมูลจากแบบทดสอบหลังเรียน ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้จากการประเมินกลุ่มทดลองในระหว่างการจัดการเรียนรู้

2.1 ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน (E_1/ E_2) โดยการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลผลิต (E_2) โดยที่ E_1 ได้จากคะแนนการปฏิบัติงานและผลงาน และ E_2 ได้จากคะแนนทดสอบหลังเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ ใช้เกณฑ์ 80/80

2.2 ประเมินความเชื่อมั่นของเกณฑ์การประเมิน จากการหาความสัมพันธ์ในการให้คะแนนของผู้ประเมินโดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน(Pearson's Product Moment Coefficient of Correlation)

จากขั้นตอนการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปดำเนินการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการได้ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ขั้นตอนการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปดำเนินการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. การดำเนินการจัดการเรียนรู้	ทดลองใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางฟิสิกส์	1. ชี้แจงนักเรียนกลุ่มทดลอง 2. ประเมินก่อนการทดลองในสัปดาห์ที่ 1 3. ดำเนินการทดลองและประเมินระหว่างการทดลองสัปดาห์ที่ 2- 14 4. สัปดาห์ที่ 15 ประเมินหลังการทดลอง	นักเรียนระดับชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 2 ห้อง รวม 80 คน	-แผนการจัดการเรียนรู้ -แบบ ทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา -แบบ ทดสอบการปฏิบัติ	
2. การประเมินผลการจัดการเรียนรู้	1. เพื่อประเมินผลด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์	1. เปรียบเทียบคะแนนทดสอบด้านมโนทัศน์จากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	นักเรียนระดับชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 2 ห้อง รวม 80 คน	แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา	1. ข้อมูลจากแบบทดสอบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

ตารางที่ 25 (ต่อ)

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/ กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
		2. เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม			ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) t-test
	2. เพื่อประเมินผลด้านความสามารถในการแก้ปัญหา	1. เปรียบเทียบคะแนนทดสอบด้านความสามารถในการแก้ปัญหาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง 2. เปรียบเทียบคะแนนทดสอบด้านความสามารถในการแก้ปัญหาแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา หลังเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	นักเรียนระดับชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 2 ห้อง รวม 80 คน	-แผนและนวัตกรรมการเรียนรู้ -แบบ ทดสอบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์	1. ข้อมูลจากแบบทดสอบมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) t-test
	3. เพื่อประเมินประสิทธิผลและประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน	1. หาค่าประสิทธิผลจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา 2. ประเมินความเข้าใจมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาจากงาน(job) / ภาระงาน(task) แต่ละมโนทัศน์ และคะแนนทดสอบหลังเรียนในแต่ละหน่วย	นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน ห้อง รวม 40 คน	-แบบประเมินการปฏิบัติงานและผลงาน	หาประสิทธิผลและประสิทธิภาพของรูปแบบ (E_1/ E_2)
	4. ประเมินความเชื่อมั่นเกณฑ์การประเมินของแบบทดสอบการปฏิบัติ	1. หาค่าความเชื่อมั่นในการให้คะแนนของผู้ประเมิน	นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน ห้อง รวม 40 คน	-แบบทดสอบการปฏิบัติ	วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

ระยะที่ 4 การประเมิน (Evaluation)

เป็นกระบวนการที่เป็นระบบในการได้มาของข้อมูล และกระบวนการใช้สารสนเทศเพื่อประกอบการตัดสินผล โดยเปรียบกับเกณฑ์ และนำไปใช้เป็นข้อมูลพัฒนาดำเนินการ ให้เกิดประสิทธิผลและมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การประเมินระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอน มีจุดมุ่งหมาย เพื่อปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน วัสดุและสื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้อง (stakeholder) ประกอบด้วย ครูผู้สอน ผู้ปกครอง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญ รวมจำนวน 5 คน ดำเนินการประเมินเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละมโนทัศน์หลัก รวมการประเมินทั้งสิ้น 4 ครั้ง โดยดำเนินการดังนี้

1.1 ประชุมชี้แจงผู้ประเมิน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอน ผลที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

1.2 สร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินกิจกรรมการเรียนซึ่งเป็นแบบมาตราส่วน (rating scale) 5 ระดับ โดยประเมินในประเด็นตามแนวคิดของ เคมพ์ (Kemp, 1971) ดังนี้

1.2.1 ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่เป็นที่ยอมรับตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่ ผู้เรียนมีข้อพกพร่องใดบ้าง

1.2.2 ผู้เรียนมีความสามารถในการใช้ความรู้ หรือทักษะในระดับที่เป็นที่ยอมรับหรือไม่ ผู้เรียนมีข้อพกพร่องใดบ้าง

1.2.3 ผู้เรียนใช้เวลานานเพียงใด เพื่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้และเป็นที่ยอมรับของผู้สอนหรือไม่

1.2.4 กิจกรรมต่าง ๆ เหมาะสมสำหรับผู้เรียนและผู้สอนหรือไม่

1.2.5 วัสดุต่าง ๆ สะดวกและง่ายต่อการติดตั้ง การหยิบ การใช้ หรือการเก็บรักษาหรือไม่

1.2.6 ผู้เรียนมีปฏิกิริยาต่อวิธีการเรียนการสอน กิจกรรม วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และวิธีการประเมินผลอย่างไรบ้าง

1.2.7 แบบทดสอบเพื่อการประเมินความก้าวหน้า และข้อสอบหลังจากเรียนแล้วใช้วัดจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนได้หรือไม่

1.2.8 ควรมีการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมการสอนในส่วนใดบ้าง (เนื้อหา รูปแบบ และอื่น ๆ)

1.3 นำแบบสอบถามที่สร้างเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาตรวจสอบความตรงตามโครงสร้าง แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอ

1.4 นำแบบสอบถามไปให้ผู้เกี่ยวข้องประเมินเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละมโนทัศน์หลัก ผู้วิจัยนำผลการประเมินในแต่ละครั้งมาวิเคราะห์ และปรับปรุงการเรียนการสอนในมโนทัศน์ถัดไป

1.5 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ในระยะที่ 3 และผลการประเมินระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอนมาปรับปรุงและนำเสนอในรูปของแผนภาพประกอบความเรียง

2. การประเมินหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนโดยเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์กับผลลัพธ์ ผู้วิจัยใช้วิธีการนำเสนอและวิพากษ์รูปแบบการเรียนการสอนจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (stakeholder) ซึ่งประกอบด้วย ครูผู้สอน ผู้ปกครอง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญ รวมจำนวน 10 คน โดยดำเนินการดังนี้

2..1 ผู้วิจัยกำหนดประเด็นการวิพากษ์รูปแบบการเรียนการสอนให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการประเมิน และนำประเด็นดังกล่าวเสนอต่อคณะกรรมการอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อให้ข้อเสนอแนะ

2.2 เชิญผู้มีส่วนเกี่ยวข้องร่วมสัมมนาและวิพากษ์รูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยนำเสนอวัตถุประสงค์ของการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิธีการและขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน การนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ และผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

2.3 สรุปผลการนำเสนอและวิพากษ์รูปแบบการเรียนการสอน สรุปเป็นข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ และนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการเรียนการสอนฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน ประเมินรับรองรูปแบบการเรียนการสอน

จากขั้นตอนการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการได้ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ขั้นตอนการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์

ขั้นตอน	วัตถุประสงค์	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล/กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
1.การประเมินระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอน	เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน	1. ประชุมชี้แจงผู้ประเมินทุกคน 2. ผู้เกี่ยวข้องประเมินเมื่อจบการเรียนรู้ในแต่ละมโนทัศน์รวม 4 ครั้ง 3. ผู้วิจัยนำผลการประเมินในแต่ละครั้งมาวิเคราะห์และปรับปรุงการเรียนการสอนในมโนทัศน์ถัดไป	ครูผู้สอน ผู้ปกครอง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญ	แบบประเมินกิจกรรมการเรียน	การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)
2. การประเมินหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน	เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน	1. ผู้วิจัยกำหนดประเด็นในการวิพากษ์รูปแบบและนำเสนอรูปแบบ 2. ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องวิพากษ์รูปแบบการเรียนการสอน 3. สรุปผลการวิพากษ์และสังเคราะห์เป็นข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำรูปแบบไปใช้	1. ผู้วิพากษ์ประกอบด้วย ครูผู้สอน ผู้ปกครอง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการเรียนการสอนฟิสิกส์	ประเด็นการวิพากษ์	การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 2 ผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 3 ผลการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์ และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้ในสถานการณ์จริง

ตอนที่ 4 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็น แบ่งการนำเสนอเป็น 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์

ส่วนที่ 2 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ส่วนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ผู้เรียน แบ่งการนำเสนอเป็น 3 ส่วนย่อย ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์การพัฒนาทางด้านการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ และการจัดกระบวนการเรียนรู้

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป และวิธีการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

4.3 ผลการวิเคราะห์ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง

5. ส่วนที่ 5 ผลการวิเคราะห์ระบบสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน

ผลการดำเนินงานในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์

จากการศึกษามโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของต่างประเทศ ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์ กำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ และกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหา และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 27 และตารางที่ 28

ตารางที่ 27 สาระการเรียนรู้ฟิสิกส์จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัดช่วงชั้น
สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่	มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม	1.ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 3 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 4 วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส
	มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1 อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง 2 สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย 3 อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ตารางที่ 27 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัดช่วงชั้น
สาระที่ 5 พลังงาน	มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1 ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น 2 อธิบายการเกิดคลื่นเสียงบีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 3 อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน 4 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 5 อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความ สัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน 6 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม 7 อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และนำไปใช้ประโยชน์ 8 อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี 9 อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 28 ผลการศึกษามโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์

หลักสูตร	มโนทัศน์	การแก้ปัญหา	ผลการสังเคราะห์ วัตถุประสงค์ และขอบเขตด้านเนื้อหา
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551	*1. แรงและการเคลื่อนที่* - แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ / อนุภาคในสนามโน้มถ่วง สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส - การเคลื่อนที่ในแนวตรง แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย *2. พลังงาน* - ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น สมบัติของคลื่นกล การเกิดคลื่นเสียง บีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน พลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์	1. ระบุปัญหา ที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆสืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมุติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมุติฐานที่เป็นไปได้ 2. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหา วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ 3. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	*วัตถุประสงค์* 1. เข้าใจความสัมพันธ์ของแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ / อนุภาค ในสนามโน้มถ่วง สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก 2. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ 3. เข้าใจสมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียง และการได้ยิน 4. เข้าใจสมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์ 5. สืบเสาะหาความรู้โดยการระบุปัญหาที่จะตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล ตั้งสมมุติฐานและตัดสินใจเลือกการตรวจสอบสมมุติฐาน

ตารางที่ 28 (ต่อ)

หลักสูตร	มโนทัศน์	การแก้ปัญหา	ผลการสังเคราะห์วัตถุประสงค์และขอบเขตด้านเนื้อหา
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา	ชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี การเกิดกัมมันตภาพรังสี และวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม *1. สารและพลังงาน* - การอนุรักษ์พลังงานและโมเมนตัม ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ปรากฏการณ์ทางไฟฟ้าและแม่เหล็ก คลื่นและการสั่น สะเทือน คลื่นเสียง แสง การถ่ายเทพลังงาน ความร้อนและเทอร์โมไดนามิก *2.การเคลื่อนที่ของวัตถุ* - การเคลื่อนที่และแรง (กฎของนิวตัน)	*การตรวจสอบและการทดลอง* 1. เลือกและใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และแสดงผลข้อมูล 2. แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ 3. จำแนกความแตกต่างของสมมุติฐานกับทฤษฎีตามรูปแบบของวิทยาศาสตร์ 4. ตรวจสอบพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ของบทความทางสังคมโดยการวิจัยวรรณกรรม การวิเคราะห์ข้อมูล และเชื่อมโยงผลการค้นพบ	6. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม 7. การสื่อสารความคิดความรู้จากการสำรวจตรวจสอบโดยการทำโครงงานหรือชิ้นงานตามความสนใจ *ขอบเขตด้านเนื้อหา* 1. สนามของแรง 2. การเคลื่อนที่ 3. คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 4. กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์

ตารางที่ 28 (ต่อ)

หลักสูตร	มโนทัศน์	การแก้ปัญหา	ผลการสังเคราะห์วัตถุประสงค์และขอบเขตด้านเนื้อหา
หลักสูตรวิทยาศาสตร์ของประเทศสิงคโปร์	*1. พลังงาน* -รูปแบบของพลังงาน การอนุรักษ์พลังงาน ไฟฟ้ากระแส แสง *2. ปฏิสัมพันธ์* - มโนทัศน์ของแรง ความดัน แรงเสียดทาน แรงโน้มถ่วง แรงสปริง โมเมนต์ของแรง งาน ผลของความร้อน การส่งผ่านความร้อน แสงและความร้อน	*ทักษะและกระบวนการ(Skills and Processes)* - ทักษะ ประกอบด้วย การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ การใช้คำถาม การสังเกต การจัดกลุ่ม การเปรียบเทียบ การสื่อสาร การสรุป การตั้งสมมุติฐาน การทำนาย การวิเคราะห์ การอธิบาย การพิสูจน์ การนิยามปัญหา - กระบวนการประกอบด้วย การวางแผนการสืบค้น การแก้ปัญหาด้วยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	

จากตารางที่ 28 ผลการศึกษามโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนำมาวิเคราะห์ กำหนดวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ และกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหาได้ดังนี้

1. วัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้

1.1 เข้าใจความสัมพันธ์ของแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ / อนุภาค ในสนามโน้มถ่วง สนามไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก

1.2 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

1.3 เข้าใจสมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียง และการได้ยิน

1.4 เข้าใจสมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

1.5 สืบเสาะหาความรู้โดยการระบุปัญหาที่จะตรวจสอบ สืบค้นข้อมูล ตั้งสมมุติฐาน และตัดสินใจเลือกการตรวจสอบสมมุติฐาน

1.6 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม

1.7 สื่อสารความคิด ความรู้จากการสำรวจตรวจสอบโดยการทำโครงงานหรือชิ้นงานตามความสนใจ

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

2.1 สนามของแรง

2.2 การเคลื่อนที่

2.3 คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.4 กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์

ส่วนที่ 2 ผลการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

จากการศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียน โดยการสังเกตการสอนและสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ และศึกษาเอกสารคำอธิบายรายวิชา เอกสารงานวิจัย ได้ผลการศึกษา ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ผลการศึกษาข้อมูลการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ประเด็น	การสังเกตการสอนและสัมภาษณ์ผู้สอน	การศึกษาเอกสาร
มโนทัศน์และการแก้ปัญหา	*ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์* 1.ใช้วิธีการอธิบายจากผลการทดลอง นำผลการทดลองมาเขียนเป็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้เกิดเป็นสูตรที่ใช้สำหรับการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหา ตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการใช้คำถาม 2. ใช้วิธีการอธิบายตามเนื้อหาและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากความถูกต้องของการตอบคำถาม 3. ใช้วิธีการสอนแบบบรรยายประกอบการใช้คำถามแล้วให้นักเรียนศึกษาเอกสารประกอบการสอนที่ครูแจก *ด้านการแก้ปัญหา* 1.ทำโจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยการวิเคราะห์จากประเด็น โจทย์ต้องการอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และมีสูตรอะไรที่จะแก้ปัญหาได้และใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรในเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา 2.ใช้กระบวนการคิดในการออกแบบการทดลองและนำเสนอผลการทดลอง 3. จัดทำรายงานผลการศึกษาค้นคว้า สรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาดูงาน 4. จัดกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ในงานวันวิทยาศาสตร์	1. การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ จะศึกษาหลักการพื้นฐานโดยทั่วไปของวิชา ฝึกปฏิบัติการต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้งในทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กันไป 2. การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ต้องเน้นกิจกรรมการทดลองให้มาก เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจและใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ คำนวณ 3. การเรียนรู้ฟิสิกส์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ

ตารางที่ 29 (ต่อ)

ประเด็น	การสังเกตการสอนและสัมภาษณ์ผู้สอน	การศึกษาเอกสาร
กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน	1. ฟังคำอธิบายของครู จดเนื้อหาต่าง ๆ ที่ ครูสอนลงสมุด ตอบคำถามของครูและทำการบ้านตามที่ครูมอบหมาย 2. ทำการทดลองตามคำอธิบาย ตอบคำถาม และแก้โจทย์ปัญหาตามที่ได้รับมอบหมาย คิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาและแสดงวิธีทำบนกระดานเมื่อครูเรียก 3. ในบางกรณีนักเรียนได้รับมอบหมายให้ออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลอง รวมทั้งนำเสนอผลการทดลอง 4. ปฏิบัติงานนอกห้องเรียนเมื่อครูมอบหมายงานเช่นการสืบค้นข้อมูล นำเสนอผลการสืบค้นจัดทำรายงานผลการศึกษาค้นคว้า	1. ผู้เรียนต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง 2. ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ เข้าร่วมกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น 3. ผู้เรียนต้องมีการประเมินตนเองรวมทั้งพัฒนาตนเองให้ก้าวหน้า
ปัญหาการจัดการเรียนการสอนของครูในรายวิชาฟิสิกส์	1. นักเรียนไม่มีตำราเรียน ขาดเอกสารประกอบการเรียนทำให้ไม่สามารถสอนเนื้อหาได้ครบตามหลักสูตร 2. สื่อและอุปกรณ์การสอนไม่เพียงพอกับการจัดการเรียนแบบการทดลองเวลาที่ใช้สอนค่อนข้างน้อยในขณะที่มีเนื้อหามาก 3. การจัดลำดับเนื้อหาการสอนคณิตศาสตร์ไม่สอดคล้องกับฟิสิกส์ 4. มีกิจกรรมค่อนข้างมากทำให้มีผลกระทบต่อการสอน 5. พื้นฐานความรู้ของนักเรียนไม่ดีเพียงพอ นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ มีทักษะการคำนวณค่อนข้างน้อย. 5. นักเรียนคิดว่าฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก จึงทำให้ไม่อยากเรียนและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนค่อนข้างต่ำ	1. อาจารย์ผู้สอนแต่ละท่านมีพื้นฐานความรู้ในเชิงทฤษฎี เชิงปฏิบัติ กระบวนการสอนและการถ่ายทอดความรู้ที่แตกต่างกัน 2. พื้นฐานความรู้ของนักเรียนแตกต่างกันขาดความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ 3. วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีไม่เพียงพอต่อการทำปฏิบัติการ

ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี ที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

การศึกษาสาระสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive) กลุ่มประมวลผลทางปัญญา (Cognitive Information Processing Theory) กลุ่มสรรค์สร้างความรู้ (Constructivism) สาระสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) และกระบวนการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) ได้สาระสำคัญดังตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ผลการศึกษาสาระสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้และกระบวนการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ทฤษฎีการเรียนรู้	วงจรการเรียนรู้และกระบวนการสืบเสาะ
พฤติกรรมนิยม(Behaviorism) 1. การเรียนรู้หมายถึง ผลของการเปลี่ยนแปลงความรู้หรือพฤติกรรม โดยเป็นพฤติกรรมที่สามารถสังเกตได้หรือวัดได้ 2. การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (Stimulus-Response) ดังนั้นการเรียนรู้จึงเกิดจากการเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง 3. การเรียนการสอนเน้นการเสริมแรง (Reinforcement)การฝึกและการสะท้อนกลับโดยมีเป้าหมายในการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาผู้เรียนตามศักยภาพของแต่ละบุคคล **ปัญญานิยม(Cognitive)** 1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ ความเข้าใจให้แก่ตนเอง 2. การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางความคิดที่เกิดจากการสะสมข้อมูล การสร้างความหมาย ความสัมพันธ์ของข้อมูลและการดึงข้อมูลออกมาใช้ในการกระทำและแก้ปัญหาต่าง ๆ**ประมวลผลทางปัญญา (Cognitive Information Processing Theory)** 1. กระบวนการเรียนรู้อยู่ในรูปของการประมวลผลข้อมูล อันได้แก่ การจัดโครงสร้างข้อมูลเพื่อการจัดเก็บ (Organization) การเรียกใช้ (Retrieval) การสังเคราะห์อย่างต่อเนื่อง (Assembling and Reassembling) และการปรับและปรุงแต่ง (Tuning) เพื่อนำไปใช้ในการคิด การแก้ปัญหา 2. กระบวนการประมวลผลข้อมูลเริ่มจากการที่มนุษย์รับสิ่งเร้าเข้ามาทางประสาทสัมผัสทั้ง 5 สิ่งเร้าที่เข้ามาจะได้รับการบันทึกไว้ในหน่วย ความจำชั่วคราว ซึ่งการบันทึกจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ประการคือ การรู้จัก (Recognition) และความใส่ใจ (Attention) ของบุคคลที่รับสิ่งเร้า (Klausmeier 1985:105)	1. วงจรการเรียนรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (David Walbert, 1999) 2. แนวคิดพื้นฐานของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ผู้เรียนไม่ได้เข้าเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยสมองที่ว่างเปล่า ความจริงแล้วเขาพกพาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติมาด้วย และความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ทีผู้เรียนมีมานี้บางครั้งขัดแย้งกับหลักการที่ต้องเรียนรู้จากห้องเรียน (Novak, 1985) 3. การเรียนการสอนเป็นการพยายามที่จะเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนที่ถูกต้องกับมโนทัศน์ใหม่เพื่อพัฒนามโนทัศน์นั้น ๆ (Shepardson and Abell 1991) 4. การเปลี่ยนมโนทัศน์สามารถทำได้โดยให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางสติปัญญาซึ่งได้มาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยให้ผู้เรียนมีการปฏิบัติกิจกรรมซึ่งควรเป็นการเรียนแบบอิสระ เนื่องจากมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนแต่ละคนไม่เหมือนกัน และผู้เรียนต้องสร้างความรู้ด้วยตนเอง 5. วิธีการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนให้ถูกต้องเป็นการเปลี่ยนสภาพของความคิดที่แตกต่างกัน เพื่อนักเรียนจะได้เห็นว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิด

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ทฤษฎีการเรียนรู้	วงจรการเรียนรู้และกระบวนการสืบเสาะ
3. การประมวลข้อมูลของสมองก็คือ การที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตน และสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การรู้ในลักษณะนี้ เรียกว่า Meta Cognition หรือ การรู้คิด ซึ่งหมายถึง การตระหนักรู้ (Awareness) เกี่ยวกับความรู้ความสามารถของตนเอง และใช้ความเข้าใจในการรู้ดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนด้วยกลวิธีต่าง ๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ (Osman and Hannafin 1992 :83-99) **สรรค์สร้างความรู้(Constructivist)** 1. การเรียนรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการทีต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือกับบุคคลผู้อื่นก็ได้ และผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย (Driver and Bell,1986) 2. ความขัดแย้งทางปัญญา (cognitive conflict) และความอยากรู้อยากเห็น เป็นกลไกหลักสองประการที่จูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ การสร้างความขัดแย้งทางปัญญาจะเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive restructuring) (Underhill 1991) 3. พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) พัฒนาการเกิดขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบ ข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะ	ที่สามารถเข้าใจได้ (Intelligible)มีเหตุผลฟังได้ (Plausible) และทำให้บรรลุผลเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ต่อไป (Fruitful) Osborne (1982) 6. การแก้ปัญหา(Problem Solving) เป็นผลผลิตที่สำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์จะเน้นการวางแผนการทดลอง การรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ การแก้ปัญหาจึงเป็นการนำเอาเนื้อหาวิชาและทักษะกระบวนการที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (NYSED 1985, อ้างถึงใน Meng and Doran 1993) 7. วงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนของ Olenick (2005) ประกอบด้วย การสำรวจ (Exploration) การพัฒนามโนทัศน์ (Concept Development) และ การประยุกต์ใช้ (Application) 8. วงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนของ David Walbert (1999) ประกอบด้วย การสำรวจ (Exploration) การพัฒนามโนทัศน์(Concept Development) และการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ (Concept Application) 9. วงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนของ BSCS และ Anthony W. Lorsbach ประกอบด้วย การเร้าความสนใจ (Engage) การสำรวจ(Explore) การอธิบาย(Explain) การขยาย(Extend) และการประเมิน(Evaluate) 10. การจัดการเรียนรู้แบบ 7E ของ Arthur Eisenkraft (2003) ประกอบด้วย การตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) การเร้าความสนใจ (Engage) การสำรวจ (Explore) การอธิบาย

ตารางที่ 30 (ต่อ)

ทฤษฎีการเรียนรู้	วงจรการเรียนรู้และกระบวนการสืบเสาะ
สมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Carin 1992) 4. การเรียนการสอน ผู้เรียนต้องมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติเอง ครูทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน และประเมิน การเรียนรู้ของผู้เรียน (Devries 1992)	(Explain) การเพิ่มรายละเอียด(Elaborate) การประเมิน(Evaluate) การขยาย (Extend)

ส่วนที่ 4 ผลการวิเคราะห์ผู้เรียน

ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์เกี่ยวกับผู้เรียน นำเสนอเป็น 3 ส่วนย่อย ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์พัฒนาทางด้านการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ และการจัดกระบวนการเรียนรู้

การสังเคราะห์เอกสารพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน และการจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ได้รายละเอียดดังตารางที่ 31

ตารางที่ 31 ผลการวิเคราะห์พัฒนาทางด้านการเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ และการจัดกระบวนการเรียนรู้

การพัฒนาการด้านการเรียนรู้	วิธีการเรียนรู้ (Learning style)	การจัดกระบวนการเรียนรู้ฟิสิกส์
ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจต์ (Piaget) พัฒนาการด้านการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับ ชั้นมัธยม ศึกษาตอนปลายอยู่ในขั้น Formal operationsวัยนี้เด็กจะมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจถึงระดับสูงสุด และมีความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ	***VAK Model*** จำแนกวิธีการเรียนรู้ได้เป็น 1. ผู้ที่เรียนรู้ทางสายตา (Visual learner) 2. ผู้ที่เรียนรู้ทางโสตประสาท (Auditory Learner) 3. ผู้ที่เรียนรู้ทางร่างกายและความรู้สึก (Kinesthetic learner)	**กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (แบบ 5 E)** ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 5 ขั้น คือ ขั้นสร้างความสนใจ (engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)ขั้นขยายความรู้ (elaboration)ขั้นประเมิน (evaluation)

ตารางที่ 31 (ต่อ)

การพัฒนาการด้านการเรียนรู้	วิธีการเรียนรู้ (Learning style)	การจัดกระบวนการเรียนรู้ฟิสิกส์
ระเบียบ สามารถคิดถึงตัวแปรต่าง ๆ ได้ในเวลาเดียวกัน สามารถนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ **ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของบรูเนอร์ (Bruner)** พัฒนาการด้านการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยม ศึกษาตอนปลายอยู่ในขั้น Symbolic Stage เป็นขั้นการเรียนรู้สิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้ ดังนั้น ในการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ สอนให้เกิดความคิดรวบยอด และจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน ได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง **ทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ (Howard Gardner)** มีแนวคิดว่าปัญญาของแต่ละบุคคลจะไม่อยู่คงที่ที่ระดับที่ตนมีตอนเกิด แต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม ปัญญาแบ่งได้เป็น 8 ประเภท คือ 1. ปัญญาด้านภาษา (Verbal-Linguistic Intelligence) 2. ปัญญาด้านตรรกะ-คณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence) 3. ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial Intelligence) 4. ปัญญาด้านดนตรี (Musical Intelligence)	***Grasha กับ Riechmann*** จำแนกวิธีการเรียนรู้เป็น 1. แบบแข่งขัน(Competitive) 2. แบบร่วมมือ(Collaborative) 3. แบบหลบหนี(Avoidant) 4. แบบมีส่วนร่วม(Participant) 5.. แบบพึ่งผู้อื่น(Dependent) 6. พึ่งตนเอง (Independent) ***Silver and คณะ*** วิธีการเรียนรู้แบ่งเป็น 1. การเรียนรู้แบบมุ่งความชำนาญ (Mastery Style) 2. การเรียนรู้แบบมุ่งความเข้าใจ (Understanding Style) 3. การเรียนรู้แบบมุ่งการแสดงออก (Self-Expressive Style) 4. การเรียนรู้แบบมุ่งสัมพันธ์ (Interpersonal Style)	**การใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Approach)** ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้นคือ ขั้นนิยามปัญหา ขั้นวางแผน ขั้นสืบเสาะ ขั้นอธิบาย ขั้นนำเสนอ ขั้นสรุปความรู้ **แบบจำลองความคิดด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์แบบปฏิสัมพันธ์ (Mental Model Approach with Interactive Computer Simulations)** ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้น คือ การแนะแนวทางในการเรียนรู้ การทำนายหรือคาดคะเนสถานการณ์ การสังเกต การลงมือปฏิบัติ การอธิบายการเรียนรู้ การแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปร **การเรียนรู้ร่วมกันโดยการทำโครงงาน (Collaborative Project-Based Learning Approach)** ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 5 ขั้น คือ ขั้นทดสอบความรู้เดิมและให้ความรู้พื้นฐาน ขั้นเลือกปัญหาหรือหัวข้อการทำโครงงาน ขั้นออกแบบการทำโครงงาน

ตารางที่ 31 (ต่อ)

การพัฒนาการด้านการเรียนรู้	วิธีการเรียนรู้ (Learning style)	การจัดกระบวนการเรียนรู้ฟิสิกส์
5. ปัญญาด้านการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Bodily-Kinesthetic Intelligence) 6. ปัญญาด้านมนุษย์สัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence) 7. ปัญญาด้านเข้าใจตน (Intrapersonal Intelligence) 8. ปัญญาด้านธรรมชาติ (Naturalist Intelligence)		ขั้นลงมือทำโครงงาน ขั้นเสนอผลงานและประเมินโครงงาน

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป และวิธีการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง

การสำรวจข้อมูลของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ขณะที่กำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยการสอบถามและสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังตารางที่ 32 และ 33

ตารางที่ 32 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	17	42.5	22	55.0
	หญิง	23	57.5	18	45.0
	รวม	40	100	40	100
อายุ	15 ปี	34	85.0	32	80.0
	16 ปี	6	15.0	8	20.0
	รวม	40	100	40	100

ตารางที่ 32 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	4.0	6	15.0	5	12.5
	3.5	7	17.5	10	25.0
	3.0	14	35.0	12	30.0
	2.5	6	15.0	6	15.0
	2.0	3	7.5	7	17.5
	1.5	3	7.5	0	0
	1.0	1	2.5	0	0
	รวม	40	100	40	100

จากตารางที่ 32 พบว่าข้อมูลทั่วไปของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มควบคุมส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 57.5 มีอายุ 15 ปีร้อยละ 85.0 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็น 3.0 ร้อยละ 35.0 ส่วนกลุ่มทดลองส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 55.0 มีอายุ 15 ปีร้อยละ 80.0 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็น 3.0 ร้อยละ 30.0

ตารางที่ 33 วิธีการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

วิธีการเรียน	กลุ่มควบคุม				กลุ่มทดลอง			
	ทางโสตประสาท (Auditory Learner)	ทางสายตา (Visual learner)	ทางร่างกายและความรู้สึก (Kinesthetic learner)	รวม	ทางโสตประสาท (Auditory Learner)	ทางสายตา (Visual learner)	ทางร่างกายและความรู้สึก (Kinesthetic learner)	รวม
แบบพึ่งตนเอง	0	0	1	1	0	2	2	4
แบบหลบหนี	0	2	0	2	2	1	1	4
แบบร่วมมือ	5	5	2	12	3	7	6	16
แบบพึ่งผู้อื่น	1	4	2	7	2	4	3	9
แบบแข่งขัน	0	2	2	4	0	0	1	1
แบบมีส่วนร่วม	8	14	9	31	2	7	8	17
รวม	14	27	16	57	9	21	21	51

ตารางที่ 33 พบว่า กลุ่มควบคุม มีวิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วม และเรียนรู้โดยใช้ทางสายตามากที่สุด ส่วนกลุ่มทดลองมีวิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วม เรียนรู้โดยใช้ทางสายตา ทางร่างกายและความรู้สึกมากที่สุด

4.3 ผลการวิเคราะห์ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง ขณะกำลังเรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 โดยใช้การทดสอบแบบอัตนัยและสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ และวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีรายละเอียดดังตารางที่ 34 และ 35 ตามลำดับ

ตารางที่ 34 ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง

เรื่อง	คะแนนเต็ม	กลุ่มควบคุม			กลุ่มทดลอง		
		MEAN	SD.	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	MEAN	SD.	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
มโนทัศน์							
สนามของแรง	8	3.87	1.56	48.38	3.45	1.38	43.13
การเคลื่อนที่	10	1.92	0.94	19.20	2.20	1.42	22.00
คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	5	0.34	0.91	6.80	0.63	1.17	12.60
กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์	3	0.26	0.50	8.67	0.33	0.56	11.00
รวม	26	6.40	2.28	24.62	6.60	2.84	25.38
การแก้ปัญหา	8	3.20	1.09	40.00	3.10	0.93	38.75

จากตารางที่ 34 พบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ รวมร้อยละ24.62 และ 25.38 ตามลำดับ โดยกลุ่มควบคุมมีมโนทัศน์เรื่องสนามของแรง การเคลื่อนที่ กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ และคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าร้อยละ 48.38, 19.20, 8.67 และ 6.80 ตามลำดับ กลุ่มทดลองมีมโนทัศน์เรื่องสนามของแรง การเคลื่อนที่ คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และกัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ร้อยละ 43.13, 22.00, 12.60 และ 11.00 ตามลำดับ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองมีความรู้เดิมเกี่ยวกับการแก้ปัญหา ร้อยละ 40.00 และ 38.75 ตามลำดับ และพบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในแต่ละมโนทัศน์ โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง

มโนทัศน์	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในแต่ละมโนทัศน์ของกลุ่มตัวอย่าง	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
สนามของแรง	1. ประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะดึงดูดเข้าหากัน และประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะผลักออกจากกัน 2. การที่เราโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ วัตถุจะตกลงสู่พื้นเสมอทั้งนี้เป็นเพราะวัตถุทุกชนิดมีแรงดึงดูดโลก 3. การที่วัตถุตกลงสู่พื้นเพราะโลกมีแรงโน้มถ่วงหรือที่เรียกว่าแรง g โดยที่แรง g จะมีทิศทางลงเสมอ 4. การที่เข็มทิศชี้ลูกศรออกจากขั้วเหนือและชี้เข้าหาขั้วใต้องแม่เหล็ก เพราะ ขั้วเหนือจะปล่อยพลังงานออกมาและขั้วใต้จะดูดพลังงานเข้าไป ทำให้เข็มทิศชี้ตามทิศทางของพลังงาน	1. เมื่อนำเข็มทิศไปวางไว้ในบริเวณสนามแม่เหล็ก เข็มทิศจะชี้ลูกศรออกจากขั้วเหนือและชี้เข้าหาขั้วใต้ เนื่องจากหัวเข็มทิศมีประจุไฟฟ้าเป็นลบจึงชี้ออกจากขั้วเหนือซึ่งเป็นขั้วลบของแท่งแม่เหล็กและชี้เข้าหาขั้วใต้ซึ่งเป็นขั้วบวกของแท่งแม่เหล็ก 2. ด้านหัวลูกศรของเข็มทิศเป็นขั้วเหนือและด้านปลายลูกศรของเข็มทิศเป็นขั้วใต้ ดังนั้นเมื่อนำเข็มทิศไปวางไว้บริเวณแท่งแม่เหล็กเข็มทิศจึงชี้ออกจากขั้วเหนือและชี้เข้าหาขั้วใต้ 3. การที่วัตถุตกสู่พื้นเป็นผลเนื่องจากโลกมีแรง g ดึงดูดวัตถุให้ตกลงมา 4. วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกันจะดูดกัน ส่วนวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าต่างชนิดกันจะผลักกัน
การเคลื่อนที่	1 การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาเป็นการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ 2. การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมีความเร็วลดลงตลอดเวลา 3. การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาจะมีการกระจัดเป็นศูนย์ มีความเร็วและความเร่งลดลง 4. ความเร็วของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ 5. การปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่ลดลงตามเวลาที่เปลี่ยนไป 6. การปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระ วัตถุจะมีความเร่งมากในช่วงตอนแรกของการปล่อยและจะน้อยลงเมื่อใกล้กระทบพื้น 7. การปล่อยให้ลูกเทนนิสกระทบพื้น ความเร็วและความเร่งของลูกเทนนิสจะเพิ่มขึ้น	1. การปล่อยวัตถุให้ตกอย่างเสรี ค่าของความเร่งจะเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น 2. การปล่อยลูกเทนนิสให้ตกกระทบพื้น ความเร็วและความเร่งของลูกเทนนิสในช่วงต้นจะมากกว่าช่วงปลาย 3. ปล่อยวัตถุให้ตกกระทบพื้น วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วและความเร่งที่คงที่ 4. ปล่อยวัตถุให้ตกกระทบพื้น ความเร็วและความเร่งของวัตถุในแต่ละช่วงเวลาจะเท่ากัน 5. การปล่อยลูกเทนนิสให้ตกกระทบพื้น ลูกเทนนิสจะมีความเร่งเพิ่มขึ้นและมีความเร็วคงที่ 6. การปล่อยลูกเทนนิสให้ตกกระทบพื้น ความเร็วของลูกเทนนิสจะขึ้นอยู่กับมวลของลูกเทนนิส 7. การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ตารางที่ 35 (ต่อ)

มโนทัศน์	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในแต่ละมโนทัศน์ของกลุ่มตัวอย่าง	
	กลุ่มควบคุม	**กลุ่มทดลอง**
	8. ความเร็วและความเร่งขอวัตถุที่ปล่อยให้ตกกระทบพื้นจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ ถ้าวัตถุมีน้ำหนักมาก ความเร็วและความเร่งก็จะมาก 9. การปล่อยวัตถุให้ตกอย่างอิสระ วัตถุที่มีน้ำหนักมากจะตกถึงพื้นได้เร็วกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักน้อย 10. ความเร็วและความเร่งของลูกเทนนิสที่ถูกปล่อยให้ตกกระทบพื้นจะมีค่าลดลงตลอดเวลาจนกระทั่งเป็นศูนย์ 11. การปล่อยลูกเทนนิสให้ตกกระทบพื้นช่วงแรกความเร็วน้อยแต่ความเร่งมาก แต่ช่วงปลายความเร็วมาก ความเร่งน้อย	8. การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาเป็นการเคลื่อนที่แบบโปร์เจกไทล์ 9. การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มนาฬิกาเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่คงที่ 10. การแกว่งลูกตุ้มนาฬิกาเป็นการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ มีความเร่งเป็นศูนย์และการกระจัดเป็นศูนย์ 11. การเคลื่อนที่แบบโปร์เจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่ของแรงสองแรง โดยแรงหนึ่งดันวัตถุไปข้างหน้าและอีกแรงหนึ่งดันวัตถุขึ้นข้างบน
คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	1. ความสัมพันธ์ของ อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น คือ อัตราเร็วมาก ความถี่มาก ความยาวคลื่นน้อย และ อัตราเร็วน้อย ความถี่น้อย ความยาวคลื่นมาก 2. คลื่นเสียงและคลื่นในเส้นเชือกมีลักษณะเหมือนกันคือเป็นคลื่นตามขวางและต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่	1. ความสัมพันธ์ของ อัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น คือ อัตราเร็วสูง ความถี่สูง ความยาวคลื่นต่ำ 2. คลื่นกลเป็นคลื่นที่มนุษย์สร้างขึ้น แต่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดจากธรรมชาติ 3. คลื่นกลเป็นคลื่นที่มาจากเครื่องกลต่าง ๆ ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาจากแม่เหล็กหรือมาจากไฟฟ้า 4. ความแตกต่างของคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ คลื่นกลไม่สามารถมองเห็นได้ แต่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าบางชนิดสามารถมองเห็นได้ เช่น แสง 5. คลื่นเสียงและคลื่นในเส้นเชือกเป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่และเป็นคลื่นตามขวาง

ตารางที่ 35 (ต่อ)

มโนทัศน์	ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในแต่ละมโนทัศน์ของกลุ่มตัวอย่าง	
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์	1. ปรากฏการณ์การแผ่กัมมันตภาพรังสี คือ การปลดปล่อยพลังงานของอิเล็คตรอนจากภาวะการถูกกระตุ้น (excited state) ให้กลายเป็นภาวะพื้น (ground state) 2. การแผ่กัมมันตภาพรังสีเกิดจากธาตุนั้นๆ มีประจุมากเกินไป 3. ปรากฏการณ์การแผ่กัมมันตภาพรังสีเป็นการทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด โดยการยิงอนุภาคอัลฟาเข้าไปในแผ่นทองคำ 4. พลังงานนิวเคลียร์เกิดจากการแผ่รังสีของธาตุ	1. ปรากฏการณ์การแผ่กัมมันตภาพรังสี คือ การทดลองของรัทเทอร์ฟอร์ด โดยการยิงอนุภาคแอลฟาเข้าแผ่นทองคำทำให้เกิดการแผ่รังสีออกมา 2. ปรากฏการณ์การแผ่กัมมันตภาพรังสี วาเลนซ์ อิเลคตรอนในอะตอมของธาตุหลุดออกจากอะตอม 3. พลังงานนิวเคลียร์ เกิดจากการระเบิดโปรตอนในอะตอมของธาตุ

ส่วนที่ 5 ผลการวิเคราะห์ระบบสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียน

การศึกษาวิเคราะห์ระบบสนับสนุนของโรงเรียนที่เอื้อต่อบรรยากาศในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางฟิสิกส์และการแก้ปัญหา ตามรูปแบบความสอดคล้องและความสัมพันธ์ของสเตค (The Stake Congruence-Contingency Model) โดยการสังเคราะห์เอกสาร สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการวิเคราะห์สภาพจริงของโรงเรียนที่ใช้ทดลอง มีรายละเอียดดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ระบบสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน

ประเด็นการวิเคราะห์	การสังเคราะห์เอกสารและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ	การวิเคราะห์สภาพจริงของโรงเรียน
1. ปัจจัยนำเข้า 1.1 วิธีการเรียนของผู้เรียนและวิธีการสอนของผู้สอน	1.1 ลักษณะของครูและนักเรียน -นักเรียนฝึกปฏิบัติจนค้นพบความถนัดและวิธีการของตนเอง ทำกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกลุ่มได้รับการเสริมแรงให้ค้นหาคำตอบ ฝึกตนเองให้มีวินัยและรับผิดชอบในการทำงาน ฝึกประเมิน ปรับปรุงตนเองและยอมรับผู้อื่นตลอดจนสนใจใฝ่หาความรู้อย่างต่อเนื่อง - ครูเตรียมการสอนทั้งเนื้อหาและวิธีการ	-นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะวิธีการเรียนแบบมีส่วนร่วมในการวางแผนการแก้ปัญหา ชอบการอภิปรายและแสดงความคิดเห็น ชอบการเรียนแบบลงมือปฏิบัติ (hand-on) มีความรับผิดชอบต่อผลงานของตนเองและของกลุ่ม - ผู้สอนเป็นผู้ที่มีความชำนาญใน

ตารางที่ 36 (ต่อ)

ประเด็นการวิเคราะห์	การสังเคราะห์เอกสารและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ	การวิเคราะห์สภาพจริงของโรงเรียน
1.2 สื่อการเรียนการสอน อุปกรณ์และเครื่องมือเครื่องใช้ 1.3 ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ	จัดสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศที่ปลุกเร้าจูงใจและเสริมแรงให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ จัดกิจกรรมและสถานการณ์ให้นักเรียนได้แสดงออกและคิดอย่างสร้างสรรค์ ใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย สังเกตและประเมินพัฒนาการของนักเรียนอย่างต่อเนื่อง 1.2 สื่อการเรียนการสอนมีจำนวนเพียงพอกับจำนวนของนักเรียน และมีมาตรฐานที่ทำให้ผลการทดลองมีความน่าเชื่อถือ ถ้าเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าควรมีความปลอดภัย 1.3 ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการควรเป็นห้องโล่งมีขนาดใหญ่เหมาะสมกับจำนวนนักเรียน อากาศถ่ายเทสะดวก มีแสงสว่างเพียงพอ ควรมีห้องสมุดที่มีเอกสารหรือตำราที่นักเรียนสามารถสืบค้นเนื้อหาเพิ่มเติมได้ ควรมีคอมพิวเตอร์เพื่อให้นักเรียนฝึกทักษะการสืบค้นหรือศึกษาเพิ่มเติม โรงเรียนควรมีแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดการใฝ่รู้ ใฝ่เรียนตลอดเวลา	เรื่องของเนื้อหาและวิธีสอน มีจิตวิทยาที่ทำให้นักเรียนเกิดการใฝ่รู้และใฝ่เรียน จูงใจและเสริมแรงให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดและความสามารถ การประเมินผลการเรียนมีความยุติธรรมและโปร่งใส 1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้มีสื่ออุปกรณ์เพียงพอกับจำนวนนักเรียนโดยมีมาตรฐานของสื่อตามมาตรฐานของคุรุสภา 1.3 สภาพและขนาดของห้องเรียนมีความเหมาะสมกับจำนวนนักเรียน มีห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ที่มีอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ มีห้องปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์และห้องสมุดสำหรับการสืบค้นสำหรับนักเรียนอย่างพอเพียงและนอกจากนี้ยังมีห้องโสตทัศนูปกรณ์ที่มีอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานสำหรับบริการให้อาจารย์ได้ใช้
2. กระบวนการ 2.1 บทบาทของผู้สอน	2.1 ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกและชี้แนะ จัดสถานการณ์ทางการเรียน ตรวจสอบความรู้เดิม ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นโดยใช้กระบวนการกลุ่ม กระตุ้นและยอมรับความเป็นอิสระ ความคิด	2.1 ครูเป็นผู้มีความรู้ในเนื้อหาที่สอนและมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่ดี ส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูง กระตุ้นและให้กำลังใจนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ช้า มี

ตารางที่ 36 (ต่อ)

ประเด็นการวิเคราะห์	การสังเคราะห์เอกสารและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ	การวิเคราะห์สภาพจริงของโรงเรียน
2.2 บทบาทของผู้เรียนในการทำงานร่วมกัน 2.3 บทบาทของผู้ปกครอง	ริเริ่มของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิด มโนทัศน์ ด้วยตนเอง ครูใช้คำพูดกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ จำแนก ทำนายสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาและความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนนักเรียนมีอิสระในการใช้ความคิด การค้นคว้าหาความรู้ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง 2.2 ร่วมมือกันในการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ยอมรับในความคิดเห็นที่แตกต่างกันและปรับวิธีการเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ใช้ข้อมูลในการตั้งปัญหา มีเป้าหมายในการทำงาน ร่วมมือกันในการตัดสินใจและออกแบบการทดลอง 2.3 มีส่วนร่วมในการส่งเสริม สนับสนุน ให้ความร่วมมือกันในการทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ร่วมมือกันในการสังเกตและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน	ความเป็นกันเองกับนักเรียนทุกคน ให้โอกาสนักเรียนในการพัฒนาตนเอง ให้เวลากับนักเรียนในการให้คำ ปรึกษาทั้งทางด้านการเรียนและด้านอื่น ๆ ให้การดูแลและเอาใจใส่นักเรียนทุกคน กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักการวางแผนในการทำงานและวางแผนอนาคตของตนเอง 2.2 ความสัมพันธ์ของนักเรียนในการเรียนรู้เป็นลักษณะของการร่วมมือ มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายทั้งงานส่วนตัวและงานกลุ่ม สามารถปฏิบัติหน้าที่ตามบทบาทของผู้นำและผู้ตามที่ดี และมีความพยายามในการทำงานให้สำเร็จ 2.3 ผู้ปกครองให้ความสำคัญกับการศึกษาต่อของบุตรหลานมาก ดังนั้นจึงให้ความร่วมกับครูในการที่จะทำให้บุตรหลานเป็นคนเก่งและเป็นคนดี
3. ผลผลิต 3.1 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของผู้เรียน	3.1 ผู้เรียนต้องมี ความรู้ความคิด ซึ่งหมายถึง ความรอบรู้ในหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง เนื้อหาหรือมโนทัศน์ มีกระบวนการเรียนรู้ด้านการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา การสื่อสาร การนำความรู้ไปใช้ รวมทั้งมีคุณลักษณะด้านจิตวิทยาศาสตร์	3.1 ผู้เรียนส่วนมากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี มีความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับพอใช้ การเรียนรู้ของนักเรียนยังเป็นลักษณะของการท่องจำเพื่อใช้ในการสอบ

ตารางที่ 36 (ต่อ)

ประเด็นการวิเคราะห์	การสังเคราะห์เอกสารและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ	การวิเคราะห์สภาพจริงของโรงเรียน
3.2 เจตคติของผู้เรียน	3.2 ผู้เรียนต้องมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ คือ มี ความสนใจใฝ่รู้หรือความอยากรู้อยากเห็น มีความมุ่งมั่น อดทน รอบคอบ มีความซื่อสัตย์ มีความประหยัด มีความใจกว้าง ร่วมแสดงความคิดเห็นและรับฟังความคิดของผู้อื่น มีเหตุผลและทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ และมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	3.2 นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องของเนื้อหาวิชาที่เรียน สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และมีศักยภาพในการเป็นผู้นำทางความคิด แต่อาจต้องปรับปรุงในเรื่องความมุ่งมั่น ความอดทนต่อการทำงานที่มีความยากลำบาก ความซื่อสัตย์ในการทำงานและการทดสอบ
3.3 ทักษะการปฏิบัติงานของผู้เรียน	3.3 นักเรียนควรมีความสามารถที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือการลงมือปฏิบัติจริง การทำงานอย่างเป็นระบบตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความสามารถใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่เหมาะสม ปฏิบัติได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้องโดยมีทักษะการปฏิบัติงานดังนี้ การสำรวจตรวจสอบ การปฏิบัติ การทดลอง การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การทำแฟ้มสะสมงาน การทำภาระงานและการนำเสนอผลงาน	3.3 นักเรียนมีทักษะการปฏิบัติงานโดยในระดับดีแต่เป็นทักษะทางสังคมมากกว่าทักษะทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องมาจากวิธีการสอนของอาจารย์ที่ยังเน้นการสอนแบบบอกความรู้ให้นักเรียนจดจำเพื่อการทดสอบให้ได้คะแนน

ตอนที่ 2 ผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการ แก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การนำเสนอผลการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน แบ่งการนำเสนอเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์งานและภาระงาน

ส่วนที่ 2 ผลการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน แบ่งการนำเสนอเป็น 4 ส่วนย่อย ดังนี้

2.1 กำหนดกรอบแนวคิดทฤษฎี (Theoretical Framework) และกรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

2.2 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนและสาระขององค์ประกอบ

2.3 กำหนดรายวิชา ผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และประมวลการสอนรายวิชา

2.4 การออกแบบการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 การจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ส่วนที่ 4 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบ และแผนการจัดการเรียนรู้

ผลการดำเนินงานในแต่ละส่วนมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์งานและภาระงาน

จากการศึกษาระบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การประเมินการปฏิบัติงานและผลงาน ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์งานและภาระงานเพื่อตรวจสอบความรู้และการปฏิบัติที่จะนำไปสู่การพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ดังแสดงในตารางที่ 37

ตารางที่ 37 ผลการวิเคราะห์ภาระงานเพื่อการพัฒนามโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์

ภาระงาน	ความรู้	การปฏิบัติ
1. สรุปองค์ความรู้ในรูปแบบ Concept mapping	การสรุปองค์ความรู้โดยใช้แผนผังมโนทัศน์เป็นการเขียนแสดงความสัมพันธ์อันมีความหมายระหว่างมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยทำให้ความสัมพันธ์อยู่ในรูปของประพจน์เพื่อค้นหาโครงสร้างและการเชื่อมโยงในสิ่งที่นักเรียนรับรู้	1. มีการใช้คำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้าด้วยกัน มีการลำดับขั้นของแต่ละมโนทัศน์ มีการเชื่อมโยงข้ามชุดของมโนทัศน์ มีการยกตัวอย่างหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ 2. มีการใช้คำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้าด้วยกันทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีความถูกต้องบางส่วน การลำดับขั้นของแต่ละมโนทัศน์ในแต่ระดับมีความสมเหตุสมผลบางส่วน การเชื่อมโยงข้ามชุดของมโนทัศน์มีความถูกต้อง การยกตัวอย่างวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆสอดคล้องกับมโนทัศน์ บางมโนทัศน์ 3. ใช้คำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้าด้วยกันทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีความถูกต้อง การลำดับขั้นของแต่ละมโนทัศน์ในแต่ระดับมีความสมเหตุสมผลทั้งหมด การเชื่อมโยงข้ามชุดของมโนทัศน์มีความถูกต้องมีความ หมายและสมเหตุสมผลบางส่วน การยกตัวอย่างวัตถุหรือ

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ภาระงาน	ความรู้	การปฏิบัติ
		เหตุการณ์สอดคล้องกับมโนทัศน์ 4. ใช้คำเชื่อมเพื่อเชื่อมโยงมโนทัศน์เข้าด้วยกันทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์มีความถูกต้องสมบูรณ์ทั้งหมดทั้งหมด การลำดับขั้นของแต่ละมโนทัศน์ในแต่ระดับมีความสมบูรณ์และสมเหตุสมผลทั้งหมด การเชื่อมโยงข้ามชุดของมโนทัศน์มีความถูกต้องมีความหมายและสมเหตุสมผลทั้งหมด การยกตัวอย่างวัตถุหรือเหตุ การณ์ต่างๆ มีความสมบูรณ์และสอดคล้องกับ มโนทัศน์นั้น ๆ
2. รายงานการสืบค้นข้อมูล	การเขียนรายงานการสืบค้นเป็นการนำเสนอผลงานด้วยการเขียนในลักษณะความเรียง อธิบาย บรรยายเรื่องที่ได้เรียนรู้ศึกษาค้นคว้าหรือทดลอง วัตถุประสงค์ของรายงานเพื่อให้ผู้เรียนแสดงความรู้ความสามารถในการรวบรวมและเรียบเรียงความรู้ให้เป็นระบบ วิเคราะห์เหตุผลโดยอ้างอิงหลักการ ทฤษฎี มโนทัศน์และข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจผลการเรียนรู้ของผู้เรียน	1. บอกความสำคัญและที่มาของปัญหา แสดงแนวคิดหลัก เนื้อหาถูกต้อง ใช้ภาษาไม่เหมาะสมและสะกดคำไม่ถูกต้อง อ้างอิงแหล่งการเรียนรู้ 2. บอกความสำคัญและที่มาของปัญหาแสดงจุดประสงค์ของผลงานที่นำเสนอ แสดงแนวคิดหลักได้ถูกต้องแต่ไม่ครอบคลุมตามจุดประสงค์ เนื้อหาถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์ ใช้ภาษาถูกต้อง แต่ไม่มีการยกตัวอย่าง รูปภาพ แผนภาพ อ้างอิงแหล่งการเรียนรู้ได้ถูกต้อง 3. บอกความสำคัญและที่มาของปัญหา อย่างถูกต้องและจุดประสงค์ของผลงานที่นำเสนอ แสดงแนวคิดหลักได้ถูกต้อง ครอบคลุมตามจุดประสงค์ เนื้อหาถูกต้องและครบถ้วนสมบูรณ์และสัมพันธ์กัน ใช้ภาษาถูกต้อง มีการยกตัวอย่าง รูปภาพ แผนภาพประกอบ อ้างอิงแหล่งการเรียนรู้ได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน 4. บอกความสำคัญและที่มาของปัญหาอย่างถูกต้องและแสดงจุดประสงค์ของผลงานที่นำเสนออย่างชัดเจน แสดงแนวคิดหลักได้อย่างชัดเจนถูกต้องเหมาะสม และสัมพันธ์กับจุดประสงค์ ลำดับเนื้อหาและเชื่อมโยงความรู้ได้ถูกต้อง มีประเด็นสำคัญครบถ้วนชัดเจนเข้าใจง่าย ใช้ภาษาถูกต้อง มีการยกตัวอย่างรูปภาพ แผนภาพประกอบ

		อย่างสมบูรณ์ อ้างอิงแหล่งการเรียนรู้ได้ถูกต้องครบถ้วน

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ภาระงาน	ความรู้	การปฏิบัติ
3. การออกแบบการทดลอง	เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ต้องการพิสูจน์ หรือตรวจสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ด้วยการทดลองและใช้ทักษะกระบวน การทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบสำคัญของการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย (1) การวางแผนดำเนินงาน (2) การปฏิบัติการทดลอง (3) ความคล่องแคล่วในการทดลอง และ (4) การนำเสนอผลการทดลอง	1. ไม่สามารถวางแผนและออกแบบการทดลองได้เอง ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการวางแผนการทดลอง การออกแบบการทดลองการเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการดำเนินการทดลอง ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้บางชิ้นชำรุดเสียหาย ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง รวมทั้งเขียนรายงานการทดลอง 2. วางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองได้แต่ไม่เหมาะสมกับเวลา ต้องให้ความช่วยเหลือในการเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ ต้องให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์ ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด แต่ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและไม่มีการเสียหาย ต้องให้คำแนะนำเป็นบางครั้งในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทอลง รวมทั้งการเขียนรายงานการทดลอง 3. วางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมกับเวลา แต่การเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครบถ้วน ดำเนินการทดลองได้เอง แต่ต้องการคำแนะนำการใช้อุปกรณ์เป็นบางครั้ง ทำการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ทันเวลาที่กำหนด แต่ยังต้องการคำแนะนำการใช้อุปกรณ์บ้างเป็นครั้งคราว บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองได้เอง เขียนรายงานการทดลองแต่ยังไม่เป็นขั้นตอนที่สมบูรณ์ 4. วางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสมกับเวลา สามารถเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสม

		ครบถ้วน ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เองอย่างถูกต้อง ดำเนินการทดลองและใช้

ตารางที่ 37 (ต่อ)

ภาระงาน	ความรู้	การปฏิบัติ
		อุปกรณ์ทำการทดลองได้เหมาะสม มีความปลอดภัย และทำได้เสร็จทันเวลา บันทึกการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้องรัดกุม เขียนรายงานการทดลองได้อย่างสมบูรณ์เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน
4. แผนผังรูปตัววี	การสร้างผังแนวคิดรูปตัววี เป็นการนำเสนอผลงานในลักษณะการเขียนรายงานที่มีรูปแบบเฉพาะ ผู้เรียนต้องใช้ความคิดเพื่อจัดกระทำกับข้อมูลให้เป็นระบบระเบียบทั้งความรู้กระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ก่อนการลงมือสร้างแผนแนวคิดรูปตัววีเรื่องต่าง ๆ	1. มีหัวข้อปัญหา เขียนสาระสำคัญ หลักการและมโนทัศน์ จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติสอดคล้องกับหัวข้อปัญหาหรือเรื่องที่ศึกษาและมีการสรุปผลการเรียนรู้ 2. หัวข้อปัญหาสอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร เขียนสาระสำคัญ หลักการ หรือทฤษฎี และแสดงมโนทัศน์ที่เป็นส่วนประกอบของสาระสำคัญ จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติได้สอดคล้องกับหัวข้อปัญหาหรือเรื่องที่ศึกษาและสาระสำคัญ สรุปผลการเรียนรู้ได้ตรงตามหัวข้อปัญหาหรือคำถามนำ 3. หัวข้อปัญหาน่าสนใจ และสอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร เขียนสาระสำคัญ หลักการ ทฤษฎีหรือข้อเท็จจริงได้ถูกต้อง เสนอมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสาระสำคัญได้ถูกต้อง จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติที่สอดคล้องกับสาระสำคัญ บันทึกผลการทำกิจกรรมถูกต้องครบถ้วน สรุปได้ตรงกับหัวข้อปัญหาหรือคำถามนำได้ครบทุกประเด็น 4. หัวข้อปัญหาน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหาตามสาระการเรียนรู้ของหลักสูตร และมีความชัดเจน เขียนสาระสำคัญ หลักการ ทฤษฎีหรือข้อเท็จจริงได้ถูกต้องสมบูรณ์ บอกมโนทัศน์ที่มีอยู่ในสาระสำคัญได้ถูกต้องและครบถ้วน จัดกิจกรรมฝึกปฏิบัติที่สอดคล้องกับสาระสำคัญ บันทึกผลการทำกิจกรรมถูกต้องครบถ้วน สรุปผลตรงตามข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรม สรุปได้ตรงตามหัวข้อปัญหาหรือคำถามนำได้ครบถ้วนทุกประเด็นและมีความชัดเจน

ตารางที่ 37 (ต่อ)

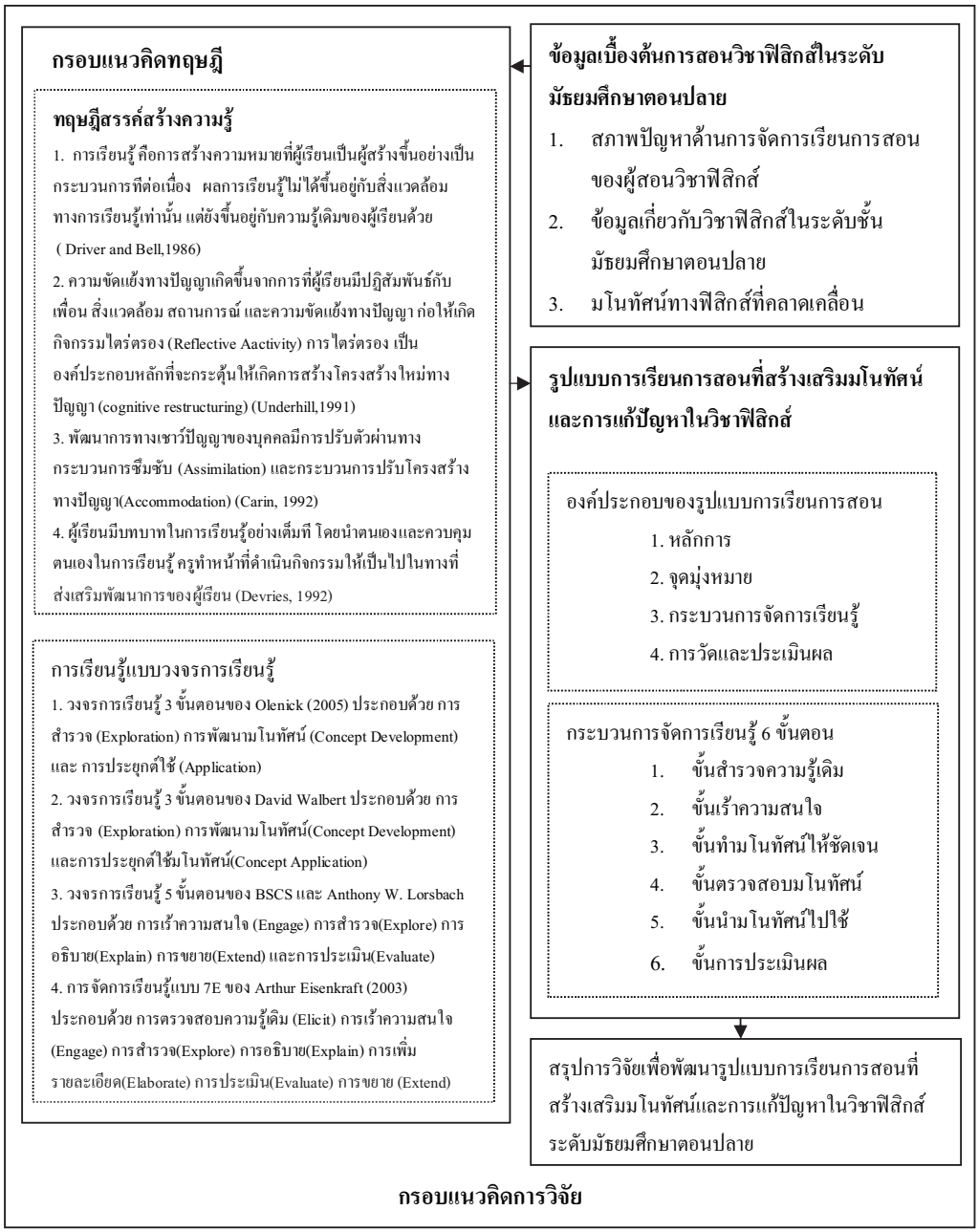
ภาระงาน	ความรู้	การปฏิบัติ
5.สรุปองค์ความรู้ในรูปแบบ Mind map	แผนภาพทางปัญญา (Mind map) เป็นแผนภาพหรือเทคนิคกราฟฟิกที่แสดงออกทางด้านความคิด โดยมีลักษณะสำคัญ คือ ประเด็นที่สนใจจะอยู่ภายในภาพตรงกลาง หัวข้อหลักของประเด็นอยู่รอบภาพตรงกลางทุกทิศทาง เปรียบเสมือนกิ่งก้านของต้นไม้ กิ่งก้านประกอบด้วยภาพหรือคำสำคัญทีเขียนบนเส้นที่โยงใยกัน กิ่งก้านจะถูกเชื่อมโยงกันในลักษณะที่แตกต่างกันตามตำแหน่งและความสำคัญ	1. ความกว้างและความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 20 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้ ใช้สีที่ตัวกลาง 2. ความกว้างและความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 40 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้ ใช้สีที่ตัวกลาง 2 สีขึ้นไป เนื้อเรื่องกลุ่มเดียวกันใช้สีเดียวกัน 3. ความกว้างและความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 60 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้ ใช้สีที่ตัวกลาง 2 สีขึ้นไป เนื้อเรื่องกลุ่มเดียวกันใช้สีเดียว กัน มีภาพหรือสิ่งที่น่าสนใจแทนคำสำคัญ 4. ความกว้างและความลึกของเนื้อหาครอบคลุมมโนทัศน์ได้ร้อยละ 80 ขึ้นไปของสาระการเรียนรู้ ใช้สีที่ตัวกลาง 2 สีขึ้นไป เนื้อเรื่องกลุ่มเดียวกันใช้สีเดียว กัน มีภาพหรือสิ่งที่น่าสนใจแทนคำสำคัญ มีการเชื่อมโยงความคิดด้วยลูกศร

ส่วนที่ 2 ผลการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน

ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์ นำเสนอเป็น 4 ส่วนย่อย ดังนี้

2.1 กำหนดกรอบแนวคิดทฤษฎี และกรอบแนวคิดการวิจัย

การศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้สรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) จากแนวคิดของ Driver and Bell (1986) Underhill (1991) Carin (1992) Devries (1992) การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) จากแนวคิดของ Olenick (2005) Arthur Eisenkraft (2003) ผู้วิจัยนำมาสังเคราะห์ กำหนดเป็นกรอบแนวคิดทฤษฎี และกรอบแนวคิดการวิจัย ได้รายละเอียด



แผนภาพที่ 13 การสังเคราะห์กรอบแนวคิดทฤษฎี และกรอบแนวคิดการวิจัย

2.2 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน และสาระขององค์ประกอบ

จากการศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนการสอนของ Weil, Joyce และ Kluwin (1978: 2) Arends (1997: 7) และทิศนา แขมมณี (2545) ผู้วิจัยนำแนวคิดที่สอดคล้องกันมาผสานไว้เป็นองค์ประกอบเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน

Weil, Joyce และ Kluwin (1978: 2)	**Arends (1997: 7)**	**ทิศนา แขมมณี (2545: 220)**	**องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา**
รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วย 1. ทฤษฎี หรือหลักการที่เป็นพื้นฐานของรูปแบบ 2. แนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอน 3. วิธีสอนและวิธีเรียนที่จะช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ	รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วย 1. หลักการตามทฤษฎีที่ใช้เป็นแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ 2. ผลการเรียนรู้ที่ต้องการ 3. วิธีสอนที่จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบ 4. สิ่งแวดล้อมทางการเรียนการสอนที่จะนำไปสู่ผลการเรียนรู้	รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วย 1. ปรัชญา ทฤษฎี หลักการ แนวคิด หรือความเชื่อที่เป็นพื้นฐานหรือเป็นหลักของรูปแบบการสอนนั้น ๆ 2. การบรรยายและอธิบายสภาพหรือลักษณะของการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักที่ยึดถือ 3. การจัดระบบ คือ มีการจัดองค์ประกอบและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบให้สามารถนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมายของระบบ 4. อธิบายหรือให้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีสอนและเทคนิคการสอนอันจะช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพสูงสุด	รูปแบบการเรียนการสอนประกอบด้วย 1. หลักการ 2. จุดมุ่งหมาย 3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4. การวัดและประเมินผล

การสังเคราะห์ขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยความ หลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล โดยใช้สาระสำคัญจากการวิเคราะห์ ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ การเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ และข้อมูลเบื้องต้น การสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีรายละเอียด ดังแผนภาพที่ 14

ข้อมูลเบื้องต้นการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

1. มโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบบรรยายประกอบการใช้คำถามหรือใช้วิธีการอธิบายจากผลการทดลอง นำผลการทดลองมาเขียนเป็นความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เพื่อให้เกิดเป็นสูตรที่ใช้สำหรับการคำนวณในการแก้โจทย์ปัญหา ผู้เรียนทำโจทย์ปัญหาฟิสิกส์โดยการวิเคราะห์จากประเด็น โจทย์ต้องการอะไร โจทย์กำหนดอะไรมาให้ และมีสูตรอะไรที่จะแก้ปัญหาได้และใช้ความสัมพันธ์ของตัวแปรในเชิงคณิตศาสตร์ในการแก้โจทย์ปัญหา ใช้กระบวนการคิดในการออกแบบการทดลองนำเสนอผลการทดลอง จัดทำรายงานผลการศึกษาค้นคว้า และสรุปความรู้ที่ได้จากการศึกษาดูงาน

2. กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน

ผู้เรียนฟังคำอธิบายของครู จดเนื้อหาต่าง ๆ ที่ ครูสอน ตอบคำถามของครูและทำการบ้านตามที่ครูมอบหมาย ทำการทดลองตามที่ครูอธิบาย ตอบคำถามของครู และจดบันทึกการแก้โจทย์ปัญหาตามที่ครูอธิบาย คิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วางแผนในการออกแบบการทดลอง และดำเนินการทดลอง รวมทั้งนำเสนอผลการทดลอง ปฏิบัติงานนอกห้องเรียนเมื่อครูมอบหมายงานเช่นการสืบค้นข้อมูล

3. สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของครู

พื้นฐานความรู้ของนักเรียนไม่ดีเพียงพอ นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาได้ มีทักษะการคำนวณค่อนข้างน้อย.แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนค่อนข้างต่ำ การจัดลำดับเนื้อหาการสอนคณิตศาสตร์ไม่สอดคล้องกับฟิสิกส์ สื่อและอุปกรณ์การสอนไม่เพียงพอกับการจัดการเรียนแบบการทดลอง ไม่มีตำราเรียน ขาดเอกสารประกอบการเรียนทำให้ไม่สามารถสอนเนื้อหาได้ครบตามหลักสูตร

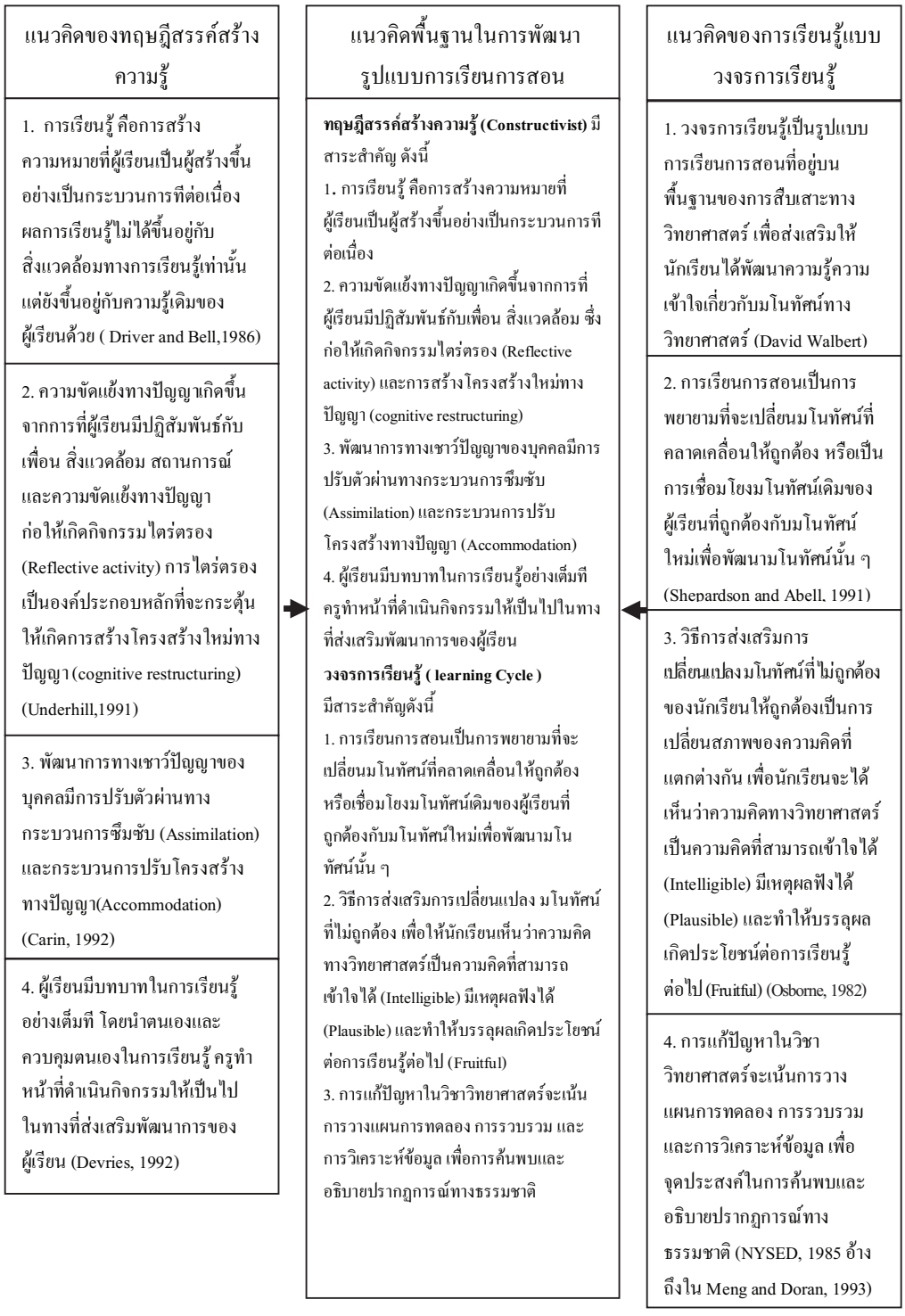
ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน

ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ต้องมีความสามารถในการคิดเชิงระบบ การคิดเชิงเหตุผล คิดแก้ปัญหาและตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลสารสนเทศ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) จึงเป็นทักษะหนึ่งที่จำเป็นสำหรับสำหรับผู้เรียนในยุคนี้

จากปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ตกต่ำ ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผล คือกระบวนการเรียนรู้เน้นที่การสอนแบบครูเป็นผู้สั่งการมากเกิน ไป ผู้สอนยังยึดการสอนแบบบอกความรู้ นักเรียนส่วนมากจึงมักเกิดการเรียนรู้ในระดับความรู้ความจำ ไม่เข้าใจในเชิงมโนทัศน์และไม่ได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาความสามารถในการคิด

ฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายคือ ผลผลิตที่เป็นตัวความรู้และกระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้ ดังนั้นการที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในวิชาฟิสิกส์จึงต้องใช้กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม

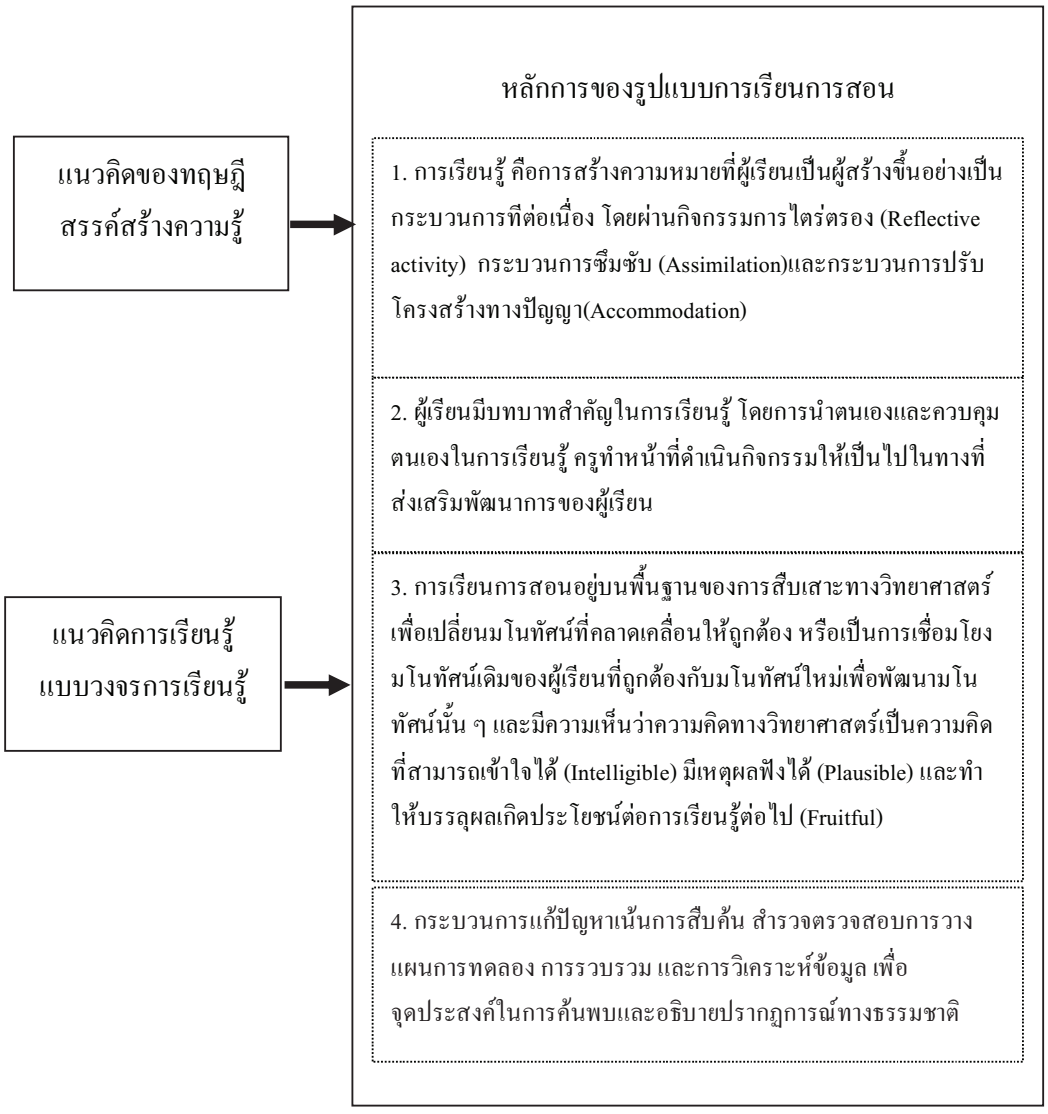
แผนภาพที่ 14 ผลการสังเคราะห์ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน



แผนภาพที่ 15 ผลการสังเคราะห์แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ

ผลการพัฒนาหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

พัฒนาหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน โดยนำแนวคิดของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ และแนวคิดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้มาสังเคราะห์เป็นหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน ผลการพัฒนาหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน ดังแสดงในแผนภาพที่ 16

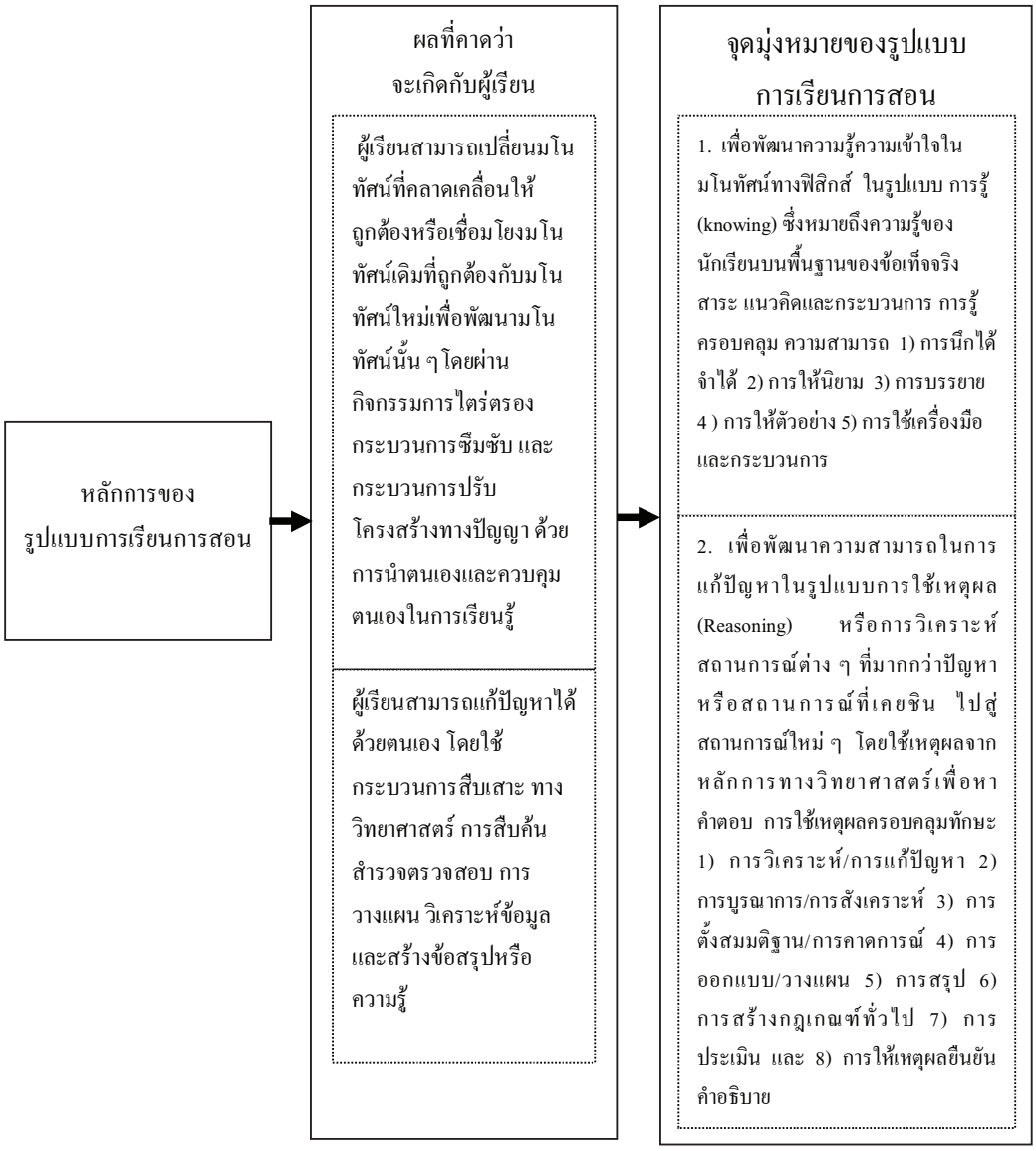


แผนภาพที่ 16 ผลการพัฒนาหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนจากการสังเคราะห์แนวคิด

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ และการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้

ผลการพัฒนาจุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน

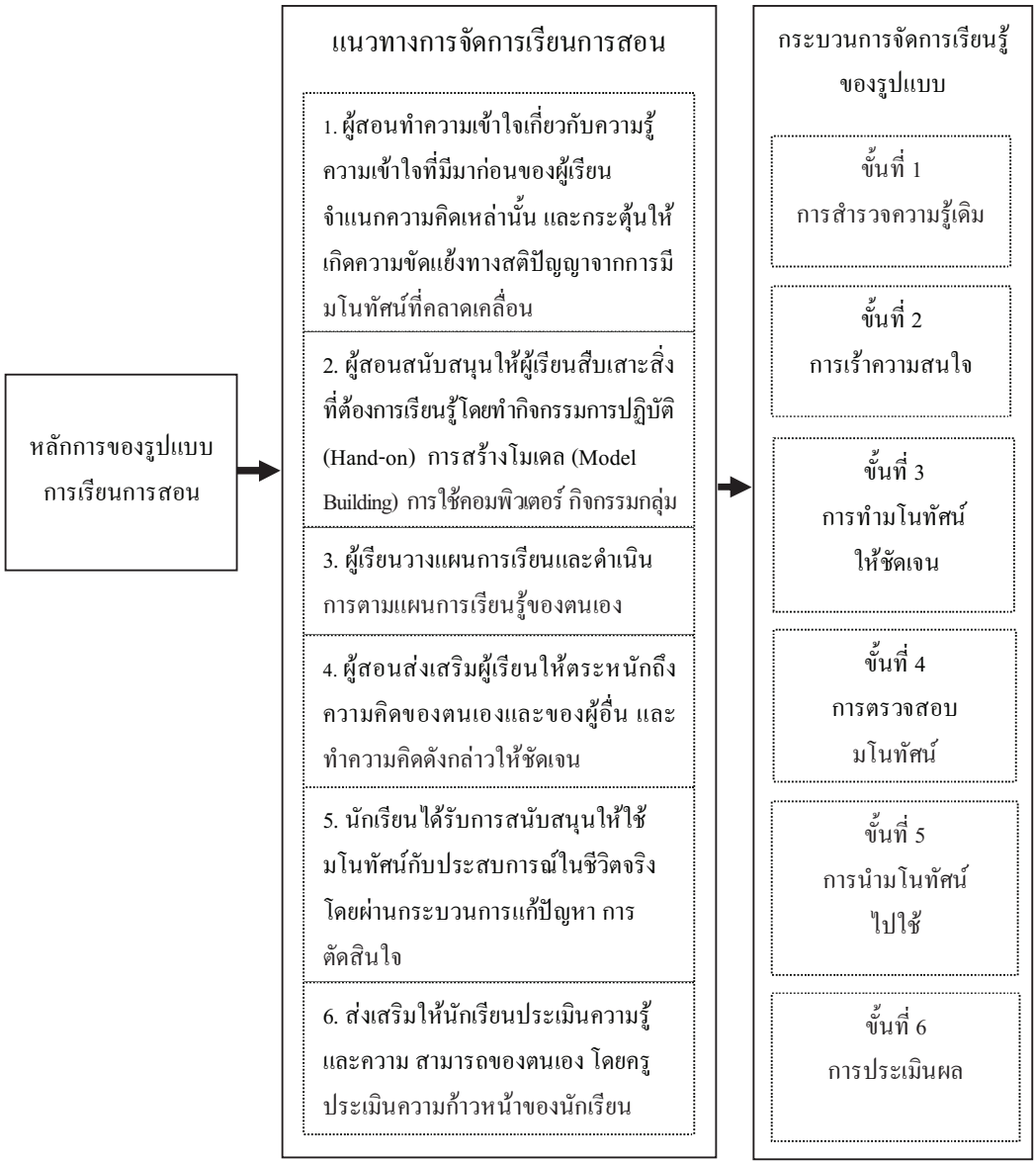
พัฒนาจุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน โดยการนำหลักการของรูปแบบการเรียนการสอนมาวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงถึงผลที่คาดว่าจะเกิดกับผู้เรียน ภายใต้หลักการแต่ละข้อแล้วนำผลการวิเคราะห์นั้นมาพัฒนาเป็นจุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน ดังแสดงในแผนภาพที่ 17



แผนภาพที่ 17 ผลการพัฒนาจุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอนจากการวิเคราะห์หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

ผลการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอน

พัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการเรียนการสอนโดยนำหลักการของรูปแบบมาวิเคราะห์เพื่อเชื่อมโยงถึงแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นไปได้ตามหลักการของรูปแบบการเรียนการสอน จากนั้นวิเคราะห์แนวทางในการจัดการเรียนการสอนและสรุปเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบ ดังแผนภาพที่ 18



แผนภาพที่ 18 ผลการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบจากการสังเคราะห์หลักการและแนวทางในการจัดการเรียนการสอน

จากแผนภาพที่ 18 พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจความรู้เดิม

เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจที่มีมาก่อนของผู้เรียน โดยผู้สอนค้นหาความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องทีจะสอน โดยการทดสอบ การสัมภาษณ์ การตอบคำถาม จำแนกความคิดเหล่านั้น นักเรียนตอบแบบสำรวจแนวคิด หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

ขั้นที่ 2 การเร้าความสนใจ

ผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมที่ใช้มีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน และถามคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม

ขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน

ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เปิดการอภิปรายให้กว้างขวาง เสนอพยานหลักฐานของความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและสร้างมโนทัศน์ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรมการปฏิบัติ (Hand-On) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์

ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาของตนเอง สอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน ฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

ขั้นที่ 5 การนำมโนทัศน์ไปใช้

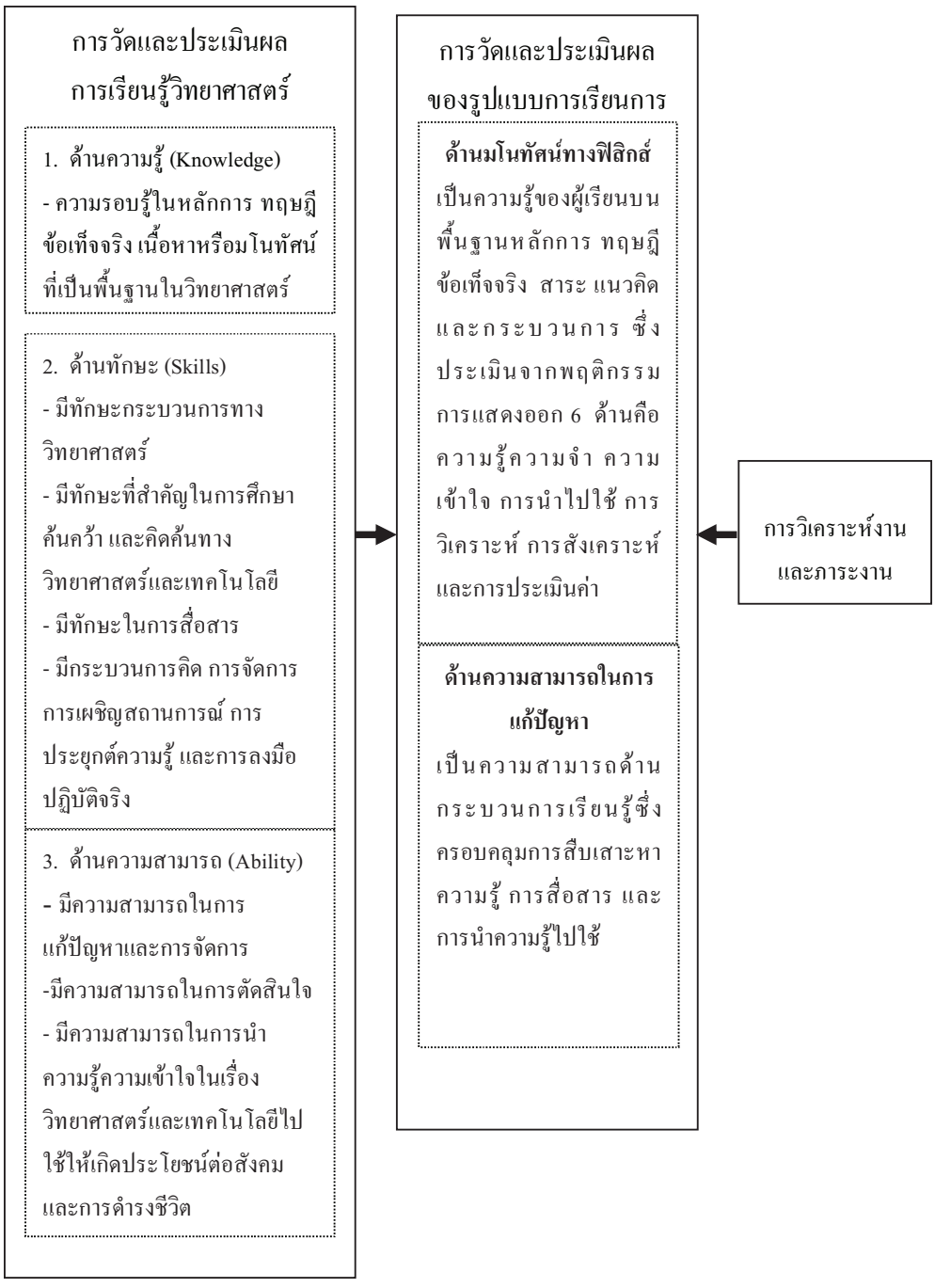
ครูกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริงโดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 การประเมินผล

ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ครูสังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน และประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

ผลการพัฒนาการวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน

พัฒนาการวัดและประเมินผลของรูปแบบการเรียนการสอน โดยการวิเคราะห์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงกับ ผลการวิเคราะห์งานและภาระงานนำผลการวิเคราะห์มาพัฒนาเป็นการวัดและประเมินผลของรูปแบบ ดังแสดงในแผนภาพที่ 19



แผนภาพที่ 19 ผลการพัฒนาการวัดและประเมินผลของรูปแบบ จากการวิเคราะห์ระบบการวัดและ

ประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์งานและภาระงาน

2.3 กำหนดรายวิชา ผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา และประมวลการสอนรายวิชา

การพัฒนาผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาและประมวลการสอนรายวิชาโดยการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แนวทางการดำเนินการ ดังแผนภาพที่ 20

การวิเคราะห์หลักสูตรและภาระงาน

วิเคราะห์หลักสูตร (รายละเอียด ภาคผนวก ค หน้า 281)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย
4. แรงและการเคลื่อนที่	ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้	1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง	ในสนามโน้มถ่วงจะมีแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก เมื่อปล่อยวัตถุ วัตถุจะตกแบบเสรี สนามโน้มถ่วงทำให้วัตถุต่างๆ ไม่หลุดจากโลก เช่น	1 สนามของแรง	- ความ สัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อน ที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง ...

วิเคราะห์ภาระงาน (รายละเอียด ภาคผนวก ค หน้า 288)

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้	**มโนทัศน์หลัก**	**มโนทัศน์ย่อย**	**ภาระงาน**	**เครื่องมือในการวัดผล**	**องค์ประกอบการประเมิน**	**เกณฑ์การประเมินผล**
1.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์.....	1 สนามของแรง	- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง	การออกแบบการทดลอง	แบบทดสอบการออกแบบการทดลอง	มโนทัศน์และการแก้ปัญหา	Rubric

ผลการพัฒนาคำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาค ความสัมพันธ์ระหว่างการขจัด เวลา ความเร็ว ความเร่ง ของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ... (รายละเอียด ภาคผนวก ค หน้า 293)

ผลการพัฒนาประมวลการสอนรายวิชา

ประมวลการสอนรายวิชา มีองค์ประกอบดังนี้ คำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลการเรียน และโครงการสอน (รายละเอียด ภาคผนวก ค หน้า 294)

แผนภาพที่ 20 แนวทางการดำเนินการพัฒนาผลการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชาและประมวลการสอนรายวิชา

2.4 การออกแบบการจัดการเรียนรู้

การออกแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นการกำหนดเนื้อหา วิธีสอนและสื่อการสอน และกำหนดเครื่องมือและวิธีการประเมิน ได้ผลการดำเนินการ ดังแผนภาพที่ 21

การกำหนดเนื้อหา

เนื้อหารายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 มีดังนี้ มโนทัศน์ที่ 1 สนามของแรง มโนทัศน์ที่ 2 การเคลื่อนที่ มโนทัศน์ที่ 3 คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และมโนทัศน์ที่ 4 กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์

กำหนดวิธีสอนและสื่อการสอน

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการสอน ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้น คือ 1) การสำรวจความรู้เดิม 2) การเร้าความสนใจ 3) การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน 4) การตรวจสอบมโนทัศน์ 5) การนำมโนทัศน์ไปใช้ และ 6) การประเมินผล

สื่อการสอน ประกอบด้วย ใบความรู้ ใบงาน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ CD – ROM แหล่งเรียนรู้ประกอบด้วย ห้องสมุดของโรงเรียน ห้องสหวิทยาการ ห้องปฏิบัติการทางคอมพิวเตอร์ Website และพิพิธภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์

การกำหนดเครื่องมือและวิธีการประเมิน

การวัดและประเมินผลดำเนินการ 3 ขั้นตอน คือ ประกอบด้วย 1) ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำการสำรวจความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ โดยวิธีการต่าง ๆ อาทิ เช่น การสำรวจมโนทัศน์ กิจกรรม interview about – instances กิจกรรม POE แผนผังมโนทัศน์ (Concept mapping) 2) ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ประเมินผลการทดสอบด้วยการปฏิบัติ (Performance – Based Assessment) จากงานและภาระงานที่นักเรียนดำเนินการเช่น การออกแบบการทดลอง แผนภาพรูปตัววี การรายงายผลการสืบค้น การสรุปองค์ความรู้ด้วยแผนผังมโนทัศน์ 3) หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์

แผนภาพที่ 21 ผลการออกแบบการจัดการเรียนรู้

ส่วนที่ 3 การจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

การพัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยการวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของคู่มือการใช้รูปแบบของนักการศึกษาต่าง ๆ แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

ผลการสังเคราะห์คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน มีองค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน 2) แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ การเรียนการสอน 3) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 4) จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน 5) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 6) การวัดและประเมินผล 7) แนวทางในการนำรูปแบบ การเรียนการสอนไปใช้ 8) เงื่อนไขการใช้รูปแบบการเรียนการสอน 9) สิ่งที่ผู้สอนต้องศึกษาก่อนนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ และ 10) วิธีการปฏิบัติเพื่อจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ(รายละเอียดดังภาคผนวก ฉ หน้า 358)

ส่วนที่ 4 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้

การนำเสนอผลการตรวจสอบและปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบฯ และแผนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและตรวจสอบโดยการทดลองสอน (Try out) รายละเอียดผลการตรวจสอบและปรับปรุง มีดังนี้

4.1 ผลการตรวจสอบโดยผู้ทรงเชี่ยวชาญ

ผลการตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ โดย ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน ปรากฏผลดังตารางที่ 39- 41 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง หน้า 328)

ตารางที่ 39 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน	4.73	0.27	มากที่สุด
2. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ	4.80	0.29	มากที่สุด
3. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน	4.93	0.14	มากที่สุด
4. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน			
4.1 หลักการ	4.80	0.24	มากที่สุด
4.2 จุดมุ่งหมาย	4.88	0.17	มากที่สุด
4.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้	4.85	0.22	มากที่สุด
4.4 การวัดและประเมินผล	4.86	0.29	มากที่สุด
รวม	4.84	0.14	มากที่สุด
รวมทุกด้าน	**4.82**	**0.15**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 39 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนการสอน โดยภาพรวมมีระดับความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.82, S.D. = 0.15) เมื่อแยกเป็นแต่ละด้าน พบว่าด้านความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน และองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย หลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดเช่นกัน

ตารางที่ 40 ผลการประเมินคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	**S.D.**	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**
1. รายละเอียดในคู่มือซึ่งประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบ แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ หลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมิน มีความ	4.80	0.44	มากที่สุด

สอดคล้องกับรูปแบบ			
2. รายละเอียดในคู่มือมีความชัดเจนเพียงพอที่จะนำรูปแบบ ไปใช้อย่างได้ผล	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ 40 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	**S.D.**	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**
3. แนวทางการนำรูปแบบไปใช้แสดงถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดกับผู้ที่ศึกษาคู่มืออย่างชัดเจน	4.80	0.44	มากที่สุด
4. เงื่อนไขในการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นรายละเอียดที่บอกถึงข้อกำหนดที่ผู้ใช้รูปแบบต้องพิจารณาเพื่อให้ผลการใช้รูปแบบมีประสิทธิภาพสูงสุด	4.80	0.44	มากที่สุด
5. สิ่งที่ผู้สอนต้องศึกษาแสดงถึงข้อมูลพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน	4.60	0.54	มากที่สุด
6. วิธีการปฏิบัติเพื่อการจัดเตรียมเป็นรายละเอียดที่บอกถึงการจัดเตรียมสิ่งที่จำเป็นในการสอนอย่างครบถ้วน	4.40	0.54	มาก
รวม	**4.73**	**0.09**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 40 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยภาพรวมมีระดับความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$=4.73, S.D.= 0.09) เมื่อแยกเป็นแต่ละประเด็น พบว่า รายละเอียดในคู่มือมีความชัดเจนเพียงพอที่จะนำรูปแบบไปใช้อย่างได้ผล รายละเอียดในคู่มือซึ่งประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบ แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ หลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมิน มีความสอดคล้องกับรูปแบบ แนวทางการนำรูปแบบไปใช้แสดงถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดกับผู้ที่ศึกษาคู่มืออย่างชัดเจน เงื่อนไขในการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นรายละเอียดที่บอกถึงข้อกำหนดที่ผู้ใช้รูปแบบต้องพิจารณาเพื่อให้ผลการใช้รูปแบบมีประสิทธิภาพสูงสุด และสิ่งที่ผู้สอนต้องศึกษาแสดงถึงข้อมูลพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ตามลำดับ ส่วนวิธีการปฏิบัติเพื่อการจัดเตรียมเป็นรายละเอียดที่บอกถึงการจัดเตรียมสิ่งที่จำเป็นในการสอนอย่างครบถ้วน มีความเหมาะสมในระดับมาก

ตารางที่ 41 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

ประเด็นการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	4.93	0.13	มากที่สุด
2. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้			
2.1 ชื่อแผน	4.96	0.10	มากที่สุด
2.2 ผลการเรียนรู้ / จุดประสงค์การเรียนรู้	4.65	0.12	มากที่สุด
2.3 ความรู้หรือประสบการณ์เดิม	4.86	0.16	มากที่สุด
2.4 สาระการเรียนรู้	4.85	0.20	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนการสอน	4.51	0.31	มากที่สุด
2.6 สื่อและแหล่งเรียนรู้	4.91	0.14	มากที่สุด
2.7 การวัดและประเมินผล	4.52	0.36	มากที่สุด
2.8 ข้อเสนอแนะสำหรับครู	4.87	0.22	มากที่สุด
รวม	4.75	0.08	มากที่สุด
3. การเรียบเรียงและการใช้ภาษา	4.25	0.30	มาก
รวมทุกด้าน	**4.64**	**0.11**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 41 พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อแผนการจัดการเรียนรู้ โดยภาพรวมมีระดับความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.64, S.D.= 0.11) เมื่อแยกเป็นแต่ละด้าน พบว่าการกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ และองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ชื่อแผน ผลการเรียนรู้ / จุดประสงค์การเรียนรู้ ความรู้หรือประสบการณ์เดิม สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และข้อเสนอแนะสำหรับครู มีความเหมาสมในระดับมากที่สุด ส่วนด้านการเรียบเรียงและการใช้ภาษา มีความเหมาะสมในระดับมาก

ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับ รูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน และแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. รูปแบบการเรียนการสอน ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะว่า ความสำคัญและความเป็นมาของรูปแบบควรกล่าวถึงปัญหาที่ทำให้ต้องมีการพัฒนารูปแบบให้ชัดเจน ส่วนแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนควรแยกประเด็นระหว่าง ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้กับการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้

2. คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะว่า ควรแนะนำผู้ใช้รูปแบบการเรียนการสอนให้จัดเตรียมในเรื่องการสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาและสร้างเสริมมโนทัศน์แก่ผู้เรียน และปรับปรุงการใช้ภาษาให้มีความเหมาะสมและเข้าใจง่ายขึ้น

3. แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะว่า ควรตรวจสอบการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และใช้หน่วย SI Unit ให้ถูกต้อง ควรใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสร้าง มโนทัศน์แทนการศึกษาจากใบงานหรือการดูวีดีโอ

จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้ปรับปรุง เนื้อหาในส่วนความสำคัญและความเป็นมาของรูปแบบ และแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามข้อเสนอแนะ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยเพิ่มเนื้อหาการสร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาเพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียน ไว้ในส่วนของแนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของการใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์พร้อมทั้งแก้ไขให้ถูกต้องและเพิ่มการใช้กระบวนการทางวิทยาสตร์ในการสอนขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน และขั้นที่ 5 การนำมโนทัศน์ไปใช้

4.2 ผลการตรวจสอบโดยการทดลองสอน

การนำรูปแบบการเรียนการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองสอน พบว่า สามารถจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แต่การจัดการเรียนการสอนในบางขั้นตอน ผู้วิจัยต้องใช้เวลามากกว่าที่กำหนดไว้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การจัดการเรียนการสอนในขั้นที่ 1 การสำรวจความรู้เดิม ครูใช้วิธีการให้นักเรียนเขียนแผนผังมโนทัศน์ (Concept mapping) จากมโนทัศน์ที่กำหนดให้ พบว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนแผนผัง มโนทัศน์ได้ เนื่องจากไม่เข้าใจว่าการเขียนแผนผังมโนทัศน์ทำอย่างไร ครูจึงต้องใช้เวลาในการอธิบายและยกตัวอย่างประกอบทำให้ต้องใช้เวลามากกว่าที่กำหนด

2. การจัดการเรียนการสอนในขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน และขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์ นักเรียนต้องวางแผนการเรียนรู้ ดำเนินการตามแผนการเรียนรู้และนำเสนอผลการค้นพบ ต้องใช้เวลามากกว่าที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนยังไม่มีประสบการณ์ในการวางแผนการเรียนรู้เอง ผู้วิจัยจำเป็นต้องอธิบายเพิ่มเติมและชี้แนะ

ผลจากการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้โดยการทำความเข้าใจ และทำความตกลงกับนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ บทบาทของผู้เรียนและการเตรียมตัวก่อนเรียน ตรวจสอบความรู้และประสบการณ์ของผู้เรียนก่อนการให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ หากนักเรียนไม่มีประสบการณ์ จะนัดนักเรียนนอกเวลาเรียนเพื่อชี้แจง

ผู้วิจัยได้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา (ภาคผนวก ฉ หน้า 369) คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน (ภาคผนวก ฉ หน้า 358) แผนการจัดการเรียนรู้ (ภาคผนวก ค หน้า 275) และนำไปใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป

ตอนที่ 3 ผลการนำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปใช้ในสถานการณ์จริง (Implement)

การประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน โดยการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 สุ่มห้องเรียนเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ประกอบด้วยผู้เรียนกลุ่มละ 40 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนปกติ สรุปการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 42

ตารางที่ 42 เปรียบเทียบการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

การเรียนการสอน กลุ่มควบคุม	การเรียนการสอน กลุ่มทดลอง	ความแตกต่างระหว่างการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ผู้สอนชี้แจงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนโดยการใช้คำถามประกอบการสาธิตสังเกตรูปภาพ	**ขั้นที่ 1 การสำรวจความรู้เดิม** ผู้สอนค้นหาความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องทีจะสอนและจำแนกความคิดเหล่านั้น นักเรียนตอบแบบสำรวจแนวคิด หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความคิดที่มีอยู่เดิมของตน	1. การเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นให้ความสำคัญกับความรู้หรือมโนทัศน์เดิมของผู้เรียน เพื่อทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและไม่เกิดแนวคิดที่ผิดพลาด ขณะที่รูปแบบการสอนปกติเน้นการให้ความรู้หรือสร้างมโนทัศน์ใหม่
	ขั้นที่ 2 การเร้าความสนใจ ผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรมโดยกิจกรรมที่ใช้มีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน ผู้เรียนสร้างแรงขับภายในเพื่อขจัดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้นจากขั้นที่ 1	2. การเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางสติปัญญาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา
ขั้นที่ 2 ขั้นสอน ผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระโดยใช้วิธีการสอนหลัก 3 วิธี คือ การบรรยายและซักถามประกอบการบรรยาย การอภิปราย และการยกตัวอย่าง รวมทั้งการทำกิจกรรมการทดลองตามหนังสือแบบเรียนและคู่มือครู ผู้เรียนรับฟังการบรรยาย ตอบข้อซักถาม ทำกิจกรรม หรือ	**ขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน** ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เปิดการอภิปราย เสนอพยาน หลักฐานของความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและสร้างมโนทัศน์ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรมการปฏิบัติ (hand-On) การสร้างโมเดล	3. การสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนวางแผนการเรียนรู้และดำเนินการตามแผนการเรียนรู้ของตนเอง โดยผู้สอนจัดเตรียมทางเลือกและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายให้ ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้สืบเสาะสิ่งที่ต้องการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการเรียนรู้ต่าง ๆ ในการกำหนดคำถาม การรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างข้อสรุปขณะที่การเรียนการสอนแบบ

ภาระงานและงานที่ครูมอบหมาย	(Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์และกิจกรรมกลุ่ม	ปกติไม่มีการส่งเสริมให้ผู้เรียนวางแผนและดำเนินการเรียนด้วยตนเอง

ตารางที่ 42 (ต่อ)

การเรียนการสอนกลุ่มควบคุม	**การเรียนการสอนกลุ่มทดลอง**	**ความแตกต่างระหว่างการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง**
	ขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์ ผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดโดยใช้ภาษาของตนเอง สอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย	4. การเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างถ้อยความภาษาพูดด้วยตนเองเพื่อสื่อสารสิ่งที่ตนเองค้นพบ ฝึกการใช้กระบวนการคิดในการวิเคราะห์เปรียบเทียบสิ่งที่ตนเองค้นพบกับสิ่งที่มีมาก่อน และเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางด้านวิทยาศาสตร์
ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียนนั้น ๆ	**ขั้นที่ 5 การนำมโนทัศน์ไปใช้** ผู้สอนกระตุ้นและขยายความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริง โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น	5. การเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนา กระตุ้นและขยายความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริง โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น ขณะที่การจัดการเรียนการสอนแบบปกติผู้เรียนจะสรุปเนื้อหาหลังจากที่เรียนไปแล้วโดยไม่ได้รับการฝึกเชื่อมโยงสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้

ตารางที่ 42 (ต่อ)

การเรียนการสอน กลุ่มควบคุม	การเรียนการสอน กลุ่มทดลอง	ความแตกต่างระหว่างการเรียนการสอนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง
ขั้นที่ 4 ขั้นวัดและประเมินผล ผู้สอนตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนโดยการตรวจแบบฝึกหัดที่มอบหมายให้นักเรียนทำ ทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ รวมทั้งประเมินผลงานและการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้รับมอบหมายจากผู้สอน	**ขั้นที่ 6 การประเมินผล** ผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ และความสามารถของตนเอง โดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ครูสังเกต ความรู้และทักษะการประยุกต์ มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ประเมินความ ก้าวหน้าของนักเรียน และประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา	6. การสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เพื่อสรุปและสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้มาเพื่อเป็นการตรวจสอบและเชื่อมโยงสิ่งที่ตนเรียนรู้กับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากตารางที่ 42 แสดงให้เห็นว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้นคือ การสำรวจความรู้เดิม การเร้าความสนใจ การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน การตรวจสอบมโนทัศน์ การนำมโนทัศน์ไปใช้ และการประเมินผล จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจใน มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา

การศึกษาผลการเรียนรู้ ด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

จากการวิเคราะห์ผู้เรียน ในประเด็นความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า ผู้เรียนมีความรู้ก่อนเรียนด้านมโนทัศน์รวมร้อยละ 25.38 โดยมีมโนทัศน์เรื่องสนามของแรง การเคลื่อนที่ คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิเคลียร์ ร้อยละ 43.13, 22.00, 12.60 และ 11.00 ตามลำดับ และเมื่อศึกษาความเข้าใจในมโนทัศน์ พบว่า ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) ในทุกเรื่อง (ตารางที่ 34-35) การใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาซึ่งมีขั้นตอนการสอน 6 ขั้น เพื่อปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ผลดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้วิจัยสำรวจมโนทัศน์และประสบการณ์ก่อนเรียนของผู้เรียน เกี่ยวกับสนามของแรง การเคลื่อนที่ คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ ด้วยการใช้คำถามประกอบการสาธิต การสำรวจมโนทัศน์โดยใช้แบบสอบถาม การเขียนแผนผังมโนทัศน์ (concept mapping) กิจกรรม the post – box method กิจกรรม interview about – instances การแสดงความคิดเห็นจากบทความที่อ่าน ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาจำแนกเพื่อหาความคลาดเคลื่อนของมโนทัศน์ พบว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องกัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์มากที่สุด ผู้วิจัยนำข้อมูลมาประกอบในการออกแบบและจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดความคับข้องใจและต้องการหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 การเร้าความสนใจ ผู้วิจัยจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม เพื่อกระตุ้นความสนใจ อยากรู้อยากเห็นด้วยการใช้คำถามประกอบการสาธิต กิจกรรม POE (Predict – Observe – Explain) ดูวีดิโอการศึกษา นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ใหม่จากการชมวีดิโอ มีการเปรียบเทียบความคิดเดิมของตนกับเพื่อน มีการคาดเดาคำตอบ มีการวิพากษ์วิจารณ์สิ่งที่เกิดขึ้น เป็นการจุดประกายความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเพิ่มขึ้นหลังจากการสำรวจความรู้เดิม นักเรียนจะได้รับคำตอบบางส่วนจากกิจกรรม เกิดการเรียนรู้จากการสนทนาโต้ตอบ การสังเกต ภายในความคิดของตนเองซึ่งจะถูกเก็บไว้เป็นองค์ความรู้เชื่อมโยงสู่การเรียนรู้ต่อไป ในขั้นนี้นักเรียนสามารถตั้งคำถามเพื่อศึกษาค้นคว้าต่อไป

ขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งกลุ่มตามวิธีการเรียนรู้(learning style) ลองออกแบบการหาคำตอบจากข้อคำถามในขั้นที่ผ่านมาโดยการปฏิบัติจริง ได้แก่ การสร้างแผนผังมโนทัศน์ การสืบค้นข้อมูล การออกแบบการทดลอง การเขียนแผนภาพรูปตัววี การเขียน mind map นักเรียนมีการอภิปราย วางแผนการเรียนรู้ จัดหาวัสดุอุปกรณ์ จดบันทึก เก็บรวบรวมข้อมูล มีการทำงานร่วมกันปรึกษาและลงความคิดเห็นกันมากขึ้น นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำเป็นหมวดหมู่ จากนั้นร่วมกันสรุปเพื่อตอบคำถามด้วยพยานหลักฐานที่เด่นชัดมากขึ้น ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนเชื่อมโยงคำตอบที่ได้มากับคำตอบจากประสบการณ์เดิมของนักเรียน ว่าเหมือนหรือแตกต่าง หรือส่งเสริมกัน นักเรียนร่วมกันเขียนคำตอบจากคำถามเดิมอีกครั้งหนึ่ง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้รับคำตอบที่ชัดเจนขึ้นของมโนทัศน์ต่างๆ เป็นขั้นของการสร้างมโนทัศน์และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา อีกทั้งเป็นการให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้จากการวางแผนและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเองแทนการท่องจำความรู้เพื่อใช้ในการทดสอบ

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์ ผู้วิจัย ให้นักเรียนนำคำตอบ ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและการปฏิบัติในขั้นการทำมโนทัศน์ให้ชัดเจนของกลุ่มมานำเสนอหน้าชั้นเรียน อธิบายแนวคิด และนำเสนอ มโนทัศน์ที่ค้นพบ นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปประเด็นและรายละเอียดของมโนทัศน์ต่างๆ และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่ามโนทัศน์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันของเราหรือไม่ อย่างไร นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิด อภิปรายและนำเสนอ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น ได้คิดเชื่อมโยงไปสู่การเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ สามารถวางแผนเชื่อมโยงความรู้สู่ชีวิตจริงและการนำความรู้ไปใช้ได้

ขั้นที่ 5 การนำมโนทัศน์ไปใช้ ผู้วิจัยเสนอให้นักเรียนทำสิ่งประดิษฐ์ การสร้างโมเดล (Model Building) การจัดกิจกรรม Science Show การจัดนิทรรศการ โดยนำความรู้ กระบวนการที่เรียนรู้ เกี่ยวกับสนามของแรง การเคลื่อนที่ คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ มาสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่ในชีวิตจริง ภาระงานดังกล่าวเป็นการบูรณาการความรู้ และกระบวนการการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง ในขั้นนี้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สามารถเชื่อมโยงตลอดจนตระหนักรู้ในคุณค่าของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความมุ่งมั่น ความอดทนต่อการทำงานที่มีความซับซ้อนให้ประสบผลสำเร็จ มีความภาคภูมิใจต่อความสามารถและความสำเร็จของตนเอง

ขั้นที่ 6 การประเมินผล ผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองลงในบันทึกการเรียนรู้ในประเด็น ขั้นตอนการเรียนรู้ของผู้เรียน ความรู้ที่ผู้เรียนได้รับ ความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ การนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และปัญหาหรือข้อสงสัยจากกระบวนการเรียนรู้ ผู้วิจัยประเมินความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่ การเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียนจากงานและภาระงานที่นักเรียนกระทำ ประเมินความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาจากแบบทดสอบในแต่ละมโนทัศน์หลัก ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ตระหนักรู้เกี่ยวกับการรู้คิดและความสามารถของตน(Meta Cognition)และใช้ความเข้าใจดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนด้วยกลวิธีต่างๆอันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนมีการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน คือ

1. การวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อประเมินผล ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของผู้เรียนที่เกิดจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีการดำเนินงาน 2 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองโดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Paired samples t – test

1.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การวิเคราะห์ข้อมูลมีการดำเนินงาน 2 ขั้นตอนย่อยดังนี้

1.2.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Independent samples t – test เพื่อทดสอบว่า ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อนำผลการทดสอบมากำหนดวิธีวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสม

1.2.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน ที่เกิดจากการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น มีการดำเนินงาน 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง โดยใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ Paired samples t – test

2.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การวิเคราะห์ข้อมูลมีการดำเนินงาน 2 ขั้นตอนย่อย ดังนี้

2.2.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบค่าที(t-test) แบบ Independent samples t – test เพื่อทดสอบว่า ผู้เรียนทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อนำผลการทดสอบมากำหนดวิธีวิเคราะห์ทางสถิติที่เหมาะสม

2.2.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา มีการดำเนินงาน 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน

3.2 ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน โดยการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลผลิต (E_2)

3.3 ประเมินความเชื่อมั่นของเกณฑ์การประเมิน จากการหาความสัมพันธ์ในการให้คะแนนของผู้ประเมินโดยการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน(Pearson's Product Moment Coefficient of Correlation)

4. การพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อสรุปผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ที่มีต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของผู้เรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของผู้เรียน มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง ปรากฏผลดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t (two-tailed test)	p
ก่อนการทดลอง	40	35	13.60	3.66	14.08	.000*
หลังการทดลอง	40	35	23.43	4.66		

***P < .05**

จากตารางที่ 43 พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลอง ($\bar{x}$=23.43, S.D.=4.66) สูงกว่าก่อนการทดลอง ($\bar{x}$=13.60, S.D.=3.66) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผล ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมปรากฏผล ดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t (two-tailed test)	p
กลุ่มทดลอง	40	35	13.60	3.66	1.31	.193
กลุ่มควบคุม	40	35	12.58	3.31		

***P < .05**

จากตารางที่ 44 พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏดังตารางที่ 45 และ 46

ตารางที่ 45 ผลการทดสอบอิทธิพลของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองและอิทธิพลของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีต่อคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
ความเข้าใจในมโนทัศน์ของฟิสิกส์ก่อนการทดลอง	282.011	1	282.011	13.634	.000
รูปแบบการเรียนการสอน	187.070	1	187.070	9.044	.004*
ภายในกลุ่ม	1592.739	77	20.685		
รวม	39466.000	80			

***P < .05**

จากตารางที่ 45 แสดงว่าเมื่อปรับความแตกต่างของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองออกแล้ว พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบที่ต่างกันมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 46 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	B	Std. Error	t	p
ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลอง	.544	.147	3.692	.000
กลุ่มควบคุม	-3.092	1.028	-3.007*	.004*
กลุ่มทดลอง	0 [a]			

***P < .05**

จากตารางที่ 46 พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลอง สูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 3

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสามารถในการแก้ปัญหา

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน มีการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง ปรากฏผลดังตารางที่ 47

ตารางที่ 47 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t (two-tailed test)	p
ก่อนการทดลอง	40	16	5.48	1.91	11.58*	.000*
หลังการทดลอง	40	16	11.53	3.81		

*P < .05

จากตารางที่ 47 พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง ($\bar{x}$=11.53, S.D.=3.81) สูงกว่าก่อนการทดลอง ($\bar{x}$=5.48, S.D.=1.91) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 2

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t (two-tailed test)	p
กลุ่มทดลอง	40	16	5.48	1.91	1.88	.063
กลุ่มควบคุม	40	16	6.55	3.06		

*P < .05

จากตารางที่ 48 พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏผลดังตารางที่ 49 และ 50

ตารางที่ 49 ผลการทดสอบอิทธิพลของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองและอิทธิพลของรูปแบบการเรียนการสอน ที่มีต่อคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	P
ความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลอง	549.911	1	549.911	71.041	.000
รูปแบบการเรียนการสอน	716.155	1	716.155	92.517	.000*
ภายในกลุ่ม	596.039	77	7.741		
รวม	8162.000	80			

*P < .05

จากตารางที่ 49 แสดงว่าเมื่อปรับความแตกต่างของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองออกแล้ว พบว่าการจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบที่ต่างกันมีผลทำให้ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 50 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	B	Std. Error	t	p
ความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลอง	1.041	.123	8.429	.000
กลุ่มควบคุม	-6.119	.636	-9.619*	.000*
กลุ่มทดลอง	0 [a]			

*P < .05

จากตารางที่ 50 พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง สูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 4

ส่วนที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

การประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา มีการดำเนินการ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน ได้ผลดังนี้

E.I. = [(Posttest Score) - (Pretest Score)] / (Maximum Possible Score - Pretest Score)

= (34.95 – 19.08) / (51.00 – 19.08)

= 0.50

จากการประเมินประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนมีค่าประสิทธิผลเท่ากับ .50 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมิน .50

2. ประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน ปรากฏผลดังตารางที่ 51

ตารางที่ 51 ผลการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพ
E_1	339	10898	272.45	80.37	80.37
E_2	130	4214	105.35	81.04	81.04

จากตารางที่ 51 พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลการประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของรูปแบบเท่ากับร้อยละ 80.37 และผลการประเมินประสิทธิภาพของผลผลิต (E_2) ของรูปแบบเท่ากับร้อยละ 81.04 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 80/80 (รายละเอียด ภาคผนวก จ หน้า 349)

3. ประเมินความเชื่อมั่นของการประเมินงานและภาระงาน ปรากฏผลดังนี้

ผลการประเมินความเชื่อมั่นในการให้คะแนนของผู้ประเมินพบว่า การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.867 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (รายละเอียด ภาคผนวก จ หน้า 355)

ส่วนที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นที่มีต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนามีค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียน สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียน และรูปแบบที่ผู้วิจัยพัฒนามีประสิทธิผลและประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ จึงสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการสร้างเสริม มโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ตอนที่ 4 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินรูปแบบการเรียนการสอน มีการดำเนินงาน 2 ขั้นตอน

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอนระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินผลรูปแบบการเรียนการสอนหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียด ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนระหว่างการใช้รูปแบบ

ผลการวิเคราะห์การประเมินกิจกรรมการเรียนการสอนระหว่างการใช้รูปแบบจากผู้เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย ครูผู้สอน ผู้ปกครอง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏผลดังตารางที่ 52 (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก ง หน้า 333)

ตารางที่ 52 ผลการประเมินรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น ระหว่างการใช้รูปแบบ

ประเด็นการประเมิน	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้สอน	4.60	0.37	4.72	0.23	4.72	0.33	4.68	0.30	4.68	0.29	มากที่สุด
องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้เรียน	4.32	0.23	4.40	0.14	4.40	0.24	4.32	0.23	4.36	0.20	มาก
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน	4.44	0.46	4.52	0.44	4.52	0.33	4.44	0.46	4.48	0.39	มาก
การจัดกระบวนการเรียนรู้	4.60	0.19	4.62	0.19	4.69	0.21	4.54	0.18	4.61	0.19	มากที่สุด
บริการสนับสนุนการสอน	4.70	0.21	4.70	0.21	4.70	0.21	4.70	0.21	4.70	0.19	มากที่สุด
รวม	**4.53**	**0.25**	**4.59**	**0.21**	**4.61**	**0.21**	**4.53**	**0.25**	**4.57**	**0.22**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 52 พบว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้ง 5 คน เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยภาพรวมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.57, S.D. = 0.22) เมื่อแยกเป็นแต่ละด้าน พบว่า องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้สอน การจัดกระบวนการเรียนรู้และด้านบริการสนับสนุนการสอนมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ส่วนองค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้เรียนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนมีความเหมาะสมในระดับมาก และได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการดำเนินการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ดังนี้

1. การดำเนินการเรียนการสอนในขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน และขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์ ควรให้เวลากับผู้เรียนให้มากขึ้นเพื่อการทำความเข้าใจและวางแผนการเรียนรู้ร่วมกัน

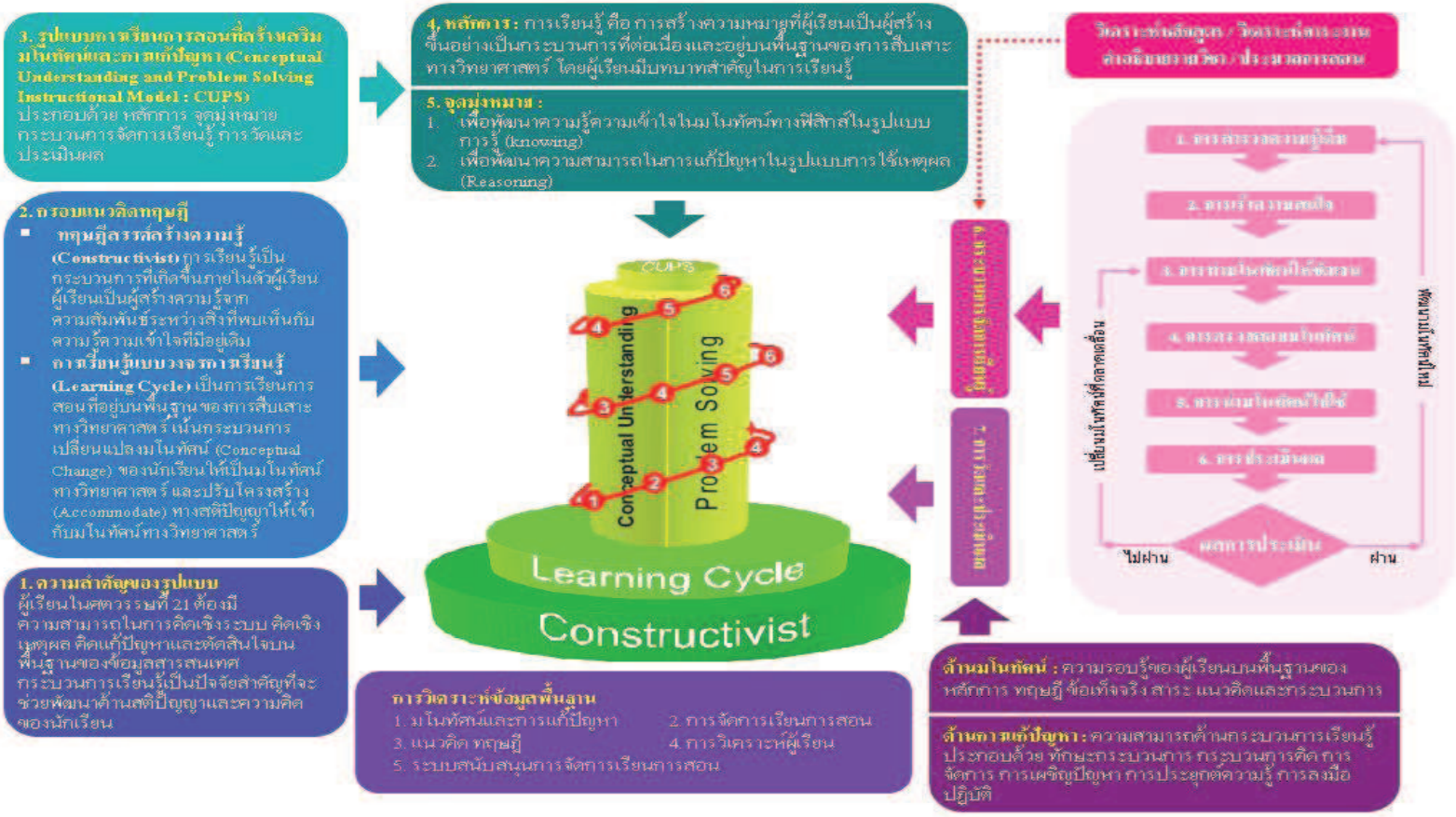
2. ในการมอบหมายให้นักเรียนทำภาระงาน/งาน ในครั้งแรกเช่น การออกแบบการทดลอง หรือ การทำแผนภาพรูปตัววี ครูควรอธิบายขั้นตอนการดำเนินการหรืออธิบายบทบาทของผู้เรียนอย่างชัดเจนเพราะนักเรียนยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการทำภาระงานดังกล่าว

3. ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้มีเนื้อหาค่อนข้างมาก ทำให้ครูต้องเร่งการดำเนินการทำกิจกรรมต่าง ๆ จึงทำให้นักเรียนบางคนไม่มีช่วงเวลาในการไตร่ตรอง วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้เป็นของตนเอง ครูควรให้การช่วยเหลือผู้เรียนดังกล่าว พร้อมทั้งยืดหยุ่นเวลาให้เหมาะสม

จากข้อเสนอแนะดังกล่าวผู้วิจัยได้ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ โดยจัดเวลาการสอนในขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ให้นักเรียนวางแผนการเรียนรู้นอกเวลาเวลาเรียนแล้วนำผลการวางแผนมาทำการปฏิบัติจริงในวันต่อมา รวมทั้งให้การเอาใจใส่และกระตุ้นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนรู้ช้ากว่าเพื่อน ๆ ให้ติดตามบทเรียนให้ทัน

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ในตอนที่ 3 และผลการประเมินระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอนมาปรับปรุงและนำเสนอในรูปของแผนภาพประกอบความเรียง ได้ดังแผนภาพที่ 22 และ 23

แผนภาพที่ 22 องค์ประกอบหลักของรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์



แผนภาพที่ 23 รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนหลังการใช้รูปแบบ

ผลการวิเคราะห์การประเมินรูปแบบการเรียนการสอน หลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอนจากผู้เกี่ยวข้องโดยการวิพากษ์รูปแบบการเรียนการสอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. กระบวนการในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเป็นไปตามกระบวนของการวิจัยแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) จึงทำให้รูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนามีความน่าเชื่อถือ

2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย หลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกัน

3. ผลลัพธ์ของรูปแบบการเรียนการสอนคือ ผู้เรียนมีพัฒนาการในด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงขึ้น อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ปรากฏว่าผู้เรียนกลุ่มทดลองมีความเข้าใจในมโนทัศน์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุม จึงเป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ของการพัฒนา

ผู้เกี่ยวข้องได้เสนอแนะให้มีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อให้งานวิจัยมีข้อมูลสนับสนุนมากยิ่งขึ้น

ผลการวิเคราะห์การประเมินเพื่อรับรองรูปแบบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในระดับมากที่สุด โดยให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน ในส่วนข้อเสนอแนะสำหรับผู้สอนที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ ให้มีความชัดเจนหรืออาจมีข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ทั้งนี้เนื่องจากบริบทและสภาพความพร้อมของแต่ละโรงเรียนมีความแตกต่างกัน

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย” เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีนักเรียนเป็นหน่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล (Unit of Collection) มีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

2. ทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประเมินมโนทัศน์และการแก้ปัญหาของนักเรียน

3. เพื่อนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และ การแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการดำเนินการ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

การดำเนินการในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ศึกษาแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive) กลุ่มประมวลผลทางปัญญา(Cognitive Information Processing Theory) และกลุ่มสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) และกระบวนการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) วิเคราะห์ผู้เรียน (Learner Analysis) โดยการวิเคราะห์วิธีการเรียนรู้ (learning style) และความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ ศึกษาระบบสนับสนุนในด้านปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลผลิต จากนั้นนำผลจากการศึกษามากำหนดขอบเขตและเป้าหมายในการพัฒนาผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบและพัฒนา (Design and Development)

ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบ รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ โดยการวิเคราะห์งานและภาระงาน(jobs and task) กำหนดกรอบแนวคิดทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้สรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) วิเคราะห์องค์ประกอบและสาระสำคัญขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย 1) ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน 2) แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 3) หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน 4) จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน 5) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 6) การวัดและประเมินผล ระบุรายวิชาและผลการเรียนรู้ จัดทำคำอธิบายรายวิชาและประมวลการสอนรายวิชา ออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการกำหนดเนื้อหา กำหนดวิธีสอนซึ่งมีขั้นตอนการสอน 6 ขั้นคือ 1) การสำรวจความรู้เดิม 2) การเร้าความสนใจ 3) การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน 4) การตรวจสอบมโนทัศน์ 5)การนำมโนทัศน์ไปใช้ และ 6) การประเมินผล กำหนดสื่อการสอน เครื่องมือและวิธีการประเมิน และจัดทำคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ เครื่องมือวัดและประเมินผล ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และแบบทดสอบการปฏิบัติ จากนั้นนำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ คู่มือการใช้รูปแบบฯ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และแบบทดสอบการปฏิบัติ ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความตรงและประเมินความสอดคล้อง/เหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ไปหาความเชื่อมั่นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 73 คน และนำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาไปทดลองใช้(try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 4/3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ จำนวน 8 คาบ เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ จากนั้นปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอนให้สมบูรณ์ก่อนการนำไปทดลองใช้จริง (implement)

ขั้นตอนที่ 3 การนำไปใช้ (Implementation)

การทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาตามลำดับขั้นของการเรียนการสอนที่กำหนดไว้ ไปทดลองใช้ในสภาพจริง ส่วนการประเมินผลการจัดการเรียนรู้เป็นการเปรียบเทียบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นตัวแปรที่ศึกษาระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น กับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนปกติ โดยผู้วิจัยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา อาจารย์ประจำวิชาใช้ รูปแบบการเรียนการสอนปกติ ในรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 40 คน โดยการสุ่มห้องเรียนแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ด้วยกระบวนการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi– Experiment Design) ใช้รูปแบบการทดลองแบบ Pretest – Posttest Control Group Design เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ๆ ละ 2 คาบ รวม 30 คาบ โดยมีเนื้อหา 4 เรื่อง คือ 1) สนามของแรง 2) การเคลื่อนที่ 3) คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และ 4) กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทดสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหาก่อนการใช้รูปแบบฯ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จากนั้นดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน แบบทดสอบการปฏิบัติ แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา จากนั้นทดสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหาหลังการใช้รูปแบบทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัย เปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังการทดลองของผู้เรียนกลุ่มทดลองโดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Paired samples t – test เปรียบเทียบความเข้าใจมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของผู้เรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) หาค่าประสิทธิผลและประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริม มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ประเมินความเชื่อมั่นของการประเมินภาระงาน

ขั้นตอนที่ 4 การประเมิน (Evaluation)

การประเมินรูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการ 2 ระยะ คือ 1) การประเมินระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอน มีจุดมุ่งหมาย เพื่อปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอน วัสดุและสื่อการเรียนการสอน ผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากผู้เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ครูผู้สอน ผู้ปกครอง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญ รวมจำนวน 5 คน ดำเนินการประเมินเมื่อจบ

การเรียนรู้ในแต่ละมโนทัศน์หลัก รวมการประเมินทั้งสิ้น 4 ครั้ง โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินกิจกรรมการเรียน ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วน (rating scale) 5 ระดับ 2) การประเมินหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน มีจุดมุ่งหมาย เพื่อศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนโดยเปรียบเทียบระหว่างวัตถุประสงค์กับผลลัพธ์ ผู้วิจัยใช้วิธีการนำเสนอและวิพากษ์รูปแบบการเรียนการสอนจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย ครูผู้สอน ผู้ปกครอง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้ ผู้บริหาร และผู้เชี่ยวชาญ รวมจำนวน 10 คน ปรับปรุงรูปแบบการเรียนการสอนแล้วนำเสนอรูปแบบต่อผู้เชี่ยวชาญ ประเมินเพื่อรับรองรูปแบบอีกครั้ง

สรุปผลการวิจัย

ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย การวิเคราะห์(Analysis) และการออกแบบและพัฒนา (Design and Development) สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ มโนทัศน์และการแก้ปัญหา ผลการศึกษาหลักสูตร ได้ข้อสรุปว่า มโนทัศน์ทางฟิสิกส์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ประกอบด้วย แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน ใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบ สืบค้นและสื่อสารสิ่งที่ค้นพบเป็นกระบวนการในการเรียนรู้ ส่วนมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสิงคโปร์ ประกอบด้วย สารและพลังงาน การเคลื่อนที่ของวัตถุ ใช้กระบวนการทดลองและการตรวจสอบเป็นกระบวนการในการเรียนรู้ การศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ ได้ข้อสรุปว่า ผู้สอนมีพื้นฐานความรู้ในเชิงทฤษฎี เชิงปฏิบัติและกระบวนการสอน ที่แตกต่างกัน นักเรียนขาดความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ วัสดุและอุปกรณ์มีไม่เพียงพอต่อการทำปฏิบัติการ ผู้เรียนมักเป็นผู้ฟังความรู้จากครูมากกว่าการสร้างความรู้ด้วยตนเอง การศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ ได้ข้อสรุปว่า ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม(Behaviorism) มีแนวคิดว่าการเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยง ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง กลุ่มปัญญานิยม(Cognitive) มีแนวคิดว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสติปัญญาของมนุษย์ในการที่จะสร้างความรู้ ความเข้าใจให้แก่ตนเอง กลุ่มประมวลผลทางปัญญา(Cognitive Information Processing Theory) มีแนวคิดว่ากระบวนการเรียนรู้อยู่ในรูปของการประมวลผลข้อมูล ส่วนกลุ่มสรรค์สร้างความรู้(Constructivist) มีแนวคิดว่าการเรียนรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการทีต่อเนื่อง และการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้(Learning Cycle)เป็น

รูปแบบการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยอยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ผู้เรียนด้านการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียร์เจต์ (Piaget) ได้ข้อสรุปว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจถึงระดับสูงสุด มีความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบ ตามทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ บรูเนอร์ (Bruner) ได้ข้อสรุปว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมได้ จึงควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ สอนให้เกิดความคิดรวบยอด และจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่วนทฤษฎี พหุปัญญาของการ์ดเนอร์ (Howard Gardner) ได้ข้อสรุปว่า ปัญญาในทุก ๆ ด้านของผู้เรียนสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม ผลการศึกษาวิธีการเรียนรู้(Learning style) ของผู้เรียน ได้ข้อสรุปว่า ผู้เรียนมีวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันและหลากหลายวิธี การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรสอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ ของผู้เรียน และจากการตรวจสอบความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และการแก้ปัญหา พบว่า ก่อนการเรียนนักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ เรื่องสนามของแรง การเคลื่อนที่คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และกัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ อยู่ก่อนบ้างแล้ว (ตารางที่ 30) และบางคนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนซึ่งเป็นการเข้าใจที่แตกต่างไปจากมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และจากการวิเคราะห์ระบบสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ได้ข้อสรุปว่า วิธีการเรียนของผู้เรียนและวิธีการสอนของผู้สอน ความพร้อมของสื่อการเรียนการสอนและห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ บทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน บทบาทของผู้ปกครอง ผลสัมฤทธิ์และเจตคติของผู้เรียน จะส่งผลต่อบรรยากาศในการเรียนรู้มโนทัศน์ทางฟิสิกส์และการแก้ปัญหาของผู้เรียน

2. การออกแบบและพัฒนา (Design and Development) เป็นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ผลการวิเคราะห์งาน/ภาระงาน ได้ข้อสรุปว่า ภาระงานที่ช่วยสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การสรุปองค์ความรู้ในรูปแบบ Concept map การรายงานการสืบค้นข้อมูล การออกแบบการทดลอง แผนผังรูปตัววี และการสรุป องค์ความรู้ในรูปแบบ Mind map แนวคิด ทฤษฎี ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ คือ ทฤษฎีการเรียนรู้สรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) และจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) โดยรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา มีองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้

2.1 หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน ในการจัดการเรียนการสอน

2.2 จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน ในการพัฒนาความสามารถของผู้เรียน

2.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนคือ

2.3.1 การสำรวจความรู้เดิม เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจที่มีมาก่อนของผู้เรียน โดยผู้สอนค้นหาความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องที่จะสอนโดยการทดสอบ การสัมภาษณ์ การตอบคำถาม จำแนกความคิดเหล่านั้น นักเรียนตอบแบบสำรวจแนวคิด หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

2.3.2 การเร้าความสนใจ ผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมที่ใช้มีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน และถามคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม

2.3.3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เปิดการอภิปรายให้กว้างขวาง เสนอพยานหลักฐานของความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบ การทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและสร้างมโนทัศน์ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรม การปฏิบัติ (Hand-On) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม

2.3.4 ตรวจสอบมโนทัศน์ ผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาของตนเอง สอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน ฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

2.3.5 การนำมโนทัศน์ไปใช้ ผู้สอนกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริง โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น

2.3.6 การประเมินผล ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ครูสังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน และประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

2.4 การวัดและประเมินผล เป็นการวัดและประเมินสมรรถนะของผู้เรียน 2 ด้าน คือ

2.4.1 ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ เป็นความรู้ของผู้เรียนบนพื้นฐาน หลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง สาระ แนวคิดและกระบวนการ

2.4.2 ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญปัญหา การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติที่แสดงออกถึง ทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ ซึ่งครอบคลุมการสืบเสาะหาความรู้ การสื่อสาร และการนำความรู้ไปใช้

โดยที่แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบได้จาการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นการสอนวิชาฟิสิกส์จากขั้นการวิเคราะห์ข้อที่ 1 หลักการของรูปแบบ ได้จากการวิเคราะห์แนวคิดของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้และการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแนวคิด ทฤษฎีที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบ จุดมุ่งหมายของรูปแบบมาจากการวิเคราะห์หลักการและผลที่คาดว่าจะเกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ได้จากการวิเคราะห์หลักการและแนวทางการจัดการเรียนการสอน ส่วนการวัดและประเมินผลได้จากการวิเคราะห์ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับการวิเคราะห์งาน/ภาระงาน นอกจาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ผู้วิจัยได้พัฒนาคู่มือการใช้รูปแบบฯ และแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้อง โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$= 4.82, S.D. = 0.15) คู่มือการใช้รูปแบบ มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$=4.73, S.D.= 0.09) และแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในระดับ มากที่สุด($\overline{X}$= 4.64, S.D.= 0.11) ผู้วิจัยนำรูปแบบการเรียนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ รวม 8 คาบ พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสรมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาสามารถนำไปใช้กับสถานการณ์จริงได้

ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

การนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้ในการเรียนการสอนรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 กับผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยผู้เรียนกลุ่มละ 40 คน เป็นระยะเวลา 15 สัปดาห์ รวม 30 คาบโดยกลุ่มทดลองได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา สอนโดยผู้วิจัย กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนปกติ สอนโดยอาจารย์ประจำวิชา ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความสามารถใกล้เคียงกับผู้วิจัย สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา เมื่อทดสอบโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น0.88 และตรวจสอบด้วยการทดสอบค่าที (t-test)

แบบ Paired samples t – test พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลอง ($\bar{x}$=23.43, S.D.=4.66) สูงกว่าก่อนการทดลอง ($\bar{x}$=13.60, S.D.=3.66) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนปกติ เมื่อทดสอบโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น0.88 และทดสอบโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) มีคะแนนทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์ ก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 3 แสดงว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ส่งผลต่อความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ได้ดีกว่ารูปแบบการเรียนการสอนปกติ

3. กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา เมื่อทดสอบโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบการเขียนตอบแบบบรรยาย จำนวน 2 ข้อใหญ่ 8 ข้อย่อย มีค่าความเชื่อมั่น 0.91 และทดสอบโดยใช้ สถิติ Paired samples t – test พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง ($\bar{x}$=11.53, S.D.=3.81) สูงกว่าก่อนการทดลอง ($\bar{x}$=5.48, S.D.=1.91) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 2

4. กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนปกติ เมื่อทดสอบโดยใช้แบบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบทดสอบการเขียนตอบแบบบรรยาย จำนวน 2 ข้อใหญ่ 8 ข้อย่อย มีค่าความเชื่อมั่น 0.91 และทดสอบโดยใช้ วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (Analysis of Covariance) มีคะแนนทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 พบว่า กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง สูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 4 แสดงว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่ารูปแบบการเรียนการสอนปกติ

5. ค่าประสิทธิภาพและประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา พบว่า ค่าประสิทธิผลของรูปแบบซึ่งคำนวณจาก ความสัมพันธ์ E.I. = [(Posttest Score) - (Pretest Score)] / (Maximum Possible Score - Pretest Score) มีค่า 0.50 ซึ่งผ่านเกณฑ์ .50

ที่กำหนดไว้ และค่าประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน (E_1/ E_2) โดยที่ E_1 ได้จากคะแนนการปฏิบัติงานและผลงาน และ E_2 ได้จากคะแนนทดสอบหลังเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ มีค่า 80.37/81.04 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และความเชื่อมั่นของเกณฑ์การประเมินงานและภาระงาน จากความเชื่อมั่นในการให้คะแนนของผู้ประเมินได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.867 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในรายวิชาฟิสิกส์ เป็นการนำเสนอผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยการประเมินผลระหว่างการใช้รูปแบบ และการประเมินผลหลังการใช้รูปแบบ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การประเมินผลระหว่างการใช้รูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เกี่ยวข้อง (stakeholder) ได้ผลสรุปว่า ในภาพรวมของการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.57, S.D. = 0.22) เมื่อแยกเป็นแต่ละด้านพบว่า องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้สอน การจัดกระบวนการเรียนรู้และด้านบริการสนับสนุนการสอนมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ส่วนองค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้เรียนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนมีความเหมาะสมในระดับมาก

การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนในลักษณะของแผนภาพประกอบความเรียงแสดงถึงรายละเอียดและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์

2. การประเมินผลหลังการใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยการวิพากษ์รูปแบบได้ผลสรุปว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา มีความเหมาะสมกับผู้เรียน สามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการประเมินผลเพื่อรับรองรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสมและมีความเป็นได้ในการนำไปใช้ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปราย ตามขั้นตอนการพัฒนาและผลการวิจัย

2 ประเด็น คือ 1) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน 2) คุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ใช้แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง นำมาบูรณาการให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหา ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับ มโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ การจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) กลุ่มปัญญานิยม (Cognitive) กลุ่มประมวลผลทางปัญญา(Cognitive Information Processing Theory) และกลุ่มสรรค์สร้างความรู้(Constructivist) การจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) และกระบวนการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Inquiry Approach) วิเคราะห์ผู้เรียนเกี่ยวกับ วิธีการเรียนรู้ (Learning Style) ความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ และวิเคราะห์ระบบสนับสนุนการเรียนการสอนในโรงเรียน เพื่อนำมาเป็นแนวทางการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน โดยนำสาระสำคัญของการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมากำหนดความสำคัญและความเป็นมาของรูปแบบ นำสาระสำคัญของทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้และจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้มากำหนดเป็นกรอบแนวคิดทฤษฎีของรูปแบบ วิเคราะห์งานและภาระงาน การวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นำมากำหนดเป็นแนวทางในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และมีความสามารถในการแก้ปัญหา สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน กำหนดหลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล จัดทำต้นร่างรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน เครื่องมือวัดและประเมินผล และตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ แก้ไขรูปแบบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำรูปแบบการเรียนการสอนไปทดลองใช้

ในการตรวจสอบรูปแบบการเรียนการสอน ผู้เชี่ยวชาญ มีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่ารูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก มีประสิทธิภาพเพียงพอในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถตามวัตถุประสงค์ มีความเหมาะสมทั้งองค์ประกอบของรูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ การประเมินผล และคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ทำให้รูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเพียงพอ ที่จะนำมาใช้พัฒนาความสามารถของผู้เรียนได้

จากข้อมูลดังกล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้บรรลุตามจุดมุ่งหมาย ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอนได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ โดยอิงแนวคิดทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานของการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ทิศนา แขมมณี (2545 : 475) ที่สรุปได้ว่า รูปแบบกาเรียนการสอนเป็นแบบแผนการดำเนินการสอน ที่ได้รับการจัดอย่างเป็นระบบ สัมพันธ์สอดคล้องกับทฤษฎี หลักการเรียนรู้หรือการสอนที่รูปแบบนั้นยึดถือ และได้รับการพิสูจน์ ทดสอบว่ามีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายเฉพาะของรูปแบบการเรียนการสอนนั้น ๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนของ Joyce และ Weil (1996 : 13) ที่กล่าวถึงหลักการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนไว้ว่า รูปแบบการเรียนการสอนต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่นทฤษฎีด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ และเมื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแล้ว ก่อนนำไปใช้อย่างแพร่หลายจะต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพในเชิงการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไขรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

ในการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับการวิเคราะห์ผู้เรียน ในเรื่องความรู้ก่อนเรียนเกี่ยวกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ พบว่า ก่อนการเรียนนักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และมีความสามารถในการแก้ปัญหา อยู่ก่อนบ้างแล้ว (ตารางที่ 34) และบางคนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนซึ่งเป็นการเข้าใจที่แตกต่างไปจากมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ (ตารางที่ 35)ซึ่งสอดคล้องกับ Novak (1985) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนไม่ได้เข้าเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยสมองที่ว่างเปล่า ความจริงแล้วเขาพกพาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติมาด้วย และความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ที่ผู้เรียนมีมานี้บางครั้งขัดแย้งกับหลักการที่ต้องเรียนรู้จากห้องเรียน การเรียนการสอนจึงเป็นการพยายามที่จะเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนที่ถูกต้องกับมโนทัศน์ใหม่เพื่อพัฒนามโนทัศน์นั้น ๆ ดังนั้นในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา จึงใช้ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้ เป็นกรอบแนวคิดทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มสรรค์สร้างความรู้ เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับความรู้และการเรียนรู้ การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม ซึ่งสอดคล้องกับ Driver and Bell (1986) ที่กล่าวถึงการเรียนรู้ตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ว่าการเรียนรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผู้เรียนจะตั้งสมมติฐาน ตรวจสอบและอาจเปลี่ยนสมมติฐานในขณะที่

มีปฏิสัมพันธ์กับปรากฏการณ์หรือกับบุคคลผู้อื่นก็ได้ และผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย

1. การประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน

ผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังการทดลอง สูงกว่า ก่อนการทดลอง และสูงกว่า กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ไพบูลย์ วิริยะวัฒนะ (2547) ที่พบว่า การเรียนรู้ร่วมกันโดยการทำโครงงาน มีผลทำให้นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chang (1993) ซึ่งพบว่า นักเรียนที่เรียนตามทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ทำคะแนนการอธิบายมโนทัศน์ได้ดีกว่านักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบเดิมซึ่งเน้นการสอนรวมจุดประสงค์ สอดคล้องกับงานวิจัย ของ Tao และ Gunstone(1999:39-51) ที่พบว่า การเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนการเรียนรู้ช่วยสร้างประสบการณ์การสร้างความรู้ร่วมกัน การแลกเปลี่ยนความเข้าใจและความขัดแย้งที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ นอกจากนั้นการวิจัยยังพบอีกว่าการสร้างความรู้ร่วมกันเป็นสิ่งที่มีความหมายอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์อย่างถาวรและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Roth (1993: 113-122) ที่ศึกษาการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นศูนย์กลางเพื่อบูรณาการวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการแบบสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีระยะวิจัยนาน 2 ปีและเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมควรเน้นให้นักเรียนได้ร่วมมือกันทำงาน มีปฏิสัมพันธ์และสร้างความหมายการเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์สถิติและมโนทัศน์ต่าง ๆ เพื่อที่จะช่วยให้นักเรียนค้นพบคำตอบของปัญหาได้ด้วยตนเอง ครูควรบูรณาการวิชาฟิสิกส์ คณิตศาสตร์และจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้เพื่อสนับสนุนการทำกิจกรรมที่หลากหลายของนักเรียน

จากผลการทดลองใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีผลการวิจัย ดังกล่าว ทั้งนี้ เนื่องจากรูปแบบการเรียนการสอน มีลักษณะที่เอื้อต่อการพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอน เป็นการจัดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ ที่เน้นการสืบเสาะทางด้านวิทยาศาสตร์ กระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว จะส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน ให้เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการสืบเสาะซึ่งเป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มจาก การระบุปัญหา

ตั้งสมมุติฐาน การทดลอง และลงข้อสรุป จะช่วยให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาในห้องเรียนได้ ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว สอดคล้องกับ การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ (Comprehensive Conceptual Curriculum for Physics: C^3P) โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 3 ขั้นตอนประกอบด้วย 1) การสำรวจ (Exploration) 2) การพัฒนามโนทัศน์ (Concept Development) และ 3) การประยุกต์ใช้ (Application) ของ Olenick (2005) ที่เน้นความสามารถและมโนทัศน์ต่อปรากฏการณ์ธรรมชาติของนักเรียนก่อนเรียน และเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ (Conceptual Change) ของนักเรียนจากความรู้เดิมไปเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับ รูปแบบการสอนเพื่อแก้ปัญหา (SSCS Model) ของ Edward L. Pizzini, Daniel P Shepardson and Sandra K. Abell (1989) ซึ่งมี 4 ขั้นตอน คือ 1) Search หมายถึง การค้นหาปัญหา แยกแยะสาเหตุของปัญหา 2) Solve หมายถึง การแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบของปัญหาที่เราต้องการ 3) Create หมายถึง การนำเอาข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ได้ มาจัดกระทำให้อยู่ในรูปของคำตอบ และ 4) Share หมายถึง การที่นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคำตอบที่ได้ทั้งของตนเองและผู้อื่น และสอดคล้องกับขั้นตอนในการศึกษาปัญหา ของ Polya (1957:6-22) ซึ่งเสนอขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาไว้ 4 ขั้นตอน คือ 1)ทำความเข้าใจกับปัญหา 2) การวางแผนในการแก้ปัญหา 3) การลงมือทำตามแผน และ 4) การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้น ของรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา ส่งผลต่อการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สร้างเสริมมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน จึงทำให้นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังการทดลอง สูงกว่า ก่อนการทดลอง และ สูงกว่า กลุ่มควบคุม ดังนี้

1. ขั้นสำรวจความรู้เดิม กลุ่มควบคุมที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนปกติเน้นการให้ความรู้หรือสร้างมโนทัศน์ใหม่ ในขณะที่กลุ่มทดลองซึ่งเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา ให้ความสำคัญกับความรู้เดิม โดยการค้นหาความคิด และตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องที่จะสอน และจำแนกความคิดเหล่านั้น โดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ เช่น ใช้คำถามประกอบการสาธิต การสำรวจมโนทัศน์โดยใช้แบบสอบถาม กิจกรรมการทำนาย – การสังเกต - การอธิบาย (Predict – Observe - Explain) ตู้ไปรษณีย์ส่งจดหมาย (The post-box method) การสร้างแผนผังมโนทัศน์ (Concept mapping) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ของ Arthur Eisenkraft (2003) ในขั้นที่ 1 การตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ที่ให้ความสำคัญกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของนักเรียนจะทำให้ครูได้ค้นพบว่านักเรียนจะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะ

เรียนในเนื้อหานั้นๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่นักเรียนมี ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด(Bransford, Brown, and Cocking. 2000 : 131-154)

2. ขั้นเร้าความสนใจ การเรียนการสอนตามรูปแบบปกติผู้เรียนได้รับการชี้แจงจุดประสงค์และทบทวนความรู้เดิมโดยการใช้คำถาม ในขณะที่การเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนา ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางสติปัญญาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยใช้กิจกรรมหรือประสบการณ์ที่จูงใจให้นักเรียนเข้าร่วมกิจกรรม เพื่อกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น โดยกิจกรรมที่ใช้มีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน เช่น ใช้คำถามประกอบการสาธิต กิจกรรม POE (Predict – Observe – Explain) การดูวีดีโอการศึกษา นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ใหม่จากการชมวีดิโอ มีการเปรียบเทียบความคิดเดิมของตนกับเพื่อน มีการคาดเดาคำตอบ มีการวิพากษ์วิจารณ์สิ่งที่เกิดขึ้น เป็นการจุดประกายความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนเพิ่มขึ้นหลังจากการสำรวจความรู้เดิม เกิดความคับข้องใจและต้องการหาคำตอบ นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางสติปัญญาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับข้อเสนอแนะวิธีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของ Shepardson and Abell (1991)ที่เสนอแนะไว้ว่า ควรเน้นการสอนเพื่อเกิดความขัดแย้ง จากโครงสร้างทางสติปัญญาที่นักเรียนได้รับจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และกิจกรรมที่ใช้จะต้องสัมพันธ์กับมโนทัศน์ที่นักเรียนได้มีมาก่อน อีกทั้งยังสอดคล้องกับวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้น ของ Anthony W. Lorsbach (2000) ที่เสนอไว้ว่า ในขั้นที่ 1 Engage เป็นขั้นตอนที่ครูต้องดึงดูดความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนในหัวข้อที่จะศึกษา โดยการใช้คำถามและการดึงดูดการตอบสนองจากนักเรียน ซึ่งจะแสดงให้ทราบถึงความรู้ที่นักเรียนมีมาก่อน และเป็นโอกาสสำหรับครูในการที่จะทราบถึงความรู้ความเข้าใจ หรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

3. การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน การเรียนการสอนตามรูปแบบปกติผู้สอนนำเสนอเนื้อหาสาระโดยใช้วิธีการสอนหลัก 3 วิธี คือ การบรรยายและซักถามประกอบคำบรรยาย การอภิปราย และการยกตัวอย่าง รวมทั้งการทำกิจกรรมการทดลองตามหนังสือแบบเรียน ผู้เรียนไม่ได้รับการส่งเสริมให้วางแผนและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนอง ในขณะที่การเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนา ผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบการหาคำตอบจากข้อคำถาม โดยการปฏิบัติจริงทดสอบผลการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและสร้างมโนทัศน์ ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน สร้างบรรยากาศ

การเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรม การปฏิบัติ (Hand-On) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม โดยกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในขณะที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การสรุปองค์ความรู้ในรูป concept mapping การทำรายงานการสืบค้น การออกแบบการทดลอง การเขียนแผนผังรูปตัววี และการสรุปองค์ความรู้ในรูป mind map นักเรียนมีการอภิปราย วางแผนการเรียนรู้ จัดหาวัสดุอุปกรณ์ จดบันทึก เก็บรวบรวมข้อมูล มีการทำงานร่วมกันปรึกษาและลงความคิดเห็นกันมากขึ้น นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดกระทำเป็นหมวดหมู่ จากนั้นร่วมกันสรุปเพื่อตอบคำถามด้วยพยานหลักฐานที่เด่นชัดมากขึ้น ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนเชื่อมโยงคำตอบที่ได้มากับคำตอบจากประสบการณ์เดิมของนักเรียน ว่าเหมือน หรือแตกต่าง หรือส่งเสริมกัน นักเรียนร่วมกันเขียนคำตอบจากคำถามเดิมอีกครั้งหนึ่ง ในขั้นนี้นักเรียนจะได้รับคำตอบที่ชัดเจนขึ้นของมโนทัศน์ต่างๆ เป็นขั้นของการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา อีกทั้งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของกระบวนการเรียนรู้จากการวางแผนและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเองแทนการท่องจำความรู้เพื่อใช้ในการทดสอบ ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้สืบเสาะสิ่งที่ต้องการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการเรียนรู้ต่าง ๆ ในการกำหนดคำถาม การรวบรวมข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลและการสร้างข้อสรุป โดยผู้สอนจัดเตรียมทางเลือกและแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนา ความเข้าใจในมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของ Shepardson and Abell (1991) ที่ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า บทเรียนที่ใช้สอนควรดำเนินตามข้อเสนอของนักเรียนโดยให้นักเรียนแสดงความคิด ปฏิบัติกิจกรรม แสดงการสาธิต อภิปราย และสรุปผล ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในด้านต่าง ๆ โดยการเขียน การพูด ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ใช้การทำนาย ค้นหาปรากฏการณ์ที่มีความขัดแย้งแล้วเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยให้แนวทางตามหลักวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับ NYSED (1985: อ้างถึงใน Meng and Doran, 1993) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหา(Problem Solving) เป็นผลผลิตที่สำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์จะเน้นการวางแผนการทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ รวมทั้งสอดคล้องกับ โมเดลการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของ Lunetta and Tamir (1972) ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนคือ การวางแผน การลงมือสืบเสาะหาความรู้ การตีความหมายข้อมูล และการนำไปใช้ และกล่าวว่า การลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาถือว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน การแก้ปัญหาเป็นการสร้างความรู้และทักษะใหม่ โดยอาศัยความรู้

และทักษะเดิมที่มีอยู่ก่อน ซึ่งความรู้นี้เป็นความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ (The Body of Knowledge) ได้แก่ ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หลักการ กฎ ทฤษฎี และข้อความรู้ทั่วไป

4. การตรวจสอบมโนทัศน์ ผู้เรียนที่ได้รับการสอนตามรูปแบบที่พัฒนา ได้รับการส่งเสริมให้นำคำตอบที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบและการปฏิบัติในขั้นการทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ของกลุ่มมานำเสนอหน้าชั้นเรียน อธิบายแนวคิด และนำเสนอ มโนทัศน์ที่ค้นพบ นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปประเด็นและรายละเอียดของมโนทัศน์ต่างๆ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดโดยใช้ภาษาของตนเอง โดยครูสอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน ฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย นักเรียนได้รับการส่งเสริม ให้สื่อสารสิ่งที่ตนเองค้นพบ ฝึกการใช้กระบวนการคิดในการวิเคราะห์ เปรียบเทียบสิ่งที่ตนเองค้นพบกับสิ่งที่มีมาก่อน และเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่ามโนทัศน์ดังกล่าวเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันหรือไม่ อย่างไร นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคิด อภิปรายและนำเสนอ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้คำตอบที่ถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น ได้คิดเชื่อมโยงไปสู่การเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ สามารถวางแผนเชื่อมโยงความรู้สู่ชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องแนวคิดของ Hewson and Hewson (1988) ที่เสนอสิ่งที่นักเรียนต้องคิดทำเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ว่า นักเรียนต้องตระหนักถึงความคิดของตนเองและของผู้อื่น และทำความคิดดังกล่าวให้ชัดเจนนอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Osborne (1982) ที่กล่าวถึงบทเรียนที่ได้รับออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ ควรมีลักษณะที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เสนอความคิดของตนเองเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการอภิปรายเกี่ยวกับความคิดและความเข้าใจที่แตกต่างกัน นักเรียนและครูควรรู้คุณค่าของความคิดของคนอื่น เพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน ความคิดของนักเรียนทุกคนมีคุณค่าต่อประสบการณ์การเรียนรู้ภายในชั้นเรียน การเปลี่ยนสภาพของความคิดที่แตกต่างกัน เพื่อนักเรียนจะได้เห็นว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่สามารถเข้าใจได้ (Intelligible) มีเหตุผลฟังได้ (Plausible) และทำให้บรรลุผลเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ต่อไป (Fruitful) ซึ่งโดยปกติแล้ววิธีการนี้ ทำได้โดยการเปรียบเทียบความคิดของนักเรียนกับความคิดทีพึงปรารถนา

5. การนำมโนทัศน์ไปใช้ การเรียนการสอนตามรูปแบบปกติผู้สอนและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของบทเรียนนั้นๆ นักเรียนไม่ได้รับการฝึกเชื่อมโยงสิ่งที่ตนได้เรียนรู้ ในขณะที่การเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์และทักษะโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุน ให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริง โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจใน

มโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้นกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ โดยกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในขณะที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย การสร้างสิ่งประดิษฐ์ การสร้างโมเดล (Model Building) การจัดกิจกรรม Science Show การจัดนิทรรศการ โดยนำความรู้ กระบวนการที่เรียนรู้ เกี่ยวกับสนามของแรง การเคลื่อนที่ คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ มาสัมพันธ์กับความรู้ที่มีอยู่ในชีวิตจริง ภาระงานดังกล่าวเป็นการบูรณาการความรู้ และกระบวนการการทำงานทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตจริง ในขั้นนี้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น สามารถเชื่อมโยง ตลอดจนตระหนักรู้ในคุณค่าของมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความมุ่งมั่น ความอดทนต่อการทำงานที่มีความซับซ้อนให้ประสบผลสำเร็จ มีความภาคภูมิใจต่อความสามารถและความสำเร็จของตนเองซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบ 5E ซึ่งเป็นรูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ของกลุ่ม The Biological Science Curriculum Study (BSCS) พัฒนาโดย Rodger W. Bybee และคณะ ในขั้นที่ 4 การให้รายละเอียดเพิ่มเติม (Elaboration) โดยครูกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและกว้างขวางยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับขั้นตอนการเรียนแบบวงจรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ของ Arthur Eisenkraft (2003) ขั้นที่ 7 ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ครูได้เห็นความสำคัญในการฝึกฝนนักเรียนในการถ่ายโยงการเรียนรู้ และเป็นความจำเป็นที่ครูต้องสร้างความมั่นใจว่าความรู้ที่นักเรียนมี สามารถประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่และไม่ได้จำกัดอยู่เพียงการสำรวจธรรมดา

6. การประเมินผล การเรียนการสอนตามรูปแบบปกติผู้สอนตรวจสอบความรู้ของนักเรียนโดยการตรวจแบบฝึกหัด การใช้แบบทดสอบรวมทั้งการประเมินการนำเสนอผลงานและชิ้นงาน ในขณะที่การเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนา ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้ประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ผู้เรียนจะได้เชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้โดยการเขียนบันทึกการเรียนรู้ เพื่อสรุปและสังเคราะห์สิ่งที่ได้เรียนรู้มา เพื่อเป็นการตรวจสอบและเชื่อมโยง สิ่งที่ตนเรียนรู้กับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนจะได้ตระหนักรู้เกี่ยวกับการรู้คิดและความสามารถของตน สอดคล้องทฤษฎีการประมวลผลทางปัญญา ซึ่งกล่าวถึงกระบวนการทางสมองในการประมวลผลข้อมูลว่า การที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตน และสามารถควบคุมการคิดของตนให้เป็นไปในทางที่ตนต้องการ การรู้ในลักษณะนี้ เรียกว่า Meta Cognition หรือ การรู้คิด ซึ่งหมายถึง การตระหนักรู้ (Awareness) เกี่ยวกับความรู้ความสามารถของตนเอง และใช้ความเข้าใจในการรู้

ดังกล่าวในการจัดการควบคุมกระบวนการคิด การทำงานของตนด้วยกลวิธีต่าง ๆ อันจะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบผลสำเร็จตามที่ต้องการ (Osman and Hannafin, 1992 :83-99) ครูทำหน้าที่สังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน รวมทั้งประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนและประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยสรุปแนวคิดและมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา สามารถพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และความสามารถในการแก้ปัญหา ของผู้เรียนได้นั้น มีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายและข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้ ดังนี้

1.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

1.1.1 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการฝึกอบรมครู ควรนำหลักการและแนวคิดของรูปแบบการเรียนการสอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้ ไปประยุกต์ใช้ในการเผยแพร่ความรู้ให้แก่ครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ เพื่อนำไปจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.1.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตครูวิทยาศาสตร์ สามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมหรือการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง โดยเน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ผู้เรียนและการวิเคราะห์หลักสูตร

1.1.3 ผู้บริหารควรสนับสนุนให้ผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์ นำรูปแบบการสอนที่พัฒนาไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการสนับสนุนงบประมาณ อุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอน แหล่งเรียนรู้ต่างๆ ทั้งแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียนและนอกโรงเรียน

1.2 ข้อเสนอแนะในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

1.2.1 ผู้สอนที่จะจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนา จะต้องมีการเตรียมความพร้อมเป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนการสอนได้อย่างมี

ประสิทธิภาพ โดยวิเคราะห์ผู้เรียน วิเคราะห์หลักสูตร ให้คำแนะนำและสนับสนุนผู้เรียนให้ประสบความสำเร็จในการเรียน จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียน และบันทึกความก้าวหน้าของผู้เรียน ตลอดจนต้องเข้าใจถึงวิธีการประเมินจากการทำกิจกรรมและผลงานของผู้เรียนซึ่งต้องประเมินด้วยความถูกต้องและยุติธรรม สิ่งที่สำคัญคือ ผู้สอนต้องมีความรอบรู้ในเนื้อหาที่สอนเป็นอย่างดีและต้องให้เวลาเพื่อการเรียนการสอนตามรูปแบบทั้งในและนอกเวลาเรียนอย่างเพียงพอ

1.2.2 ผู้สอนสามารถใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนต้องศึกษาข้อมูลในคู่มือการใช้รูปแบบอย่างละเอียด และเข้าใจอย่างดีก่อนการนำรูปแบบไปใช้ จัดสภาพการเรียนรู้ให้สอดคล้องตามขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน และจัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ เช่น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้ปกครอง จัดสภาพบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เช่น บรรยากาศที่ท้าทาย บรรยากาศที่มีการยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน บรรยากาศที่อิสระ และบรรยากาศความมีวินัยแห่งตน

1.2.3 การจัดกระบวนการเรียนรู้จำเป็นต้องพิจารณามโนทัศน์ที่มีมาก่อนของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งมโนทัศน์ก่อนเรียนที่คลาดเคลื่อน เพราะเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ดังเช่นในงานวิจัยนี้ใช้การสำรวจความรู้เดิมเป็นขั้นที่ 1 ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นใช้การเร้าความสนใจเป็นขั้นที่ 2 เพื่อกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางสติปัญญาจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในภาวะสมดุล โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา โดยให้นักเรียนวางแผนและดำเนินการเรียนรู้ด้วยตนเองในขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน

1.2.4 ควรส่งเสริมให้นักเรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้ ที่นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็น ความรู้สึก คำถามที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้หรือคำถามที่นักเรียนสงสัยต้องการถาม เพราะทำให้ผู้สอนได้รับทราบถึงความรู้ ความคิด ความเข้าใจ และความรู้สึกของนักเรียน ดังเช่นในงานวิจัยนี้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ขั้นที่ 6 การประเมินผล ผู้วิจัยให้นักเรียนบันทึกการเรียนรู้ในประเด็นต่อไปนี้ นักเรียนมีขั้นตอนการเรียนรู้อย่างไร ความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ความพึงพอใจกับความรู้ที่ได้รับ และประเด็นปัญหาที่สงสัย ซึ่งข้อมูลจากบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียนจะส่งผลให้ผู้สอนสามารถดูแล ช่วยเหลือ สนับสนุน ส่งเสริม และพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม สามารถปรับการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความสนใจ และความต้องการของนักเรียน

1.2.5 ผู้สอนต้องส่งเสริม และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ปรับเปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอดความรู้ เป็นผู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ วางแผนและดำเนินการ

เรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับประสบการณ์ที่นักเรียนได้รับเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์และมีความสามารถในการแก้ปัญหา รวมทั้งคำนึงถึงวิธีการเรียนรู้ ทักษะการทำงาน ทักษะการแก้ปัญหา การเรียนรู้ร่วมกันและทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของผู้เรียนด้วย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ผลการวิจัยครั้งนี้ มีประเด็นที่น่าจะทำการศึกษาต่อไป ดังนี้

2.1 ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นสร้างเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยเน้นผลการปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ซึ่งใช้เวลาที่จำกัด จึงควรศึกษาพัฒนาการของความเข้าใจในมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนเชิงคุณภาพในแต่ละขั้นตอนการสอน

2.2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในครั้งนี้ ใช้แนวคิดทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) และแนวคิดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) เป็นกรอบแนวคิดทางทฤษฎีในการพัฒนารูปแบบ และเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับรายวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อเป็นการพัฒนานวัตกรรมทางการสอนให้มากยิ่งขึ้น จึงควรศึกษาการใช้แนวคิดทฤษฎีอื่นๆ ในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์ กระบวนการเรียนรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ กับรายวิชาต่างๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ชีวิทยา หรือเคมี

2.3 ควรศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำแนกตามวิธีการเรียน (learning style) เนื่องจากผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนที่แตกต่างกันย่อมมีความต้องการวิธีการสอนที่แตกต่างกันด้วย ขั้นตอนการสอนที่ใช้ในรูปแบบนี้จึงอาจส่งผลดีต่อผู้เรียนเฉพาะกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเท่านั้น

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรรณิกา แจ้งหมื่นไวย. “ การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

กรรณิกา อินทรโยธิน. “การวิจัย การสร้างรายวิชากระบวนการคิดที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในสังคมไทย.” วารสารวิชาการ 1,8 (สิงหาคม 2541) : 15.

กรมวิชาการ. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

ไกรรักษ์ โชติรัตน์. “มโนภาพที่คาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดสระแก้ว.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2537.

ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์, เพ็ญจันทร์ ซิงห์ และวรรณทิพา รอดแรงค้า. “การสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับฟิสิกส์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู.” วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (สาขาสังคมศาสตร์) 25,2 (กรกฎาคม-ธันวาคม 2547) : 150-165.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน “การผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ทบวงมหาวิทยาลัย.” เอกสารประกอบการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์, 2525.

ชนิดา ทาทอง. “การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นและการเรียนสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติชีววิทยา : พืชหรือสัตว์ การจัดจำแนกพืชและการจัดจำแนกสัตว์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2548.

ชัยอนันต์ สมุทวณิช. “ทรรศนะ CONSTRUCTIVISM คืออะไร.” วารสารราชบัณฑิตยสถาน 24,1 (ตุลาคม 2541-มกราคม 2542) : 137-144.

ชอบ ลีชอ. การนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการวัดและประเมินผล . กรุงเทพ ฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา, 2549.

โชคศิลป์ ธนเฮือง และคณะ. “การศึกษาความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องของนักศึกษาในเรื่องแรงและ กฎการเคลื่อนที่โดยแบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มาตรฐาน.” หนังสือรวมบทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29 (วทท. 29) (ตุลาคม 2544) : 1006.

ทัศนีย์ บุญเติม, “องค์ความรู้จากงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา.” สสวท 36, 153 (มีนาคม-เมษายน 2551): 70-72

ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2545.

_____. ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ธีรวัฒน์ แสนคำภา. “การศึกษาแนวความคิดเลือกเกี่ยวกับมโนมติฟิสิกส์ : งาน พลังงานและโมเมนตัม ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5. จังหวัดมหาสารคาม.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัย มหาสารคาม, 2538.

นฤมล ยุตาคม. “การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (Science, Technology and Society-STS Model).” ศึกษาสาสตร์ปริทัศน์ 14, 3 (2542) : 29-48,

เปรมฤดี บุญศรี. “แนวคิดเกี่ยวกับมโนมติฟิสิกส์ : งาน พลังงานและโมเมนตัม ของนักศึกษาครูโปรแกรมวิชาฟิสิกส์ ราชภัฏในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2543.

พิศาล สร้อยสุหร่ำ. “การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย.” เอกสารประกอบเพื่อการประชุมโต๊ะกลมไทย-สหรัฐอเมริกา, 2544. (เอกสารอัดสำเนา).

ไพบูลย์ วิริยะวัฒนะ. “ การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องปรากฏการณ์คลื่น ด้วยวิธีการเรียนรู้ร่วมกันโดยการทำโครงงาน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

ภพ เลาหไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.2542.

วรัญญา จีระวิพูลวรรณ. “การสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง.” วารสารวิทยาศาสตร์ 55,3 (พฤษภาคม - มิถุนายน 2544) : 162-168.

วิทยากร เชียงกูล. รายงานสภาวะการศึกษาไทยปี 2543/2544 : ปฏิรูปการศึกษาอย่างไร เพื่อใคร เพื่ออะไร. กรุงเทพฯ : เอมี่เทรดดิ้ง, 2544.

วงเดือน กองแก้ว. “การศึกษาปัญหาการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ว 421 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 6.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536.

วิชัย วงษ์ใหญ่. หลักการสอน**.** กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2532.

ศุภชัย ทวี. “การสอนตามแบบจำลองเชิงความคิดด้วยคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องกฎการณ์เคลื่อนที่ของนิวตัน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภา ลาดพร้าว, 2545.

_____. คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ครุสภา ลาดพร้าว, 2546.

_____. “เอกสารประกอบการเผยแพร่ ขยายผลและอบรม รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.” กรุงเทพมหานคร, 2548.

_____. ก “รายงานการประเมินสัมฤทธิ์ผลด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2548.” 2549.

_____. ข “บทสรุปเพื่อการบริหาร การรู้วิทยาศาสตร์การอ่าน และคณิตศาสตร์ของนักเรียนนานาชาติวัย 15 ปี: รายงานจากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA.” 2549.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สาขาวิจัย. “การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ร่วมกับนานาชาติ.” 2545.

สมาคมฟิสิกส์ไทย, “อาจารย์ฟิสิกส์สะท้อน: โอเน็ต-เอเน็ต ทำมาตรฐานการเรียนวิทย์ตกต่ำ.” ฟิสิกส์ไทย 25,2 (มิถุนายน-สิงหาคม 2551): 12-13

สิปนนท์ เกตทัศน์ และคณะ. การปฏิรูปวิทยาศาสตร์ศึกษา : กรณีศึกษาเวียดนาม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2544.

สุนีย์ คล้ายนิล. “ไปให้ไกลกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.” วารสาร สสวท 20,78 (เมษายน-มิถุนายน 2535) : 8-16.

สุนีย์ คล้ายนิล, ปรีชาญ เดชศรี และอัพลิกา ปราโมจนีย์. บทสรุปสำหรับการบริหาร: การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ของนักเรียนวัย 15ปี. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550.

สุภาวดี ภัทรจารุ. “แนวความคิดเลือกมโนมติฟิสิกส์ : งาน พลังงานและโมเมนตัม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโครงการส่งเสริมความสามารถด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.” การศึกษาค้นคว้าอิสระ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2544.

สุระ วุฒิพรหม. “ทางเลือกใหม่ของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ฟิสิกส์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง.” วารสารการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี 32 (พฤษภาคม-มิถุนายน 2547) : 20-23.

สุรพันธ์ เหมือนสิงห์. “การศึกษาแนวความคิดเลือกของมโนมติฟิสิกส์ : งาน พลังงาน และโมเมนตัมของนักเรียนเก่งชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในเขตการศึกษา 9.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2541.

สำเริง บุญเรืองรัตน์. สติปัญญาและความถนัดของมนุษย์ ทฤษฎี วิธีวัดและการพัฒนา. กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์ The sun group, 2550.

ภาษาอังกฤษ

Abimbola, I.O. “The Problem of Terminology in the Study of Student Conceptions.” Science Education 72,2 (February 1988) : 175-184.

Abraham, M.R. and other. “Understanding and Misunderstanding of Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Texbooks.” Journal of Research in Science Teaching 31,2 (February 1990) : 147 – 165.

Anthony W. Lorsbach. The Learning Cycle as a Tool for Planning Science Instruction [Online]. Accessed June 2001. Available from http: //coe.ilstu.edu/scienceed/lorbach/257/rcy.htm

Atkin, J. M. and Karplus, R. “Discovery of invention.” Science teacher 29,5 (1962): 45.

Austin, L.B. “Teaching and Learning about the Nature of Science.” In Development the Science Curriculum in Aotearoa New Zealand. Bell, B. and B. Robyn. (Editors). New Zealand : Longman Malaysia, 1977.

Ausubel, D.P. The psychology of mainingful verbal learning. New York : Gruner & Strattion, 1963.

Ausubel, D.P. "Some Psychological and Education Limitations of Learning by Discovery." In Reading in Science Education for the Secondary School, 97-113. Edited by H.O. Amdersem. New York : Macmillan Company, 1969.

Barker, M. A. "Misconception." Science Education 75 (June 1991) : 323-330.

Bigge, M.L. Learning theory for Teachers. New York : Harper & Row Publishers, 1964.

Bigge, M.L. Learning theories for teachers .4 th ed. New York : Harper & Row Publishers, 1982.

Bransford, J.D., A.L. Brown, and R.R. Cocking, eds. How People Learn. Washington, D.C. : National Academy Press, 2000.

Brooks, J.G., and Brooks, M. In Search of Understanding : The case for constructivist classrooms. Virginia : ASCD, 1993.

Brown, D.F. "Using analogies and Examples to Help student Overcome Misconception in Physics." ProQuest Dissertation Abstracts (AAC8805897) 9 (September 1988) : 473.

Bruner, J. Toward a Theory of Instruction. New York: W. W. Norton & company Inc, 1968.

ByBee R. W. et al. The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications [Online]. Accessed January 2006. Available from www. bscs.org/pdf/bscs5eexecsummy

Carin, A.A and R.B.Sund. Teaching science through discovery. 4th edition. Columbus : Macmillan, 1980.

Carin, A.A. Teaching science through discovery. 7th edition. Columbus : Macmillan, 1992.

Chang, M. M. "Role of Explanations and Student-Centered Interaction in Science Learning: An Applied Constructivist Approach to Instructional Design." International Dissertation abstracts In UMI. 1998, Syracuse University Aac 9409039, 1993

Chi, M and R. Glaser. Final report: Knowledge and skill differences in novices and experts. Pittsburge : University of Pittsburge, Learning Research and Development Center, 1982.

Cho, H.H, J.B. Kahle and F.H. Nordland. "An Investigation of High School Biology Textbooks as Sources of Misconceptions and Difficulties in Genetics and Some Suggestions for Teaching Genetics." Science Education 69,5 (October 1985) : 707-719.

Clement, J. "Using Briding Analogies and Anchoring Intuitions to deal with Student Preconceptions in Physics." Journal of Research in Science Teaching 30,10 (December 1993) : 221-224.

Clough, E.E. and R. Diver. "A Study of Consistency in the Use of Student, Conceptual Frameworks Across Different Task Contexts." Science Education 70,4 (July 1986) : 112-118.

David Walbert. The Learning Cycle [Online]. Accessed August 2008. Available from http: //www. Learnnc.org/lp/pages/663?Style

Devrics, R. and Zan,B. "Study compares teachers and classroom atmospheres." The Constructivist 6 (Spring 1992) : 925-927.

Dewey, J. Experience and Nature. Calcutta : Oxford Book, 1929.

Driscoll, M.P. Psychology of Learning for Instruction. Massachusetts : Allyn & Bacon, 1994.

Driver, R. Bell. "Students thinking and the learning of science : A Constructivist View." The School Science 67 (Review 1986) : 443-456.

Eisenkraft, Arthur. "Expanding the 5E Model." The Science Teacher 5 (September 2003) :56-59.

Fetherstonhaugh, A.J. Happs and D. Treagust. "Students isconception About Light : A Comparative Study Prevalent Views Found in Western Australia, France, New Zealand, Sweden and the United States." Research in Science Education 17,4 (April 1987) : 156 –164.

Finley, F.N. "Science Processes." Journal of Research in Science teaching 20,1 (1993) : 47-54.

Fisher, K.M. and J.I. Lipson. "Author's Response to Ron Good." Journal of Research in Science Teaching 25,2 (February 1988) : 159 – 160.

Fisher, K.M. Amino Acid Translation : A Misconception in Biology Proceeding International Seminar : Misconception in Science and Mathematics. Intheca NY : Cornell University, 1983

Flavell, John H. Cognitive development. Englewood Cliffs, N. J. : Prentice Hall, 1977.

Fosnot, C.T. Constructivism : Theory, perspective, and practice. New York : Teacher College Press, 1996.

Fraser, B.J. and H.J. Walberg. "Pychosocial Learning Enviroment in Science Classroom : A Review of Research." Studies in Science Teaching 23 (January 1983) : 387-413.

Gallegos, L. ,Jerezeno, M.E. and Flores, F. "Preconceptions and relations used by children in the Construction of food chains." Journal of research in Science Teaching 31,3 (1994) : 259-272.

Garnett,P.J. and D. F. Treagust. "Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electochmistry : Electric ciruits and Oxidation-reduction Equation." Journal of Research in Science Teaching 29, 2 (1992) : 121-142 .

Golberg, F. and L. C. Medermoot. "Student Difficulties in understanding Image Formation by a Plain Mirror." The Physics Teacher 24,5 (1986) : 478 – 480.

Goodman, R. I., K.A. Fletcher, and E.W. Schneider. "The Effectiveness index as a Comparative Measure in Media Product Evaluation." Educational Technology 20 (1980) : 30-34 ,

Grady, J.B. Authetic assessment and task : helping students demonstrate their abilities NASSP Bullentin [Online]. Accessed September 2008. Available from http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/login/jhtml

Griffths, A.K. and others. "Remediation of Students-Specific Misconception Relating to Three Science Concepts." Journal of Research in Science Teaching 25,9 (November 1988) : 709-719.

Griffiths, A. K., and Preston. "Grade- 12 Student's Misconceptions Relation to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules." Journal of Research in Science Teaching 25,9 (August 1992) : 611-628.

Gusntone R.F. and R.t. White. "Understanding Gravity. " Science Education 65,3 (March 1981) : 291-299.

Hassard, J. Mind on Science [Online]. Accessed September 2008. Available from http://scied .gsu.edu/Jassrd/mos/chapter_1. html

Helm, H. "Misconceptions in physics among South Africa Students." Physics Education 15 (February 1987) : 92-105.

Henriques, L. Constructivist Teaching and Learning [Online]. Accessed September 2008. Available from http://www.educ.uvic.ca/depts/snsc/temporary/cnstrct.htm

Hewitt, G.P., J. Suchocki, and Leslie A. Hewitt. Conceptual Physical Science Laboratory Manual. 2nd Edition. Manoa : Addison Wesley. 1998.

Hewson, P.W. and M.G. Hewson. "Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Change Strategies of Science Learning." Journal of Research in Science Teaching 20,8 (October 1983) : 732-734.

_____. "An Appropriate Conception of Teaching Science : A View from Studies of Science Learning." Science Education 72,5 (October 1988) : 597-614.

Hynd, C.R., M.J. L.V.Phares Whorter, and C.W. Suttles. "The Role of Instructional Variables in Conceptual Change in High School Physics." Journal of Research in Science Teaching 31(November 1994) : 993-946.

Jame, W. Pramatism. Cambridge : Harvard University, 1975.

Jonassen, D.H. "Evaluating constructivist learning." In constructivism and technology of instruction, 55-62. Edited by T.M. Duffy (E.D.) New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1992.

Joyce, B, M. Weil, and E. Calhoun. Model of teaching. 7th ed. Boston : Allyn and Bacon, 2004.

Kemp, Jerrold E. Instructional Design : A Plan for Unit and Course Development. Belmon, California : Fearon2Lear Siegler, 1971.

Khan, Badrul H. Web-based instruction. Englewood cliffs. New Jersey : Educational Technology Publications, 1997.

Klausmeier, H.J. and Ripple. Learning and human abilities : Educational psychology. New York : Harper and Row Publishers. 1991.

Klausmeier, H.J. Education psychology. 5th ed. New York : Harper and Row, 1985.

Klien, S.B. Learning Principle and Appiclications. 2nd ed. New York: McGraw Hill Inc., 1991.

Kirkpatrick, L.D. and G.F Wheeler. Physics: A World View. Florida: Saunders College Publishing, 1992.

Lambert, Linda et. al. The constructivist leader. New York: Teachers college Press, 1995.

Lavoie, D. R. "Effects of Emphasizing Hypothetio-Predictive Reasoning within the Science Learning Cycle on High School Student's Process Skills and Conceptual Understandings io Biology." Journal of Research in Science Teaching 36,10 (1999) : 1127-1147.

Manzanal, F. R., L. M. R. Barreiro, and M. C. Jimmenez. "Relationship between ecology fieldwork and student attitudes toward environment protection." Journal of Research in Science Teaching 36, 4 (1999): 431-453.

Mayer, R.E. and Wittrock, "M.C. Problem solving transfer." In Handbook of research in Education Psychology, 47-62. Edited by D. Berliner and R. Calfee (Eds.). Washington DC: American Psychological Association, 1996.

McCormick, James H. and Michael. Pressley. Educational psychology: Learning instruction assessment. New York: Longman, 1995.

McDermott, C.L. "How we teach and how student learn-a mismatch?." American Journal of Physics 61,4 [1993] : 112-114.

Merriam, G. C. Websters' Third New International Dictionary. Massachusetts: Spring Field,1996.

Meng, E., and R.L. Doran. Improving Instruction and Learning Through Evaluation Elementary School Science. Columbus, Ohio : ERIC, 1993.

Mintzes, J. J. "The Acquisition of Biological Knowledge During Childhood and Alternative Conception." Journal of research in Science Teaching 26, 9 (September 1989) : 823 – 824.

Murphy, E. Constructivsm from philosophy to practice [Online]. Accessed September 2008. Available from http://www.stemnet.nf.ca~elmurphy/refer.html

National Research Council. National Science Education Standards. Washington, DC : National Academy Press, 1995.

Novak, J.D. and D.B. Gowin, Learning how to learn. Cambridge : Cambridge University Press, 1984.

Novak, J.D. "Metalearning and metaknowledge strategies to help students learn how to learn." In Cognitive Structure and Conceptual Change,221-227. Edited by L.H.T. West and A.L.Pines (Eds.). New York: Academic Press, Inc. 1985.

Osman, M.E. and M.J. Hannafin. "Metacognition research and Theory : Analysis and Implicational design." Educational Technology Research and Development 40 (1992) : 2 – 9.

Osborne, R.J. "Conceptual change – for pupils and teachers." Research in Science Education 12 (1982) : 25-31.

Osborne, R.J, and J.K. Gilbert. "A method for the investigation of concept understanding in science." European Journal of science Education 2, 3 (1980) : 311-321.

Osborne, R. and P. Freyberg. Learning in Science : The Implication of Children's Science. London : Heinemann Publishers, 1985.

Parday, F.W. "Constructivist View teaching and learning." Presented handout at Rajabhat Institute Udonthani February 4, 1997.

Peterson, R.F. and Treagust. "Development and Application of Diagnostic Instrument of Evaluate Grade 11 and 12 Students Concepts of Covalent Bonding and Structure Following a course of Instruction." Journal of Research in Science Teaching 26 (April 1989) : 301-314.

Physic Education Research Group University of Massachusetts. A Constructivist View of Science Education [Online]. Accessed March 2001. Available from http://umperg.physics.umass.edu/perspective/constructivism.

Pizzini, Edward L. Daniel P. Shepardson, and Sandra K. Abell. "A Rationale for and the Development of a Problem Solving Model of Instruction in Science Educaion." Science Education 73, 5 (1989) : 523-534.

Posner, G., K.Strike, P. Hewson and W.Gertzog. "accommodation of a scientific Conception : Toward a Theory of conceptual Change." Science Education 66,2 (1982) : 211-227.

Polya, G. How to Solve it. New Yp=ork : Doubleday and Company Inc., 1957.

Piaget, J. The Origins of Intelligence in Children. New York : W.W. Norton, 1962.

_____. "The Theory of Stages in Cognitive Development." In Measurement and Piaget, 11-19. Edited by D. R. Green (Ed.). New York: McGraw-Hill, 1971.

Renner, J.W. and others. "Understanding and Misunderstandings of Eight Graders of Four Physics Concepts Fond in Textbooks," Journal of Research in Science Teaching. 27,1 (January 1990) : 35-84.

Research Council. National Science Education Standards. Washington, DC : National Academy Press, 1996.

Roth, W. H. "Problem-Centered Learning for Integration of Mathematics and Science in A Constructivist Laboratory: A Case Study." Journal of School-Science and Mathematics 93,3 (1993) : 113-122.

Roychoudhury, A. "Conceptual Change in Introductory Physics Students." Pro Quest – Dissertation Abstracts (AAC9 109760) 51 (May 1990) : 3692.

Sanders, M. "Erroneous Ideals About Respiration : The Teacher Factor." Journal of Research in Science Teaching. 30,8 (October 1993) : 919 – 934.

Schneider, W., and R.M. Shiffrin. "Controlled and Automatic Human Information Processing : I, : Detection, Search and Attention." Psychological Review 84 (1977) : 1-66.

Schollum, B., G. Hill, and R. Osborne. Teaching about force. Hamilton, N.Z.: S.E.R.U. University of Waikato, 1981.

Shepardson, D.P. and S.K. Abell. "The Inquiry Level of Junior High Activities : Implications to Science Teaching." Journal of Research in Science Teaching 28 (January 1991) : 111-121.

Shipstone, D.M. "Study of Children 's Understandings of Electricity." Journal of Research in Science Teaching 6,2 (February 1984) : 189 – 189.

Shymansky, J.A. and W.C. Kyle. "Establishing a Research Agenda : Critical Issues of Science Curriculum Reform." Journal of Research in Science Teaching 29 (1992) : 749- 778.

Simpson, W.D. and E.A. Marek. "Understanding and Misunderstanding of Biology Concepts Held by Students Attending Small High Schools and Students Attending Large High Schools." Journal of Research in Science Teaching 25, 5 (August 1988) : 361 -370.

Snow, R.E. and Lohman D.F. "Implications of Cognitive Psychology for Educational Measurement." In Education Measurement, 263 - 331. 2nd ed. Edited by R.L. Linn (Ed.) , New York : American Council on Education and Micmillan publishing Co.,1989.

Sutherland, P. Cognitive Development to day : Piaget and his critics. London : Paul Chapman, 1992.

Tao, P.K. "Peer Collabolative in Solving Qualitative Physics Problems: The Roie of Collabolative Talk." Research of Science Education 29,3 (1999) : 365-383.

Tao, P.K. and Gunstone, R. F. "Concept Change in Science Through Collabolative Learning at Computer." International Journal of Science Education 21,1(1999) : 39-51.

Underhill, R.G. "Two layers of constructivist curriculum interaction." In Radical constructivism in mathematics education, 229-248. Edited by von Glasersfeld (ed.). Dordrecht : Kluwer Acadamic, 1991.

Vygotsky, L.S. Education psychology. Florida : CRC Press LLC,1997.

Wadsworth, Barry J. Piaget's theory of cognitive and effective development: Foundation of Constructivist perspective. New York : Holt, Rinehart and Winston, 1996.

Watt, D.M. and A. Zykberstaub. "Survey of Some Children's Ideal about Force," Physics Education 16,1(January 1981) : 360 – 365.

Wavering, M.J. "What are the Basic of Science Education ?, What Is Important to Know, How to Use Knowledge, or How to Obtain Answer ?." School Science and Mathematics 29, 8(December 1981) : 633 – 636.

Weir, J.J. "Problem solving is every body' problem." The Science Teacher 41(1974) :16-18.

Welch, W.W. "Inquiry in School Science." In What Research Says to the Science Teacher, 53-64. Edited by N. C. Harms and R.E. Yager. Washington D.C. : National Science Teachers Association, 1981.

Westbrook, S. L. and E.A. Marek. "A Cross-Age Study of Student Understanding of the Concept of Homeostasis." Journal of Research in Science Teaching 29,1 (January 1992) : 1-61.

White, R.T. and Gunstone, R.F. Probing understanding. London: Falmer Press, 1992.

Wheatley, G. H. "Constructivism Perspective on Science and Mathematics." Science Education 75, 1 (January 1991) : 9-21.

Za'Rour, G.I. "Science Misconception Among Certain Groups of Students in Lebanon." Journal of Research in Science Teaching 12,4 (October 1975) : 385 – 391.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

ผู้เชี่ยวชาญตรวจรูปแบบการเรียนการสอนและคู่มือการใช้รูปแบบ

1	รศ. ดร.พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์	คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2	รศ.ดร. จิราภรณ์ ศิริทวี	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3	ผศ.ดร. สันติ ศรีสวนแตง	คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4	ผศ.ดร.วีรฉัตร สุปัญโญ	คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5	ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์	สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้เชี่ยวชาญตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

1	รศ. ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2	รศ. ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์	คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
3	รศ. ศิลปชัย บูรณพานิช	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(ฝ่ายมัธยม)
4	ผศ.นพพร รัตนช่วง	คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5	ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์	สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบวัดมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

1	รศ. ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
2	รศ. ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์	คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
3	รศ. ศิลปชัย บูรณพานิช	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(ฝ่ายมัธยม)
4	ผศ.นพพร รัตนช่วง	คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
5	ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์	สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้เชี่ยวชาญตรวจแบบทดสอบการปฏิบัติ

1	รศ.ดร. จิราภรณ์ ศิริทวี	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2	รศ. ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์	คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
3	รศ. ชำนาญ เชาวกีรติพงศ์	คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
4	รศ. ศิลปชัย บูรณพานิช	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(ฝ่ายมัธยม)
5	ผศ.นพพร รัตนช่วง	คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

1. แบบสอบถามวิธีการเรียนรู้ฉบับที่ 1
2. แบบสอบถามวิธีการเรียนรู้ฉบับที่ 2
3. แบบศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์
4. แบบทดสอบความรู้ก่อนเรียน ด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา
5. แบบวิเคราะห์หลักสูตร แบบวิเคราะห์งานและภาระงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาและประเมินรูปแบบ

1. แบบทดสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา
2. แบบสอบถามแผนการจัดการเรียนรู้
3. แบบสอบถามรูปแบบ (ก่อนนำรูปแบบไปใช้)
4. แบบสอบถามกิจกรรมการเรียนการสอน(ระหว่างการใช้รูปแบบ)
5. แบบสอบถามคู่มือการใช้รูปแบบ

แบบสอบถามวิธีการเรียนรู้ (Learning Style) ฉบับที่ 1

จุดประสงค์ เพื่อค้นพบวิธีการเรียนรู้ที่นักเรียนชอบ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง นักเรียนตอบคำถามตามความเป็นจริง คำตอบของนักเรียนไม่มีผลกระทบต่อนักเรียนแต่อย่างใด

1. ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....
2. อายุ.....ปี เพศ.....
3. เกรดรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 .....

ตอนที่ 2 วิธีการเรียนรู้

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย X หน้าข้อความที่บรรยายถึงลักษณะของนักเรียนได้ดีที่สุด

1. นักเรียนจดจำเนื้อหาที่ครูบรรยายได้ดีที่สุดเมื่อ :
   - ก. ตั้งใจฟังเพียงอย่างเดียว โดยไม่จดคำบรรยาย
   - ข. ได้นั่งใกล้ ๆ หน้าชั้นเรียน และสายตาจ้องไปที่ผู้สอน
   - ค. ได้จดคำบรรยายตลอดเวลา โดยไม่จำเป็นต้องจ้องไปที่ผู้สอน
2. เวลานักเรียนประสบปัญหา นักเรียนแก้ไขปัญหาโดย :
   - ก. ปรับทุกข์กับเพื่อน หรือบางครั้งก็แก้ไขปัญหาด้วยตนเอง
   - ข. วางแผนในการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยทำไปตามลำดับขั้นตอน
   - ค. หางานมาทำ เดินเล่น หรือทำกิจกรรมที่ต้องออกใช้กำลังกาย
3. หากนักเรียนไม่สามารถจดเบอร์โทรศัพท์ในสมุดบันทึกได้ นักเรียนใช้วิธีจำเบอร์โทรศัพท์ โดย
   - ก. ทวนหมายเลขโทรศัพท์นั้นโดยเปล่งเสียงออกมา
   - ข. ใช้วิธีการมอง หรือจดจำเป็นภาพตัวเลขในสมอง
   - ค. ใช้นิ้วมือเขียนเป็นหมายเลขนั้น ๆ บนโต๊ะหรือฝาผนัง
4. นักเรียนเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้ดีที่สุด เมื่อ :
   - ก. ฟังคนอื่นอธิบายถึงวิธีทำ
   - ข. ดูการสาธิตวิธีทำ
   - ค. พยายามทดลองทำด้วยตนเอง

5. หลังจากดูภาพยนตร์แล้ว สิ่งที่นักเรียนยังจดจำได้อย่างชัดเจนได้แก่

ก. บทสนทนาในภาพยนตร์ เสียงดนตรี หรือเสียงเพลงในภาพยนตร์

ข. ฉากต่าง ๆ เช่น ทิวทัศน์ หรือเสื้อผ้าของผู้แสดง

ค. ข้อเท็จจริงต่าง ๆ เช่น เหตุการณ์สู้รบกันในสงคราม เป็นต้น

6. นักเรียนต้องการไปซื้อของที่ร้าน แต่บังเอิญไม่ได้นำรายการของที่จะซื้อติดตัวไปด้วย นักเรียนจะทำอย่างไร

ก. ทบทวนรายการของที่จะซื้อภายในใจหรือพูดออกมาเบา ๆ

ข. เดินดูรายการตามชั้นวางของ

ค. ตามปกติ นักเรียนสามารถจดจำรายการของที่จะไปซื้อได้อยู่แล้ว

7. หากต้องการนึกถึงเรื่องราวในอดีต นักเรียนจะใช้วิธี :-

ก. ระลึกจากเสียงที่ได้ยินในสมองว่าเกิดอะไรขึ้น

ข. ระลึกจากภาพที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์

ค. ระลึกจากความรู้สึกที่เกิดขึ้นในเหตุการณ์นั้น ๆ

8. นักเรียนจะเรียนภาษาต่างประเทศได้ดี หากเรียนโดย :

ก. ฟังจากเทปบันทึกเสียง

ข. ได้เขียนและอ่านคู่มือการเรียนประกอบ

ค. ต้องเข้าไปนั่งเรียนในชั้นที่มีทั้งการอ่านและการเขียน

9. นักเรียนรู้สึกสับสนไม่แน่ใจว่าศัพท์คำนั้นสะกดอย่างไร นักเรียนจะมีวิธีการนึกคำสะกดที่ถูกต้อง ได้อย่างไร

ก. เปล่งเสียง สะกดเป็นคำออกมา

ข. พยายามนึกในสมองว่าศัพท์คำนั้นสะกดอย่างไร

ค. เขียนคำศัพท์นั้นในกระดาษหลาย ๆ คำ แล้วเลือกคำที่คิดว่าใกล้เคียงที่สุด

10. นักเรียนจะรู้สึกสนุกสนานเพลิดเพลินที่สุด หากได้อ่านหนังสือประเภทที่ :

ก. มีบทสนทนาระหว่างตัวละครมาก ๆ

ข. มีแต่คำพรรณนาบรรยายเรื่องราวที่เกิดขึ้น โดยท่านต้องนึกภาพเหตุการณ์เอง

ค. มีการเล่าเป็นเรื่องราว โดยบรรยายให้เห็นภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทุกฉากทุกตอน ตั้งแต่ต้นเรื่อง (เพราะท่านนั่งอ่านหนังสือนาน ๆ ไม่ได้)

11. นักเรียนสามารถจำคนที่เคยรู้จักหรือเคยพบกันมาแล้วในลักษณะใด

ก. จำชื่อได้ แต่นึกใบหน้าไม่ออก

ข. จำใบหน้าได้ แต่นึกชื่อไม่ออก

ค. จำได้แต่กิริยาท่าทาง เช่น การเดิน การพูด (จำชื่อ จำหน้าไม่ได้)

12. นักเรียนรู้สึกรำคาญใจกับเรื่องใดมากที่สุด

ก. เสียงต่าง ๆ

ข. คน

ค. สิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิที่ร้อนหรือหนาวเกินไป อุปกรณ์ตกแต่งห้อง

13. ตามปกติแล้ว นักเรียนนิยมคนที่แต่งกายอย่างไร

ก. แต่งกายดีพอใช้ (เพราะไม่คิดว่าเสื้อผ้าเป็นเรื่องสำคัญ)

ข. แต่งกายประณีต (เสื้อผ้าต้องทันสมัย หลายสไตล์)

ค. แต่งกายสบาย ๆ (เพื่อความคล่องตัว สะดวกในการเคลื่อนไหว)

14. หากนักเรียนไม่สามารถทำกิจกรรมที่ใช้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ และไม่สามารถอ่านหนังสือในขณะนั้นได้ นักเรียนจะ :

ก. คุยกับเพื่อนแทน

ข. ดูทีวี หรือมองทิวทัศน์นอกหน้าต่าง

ค. นั่งเล่นบนเก้าอี้ หรือนอนเล่นบนเตียง

ผลรวม

จำนวนข้อที่เลือกข้อ ก .....(Auditory Learner)

จำนวนข้อที่เลือกข้อ ข .....(Visual learner)

จำนวนข้อที่เลือกข้อ ค .....(Kinesthetic learner)

VAK Model (Visual, Auditory, Kinesthetic learning Style)

แบบสอบถามวิธีการเรียนรู้ (Learning Style) ฉบับที่ *2*

คำชี้แจง นักเรียนตอบคำถามตามความเป็นจริง คำตอบของนักเรียนไม่มีผลกระทบต่อนักเรียน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

โปรดเติมข้อความในช่องว่าง ที่ตรงกับความเป็นจริง

ชื่อ..... อายุ.....เพศ.....ชั้น..... กลุ่ม.....

เกรดรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 .....

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการเรียนของนักเรียน

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องท้ายข้อความที่ตรงกับความถี่ของพฤติกรรมในการเรียนของนักเรียนตามความเป็นจริง

ข้อความ	*พฤติกรรมในการเรียน*				
	น้อยที่สุด 1	*น้อย 2*	*ปานกลาง 3*	*มาก 4*	*มากที่สุด 5*
1. ส่วนใหญ่แล้วฉันศึกษาค้นคว้าเนื้อหาวิชาที่เรียนด้วยตนเอง					
2. ในเวลาเรียนฉันไม่ค่อยตั้งใจเรียน					
3. ฉันจะเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้น ถ้าได้ปรึกษากับเพื่อน ๆ					
4. ถ้าครูปล่อยให้นักเรียน เรียนตามใจชอบถือว่าไม่ได้ทำหน้าที่ของครูอย่างถูกต้อง					
5. ฉันคิดว่าการเรียนให้ดีนั้น จำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน					
6. ฉันพยายามเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้					
7. ฉันมักจะเลือกเรียนในสิ่งที่ฉันคิดว่าสำคัญเป็นหลัก ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับความเห็นของครูเสมอไป					
8. ฉันรู้สึกว่าฉันต้องเข้าชั้นเรียนมากกว่า					

ความรู้สึกที่ต้องการอยากเข้าชั้นเรียนจริง ๆ					
ข้อความ	*พฤติกรรมในการเรียน*				
	น้อยที่สุด 1	*น้อย 2*	*ปานกลาง 3*	*มาก 4*	*มากที่สุด 5*
9. ในการเรียนแต่ละวิชาฉันคิดว่าฉันสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น ถ้าได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ แทนที่จะเก็บความคิดเห็นไว้คนเดียว					
10. ฉันยอมรับกฎเกณฑ์ หรือรูปแบบการสอนที่ครูกำหนดขึ้น					
11. ฉันต้องแข่งขันกับเพื่อนเพื่อให้ครูสนใจ					
12. ฉันสนใจกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน					
13. ฉันสามารถตัดสินใจเองได้ว่าเนื้อหาวิชาตอนใดสำคัญ					
14. วิชาที่ฉันเรียนไม่ได้ทำให้ฉันสนใจอย่างแท้จริง					
15. ฉันคิดว่า สิ่งที่สำคัญของการเรียนในชั้น คือการเรียนรู้ที่จะเข้ากับเพื่อน ๆ ได้					
16. ฉันคิดว่าครูควรชี้แจงให้ชัดเจนว่า อะไรเป็นสิ่งที่นักเรียนจะต้องเรียน					
17. ในระหว่างการอภิปรายในชั้นเรียน ฉันต้องแข่งขันกับเพื่อน ๆ เพื่อให้เพื่อนยอมรับความคิดเห็นของฉัน					
18. ฉันได้เรียนรู้ในชั้นเรียนมากกว่าการศึกษาด้วยตนเองที่บ้าน					
19. ฉันเชื่อมั่นในความสามารถของฉันในการเรียนรู้สาระสำคัญในแบบเรียน					
20. ฉันเบื่อและไม่สนใจเนื้อหาสาระของวิชาที่เรียน					

21. ฉันเตรียมตัวดูหนังสือสอบร่วมกับเพื่อน ๆ					

ข้อความ	*พฤติกรรมในการเรียน*				
	น้อยที่สุด 1	*น้อย 2*	*ปานกลาง 3*	*มาก 4*	*มากที่สุด 5*
22. ฉันรู้สึกว่าข้อมูลที่ปรากฏในหนังสือและจากการอภิปรายของครูนั้นถูกต้องเสมอ					
23. ฉันพอใจเมื่อฉันสามารถตอบปัญหาหรือคำถามได้ก่อนเพื่อนในชั้นเรียน					
24. ฉันเข้าชั้นเรียนเพราะต้องการจะเรียนรู้จากครูและเพื่อน ๆ					
25. ฉันอ่านหรือศึกษาแบบเรียนมาล่วงหน้าก่อนที่ครูอธิบายให้ฟัง					
26. ฉันดีใจเมื่อทราบว่าครูไม่มาสอนหรือมีการงดเรียนในบางชั่วโมง					
27. ฉันไม่ชอบทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ทำเพียงคนเดียว					
28. ก่อนลงมือทำงานที่ครูมอบหมายให้ฉันจะพยายามถามครูจนเข้าใจชัดเจน					
29. ฉันคิดว่าจะไม่เกิดผลดีต่อตนเอง ถ้าให้เพื่อนยืมสมุดจดงานและแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อน ๆ ก่อนเวลาสอบ					
30. ฉันสนุกและพอใจกับกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน					
31. ฉันศึกษาหรือทำรายงานในแต่ละวิชาด้วยตนเอง					
32. ฉันเบื่อหน่ายกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน					

33. ฉันรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน ๆ เมื่อมีประเด็นปัญหาต้องพิจารณาร่วมกัน					

ข้อความ	*พฤติกรรมในการเรียน*				
	น้อยที่สุด 1	*น้อย 2*	*ปานกลาง 3*	*มาก 4*	*มากที่สุด 5*
34. ฉันจะไม่คิดหรือติดตามประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิชาเรียน ถ้าปัญหาเหล่านั้นไม่ได้อยู่ในหนังสือหรือครูกล่าวถึง					
35. ฉันพอใจเมื่อทราบว่าตนเองทำคะแนนได้ดีกว่าเพื่อน ๆ					
36. ฉันจะทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จก่อนที่จะทำสิ่งอื่น ๆ ที่ตนสนใจ					
37. ฉันทำงานที่ได้รับมอบหมายด้วยวิธีของตนเองโดยไม่คำนึงว่าเพื่อน ๆ จะทำอย่างไร					
38. ฉันมาเรียนเพียงเพื่อให้สอบผ่านหรือจบตามหลักสูตรเท่านั้น					
39. ฉันชอบพูดคุยกับเพื่อน ๆ นอกชั้นเรียนเกี่ยวกับความคิด และประเด็นปัญหาที่ได้อภิปรายแล้วในชั้นเรียน					
40. ฉันคิดว่าการอภิปรายมากเกินไปในชั้นเรียนทำให้ครูสอนเนื้อหาไม่ครบตามหลักสูตร					
41. ฉันต้องเรียนแข่งกับเพื่อนเพื่อให้ได้คะแนนดี					
42. ฉันคิดว่าการเรียนในชั้นเรียนร่วมกับเพื่อน ๆ ได้ผลคุ้มค่า					
43. ฉันไม่ชอบให้ครูกำหนดว่าจะต้องเรียนอะไรบ้าง					
44. ฉันพยายามไม่สบตาครู เพราะกลัวว่าครูจะเรียก					

ให้ตอบคำถาม					
45. ฉันรู้สึกว่าครูกับนักเรียนควรมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน จนนักเรียนกล้าบอกความจริงเกี่ยวกับการเรียนการสอนได้					
ข้อความ	*พฤติกรรมในการเรียน*				
	น้อยที่สุด 1	*น้อย 2*	*ปานกลาง 3*	*มาก 4*	*มากที่สุด 5*
46. ฉันสนุกที่จะเรียนวิชาต่าง ๆ เมื่อครูจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ					
47. ฉันต้องการรู้ว่าเพื่อนคนอื่นได้คะแนนอยู่ในระดับใด					
48. ฉันเต็มใจทำงานที่ได้รับมอบหมายในชั้นเรียนไม่ว่างานนั้นจะน่าสนใจหรือไม่ก็ตาม					
49. ถ้ามีประเด็นในบทเรียนที่ฉันสนใจฉันจะไปค้นคว้าเพิ่มเติม					
50. ฉันไม่สนใจที่จะเรียนรู้กิจกรรมต่าง ๆ จากชั้นเรียน					
51. ฉันชอบวิชาที่ครูให้โอกาสอภิปรายเกี่ยวกับเนื้อหา กิจกรรม และมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน					
52. ฉันคิดว่าการเรียนจากตำราและการบรรยายของครูเพียงพอแล้ว					
53. ฉันพยายามที่จะทำงานที่ได้รับมอบหมายให้ดีหรือเร็วกว่าเพื่อน ๆ					
54. ฉันชอบที่นั่งในชั้นเรียนที่สามารถได้ยินและเห็นข้อความบนกระดานดำได้ชัดเจน					
55. ฉันคิดเอาเองว่า ครูควรจัดการเรียนการสอนอย่างไรในแต่ละรายวิชา					

56. เมื่อฉันมีแบบฝึกหัดมากหรือยากกว่าปกติ ฉันมักจะไม่ทำ หรือทำเฉพาะส่วนที่ง่ายเท่านั้น					
57. ฉันคิดว่าการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ เกิดจากการปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน					

ข้อความ	*พฤติกรรมในการเรียน*				
	น้อยที่สุด 1	*น้อย 2*	*ปานกลาง 3*	*มาก 4*	*มากที่สุด 5*
58. ฉันสามารถเรียนรู้สิ่งที่ยากและสำคัญได้โดยการทำตามคำแนะนำของครู					
59. ฉันชอบกิจกรรมการเรียนที่มีการแข่งขันระหว่างกลุ่มหรือระหว่างบุคคล เพราะทำให้ตื่นเต้นดี					
60. ฉันจะทำงานทันทีที่ได้รับมอบหมาย					

เลขที่ข้อคำถามที่สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ 6 แบบ ของกราชา(Grasha and Riechmann)

วิธีการเรียนรู้	เลขที่ข้อคำถาม									
1. แบบพึ่งตนเอง (independent)	1	7	13	19	25	31	37	43	49	55
2. แบบหลบหนี (avoidant)	2	8	14	20	26	32	38	44	50	56
3. แบบร่วมมือ (collaborative)	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57
4. แบบพึ่งพา (dependent)	4	10	16	22	28	34	40	46	52	58
5. แบบแข่งขัน (competitive)	5	11	17	23	29	35	41	47	53	59
6. แบบมีส่วนร่วม (participant)	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60

แบบศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันของการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์

ผู้วิจัยทำการศึกษาผู้สอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เกี่ยวกับสภาพการเรียนการสอนด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน และสภาพปัญหาการสอนวิชาฟิสิกส์ของผู้สอน โดยการสังเกตการณ์สอนและสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการของครู จำนวน 10 คน โดยกำหนดคุณลักษณะของครูตามสังกัด วุฒิการศึกษาและประสบการณ์ดังนี้

สังกัด	ประสบการณ์ในการสอนฟิสิกส์ (ปี)	วุฒิการศึกษา	จำนวน(คน)
สำนักงานการอุดมศึกษา	1-10	ปริญญาโท	1
	11-20	ปริญญาตรี	1
	21 ปีขึ้นไป	ปริญญาโท	1
สำนักงานการศึกษาเอกชน	1-10	ปริญญาโท	1
	11-20	ปริญญาตรี	1
	21 ปีขึ้นไป		
สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน	1-10	ปริญญาตรี	1
	11-20	ปริญญาโท	2
	21 ปีขึ้นไป	ปริญญาตรี	2

โดยกำหนดประเด็นการสัมภาษณ์และสังเกตการสอน ดังนี้

1. พื้นฐานความรู้ และประสบการณ์การสอนวิชาฟิสิกส์
2. การจัดการเรียนการสอน : ด้านมโนทัศน์
   : ด้านการแก้ปัญหา
   : กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน
   : ภาระงานที่มอบหมาย

: การวัดและประเมินผล

3. สภาพแวดล้อม : สภาพห้องเรียน

: สื่อการเรียนรู้ เนื้อหาและตำราเรียน

4. สภาพปัญหาในการเรียนการสอนฟิสิกส์

ชื่อครู.....โรงเรียน.....

วัน/เวลา.....สถานที่.....รายวิชา.....

1. พื้นฐานความรู้ และประสบการณ์การสอนวิชาฟิสิกส์

.....

.....

2. การจัดการเรียนการสอน :ด้านมโนทัศน์

.....

.....

: ด้านการแก้ปัญหา

.....

.....

: กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน

.....

.....

: ภาระงานที่มอบหมาย

.....

.....

: การวัดและประเมินผล

.....

.....

3.สภาพแวดล้อม : สภาพห้องเรียน

.....

.....

: สื่อการเรียนรู้ เนื้อหาและตำราเรียน

.....

.....

4. สภาพปัญหาในการเรียนการสอนฟิสิกส์

.....

.....

แบบทดสอบความรู้ก่อนเรียน ด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

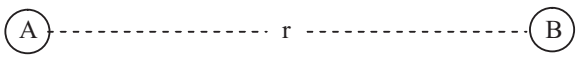
รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่..... กลุ่ม.....

<u>คำชี้แจง</u> ให้นักเรียนอ่านคำถามในแต่ละข้อแล้วตอบคำถามอย่างชัดเจน(26 คะแนน)

มโนทัศน์เรื่องสนามของแรง (8 คะแนน)

1. จากความรู้เดิมที่นักเรียนทราบว่าประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้าลบ ถ้านักเรียนนำประจุไฟฟ้าบวกมาวางไว้ ณ ตำแหน่ง A จากนั้นนำประจุทดสอบไปวางไว้ ณ ตำแหน่ง B ซึ่งอยู่ห่างออกไปเป็นระยะทาง r ดังภาพ อยากทราบว่าประจุทดสอบจะมีลักษณะการเคลื่อนที่อย่างไร และเพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น ถ้า



ก. ประจุทดสอบเป็นประจุบวก

ตอบ .....

.....

.....

ข. ประจุทดสอบเป็นประจุลบ

ตอบ .....

.....

.....

2. เมื่อนักเรียนโยนวัตถุขึ้นไปในอากาศ เพราะเหตุใดวัตถุจึงตกลงสู่พื้นเสมอ

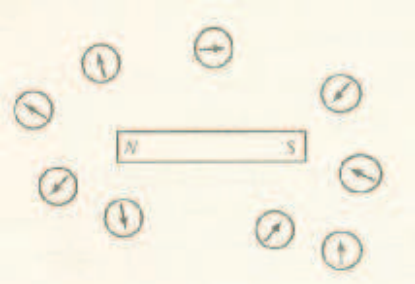
ตอบ

.....

.....

.....

3. ถ้านักเรียนนำแท่งเหล็กแท่งหนึ่งวางบนโต๊ะ จากนั้นนำเข็มทิศอันเล็ก ๆ วางที่ตำแหน่งต่าง ๆ รอบ ๆ แท่งแม่เหล็ก นักเรียนจะสังเกตเห็นการวางตัวของเข็มทิศแต่ละอันเป็นดังภาพ จงอธิบายว่าเพราะเหตุใดเข็มทิศจึงวางตัวอย่างนั้น



ตอบ

.....

.....

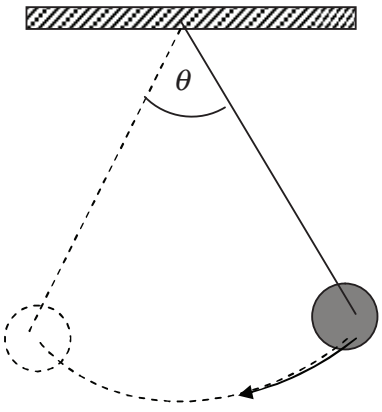
.....

.....

.....

มโนทัศน์เรื่องการเคลื่อนที่ (10 คะแนน)

1. จากภาพเป็นการแกว่งของลูกตุ้ม เราเรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่าอย่างไร และจงอธิบายถึงการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ความเร่ง การกระจัด และมุม θ



ตอบ

.....

.....

.....

.....

2. การเคลื่อนที่ของดาวเทียมรอบโลก เป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม จงบอกถึงลักษณะสำคัญของการเคลื่อนที่แบบวงกลม

ตอบ .....

.....

.....

3. เส้นทางการเคลื่อนที่ของแหลนที่พุ่งโดยนักกีฬาพุ่งแหลน จะเป็นแนวโค้ง เราเรียกการเคลื่อนที่ลักษณะนี้ว่าอย่างไร และมีลักษณะสำคัญอย่างไร

ตอบ .....

.....

.....

4. การปล่อยลูกเทนนิสให้ตกกระทบพื้น เป็นการเคลื่อนที่แนวเส้นตรงในแนวดิ่ง ให้นักเรียนอธิบายลักษณะของปริมาณต่อไปนี้ ความเร็ว ความเร่ง ในแต่ละช่วงเวลา

ตอบ .....

.....

.....

มโนทัศน์เรื่องคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (5 คะแนน)

1. คลื่นเสียงและคลื่นในเส้นเชือกมีลักษณะเหมือนกันอย่างไร

ตอบ .....

.....

.....

2. จงเขียนความสัมพันธ์ของอัตราเร็ว ความถี่ ความยาวคลื่น

ตอบ .....

.....

.....

3. แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง อยากทราบว่าคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่างกันอย่างไร

ตอบ .....

.....

.....

มโนทัศน์เรื่อง กัมมันตภาพรังสี (3 คะแนน)

1. จากแบบจำลองอะตอมทำให้เราทราบว่าอะตอมของธาตุต่าง ๆ ประกอบด้วย โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน จงอธิบายปรากฏการณ์การแผ่กัมมันตภาพรังสีของธาตุกัมมันตรังสี

ตอบ .....

.....

.....

2. พลังงานนิวเคลียร์เกิดจากสาเหตุใด

ตอบ .....

.....

การแก้ปัญหา (8 คะแนน)

สถานการณ์

จากภาพเป็นการฝึกการบังคับเครื่องบินบังคับที่กำลังเคลื่อนที่ในแนวระดับ และทิ้งสัมภาระลงตรงตำแหน่งเป้าหมาย ให้นักเรียนกำหนดปัญหาและหาแนวทางแก้ไข

ตำแหน่งเป้าหมาย

1. ปัญหาคือ อะไร

.....

2. สาเหตุของปัญหา (ตัวแปรต้น) คืออะไร

.....

.....

3. นักเรียนจะออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร (ตอบเป็นขั้นตอน)

.....

.....

. .....

4. เมื่อดำเนินการตามวิธีที่นักเรียนออกแบบ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

.....

.....

แบบวิเคราะห์หลักสูตร

รายวิชา.....ระดับชั้น..... จำนวน.....หน่วยกิต เวลาเรียน.....คาบ/สัปดาห์

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย

แบบวิเคราะห์งานและภาระงาน

รายวิชา.....ระดับชั้น..... จำนวน.....หน่วยกิต เวลาเรียน.....คาบ/สัปดาห์

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย	ภาระงาน	เครื่องมือในการวัดผล	องค์ประกอบการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล

แบบทดสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

คำชี้แจง กรอบโครงสร้างการประเมินผลรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 เป็นการประเมินสถานการณ์การเรียนรู้ปัจจุบัน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 และสาระที่ 5 กรอบโครงสร้างการประเมินกำหนดไว้ 2 ด้าน คือ การประเมินเชิงสาระเนื้อหา (Content domain) และเชิงการคิดหรือการใช้สติปัญญา (Cognitive Domain)

การประเมินมโนทัศน์ เป็นการประเมินความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์เกี่ยวข้องกับ สนามของแรง การเคลื่อนที่ คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ โดยประเมินความสามารถในรูปแบบ การรู้ (knowing) ซึ่งหมายถึง ความรู้ของนักเรียนบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง สาระ แนวคิด และกระบวนการ นักเรียนได้รับการคาดหวังให้นึกหรือเรียกคืนข้อความที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ การรู้ครอบคลุม ความสามารถ 1) การนึกได้ จำได้ 2) การให้นิยาม 3) การบรรยาย 4) การให้ตัวอย่าง และ 5) การใช้เครื่องมือและกระบวนการ

การประเมินการแก้ปัญหา เป็นการประเมินความสามารถในรูปแบบการใช้เหตุผล (Reasoning) หรือการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือสถานการณ์ที่เคยชิน ไปสู่สถานการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนต้องใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ อาจต้องแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆ อาจต้องวิเคราะห์ว่ามีหลักการใดบ้างเข้ามาเกี่ยวข้อง ต้องใช้สมการ สูตร ความสัมพันธ์ที่เหมาะสม ต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์ การประเมินคำตอบ การใช้เหตุผลหมายรวมถึงทักษะ 1) การวิเคราะห์/การแก้ปัญหา 2) การบูรณาการ/การสังเคราะห์ 3) การตั้งสมมติฐาน/การคาดการณ์ 4) การออกแบบ/วางแผน 5) การสรุป 6) การสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป 7) การประเมิน และ 8) การให้เหตุผลยืนยันคำอธิบาย

ตอนที่ 1 การประเมินด้านมโนทัศน์

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. วัตถุ A และ B มีมวล 5 kg เท่ากัน วัตถุ A ว่างนิ่งอยู่บนโต๊ะส่วนวัตถุ B กำลังตกลงสู่พื้น ถ้าไม่คิดแรงต้านอากาศ และกำหนดให้ A และ B อยู่ในบริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง 9.8 N/kg. ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ถูกต้อง</u>

ก. วัตถุทั้งสองมีน้ำหนักเท่ากัน

ข. วัตถุทั้งสองมีอัตราเร่งในแนวดิ่งเท่ากัน คือ 9.8 m/s^2

ค. แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ A มีขนาด 49 N

ง. แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ B มีขนาด 49 N

2. แรงในข้อใดต่อไปนี้เป็นแรงประเภทเดียวกันกับแรงที่ทำให้ลูกมะพร้าวตกลงสู่พื้นโลก

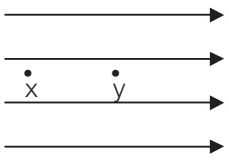
ก. แรงที่ทำให้โปรตอนหลายอนุภาคอยู่รวมกันในนิวเคลียสได้

ข. แรงที่ทำให้ขดลวดหมุนซึ่งนำไปสร้างมอเตอร์ไฟฟ้า

ค. แรงที่ทำให้แผ่นป้ายแม่เหล็กติดอยู่บนฝาตู้เย็น

ง. แรงที่ดาวเทียมโคจรรอบโลกได้

3. จุด x และ y อยู่ภายในเส้นสนามไฟฟ้าซึ่งมีทิศทางตามลูกศรดังภาพ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง



ก. สนามไฟฟ้าที่จุด x มีค่ามากกว่าสนามไฟฟ้าที่จุด y

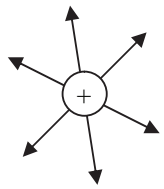
ข. สนามไฟฟ้าที่จุด x มีค่าเท่ากับสนามไฟฟ้าที่จุด y

ค. ถ้าวางประจุลบที่จุด x ประจุลบจะเคลื่อนที่ไปที่จุด y

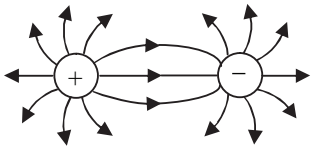
ง. ถ้าวางประจุบวกที่จุด y ประจุบวกจะเคลื่อนที่ไปที่จุด x

4. ภาพใดต่อไปนี้แสดงเส้นสนามไฟฟ้าได้ถูกต้อง

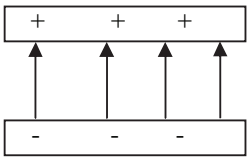
ก.



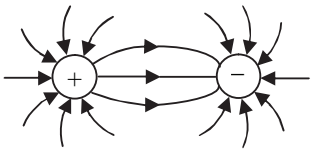
ข.



ค.



ง.



5. อนุภาคและรังสีในข้อใดที่เมื่อนำไปวางในสนามไฟฟ้าแล้วจะมีแรงไฟฟ้ากระทำ

1. อนุภาคโปรตอน 2.อนุภาคนิวตรอน

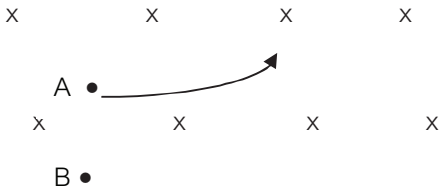
3. อนุภาคอิเล็กตรอน 4.รังสีแอลฟา

5. รังสีเบตา 6.รังสีแกมมา

ก. 1, 2, 4 และ 5 ข. 1, 3, 4 และ 6

ค. 2, 3, 5 และ 6 ง. 1, 3, 4 และ 5

6. อนุภาค A และ B เมื่อเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีทิศพุ่งเข้าตั้งฉากกับกระดาษ มีการเบี่ยงเบนดังรูป ถ้านำอนุภาคทั้งสองไปวางไว้ในบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ แนวการเคลื่อนที่จะเป็นอย่างไร



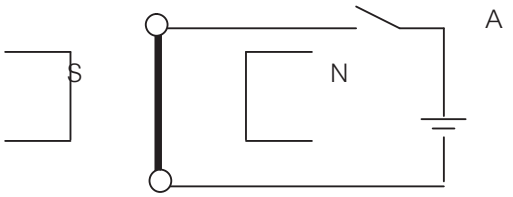
ก. เคลื่อนที่ไปทางเดียวกันในทิศทางตามเส้นสนามไฟฟ้า

ข. เคลื่อนที่ไปทางเดียวกันในทิศทางตรงข้ามกับเส้นสนามไฟฟ้า

ค. เคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยอนุภาค A ไปทางเดียวกับเส้นสนามไฟฟ้า

ง. เคลื่อนที่ในทิศทางตรงข้ามกัน โดยอนุภาค B ไปทางเดียวกับเส้นสนามไฟฟ้า

7. วางลวดตัวนำไว้ในสนามแม่เหล็กดังรูป เมื่อสับสวิตช์ A จะเกิดอะไรกับลวดตัวนำ



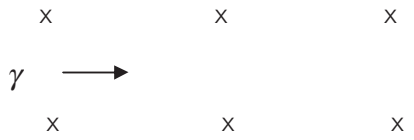
ก. เกิดแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำ มีทิศทางไปทางขั้วเหนือ (เข้าหา N)

ข. เกิดแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำ มีทิศทางไปทางขั้วใต้ (เข้าหา S)

ค. เกิดแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำ มีทิศทางขึ้นด้านบน

ง. เกิดแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำ มีทิศทางลงด้านล่าง

8. รังสีแกมมาเคลื่อนที่เข้าไปในทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กซึ่งมีทิศพุ่งเข้ากระดาษดังรูป แนวการเคลื่อนที่ของรังสีแกมมาจะเป็นอย่างไร



ก. เบนขึ้นไปทางด้านบน

ข. เบนลงไปทางด้านล่าง

ค. เคลื่อนที่ต่อไปเป็นเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัว

ง. เคลื่อนที่ต่อไปเป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงตัว

9. x, y และ z เป็นแผ่นวัตถุ 3 ชนิดที่ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าโดยการถูซึ่งได้ผลดังนี้

x และ y ผลักกัน ส่วน y และ z ดูดกัน

ข้อใดต่อไปนี้สามารถเป็นไปได้

ก. x และ y มีประจุไฟฟ้าบวก z มีประจุไฟฟ้าลบ

ข. y และ z มีประจุไฟฟ้าบวก x มีประจุไฟฟ้าลบ

ค. x และ z มีประจุไฟฟ้าลบ y มีประจุไฟฟ้าบวก

ง. y และ z มีประจุไฟฟ้าลบ x มีประจุไฟฟ้าบวก

10. ข้อใดต่อไปนี้อธิบายธรรมชาติของแรงนิวเคลียร์ได้ถูกต้องที่สุด

ก. แรงนิวเคลียร์เป็นแรงระยะสั้น, ดึงดูด, ขึ้นอยู่กับระยะทางกำลังสองผกผันและขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า

ข. แรงนิวเคลียร์เป็นแรงระยะสั้น, ดึงดูด, ขึ้นอยู่กับระยะทางกำลังสองผกผันและไม่ขึ้นกับชนิดของประจุไฟฟ้า

ค. แรงนิวเคลียร์เป็นแรงระยะสั้น, ดึงดูด, ไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของประจุไฟฟ้าและมีขนาดใหญ่กว่าแรงไฟฟ้ามาก

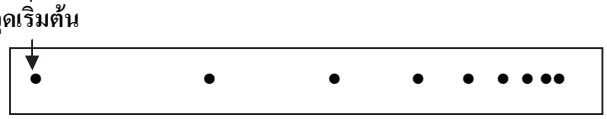
ง. แรงนิวเคลียร์เป็นแรงระยะสั้น, ดึงดูด, ขึ้นอยู่กับชนิดของประจุไฟฟ้าและมีขนาดใหญ่กว่าแรงโน้มถ่วงมาก

11. การปล่อยก้อนหินให้ตกจากยอดตึกลงสู่พื้น ถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ การเคลื่อนที่ของก้อนหินจะเป็นอย่างไร

ก. ความเร็วคงที่ ข. ความเร็วเพิ่มขึ้นแล้วลดลง

ค. ความเร็วลดลงอย่างสม่ำเสมอ ง. ความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

12. จากภาพเป็นแถบกระดาษบันทึกข้อมูลผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาชนิดความถี่ 50 Hz



จุดที่ปรากฏบนแถบกระดาษแสดงถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุใด

1. ปล่อยถุงทรายให้เคลื่อนที่ในแนวดิ่ง
2. โยนลูกบอลให้เคลื่อนที่ขึ้นจนถึงตำแหน่งสูงสุด
3. ลากรถทดลองให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยแรงคงที่

4. กดรถทดลองเข้ากับสปริงแล้วปล่อยให้เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 3

ค. 3 และ 4 ง. 2 และ 4

13. คุณพ่อของวิมลวรรณ ขับรถจากบ้านเพื่อไปส่งที่โรงเรียน ซึ่งอยู่ห่างกัน 30 km วิมลวรรณสังเกตและบันทึกอัตราเร็วของรถได้ผลดังตาราง ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

เวลา (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
อัตราเร็ว (km/hr)	0	40	50	70	10 0	80	80	80	60	30	0

ก. ช่วงเวลานาทีที่ 2 – 8 รถเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งเพิ่มขึ้น

ข. ช่วงเวลานาทีที่ 10 – 14 รถเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งคงที่

ค. ช่วงเวลานาทีที่ 14 – 20 รถเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วคงที่

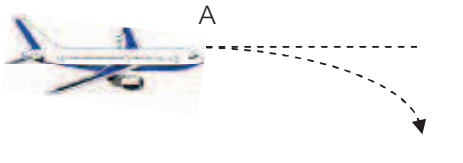
ง. รถเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเฉลี่ย 80 km/hr

14. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นไปถึงตำแหน่งสูงสุดอัตราเร็วของวัตถุจะเป็นอย่างไร

ก. มีค่าเป็นศูนย์ ข. มีอัตราเร็วแนวราบเป็นศูนย์

ค. มีค่าเท่ากับอัตราเร็วแนวราบเมื่อเริ่มเคลื่อนที่ ง. มีค่าเท่ากับอัตราเร็วเมื่อเริ่มเคลื่อนที่

15. ถุงสัมภาระถูกปล่อยจากเครื่องบินซึ่งกำลังบินในแนวระดับ ณ จุด A เมื่อเวลาผ่านไปสัมภาระเคลื่อนที่มาอยู่ ณ จุด B ดังภาพ ข้อใดถูกต้อง



ก. สัมภาระเคลื่อนที่จากจุด A ไปจุด B ด้วยความเร็วในแนวดิ่งคงตัว

ข. สัมภาระเคลื่อนที่จากจุด A ไปจุด B ด้วยความเร็วในแนวระดับคงตัว

ค. ความเร็วในแนวระดับของสัมภาระ ณ จุด A มีค่าน้อยกว่าจุด B

ง. ความเร็วในแนวดิ่งของสัมภาระ ณ จุด B มีค่าน้อยกว่าจุด A

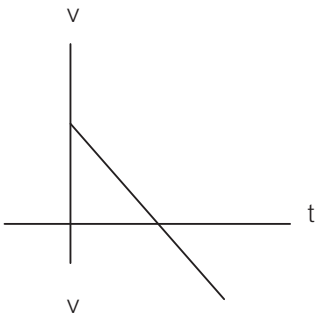
16. การเคลื่อนใดมีแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีทิศตั้งฉากกับทิศของการเคลื่อนที่ตลอดเวลา

ก. การเคลื่อนที่แนวตรง ข. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

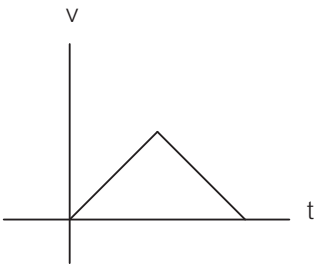
ค. การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงตัว ง. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

17. เตะลูกบอลออกไป ทำให้ลูกบอลเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ดังรูป ถ้าไม่คิดแรงต้านอากาศ และกำหนดให้ทิศขึ้นเป็นบวก กราฟในข้อใดแสดงความเร็วในแนวดิ่งของลูกบอลได้ถูกต้อง

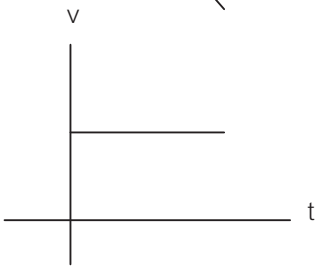
ก.



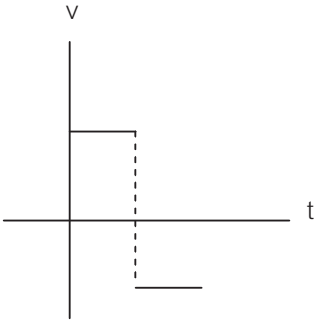
ข.



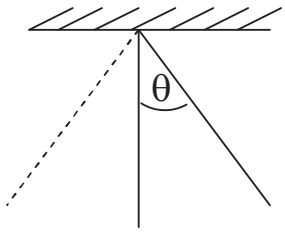
ค.

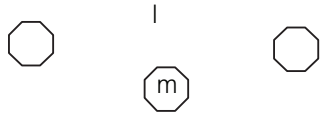


ง.



18. นอตมวล m ผูกกับเชือกยาว ℓ แล้วแกว่งให้เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยมุม θ ที่เบนจากแนวดิ่งมีค่าคงตัวตลอด ข้อใดกล่าวถูกต้อง





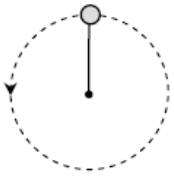
ก. นอตเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยความเร็วคงตัว

ข. นอตเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยความเร่งคงตัว

ค. นอตเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยการขจัดคงตัว

ง. นอตเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยความถี่คงตัว

19. ผูกวัตถุด้วยเชือกแล้วเหวี่ยงให้เคลื่อนที่เป็นวงกลมในแนวระนาบดิ่ง ขณะที่วัตถุเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งสูงสุดของวงกลม ดังแสดงในรูป แรงชนิดใดต่อไปนี้ทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลาง



ก. แรงดึงเชือก ข. น้ำหนักของวัตถุ

ค. แรงดึงเชือกรวมกับน้ำหนักของวัตถุ ง. ที่ตำแหน่งนั้นแรงสู่ศูนย์กลางเป็นศูนย์

20. เมื่อคลื่นเดินทางจากน้ำตื้นสู่น้ำลึก ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

ก. ความถี่คลื่นในน้ำลึกน้อยกกว่าความถี่คลื่นในน้ำตื้น

ข. ความถี่คลื่นในน้ำลึกมากกว่าความถี่คลื่นในน้ำตื้น

ค. ความยาวคลื่นในน้ำตื้นมากกว่าความยาวคลื่นในน้ำลึก

ง. อัตราเร็วคลื่นในน้ำตื้นน้อยกว่าอัตราเร็วคลื่นในน้ำลึก

21. การเกิดฟ้าแลบแล้วไม่ได้ยินเสียงฟ้าร้องเป็นเพราะสมบัติใดของเสียง

ก. การสะท้อน ข. การหักเห

ค. การแทรกสอด ง. การเลี้ยวเบน

22. ในการเคลื่อนที่แบบคลื่นนั้น พลังงานจากการสะบัดปลายเส้นเชือกด้านหนึ่งจะถ่ายทอดไปยังปลายเชือกอีกด้านหนึ่งได้ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. พลังงานถ่ายทอดไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของคลื่น

ข. พลังงานถ่ายทอดไปหลังจากการเคลื่อนที่ของคลื่นผ่านไปแล้ว

ค. พลังงานถ่ายทอดไปก่อนที่คลื่นจะเคลื่อนที่มาถึง

ง. พลังงานจากคลื่นจะถ่ายทอดให้อนุภาค และอนุภาคจะเคลื่อนที่ไปปลายเชือก

23. คลื่นใดต่อไปนี้ เป็นคลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่

1. คลื่นแสง 2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 3. คลื่นกล
4. คลื่นผิวน้ำ 5. คลื่นในเส้นเชือก 6. คลื่นเสียง

ก. 1, 3, 5 และ 6 ข. 2, 3, 4 และ 5
ค. 1, 2, 3 และ 4 ง. 3, 4, 5 และ 6

24. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่จากตัวกลางที่หนึ่งไปตัวกลางที่สองโดยอัตราเร็วของคลื่นเพิ่มขึ้นอยากทราบว่าคลื่นในตัวกลางที่สองจะมีลักษณะอย่างไร

ก. ความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น ข. ความยาวคลื่นลดลง
ค. ความถี่เพิ่มขึ้น ง. ความถี่ลดลง

25. คุณภาพเสียงและระดับเสียงขึ้นอยู่กับสมบัติใดตามลำดับ

ก. ความถี่ รูปร่างของคลื่น ข. รูปร่างคลื่น ความถี่
ค. แอมพลิจูด ความถี่ ง. ความถี่ แอมพลิจูด

26. สมบัติตามข้อใดของคลื่นเสียงที่เกี่ยวข้องกับการเกิดบีตส์

ก. การสะท้อน ข. การหักเห
ค. การเลี้ยวเบน ง. การแทรกสอด

27. ข้อใดต่อไปนี้เป็นวัตถุประสงค์ของการบุผนังโรงภาพยนตร์ด้วยวัสดุกลืนเสียง

ก. ลดความถี่ของเสียง ข. ลดความดังของเสียง
ค. ลดการสะท้อนของเสียง ง. ลดการหักเหของเสียง

28. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในข้อใดต่อไปนี้มีความถี่ต่ำที่สุด

ก. คลื่นวิทยุ ข. คลื่นอินฟาเรด
ค. คลื่นไมโครเวฟ ง. คลื่นแสงที่ตามองเห็น

29. การฝากสัญญาณเสียงไปกับคลื่นในระบบวิทยุแบบ FM คลื่นวิทยุที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ก. คลื่นวิทยุจะเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดตามแอมพลิจูดของคลื่นเสียง
ข. คลื่นวิทยุจะเปลี่ยนแปลงแอมพลิจูดตามความถี่ของคลื่นเสียง
ค. คลื่นวิทยุจะเปลี่ยนแปลงความถี่ตามแอมพลิจูดของคลื่นเสียง
ง. คลื่นวิทยุจะเปลี่ยนแปลงความถี่ตามความถี่ของคลื่นเสียง

30. ข้อใดกล่าว<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์

ก. ปฏิกิริยาฟิชชัน (fission) เป็นปฏิกิริยาที่นิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลมากแตกตัวซึ่งเกิดจากอนุภาคที่มีมวลน้อย ๆ วิ่งเข้าชน

ข. ในการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ของฟิชชัน จะมีมวลบางส่วนหายไปซึ่งมวลที่หายไปนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานตามสมการ $E = mc^2$

ค. ปฏิกิริยาฟิวชัน (fusion) เป็นปฏิกิริยาที่เกิดจากการหลอมตัวของธาตุที่มีเลขมวลน้อยสองนิวเคลียสรวมกันและมีพลังงานนิวเคลียร์เกิดขึ้น

ง. ในการเกิดปฏิกิริยาฟิชชันและฟิวชันแต่ละครั้ง พลังงานจากฟิวชันจะมีค่ามากกว่าพลังงานจากฟิชชัน

31. คาร์บอนเป็นธาตุที่เป็นส่วนสำคัญของสิ่งมีชีวิต มีสัญลักษณ์นิวเคลียร์เป็น $^{12}_{6}C$ นิวเคลียสของคาร์บอนมีอนุภาคตามข้อใด

ก. โปรตอน 6 อนุภาค อิเล็กตรอน 6 อนุภาค

ข. โปรตอน 6 อนุภาค นิวตรอน 6 อนุภาค

ค. โปรตอน 6 อนุภาค นิวตรอน 12 อนุภาค

ง. โปรตอน 12 อนุภาค นิวตรอน 6 อนุภาค

32. ข้อใดถูกต้องสำหรับไอโซโทปของธาตุ ๆ หนึ่ง

ก. มีเลขมวลเท่ากันแต่เลขอะตอมต่างกัน

ข. มีจำนวนนิวตรอนเท่ากันแต่จำนวนโปรตอนต่างกัน

ค. มีจำนวนโปรตอนเท่ากันแต่จำนวนนิวตรอนต่างกัน

ง. มีผลรวมของจำนวนโปรตอนและนิวตรอนเท่ากัน

33. อนุภาคแอลฟาประกอบด้วยอนุภาคใดบ้าง

ก. โปรตอน 2 อนุภาค

ข. โปรตอน 4 อนุภาค

ค. โปรตอน 2 อนุภาค กับ นิวตรอน 2 อนุภาค

ง. โปรตอน 2 อนุภาค กับ อิเล็กตรอน 2 อนุภาค

34. อะตอมของธาตุ $^{196}_{78}Pt$ กับ $^{197}_{79}Au$ มีจำนวนอนุภาคใดที่เท่ากัน

ก. นิวตรอน ข. โปรตอน

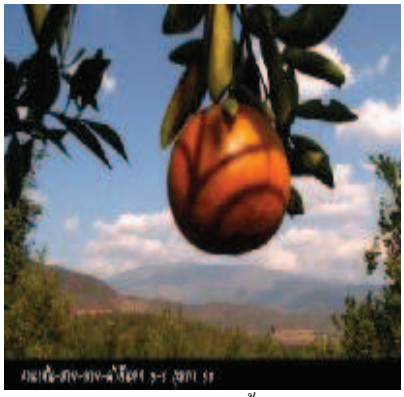
ค. อิเล็กตรอน ง. นิวคลีออน

35. นิวเคลียสของเรเดียม-226 $\left(^{226}_{88}Ra\right)$ มีการสลายโดยการปล่อยอนุภาคแอลฟา 1 ตัว และรังสีแกมมา ออกมา จะทำให้เรเดียม-226 กลายเป็นธาตุใด

ก. $^{218}_{84}Po$ ข. $^{222}_{86}Rn$

ค. $^{230}_{90}Th$ ง. $^{234}_{92}U$

ตอนที่ 2 การประเมินด้านการแก้ปัญหา (ข้อละ 2 คะแนน)



สถานการณ์ที่ 1

ในวันเสาร์และวันอาทิตย์ ครอบครัวของนายเก่งวิทย์ได้มีโอกาสไปเที่ยวสวนส้มที่จังหวัดระยอง ขณะกำลังเดินอยู่ในสวน ปรากฏว่าผลส้มตกลงมาจากต้นข้างๆ ตัวเขา เขาจึงมองขึ้นไปบนต้นส้มและนึกถึงเนื้อหาทางฟิสิกส์เกี่ยวกับสนามโน้มถ่วง ซึ่งอาจารย์ได้สอนที่โรงเรียน เมื่อกลับมาโรงเรียนเขาจึงขออนุญาตใช้ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์และเตรียมอุปกรณ์ ดังต่อไปนี้ ลูกเทนนิสมวล 100 กรัม ลูกบอลมวล 200 กรัม เครื่องเคาะสัญญาณเวลา แถบกระดาษสำหรับเครื่องเคาะสัญญาณเวลา สายไฟ หม้อแปลง ฯลฯ

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของนายเก่งวิทย์ คืออะไร (ตอบมากกว่า 1 ปัญหา)

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหา(ตัวแปรต้น)ในแต่ปัญหา คืออะไร

.....

.....

.....

ปัญหาและสาเหตุที่สำคัญที่สุดที่ควรศึกษา คือ (บอกเหตุผลในการเลือกด้วย)

.....

.....

.....

3. จากปัญหาและสาเหตุที่สำคัญสุด นักเรียนจะออกแบบวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร (ตอบเป็นขั้นตอน)

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าเมื่อดำเนินการตามวิธีที่นักเรียนออกแบบ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

โอบอ้อม มีน้องเรียนอยู่ชั้นประถมปีที่ 1 ในตอนเย็นของทุก ๆ วัน โอบอ้อมจะพาน้องไปเล่นที่สนามเด็กเล่น น้องชอบนั่งชิงช้าแกว่งมาก เธอจึงมีความคิดที่จะให้คุณพ่อทำชิงช้าให้น้องเล่นที่บ้าน โดยมีเงื่อนไขว่าชิงช้าต้องใช้เวลาในการแกว่งครบรอบ (คาบของการเคลื่อนที่) นานที่สุด เธอจึงศึกษาว่า อะไรบ้างที่มีผลต่อเวลาในการแกว่งของชิงช้า

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของโอบอ้อม คืออะไร (ตอบมากกว่า 1 ปัญหา)

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าสาเหตุของปัญหา(ตัวแปรต้น)ในแต่ปัญหา คืออะไร

.....

.....

.....

.....

ปัญหาและสาเหตุที่สำคัญที่สุดที่ควรศึกษา คือ (บอกเหตุผลในการเลือกด้วย)

.....

.....

.....

3. จากปัญหาและสาเหตุที่สำคัญสุด นักเรียนจะออกแบบวิธีการแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร (ตอบเป็นขั้นตอน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนคิดว่าเมื่อดำเนินการตามวิธีที่นักเรียนออกแบบ ผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

เฉลย 1 ข 2 ง 3 ข 4 ก 5 ง

6 ค 7 ค 8 ง 9 ก 10 ค

11 ง 12 ง 13 ก 14 ค 15 ข

16 ค 17 ก 18 ง 19 ค 20 ง

21 ข 22 ก 23 ง 24 ก 25 ข

26 ง 27 ข 28 ก 29 ง 30 ง

31 ข 32 ค 333 ค 34 ก 35 ข

แบบสอบถามคุณภาพ แผนการจัดการเรียนรู้ ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งรายการที่ประเมินประกอบด้วย

1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ (ภาพรวม)
2. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ (แต่ละองค์ประกอบ)
   - 2.1 ชื่อแผน
   - 2.2 ผลการเรียนรู้ / จุดประสงค์การเรียนรู้
   - 2.3 ความรู้หรือประสบการณ์เดิม
   - 2.4 สาระการเรียนรู้
   - 2.5 กิจกรรมการเรียนการสอน
   - 2.6 สื่อและแหล่งเรียนรู้
   - 2.7 การวัดและประเมินผล
   - 2.8 ข้อเสนอแนะสำหรับครูที่นำแผนไปใช้
3. การเรียบเรียงและการใช้ภาษา

2. วิธีประเมิน แบบสอบถามนี้เป็นแบบจัดอันดับคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่าโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมดีมาก

4 หมายถึง เหมาะสมดี

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง ยังต้องปรับปรุงแก้ไข

ขอให้ท่านพิจารณาส่วนต่าง ๆ ตามรายการประเมินที่กำหนดไว้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในช่องว่างท้ายรายการประเมินหากรายการนั้นมีผลการประเมินเป็น 2 หรือ 1 ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

แสงเดือน เจริญฉิม

ผู้วิจัย

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง					หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ (ภาพรวม)						
◆ การกำหนดองค์ประกอบของแผนครบถ้วนครอบคลุมความต้องการจำเป็นของแผนการสอน						
◆ การเรียบเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนมีความเหมาะสมทำให้เห็นถึงความเชื่อมโยง						
◆ องค์ประกอบภายในแผนมีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน						
2. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ (แต่ละองค์ประกอบ)						
2.1 ชื่อแผน ◆ ชื่อเรื่องมีความเหมาะสมแสดงถึงสาระการเรียนรู้ได้ชัดเจน						

◆ ชื่อเรื่องใช้ถ้อยคำเหมาะสมสอดคล้องกับมโนทัศน์						
◆ เวลาที่กำหนดไว้สำหรับจัดกิจกรรม การเรียนการสอนมีความเหมาะสม						
2.2 ผลการเรียนรู้ / จุดประสงค์การเรียนรู้ ◆ มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับจุดประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน						
◆ มีความชัดเจนสามารถแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดกับตัวผู้เรียน						
◆ มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนการสอน						

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
◆ จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้						
2.3 ความรู้หรือประสบการณ์เดิม ◆ ความรู้หรือประสบการณ์เดิมสอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนจะเรียนรู้						
◆ เป็นพื้นฐานที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในมโนทัศน์ใหม่						
◆ สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และสามารถนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์						
2.4 สาระการเรียนรู้ ◆ สาระการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์และสามารถนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้						
◆ สาระการเรียนรู้ที่เป็นมโนทัศน์มีความสำคัญและมีความเหมาะสมที่จะ						

นำมาสอน						
◆ สาระการเรียนรู้ที่เป็นมโนทัศน์สามารถสอนให้แก่ผู้เรียนระดับนี้ได้						
2.5 กิจกรรมการเรียนการสอน ◆ ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสม						
◆ การกำหนดการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละขั้นตอนชัดเจนเพียงพอสามารถนำไปปฏิบัติการสอนได้สะดวก						

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
◆ การดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอนเน้นการสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา						
2.6 สื่อและแหล่งเรียนรู้ ◆ มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน						
◆ สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในมโนทัศน์และการแก้ปัญหา						
◆ มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับผู้เรียนระดับนี้						
2.7 การวัดและประเมินผล ◆ การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน						
◆ มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และ						

จุดประสงค์การเรียนรู้ในแผน						
◆ ใช้วิธีวัดผลเหมาะสมกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาที่ต้องการสัด						
◆ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลมีความเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด						
2.8 ข้อเสนอแนะสำหรับครู ◆ ข้อเสนอแนะมีประโยชน์สำหรับผู้สอน						
◆ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน						

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	4	3	2	1	
3. การเรียบเรียงและการใช้ภาษา						
◆ การเรียบเรียงและการใช้ภาษาภายในแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอ่านเข้าใจง่าย						
◆ การใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ มีความถูกต้องกับมโนทัศน์						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามคุณภาพ รูปแบบการเรียนการสอน ที่สร้างเสริมมโนทัศน์
และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งรายการที่ประเมินประกอบด้วย

1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบ
2. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ
3. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบ (ภาพรวม)
4. องค์ประกอบของรูปแบบ (แต่ละองค์ประกอบ)

หลักการ

จุดมุ่งหมาย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

การวัดและประเมินผล

2. วิธีประเมิน แบบสอบถามนี้เป็นแบบจัดอันดับคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่าโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมดีมาก

4 หมายถึง เหมาะสมดี

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง ยังต้องปรับปรุงแก้ไข

ขอให้ท่านพิจารณาส่วนต่าง ๆ ตามรายการประเมินที่กำหนดแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในช่องว่างท้ายรายการประเมินหากรายการนั้น มีผลการประเมินเป็น 2 หรือ 1 ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงรูปแบบให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

แสงเดือน เจริญฉิม

ผู้วิจัย

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน						
1.1 ความชัดเจนในการบรรยายความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบ						
1.2 ความเหมาะสมของความจำเป็นและเหตุผลในการพัฒนารูปแบบ						
1.3 การใช้ภาษาและการเรียบเรียงความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบมีความต่อเนื่องและเหมาะสมทำให้เห็นภาพรวมและ						

จุดเน้นของรูปแบบการเรียนการสอน						
2. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ						
2.1 ความชัดเจนในการบรรยายแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ						
2.2 ความเหมาะสมในการนำแนวคิดมาใช้ในการพัฒนารูปแบบ						
2.3 การใช้ภาษาในการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ						

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	4	3	2	1	
3. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน (ภาพรวม)						
3.1 การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบมีความสมบูรณ์ครอบคลุมความต้องการจำเป็นของการสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์						
3.2 แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ สอดคล้องส่งเสริมซึ่งกันและกัน						

3.3 การเรียบเรียงลำดับองค์ประกอบในรูปแบบมีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย						
4. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน (แต่ละองค์ประกอบ)						
4.1 หลักการ ◆ ความชัดเจนของหลักการของรูปแบบ						
◆ ความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานที่นำมาพัฒนารูปแบบ						
◆ สามารถใช้เป็นกรอบในการกำหนดสาระและวิธีการ						

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
◆ แสดงให้เห็นถึงจุดเน้นในการสอน						
◆ การใช้ภาษาและการเรียงลำดับของหลักการ						
4.2 จุดมุ่งหมาย ◆ ความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมาย กับหลักการ						
◆ จุดมุ่งหมายมีความชัดเจนสามารถแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน						

♦ จุดมุ่งหมายมีความเป็นไปได้						
♦ สิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนมีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของผู้เรียน						
♦ การใช้ภาษาและการเรียบเรียงถ้อยคำมีความเหมาะสม สละสลวย เข้าใจง่าย						
4.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ♦ มีขั้นตอนการสอนครบถ้วนเหมาะสม และสอดคล้องต่อเนื่อง						

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
♦ การสอนตามขั้นตอนสามารถให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้						
♦ กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม สามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล						
♦ การใช้ภาษาสละสลวย เข้าใจง่าย						
4.4 การวัดและประเมินผล						

♦ การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรูปแบบ						
♦ การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมตามหลักเกณฑ์และแนวทางการประเมิน						
♦ หลักเกณฑ์และแนวทางที่เสนอมีความชัดเจนสามารถนำไปปฏิบัติได้						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามกิจกรรมการเรียนการสอน
รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน ในระหว่างการใช้รูปแบบ ซึ่งทำการประเมินหลังจากจบการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ รายการที่ประเมินเป็นองค์ประกอบของการเรียนการสอน ประกอบด้วย

1. องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้สอน
2. องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้เรียน
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน
4. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้

5. บริการสนับสนุนการสอน

2. วิธีประเมิน แบบสอบถามนี้เป็นแบบจัดอันดับคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่า โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมดีมาก

4 หมายถึง เหมาะสมดี

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง ยังต้องปรับปรุงแก้ไข

ขอให้ท่านพิจารณาส่วนต่าง ๆ ตามรายการประเมินที่กำหนดแล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในช่องว่างท้ายรายการประเมิน หากรายการนั้นมีผลการประเมินเป็น 2 หรือ 1 ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

แสงเดือน เจริญฉิม

ผู้วิจัย

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
1. องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้สอน						
1.1 ผู้สอนเป็นผู้ที่มีพื้นฐานทางความรู้ด้านวิชาการดีมีความสามารถเชี่ยวชาญในวิชาชีพที่จะสอน						
1.2 มีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีการและกลวิธีการสอน						
1.3 มีทรรศนะที่ดีต่อการสอน รักในตัวผู้เรียน รักวิชาที่สอนและรักการสอน						
1.4 มีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียนเกี่ยวกับความสนใจ ความต้องการ และ						

ความสามารถในการเรียนรู้เพื่อนำมากำหนดยุทธวิธีการสอนที่เหมาะสม						
1.5 บุคลิกภาพของครูส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน						
2 องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้เรียน						
2.1 มีความสามารถในการเรียนรู้และมีความคาดหวังต่อสิ่งที่จะเรียน						
2.2 มีความพยายามที่จะเรียนรู้และหาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสรุปเป็นแนวคิดและหลักการที่จะนำไปใช้						
2.3 การมีส่วนร่วมในการกระทำ (active participation) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้						
2.4 มีความมั่นใจ เป็นที่ยอมรับของผู้อื่นและพร้อมที่จะเรียน						
2.5 ความรู้สึกและเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อเพื่อน ผู้สอน และโรงเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้						

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน						
3.1 การเริ่มต้นบทเรียนสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนและการดำเนินการสอนเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานเดิมที่มีอยู่						
3.2 การนำเสนอกิจกรรมการเรียนการสอน ยั่วยุกระตุ้นให้ชวนติดตามและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม						
3.3 บรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมมือกันแก้ปัญหา และทราบถึงประสบการณ์แห่งความสำเร็จของการเรียน						
3.4 สร้างโอกาสเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและ						

เปิดทางเลือกในกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปในทิศทางที่พึงประสงค์						
3.5 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ซึ่งช่วยเสริมให้ผู้เรียนได้ทราบเกี่ยวกับข้อดีและข้อผิดพลาดของการเรียนรู้ และการเสริมแรงที่จะทำให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้า						
4. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้						
4.1 การกำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์มี ความชัดเจนและสอดคล้องกับหลักสูตร						
4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ มีความสอดคล้องกัน						
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						
4.4 การจัดระยะเวลาเหมาะสมกับความสนใจและความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ของผู้เรียน						
4.5 การเรียนลำดับหัวข้อและการใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม						

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
4.6 กิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา						
4.7 เครื่องมือที่ใช้ประเมินความก้าวหน้าและวัดจุดมุ่งหมายในการสอนมีความเหมาะสม						
5. บริการสนับสนุนการสอน						
5.1 สื่อการสอน ช่วยเสริมบทเรียนให้มีชีวิตชีวา ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็วและประหยัดเวลาในการเรียน						
5.2 เครื่องมือโสตทัศนูปกรณ์ เช่น เครื่องขยายเสียง คอมพิวเตอร์ ฯลฯ อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้						

5.3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพของห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ห้องโสตทัศนูปกรณ์ ได้แก่ แสง เสียง การจัดที่นั่ง มีความเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
5.4 มีแหล่งเรียนรู้ เช่น ห้องสมุด ห้องสืบค้น อย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้						

ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงด้านผู้สอน ผู้เรียน เนื้อหา/กิจกรรม และความคิดเห็นด้านอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามคุณภาพ คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามนี้ใช้สำหรับประเมินคุณภาพของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

2. แบบสอบถามนี้เป็นแบบจัดอันดับคุณภาพแบบมาตราส่วนประมาณค่าโดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมดีมาก

4 หมายถึง เหมาะสมดี

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง ยังต้องปรับปรุงแก้ไข

ขอให้ท่านพิจารณาส่วนต่าง ๆ ตามรายการประเมินที่กำหนดไว้ แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และได้โปรดให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมลงในช่องว่างท้ายรายการประเมิน ทั้งนี้เพื่อจะเป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัยในการปรับปรุงคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนให้มีคุณภาพสูงขึ้น

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง
แสงเดือน เจริญฉิม
ผู้วิจัย

รายการประเมิน	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**					**หากระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ 1 หรือ 2 กรุณาให้ข้อเสนอแนะ**
	5	**4**	**3**	**2**	**1**	
1. รายละเอียดในคู่มือซึ่งประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบ แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ หลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมิน มีความสอดคล้องกับรูปแบบ						
2. รายละเอียดในคู่มือมีความชัดเจนเพียงพอที่จะนำรูปแบบไปใช้อย่างได้ผล						

3. แนวทางการนำรูปแบบไปใช้แสดงถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดกับผู้ที่ศึกษาคู่มืออย่างชัดเจน						
4. เงื่อนไขในการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นรายละเอียดที่บอกถึงข้อกำหนดที่ผู้ใช้รูปแบบต้องพิจารณาเพื่อให้ผลการใช้รูปแบบมีประสิทธิภาพสูงสุด						
5. สิ่งที่ผู้สอนต้องศึกษาแสดงถึงข้อมูลพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน						
6. วิธีการปฏิบัติเพื่อการจัดเตรียมเป็นรายละเอียดที่บอกถึงการจัดเตรียมสิ่งที่จำเป็นในการสอนอย่างครบถ้วน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค

เอกสารผลการสังเคราะห์และพัฒนา

เอกสารผลการสังเคราะห์และพัฒนา

1. การวิเคราะห์หลักสูตร
2. การวิเคราะห์งานและภาระงาน
3. คำอธิบายรายวิชา
4. ประมวลการสอนรายวิชา
5. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนา

การวิเคราะห์หลักสูตร

รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 หน่วยกิต เวลา 2 คาบ/สัปดาห์

ตารางที่ 53 การวิเคราะห์หลักสูตร

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย
4. แรงและการเคลื่อนที่	ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม	1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ในสนามโน้มถ่วงจะมีแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก เมื่อปล่อยวัตถุ วัตถุจะตกแบบเสรี สนามโน้มถ่วงทำให้วัตถุต่างๆ ไม่หลุดจากโลก เช่น การโคจรของดาวเทียมรอบโลก และอาจใช้แรงโน้มถ่วงไปใช้ประโยชน์เพื่อหาแนวดิ่งของช่างก่อสร้าง	1 สนามของแรง	- ความ สัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อน ที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง
		2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น ซึ่งอาจทำให้สภาพการเคลื่อนที่ของอนุภาคเปลี่ยนไป สามารถนำสมบัตินี้ไปประยุกต์สร้างเครื่องมือบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่น ออสซิลโลสโคป		- ความ สัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า

ตารางที่ 53 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย
		3 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น ซึ่งอาจทำให้สภาพการเคลื่อนที่ของอนุภาคเปลี่ยนไป สามารถนำสมบัตินี้ไปประยุกต์สร้างหลอดภาพโทรทัศน์		- ความ สัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก
		4 วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส	อนุภาคในนิวเคลียสเรียกว่า นิวคลีออน นิวคลีออนประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน นิวคลีออน ในนิวเคลียสยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่ามากกว่าแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่าง นิวคลีออน นิวคลีออนจึงอยู่รวมกันในนิวเคลียสได้		- แรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาค
	ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ ในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1 อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	การเคลื่อนที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ในแนวใดแนวหนึ่ง เช่น แนวราบหรือแนวดิ่ง ที่มีการกระจัด ความเร็ว ความเร่ง อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยความเร่งของวัตถุหาได้จากความเร็วที่เปลี่ยนไปในหนึ่งหน่วยเวลา	2 การเคลื่อนที่	- ความสัมพันธ์ระหว่างการขจัด เวลา ความเร็ว ความเร่ง ของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

ตารางที่ 53 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย
		2 สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	- การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เป็นการเคลื่อนที่วิถีโค้งที่มีความเร็วในแนวราบคงตัวและความเร่งในแนวดิ่งคงตัว - การเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วในแนวเส้นสัมผัสวงกลมและมีแรงในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลาง - การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่ายเป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาซ้ำทางเดิม เช่น การแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย โดยที่มุมสูงสุดที่เบนจากแนวดิ่ง มีค่าคงตัวตลอด		- การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย
		3 อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิก อย่างง่าย	- การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การเล่นเทนนิส บาสเกตบอล - การเคลื่อนที่แบบวงกลมสามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การวิ่งทางโค้งของรถยนต์ให้ปลอดภัย -การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่ายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างนาฬิกาลูกตุ้ม		- ประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ตารางที่ 53 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย
5 พลังงาน	ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1 ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น	- คลื่นกลมีสมบัติ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด และการเลี้ยวเบน - อัตราเร็วความถี่และความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์กันดังนี้ อัตราเร็ว = ความถี่ × ความยาวคลื่น	3 คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	- สมบัติของคลื่นกล - ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ อัตราเร็วและความยาวคลื่น
		2 อธิบายการเกิดคลื่นเสียง บีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	- คลื่นเสียงเกิดจากการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง - บีตส์ของเสียงเกิดจากคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกันเล็กน้อย มารวมกัน ทำให้ได้ยินเสียงดังค่อยเป็นจังหวะ - ความเข้มเสียง คือ พลังงานเสียงที่ตกตั้งฉากบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ในหนึ่งหน่วยเวลา - ระดับความเข้มเสียงจะบอกความดังค่อยของเสียงที่ได้ยิน		- การเกิดคลื่นเสียง - บีตส์ของเสียง - ความเข้มเสียง -ระดับความเข้มเสียง - การได้ยินเสียง - คุณภาพเสียงและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 53 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย
			- เครื่องดนตรีแต่ละชนิดที่ใช้ตัวโน้ตเดียวกัน จะให้รูปคลื่นที่แตกต่างกัน เรียกว่ามีคุณภาพเสียงต่างกัน		
		3 อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน	มลพิษทางเสียงมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ถ้าฟังเสียงที่มีระดับความเข้มเสียงสูงกว่ามาตรฐานเป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อการได้ยินและสภาพจิตใจได้ การป้องกันโดยการหลีกเลี่ยงหรือใช้เครื่องครอบหูหรือลดการสั่นของแหล่งกำเนิดเสียง เช่น เครื่องจักร		- มลภาวะของเสียง
		4 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าประกอบด้วยสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ต่อเนื่องกัน โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงความถี่ต่างๆ มีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน เช่น การรับส่งวิทยุ โทรทัศน์ การป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น ไม่อยู่ใกล้เตาไมโครเวฟขณะเตาทำงาน		- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - ประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ตารางที่ 53 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย
		5 อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	ปฏิกิริยานิวเคลียร์เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลง ปฏิกิริยาที่นิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลมากแตกตัว เรียกว่า ฟิชชัน ปฏิกิริยาที่เกิดจากการหลอมรวมนิวเคลียสของธาตุที่มีเลขมวลน้อย เรียกว่า ฟิวชัน ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงานเป็นไปตามสมการ $E = mc^2$	4 กัมมันตภาพรังสี	- ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิวชัน - ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน
		6 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	ปฏิกิริยานิวเคลียร์ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม		- ผลกระทบของปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
		7 อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และนำไปใช้ประโยชน์	โรงไฟฟ้านิวเคลียร์เป็นโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนประเภทหนึ่ง ซึ่งได้พลังงานความร้อนจากพลังงานนิวเคลียร์		- โรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการนำไปใช้ประโยชน์
		8 อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี	รังสีจากธาตุกัมมันตรังสีมี ๓ ชนิด คือ แอลฟา บีตาและแกมมา ซึ่งมีอำนาจทะลุผ่านต่างกัน		- ชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี

ตารางที่ 53 (ต่อ)

สาระที่	มาตรฐาน	ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย
		9 อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	- กัมมันตภาพรังสีเกิดจากการสลายของไอโซโทปของธาตุที่ไม่เสถียร สามารถตรวจจับได้โดยเครื่องตรวจวัดรังสี ในธรรมชาติมีรังสีแต่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำมาก - รังสีมีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรม การเกษตร การแพทย์ โบราณคดี รังสีในระดับสูงมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต		- การเกิดกัมมันตภาพรังสีและวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม

การวิเคราะห์งานและภาระงาน

รายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 หน่วยกิต เวลา 2 คาบ/สัปดาห์

ตารางที่ 54 การวิเคราะห์งานและภาระงาน

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย	ภาระงาน	เครื่องมือในการวัดผล	องค์ประกอบการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
1.1 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	1 สนามของแรง	- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง	การออกแบบการทดลอง	แบบทดสอบการออกแบบการทดลอง	มโนทัศน์และการแก้ปัญหา	Rubric
1.2 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า	การเขียนสรุปความรู้ด้วย concept mapping	แบบทดสอบการเขียนสรุปความรู้ด้วย concept mapping	มโนทัศน์	Rubric
1.3 ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		- ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก	การออกแบบการทดลอง	แบบทดสอบการออกแบบการทดลอง	มโนทัศน์และการแก้ปัญหา	Rubric

ตารางที่ 54 (ต่อ)

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย	ภาระงาน	เครื่องมือในการวัดผล	องค์ประกอบการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
1.4 วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส		- แรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาค	การเขียนสรุปความรู้ด้วย Mind map	แบบทดสอบการเขียนสรุปความรู้ด้วย mind map	มโนทัศน์	Rubric
2.1 อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง	2 การเคลื่อนที่	- ความสัมพันธ์ระหว่างการขจัด เวลา ความเร็ว ความเร่ง ของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง	การออกแบบการทดลอง	แบบทดสอบการออกแบบการทดลอง	มโนทัศน์และการแก้ปัญหา	Rubric
2.2 สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย		- การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	การเขียนสรุปความรู้ด้วยแผนผังรูปตัววี	แบบทดสอบการเขียนสรุปความรู้ด้วยแผนผังรูปตัววี	มโนทัศน์และการแก้ปัญหา	Rubric
2.3 อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย		- ประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	การรายงานผลการสืบค้น	แบบทดสอบการเขียนรายงาน	มโนทัศน์	Rubric

ตารางที่ 54 (ต่อ)

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย	ภาระงาน	เครื่องมือในการวัดผล	องค์ประกอบการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
3.1 ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น	3 คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	- สมบัติของคลื่นกล - ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ อัตราเร็วและความยาวคลื่น	การออกแบบการทดลอง	แบบทดสอบการออกแบบการทดลอง	มโนทัศน์และการแก้ปัญหา	Rubric
3.2 อธิบายการเกิดคลื่นเสียง บีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์		- การเกิดคลื่นเสียง - บีตส์ของเสียง - ความเข้มเสียง -ระดับความเข้มเสียง - การได้ยินเสียง - คุณภาพเสียงและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	บันทึกสรุปผลการเรียนรู้	แบบสังเกตบันทึกสรุปผลการเรียนรู้	มโนทัศน์	Rubric
3.3 อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน		- มลภาวะของเสียง	การรายงานผลการสืบค้น	แบบทดสอบการเขียนรายงาน	มโนทัศน์	Rubric

ตารางที่ 54 (ต่อ)

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย	ภาระงาน	เครื่องมือในการวัดผล	องค์ประกอบการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
3.4 อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า		- คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - ประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	บันทึกสรุปผลการเรียนรู้	แบบสังเกตบันทึกสรุปผลการเรียนรู้	มโนทัศน์	Rubric
4.1 อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	4 กัมมันตภาพรังสี	- ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันและปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน - ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน	บันทึกสรุปผลการเรียนรู้	แบบสังเกตบันทึกสรุปผลการเรียนรู้	มโนทัศน์	Rubric
4.2 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม		- ผลกระทบของปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	การรายงานผลการสืบค้น	แบบทดสอบการเขียนรายงาน	มโนทัศน์	Rubric

ตารางที่ 54 (ต่อ)

ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้	มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์ย่อย	ภาระงาน	เครื่องมือในการวัดผล	องค์ประกอบการประเมิน	เกณฑ์การประเมินผล
4.3 อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และนำไปใช้ประโยชน์		- โรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการนำไปใช้ประโยชน์	การรายงานผลการสืบค้น	แบบทดสอบการเขียนรายงาน	มโนทัศน์	Rubric
4.4 อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี		- ชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี	การเขียนสรุปความรู้ด้วย Mind map	แบบทดสอบการเขียนสรุปความรู้ด้วย mind map	มโนทัศน์	Rubric
4.5 อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม		- การเกิดกัมมันตภาพรังสีและวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม	การเขียนสรุปความรู้ด้วย Mind map	แบบทดสอบการเขียนสรุปความรู้ด้วย mind map	มโนทัศน์	Rubric

คำอธิบายรายวิชา ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 หน่วยกิต เวลา 2 คาบ/สัปดาห์

ศึกษาวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาค ความสัมพันธ์ระหว่างการขจัด เวลา ความเร็ว ความเร่ง ของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย สมบัติของคลื่นกล ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ อัตราเร็วและความยาวคลื่น การเกิดคลื่นเสียง บีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียงและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มลภาวะของเสียง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิวชัน ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน ผลกระทบของปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการนำไปใช้ประโยชน์ ชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี การเกิดกัมมันตภาพรังสีและวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ การอธิบาย การทดลอง การวิเคราะห์และการคำนวณ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

มาตรฐาน และตัวชี้วัด ว 4.1 ม. 4-6/1, ม. 4-6/2, ม. 4-6/3, ม. 4-6/4

ว 4.2 ม. 4-6/1, ม. 4-6/2, ม. 4-6/3

ว 5.1 ม. 4-6/1, ม. 4-6/2, ม. 4-6/3, ม. 4-6/4, ม. 4-6/5, ม. 4-6/6, ม. 4-6/7, ม. 4-6/8, ม.4-6/9

ว 8.1 ม. 4-6/1, ม. 4-6/2, ม. 4-6/3, ม. 4-6/4, ม. 4-6/5, ม. 4-6/6, ม. 4-6/7, ม.4-6/8, ม. 4-6/9, ม. 4-6/10, ม. 4-6/11, ม. 4-6/12, ม. 4-6/13

ประมวลการสอนรายวิชา(Course Syllabus)

รายวิชา	ว 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1	**กลุ่มสาระการเรียนรู้**	วิทยาศาสตร์
สาระการเรียนรู้	พื้นฐาน	**จำนวนหน่วยกิต**	1.0
ระดับชั้น	มัธยมศึกษาปีที่ 4	**เวลาเรียน**	2 คาบ / สัปดาห์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาค ความสัมพันธ์ระหว่างการขจัด เวลา ความเร็ว ความเร่ง ของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย สมบัติของคลื่นกล ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ อัตราเร็วและความยาวคลื่น การเกิดคลื่นเสียง บีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียงและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มลภาวะของเสียง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันและปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน ผลกระทบของปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการนำไปใช้ประโยชน์ ชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี การเกิดกัมมันตภาพรังสีและวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ การอธิบาย การทดลอง การวิเคราะห์และการคำนวณ เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ เห็นคุณค่าของการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

มาตรฐาน และตัวชี้วัด

ว 4.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4

ว 4.2 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3

ว 5.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4, ม.4-6/5, ม.4-6/6, ม.4-6/7, ม.4-6/8, ม.4-6/9

ว 8.1 ม.4-6/1, ม.4-6/2, ม.4-6/3, ม.4-6/4, ม.4-6/5, ม.4-6/6, ม.4-6/7,ม.4-6/8, ม.4-6/9, ม.4-6/10, ม.4-6/11, ม.4-6/12, ม.4-6/13

ผลการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส

5. อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง

6. สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

7. อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

8. ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราเร็ว ความถี่และความยาวคลื่น

9. อธิบายการเกิดคลื่นเสียง บีตส์ของเสียง ความเข้มเสียง ระดับความเข้มเสียง การได้ยินเสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

10. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน

11. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

12. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความ สัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน

13. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

14. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และนำไปใช้ประโยชน์

15. อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี

16. อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมการเรียนการสอน

จัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน และแต่ละแผนประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 การสำรวจความรู้เดิม เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจที่มีมาก่อนของผู้เรียนโดยผู้สอนค้นหาความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องทีจะสอน โดยการทดสอบ การสัมภาษณ์ การตอบคำถาม จำแนกความคิดเหล่านั้น นักเรียนตอบแบบสำรวจแนวคิด หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

ขั้นที่ 2 การเร้าความสนใจ ผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมที่ใช้มีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน และถามคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม

ขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เปิดการอภิปรายให้กว้างขวาง เสนอพยานหลักฐานของความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและสร้างมโนทัศน์ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรมการปฏิบัติ (Hand-On) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์ ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาของตนเอง สอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน ฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

ขั้นที่ 5 การนำมโนทัศน์ไปใช้ ครูกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริง โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 การประเมินผลการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ครูสังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน และประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

การวัดและประเมินผลการเรียน

เป้าหมายการเรียนรู้	รูปแบบการประเมิน	น้ำหนักการตัดเกรด (100)
1. มโนทัศน์ ความรู้ในเนื้อหา	แบบทดสอบ	50
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และนำความรู้ไปใช้ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้	ประเมินการปฏิบัติภาระงาน การนำเสนอผลงานกลุ่ม	40
3. จิตวิทยาศาสตร์ คุณธรรม ค่านิยม	แบบสังเกต	10

เกณฑ์การประเมิน

ช่วงคะแนนร้อยละ	ระดับผลการเรียน
80 - 100	4.0
75 - 79	3.5
70 - 74	3.0
65 - 69	2.5
60 - 64	2.0
55 - 59	1.5
50 - 54	1.0
0 - 49	0

โครงการสอน

ตารางที่ 55 โครงการสอน

สัปดาห์ที่	เนื้อหา สาระการเรียนการสอน	จำนวนคาบ	หมายเหตุ
1-4	**หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สนามของแรง**	8	
	1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า		
	1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก 1.4 แรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาค		
5-9	**หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 การเคลื่อนที่**	10	
	2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการขจัด เวลา ความเร็ว ความเร่ง ของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง		
	2.2 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย		
	2.3 ประโยชน์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอ นิกอย่างง่าย		
10	สอบกลางภาค		
11-14	**หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 คลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า**	8	
	3.1 สมบัติของคลื่นกล 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ อัตราเร็วและความยาวคลื่น 3.3 การเกิดคลื่นเสียง		
	3.4 บีตส์ของเสียง 3.5 ความเข็มเสียง 3.6 ระดับความเข็มเสียง		
	3.7 การได้ยินเสียง 3.8 คุณภาพเสียงและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ 3.9 มลภาวะของเสียง		

ตารางที่ 55 (ต่อ)

สัปดาห์ที่	เนื้อหา สาระการเรียนการสอน	จำนวนคาบ	หมายเหตุ
	3.10 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 3.11 สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า 3.12 ประโยชน์และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า		
15-17	**หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 กัมมันตรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์**	6	
	4.1 ปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิชชันและปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน		
	4.3 ผลกระทบของปฏิกิริยานิวเคลียร์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม 4.4 โรงไฟฟ้านิวเคลียร์และการนำไปใช้ประโยชน์		
	4.5 ชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี 4.6 การเกิดกัมมันตภาพรังสีและวิธีการตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม		
18	สอบปลายภาค		

แผนการจัดการเรียนรู้ Experimental group

ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หน่วยที่ 1 สนามของแรง **รายวิชา** ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 รหัส ว 31102
ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4/2 **เวลา** 8 คาบ

---

1. ผลการเรียนรู้

1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
4. วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส

2. ความรู้หรือประสบการณ์เดิม

แรงดึงดูด
ประจุไฟฟ้า
แท่งแม่เหล็ก

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ของอนุภาค ในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ของอนุภาค ในสนามไฟฟ้า รวมทั้งยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการเคลื่อนที่ของอนุภาคหรือวัตถุในสนามโน้มถ่วง รวมทั้งยกตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์
4. วิเคราะห์และอธิบายแรงยึดเหนี่ยวในนิวเคลียร์ และแรงระหว่างอนุภาค

4. สาระการเรียนรู้

◆ ในสนามโน้มถ่วงจะมีแรงกระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก เมื่อปล่อยวัตถุ วัตถุจะตกแบบเสรี สนามโน้มถ่วงทำให้วัตถุต่าง ๆ ไม่หลุดจากโลก เช่น การโคจรของดาวเทียมรอบโลก และอาจใช้แรงโน้มถ่วงไปใช้ประโยชน์ เพื่อหาแนวดิ่งของช่างก่อสร้าง

◆ เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น ซึ่งอาจทำให้สภาพการเคลื่อนที่ของอนุภาคเปลี่ยนไป สามารถนำสมบัตินี้ไปประยุกต์สร้างเครื่องมือบางชนิด เช่น เครื่องกำจัดฝุ่น ออสซิลโลสโคป

◆ เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า อยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีแรงกระทำต่ออนุภาคนั้น ซึ่งอาจทำให้สภาพการเคลื่อนที่ของอนุภาคเปลี่ยนไป สามารถนำสมบัตินี้ไปประยุกต์สร้างหลอดภาพโทรทัศน์

◆ อนุภาคในนิวเคลียส เรียกว่า นิวคลีออน นิวคลีออน ประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอน นิวคลีออนในนิวเคลียสยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงนิวเคลียร์ ซึ่งมีค่ามากกว่าแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างนิวคลีออน นิวคลีออนจึงอยู่รวมกันในนิวเคลียสได้

5. กิจกรรมการเรียนการสอน

กิจกรรมการเรียนรู้ครั้งที่ 1 (เวลา 2 คาบ)

1. การสำรวจความรู้เดิม

1.1 ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง แรงดึงดูด ประจุไฟฟ้า และแม่เหล็ก โดยใช้คำถามประกอบการสาธิต ดังนี้

- ถ้าเรานำแท่งพลาสติกถูกับผ้าสักหลาดแล้วนำไปจ่อ ๆ ใกล้กับเศษกระดาษชิ้นเล็ก ๆ ผลจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น
- ถ้าเรานำตะปูวางไว้ใกล้ ๆ กับแท่งแม่เหล็ก ผลจะเป็นอย่างไร
- ถ้านำแท่งแม่เหล็ก 2 แท่งมาวางไว้ใกล้ ๆ กันผลจะเป็นอย่างไร และถ้าวางกลับอีกด้านหนึ่งผลจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

1.2 ครูให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเพื่อสำรวจมโนทัศน์แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง

2. การเร้าความสนใจ

2.1 ครูนำถุงทราย 3 ถุงซึ่งมีมวลต่างกันวางบนโต๊ะแล้วถามคำถามว่า “ถ้าเราปล่อยถุงทรายให้ตกจากโต๊ะซึ่งมีความสูงเท่ากัน ถุงทรายถุงไหนจะตกถึงพื้นก่อนกัน”

2.2 ครูให้นักเรียน 3 คนออกมาปล่อยถุงทรายจากโต๊ะที่มีความสูงเท่ากันโดยปล่อยพร้อม ๆ กัน นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของถุงทรายทั้ง 3 ถุง

2.3 ครูใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัย หลังจากการสาธิต

- ถุงทรายแต่ละถุงมีการเคลื่อนที่อย่างไร
- ทำไมถุงทรายจึงตกสู่พื้น
- นักเรียนคิดว่าขนาดของมวลของถุงทรายมีผลการเคลื่อนที่หรือไม่
- นักเรียนจะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานนี้อย่างไร

2.4 ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่าการเรียนครั้งนี้ เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของแรงกับการเคลื่อนของวัตถุในสนามโน้มถ่วง ซึ่งนักเรียนจะต้องออกแบบการทดลอง และเขียนสรุปผลการเรียนรู้ของตนเอง

2.5 ครูอธิบายวิธีการออกแบบการทดลอง และบอกเกณฑ์ในการประเมินให้นักเรียนทราบ

3. การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน

3.1 ครูและนักเรียนร่วมกันแบ่งกลุ่มโดยคละความสามารถ เพศ และรูปแบบการเรียนรู้ กลุ่มละประมาณ 4 – 5 คน

3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการออกแบบการทดลอง โดยคำนึงถึงประเด็นต่อไปนี้

- จุดประสงค์การทดลองคืออะไร
- ตัวแปรที่ศึกษาคืออะไร
- วิธีการทดลองมีลำดับขั้นตอนอย่างไร
- วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วยอะไรบ้าง
- การบันทึกผล และการนำเสนอผลการทดลองทำอย่างไร

3.3 ครูอธิบายหลักการทำงานและวิธีการใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลา

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลและเขียนรายงานการทดลอง

4. การตรวจสอบมโนทัศน์

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลความรู้ ผลการปฏิบัติการทดลอง ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นในประเด็นดังนี้

- ลักษณะการเคลื่อนที่ของถุงทรายเป็นอย่างไร มีอะไรเป็นสาเหตุ
- มวลมีผลต่อการเคลื่อนที่ของถุงทรายหรือไม่

- ในแต่ละช่วงเวลามีเท่า ๆ กันของการเคลื่อนที่ของถุงทราย ความเร็ว ความเร่ง และระยะทางเปลี่ยนแปลงอย่างไร

"การตกของวัตถุที่มีมวลต่างกันในสนามโน้มถ่วง วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว เรียกว่า ความเร่งโน้มถ่วง (gravitational acceleration) มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก"

5. การนำมโนทัศน์ไปใช้

5.1 ครูกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์โดยใช้คำถาม ดังนี้

- ถ้าโยนวัตถุขึ้นในแนวดิ่ง วัตถุจะเคลื่อนที่ขึ้นจนถึงจุดสูงสุดแล้วตกลงมา การเคลื่อนที่ของวัตถุในช่วงขาขึ้นและขาลงเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร

- ถ้าปล่อยวัตถุก้อนเดียวกันที่ระยะผิวโลก และระยะห่างจากผิวโลก 20,000 เมตร วัตถุจะตกสู่พื้นโลกด้วยความเร่งที่เท่ากันหรือไม่

- การเคลื่อนที่ของลูกบอล จากการเตะของนักฟุตบอล เป็นการเคลื่อนที่แบบการตกแบบเสรี (free fall) หรือไม่ เพราะเหตุใด

- น้ำหนักของวัตถุกับแรงดึงดูดที่โลกกระทำต่อวัตถุ เหมือนหรือต่างกันอย่างไร และเราจะมีวิธีในการหาน้ำหนักของวัตถุอย่างไร

- วัตถุที่กำลังตกแบบเสรีมีน้ำหนักหรือไม่ เพราะเหตุใด

- นักบินอวกาศที่กำลังลอยตัวอยู่ในยานอวกาศ มีน้ำหนักหรือไม่ เพราะเหตุใด

5.2 ครูให้นักเรียนแต่ละคนสรุปประเด็นความรู้ที่เกิดขึ้นกับตนเอง

6. การประเมินผล

6.1 นักเรียนแต่ละคนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองลงในบันทึกการเรียนรู้ในประเด็นต่อไปนี้

- นักเรียนมีขั้นตอนการเรียนรู้อย่างไร
- ความรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน
- ความพึงพอใจกับความรู้ที่ได้รับ
- ประเด็นปัญหาที่สงสัย

6.2 ครูวิเคราะห์ความเข้าใจที่ความเคลื่อนจากบันทึกการเรียนรู้ของนักเรียน หาสาเหตุ และแนวทางแก้ไข

6.3 ครูประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนโดยเปรียบเทียบจากแบบสอบถามมโนทัศน์กับบันทึกการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 2 (เวลา 2 คาบ)

1. การสำรวจความรู้เดิม

1.1 ครูค้นหาความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องสนามแม่เหล็กโดยให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเพื่อสำรวจมโนทัศน์แรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก

1.2 ครูสำรวจความรู้เดิมโดยใช้คำถามต่อไปนี้

- ถ้านำลวดหนีบกระดาษไปวางใกล้แม่เหล็กจะเกิดผลอย่างไร
- ถ้านำเข็มทิศไปวาง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ใกล้แม่เหล็ก เข็มทิศจะชี้ทิศทางอย่างไร

2. การนำเข้าสู่บทเรียน

2.1 ครูเชิญชวนให้นักเรียนอาสาสมัคร ออกมาทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนจำนวน 4 คู่ โดยใช้กิจกรรม POE (Predict – Observe – Explain) ซึ่งมี 3 ขั้นตอน คือ 1) ทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้า... 2) ทำการทดลองและสังเกตผลการทดลอง 3) อธิบายสาเหตุที่ทำให้เกิดผลการทดลองดังกล่าว

2.2 นักเรียนคู่ที่ 1 โรยผงเหล็กรอบแท่งแม่เหล็ก 1 แท่ง

นักเรียนคู่ที่ 2 นำเข็มทิศ 6 อัน วาง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ใกล้แท่งแม่เหล็ก 1 แท่ง สังเกตการวางตัวของเข็มทิศ

นักเรียนคู่ที่ 3 นำเข็มทิศ 6 อัน วางระหว่างแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ซึ่งวางขนานกันและหันขั้วต่างชนิดเข้าหากัน สังเกตการวางตัวของเข็มทิศ

นักเรียนคู่ที่ 4 ใช้เชือกผูกแท่งแม่เหล็ก โดยให้แท่งแม่เหล็กวางตัวอยู่ในแนวระดับ จับเส้นเชือก หมุนแท่งแม่เหล็กแล้วปล่อยให้แม่เหล็กหยุดนิ่งเอง ให้นักเรียนทำการทดลอง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ของห้องเรียน สังเกตการวางตัวของแท่งแม่เหล็ก

2.3 นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองที่เกิดขึ้น

3. การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน

3.1 ครูสาธิตกิจกรรม ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอน เพื่อศึกษาผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า โดยใช้หลอดรังสีแคโทด

3.2 นักเรียนอภิปรายผลการทดลอง จากกิจกรรมสาธิตตามประเด็นคำถามดังนี้

- ขณะไม่มีแม่เหล็ก ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างไร ทราบได้อย่างไร
- ขณะมีสนามแม่เหล็กบริเวณใกล้หลอด ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างไร และเพราะเหตุใดลำอิเล็กตรอนจึงเบนไปจากแนวเดิม

3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง เพื่อศึกษาผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง

4. การตรวจสอบมโนทัศน์

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการออกแบบการทดลอง อภิปรายผลการทดลองและสรุปประเด็นความรู้ที่ได้จากการทำการทดลองดังกล่าว

"เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำซึ่งวางตัดกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำ มีผลให้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ ขนาดของแรงแม่เหล็กขึ้นอยู่กับทิศของกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก"

4.2 ครูตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนโดยใช้คำถามดังนี้

- ถ้านำลวดตัวนำซึ่งไม่มีกระแสไฟฟ้ามาวางตัดสนามจะเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำหรือไม่ เพราะเหตุใด

- เพราะเหตุใด เมื่อเรานำลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมาวางตัดสนามแม่เหล็ก จึงเกิดแรงกระทำต่อลวดตัวนำ

5. การนำมโนทัศน์ไปใช้

5.1 ครูกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์และทักษะโดยใช้คำถามและกิจกรรมดังนี้

- นักเรียนคิดว่ามุมระหว่างทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำกับทิศทางของสนามแม่เหล็ก มีผลต่อขนาดของแรงที่กระทำต่อลวดตัวนำหรือไม่

- นักเรียนแต่ละคนออกแบบการทดลอง และปฏิบัติการทดลองนอกเวลาเรียน จากนั้นเขียนรายงานผลการทดลองส่งครู

5.2 นักเรียนศึกษาใบความรู้และสืบค้นเรื่องหลักการของมอเตอร์ และหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (ไดนาโม)

5.3 นำผลการสืบค้นมาร่วมกันอภิปราย และร่วมกันสรุปประเด็นความรู้จากการออกแบบการทดลอง

6. การประเมินผล

6.1 นักเรียนแต่ละคนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ลงในแบบบันทึกการเรียนรู้

6.2 ครูวิเคราะห์บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

6.3 ครูประเมินความก้าวหน้าด้านมโนทัศน์ของนักเรียนจากแบบสอบถามมโนทัศน์และบันทึกการเรียนรู้

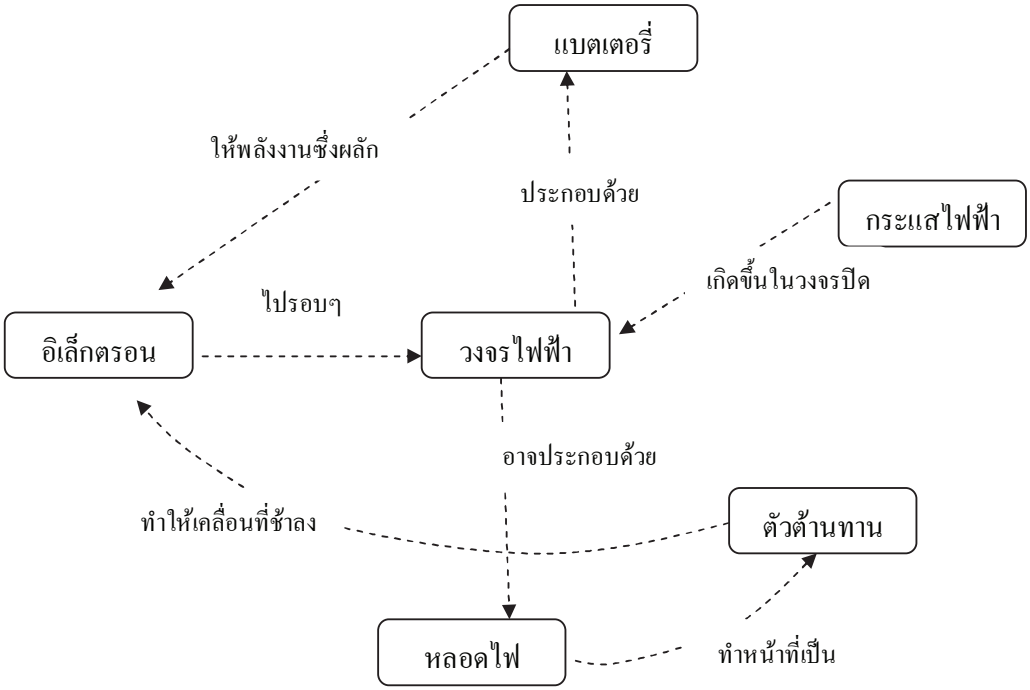
กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 3 (เวลา 2 คาบ)

1. การสำรวจความรู้เดิม

1.1 ครูอธิบายการเขียน Concept mapping โดยยกตัวอย่าง Concept 6 คำ จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเขียนความสัมพันธ์ของ Concept ดังกล่าวตามตัวอย่าง ดังนี้

Concept : แบตเตอรี่ อิเล็กตรอน กระแสไฟฟ้า
วงจรไฟฟ้า หลอดไฟ ตัวต้านทน

Concept mapping



1.2 ครูให้นักเรียนสร้างแผนผังมโนทัศน์ (Concept mapping) จากมโนทัศน์ต่อไปนี้ แรงไฟฟ้า ประจุไฟฟ้า ประจุบวก ประจุลบ สนามไฟฟ้า เส้นสนามไฟฟ้า

2. การเร้าความสนใจ

2.1 ครูเป่าลูกโป่ง จนลูกโป่งพองและมัดปากลูกโป่งให้แน่น ใช้กระดาษทิชชูถูที่ผิวของลูกโป่ง 5 – 10 ครั้ง นำผิวของลูกโป่งที่ถูกถูเข้าใกล้เศษกระดาษ เส้นผมบนศีรษะ หรือใบไม้ของต้นไม้ที่ปลูกในกระถาง

2.2 นักเรียนช่วยกันอธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์ดังกล่าว

"ลูกโป่งที่ถูกถูจะเกิดประจุไฟฟ้า แรงดูดเศษกระดาษจากลูกโป่งเกิดจากประจุไฟฟ้า แรงดูดนี้เป็นแรงไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าจะมีสนามไฟฟ้าแผ่กระจายโดยรอบ ประจุไฟฟ้ามีทั้งประจุบวกและประจุลบ"

3. การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน

3.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนศึกษาใบความรู้เรื่องสนามไฟฟ้า ตามลำพังแล้วเขียนสรุปความรู้เป็นของตนเอง

3.2 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน ให้สมาชิกแต่ละคนอธิบายความรู้ของตนเองที่ได้จากการศึกษาใบความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มฟัง แล้วร่วมกันสรุปเป็นความรู้ของกลุ่ม

3.3 นักเรียนแต่ละคนสร้างแผนผังมโนทัศน์เป็นของตนเอง

4. การตรวจสอบมโนทัศน์

4.1 สุ่มนักเรียนออกมานำเสนอแผนผังมโนทัศน์ ครูและเพื่อนสมาชิกในห้องร่วมกันอภิปราย ซักถาม และให้ข้อเสนอแนะ

4.2 แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) แล้วให้เขียนแผนผังมโนทัศน์

5. การนำมโนทัศน์ไปใช้

5.1 ครูให้นักเรียนสืบค้นเพิ่มเติม แล้วนำข้อมูลจากการสืบค้นไปเพิ่มในแผนผังมโนทัศน์

5.2 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตาม learning style ใช้หลักการในเรื่องของสนามไฟฟ้าออกแบบเครื่องกำจัดฝุ่น เพื่อลดมลภาวะของอากาศ

5.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนการดำเนินการ แผนความคิดในการออกแบบจากนั้นนำไปทดลองปฏิบัติ

6. การประเมินผล

6.1 นักเรียนแต่ละคนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ลงในบันทึกการเรียนรู้

6.2 ครูวิเคราะห์บันทึกการเรียนรู้ของนักเรียนและประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคน

กิจกรรมการเรียนรู้ ครั้งที่ 4 (เวลา 2 คาบ)

1. การสำรวจความรู้เดิม

1.1 ครูใช้กิจกรรม the post – box method ในการค้นหามโนทัศน์เรื่องแรงนิวเคลียร์ โดยการทำกิจกรรมตามขั้นตอนดังนี้

- ครูนำภาพโครงสร้างอะตอมของนักวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ มาให้นักเรียนสังเกต พร้อมทั้งถามคำถามต่อไปนี้

1. แบบจำลองโครงสร้างอะตอมเป็นอย่างไร
2. อนุภาคมูลฐานอะตอมประกอบด้วยอะไรบ้าง
3. อิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่เล็กที่สุดใช่หรือไม่ มีอนุภาคอื่นที่เล็กกว่าอิเล็กตรอนอีกหรือเปล่า
4. ภายในนิวเคลียสประกอบด้วยอนุภาคโปรตอนและนิวตรอน จึงเกิดแรงไฟฟ้าผลักกัน ทำไมจึงอยู่รวมกันได้
5. แรงนิวเคลียร์แบบเข้ม (Strong nuclear force) และแรงนิวเคลียร์แบบอ่อน (Weak nuclear force) ต่างกันอย่างไร

- นักเรียนแต่ละคนตอบคำถามแต่ละข้อลงในกระดาษแต่ละแผ่นโดยไม่ต้องเขียนชื่อลงในกระดาษ
- แยกกระดาษคำตอบแต่ละข้อลงในกล่องแต่ละใบ
- แบ่งนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มวิเคราะห์คำตอบของคำถาม 1 ข้อ แล้วนำเสนอผลการวิเคราะห์

2. การเร้าความสนใจ

2.1 นักเรียนดูวีดิโอการศึกษา เรื่องควากซ์ (Quarks) และแรงนิวเคลียร์(nuclear)

2.2 ครูตั้งประเด็นคำถามเพื่อให้นักเรียนคิด ดังนี้

- Quark คืออะไร และเกี่ยวข้องอย่างไรกับอะตอม
- แรงพื้นฐานของฟิสิกส์มีอะไรบ้าง และแต่ละแรงเกิดได้อย่างไร

3. การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน

3.1 นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3.2 นักเรียนเขียน Mind map เพื่อสรุปองค์ความรู้จากการค้นพบ

4. การตรวจสอบมโนทัศน์

4.1 นักเรียนแต่ละคนนำเสนอ Mind map ของตนเองให้แก่เพื่อนสมาชิกในกลุ่ม

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปองค์ความรู้ของสมาชิกแล้วเขียน mind map เป็นของกลุ่ม

4.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ mind map ต่อเพื่อนสมาชิกภายในห้อง

4.4 ครูวิเคราะห์การนำเสนอ แล้วให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

5. การนำมโนทัศน์ไปใช้

5.1 ครูถามคำถาม “ยังมีเรื่องอะไรอีกบ้างที่นักเรียนอยากรู้หรือมีข้อสงสัย ?”

5.2 นักเรียนแต่ละคนเขียนคำถามถึงครู จากนั้นครูวิเคราะห์คำถามและจัดกลุ่มคำถามของนักเรียน

5.3 มอบหมายคำถามซึ่งวิเคราะห์แล้วให้นักเรียนไปสืบค้นแล้วนำเสนอในรูปของป้ายนิเทศ

6. การประเมินผล

6.1 นักเรียนแต่ละคนประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง ลงในบันทึกการเรียนรู้

6.2 ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งทางด้านมโนทัศน์และการแก้ปัญหาโดยใช้แบบทดสอบโดยมีเนื้อหาการสอบครอบคลุมหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

6. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

1. file VDO การศึกษาเรื่อง Quarks และ แรงนิวเคลียร์

2. วัสดุ อุปกรณ์เกี่ยวกับการออกแบบการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก

3. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ พิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ คลอง 5 จังหวัดปทุมธานี

4. http://www. nst.or.th สมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย

7. การวัดและประเมินผล

1. ประเมินจากภาระงานที่มอบหมาย ประกอบด้วย การออกแบบการทดลอง 2 เรื่อง การเขียนแผนผังมโนทัศน์(concept mapping) และการเขียน mind map โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบ rubric score

2. ประเมินจากผลการจัดการเรียนการสอนในขั้นการสำรวจมโนทัศน์เปรียบเทียบกับการบันทึกผลการเรียนรู้

3. ประเมินจากแบบทดสอบมโนทัศน์และการแก้ปัญหาเมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ที่ 1

8. ข้อเสนอแนะ

1. ผู้สอนควรศึกษาเพิ่มเติมเรื่องการเขียนแผนผังมโนทัศน์ และการเขียน mind map
2. เตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนการทำกิจกรรมในแต่ละครั้ง
3. การสาธิตการใช้หลอดรังสีแคโทด ควรระมัดระวังเนื่องจากใช้ไฟฟ้าแรงสูง

9. ภาคผนวก

1. แบบสอบถามมโนทัศน์ แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง
2. แบบสอบถามมโนทัศน์ แรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก
3. กิจกรรมสาธิต ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของลำอิเล็คตรอน
4. แบบบันทึกการเรียนรู้
5. แบบการออกแบบการทดลอง
6. แบบฝึกหัดท้ายหน่วย
7. แบบทดสอบหน่วยการเรียนรู้ที่ 1
8. เกณฑ์การประเมิน การออกแบบการทดลอง แผนผังมโนทัศน์(concept mapping) และ mind mapping

แบบสอบถามมโนทัศน์ แรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. เมื่อปล่อยวัตถุ วัตถุจะตกสู่พื้นโลกเนื่องจาก

   .....

2. ถ้าให้ A อยู่ที่ตำแหน่งผิวโลก B อยู่สูงจากผิวโลก 400 km และ C อยู่สูงจากผิวโลก 30,000 km สนามโน้มถ่วง ณ ตำแหน่ง A,B,C จะสัมพันธ์กันอย่างไร

   .....

3. ปล่อยวัตถุมวล 5 kg และ 10 kg ให้เคลื่อนที่ในสนามโน้มถ่วง จากตำแน่งที่สูงเท่ากัน วัตถุทั้งสองจะเคลื่อนที่อย่างไร

   .....

4. การตกแบบเสรีหมายถึง

   .....

   ยกตัวอย่าง

   .....

5. วัตถุ A, B, C มีมวล 5 kg เท่ากัน A วางอยู่บนโต๊ะ B ปล่อยให้เคลื่อนที่ตกลงมา C โยนขึ้นไปตรงๆ ถ้าไม่คิดแรงต้านอากาศ น้ำหนักของวัตถุทั้ง 3 ก้อน สัมพันธ์กันอย่างไร

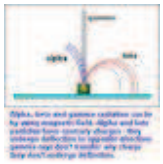
   .....

   .....

แบบสอบถามมโนทัศน์ แรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก

1. แม่เหล็กมี .....ขั้ว คือ.....

2. ถ้านำแม่เหล็กมาวางใกล้กัน ผลจะเป็นอย่างไร ถ้าหันขั้วเดียวกันหากัน



.....

หันขั้วต่างกันหากัน

.....

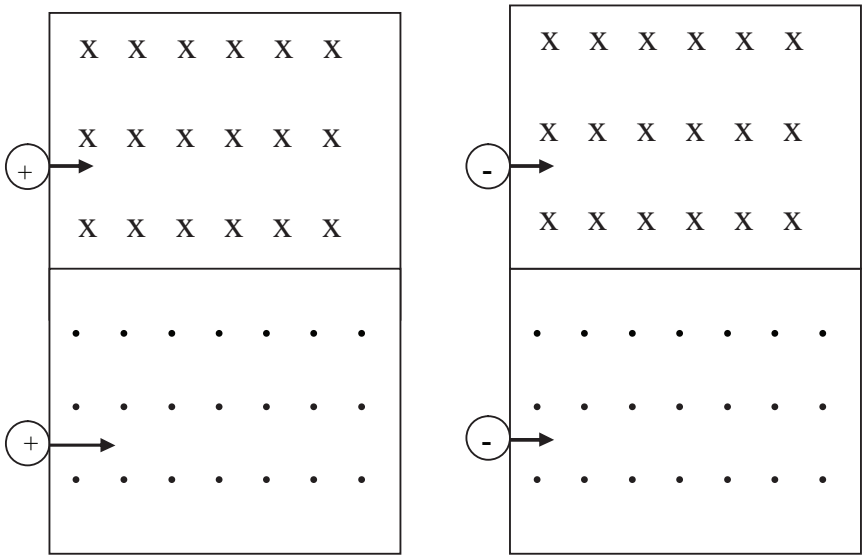
3. เส้นสนามแม่เหล็กมีทิศทางอย่างไร

.....

4. จงเขียนทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาค เมื่อ

X แทนสนามแม่เหล็กมีทิศทางพุ่งเข้า และตั้งฉากกับกระดาษ

• แทนสนามแม่เหล็กมีทิศทางพุ่งออก และตั้งฉากกับกระดาษ



5. ถ้านำลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านไปวางในสนามแม่เหล็ก จะมีการเปลี่ยนแปลงใดเกิดขึ้น

.....

6. หลักการของมอเตอร์ คือ.....

หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า(ไดนาโม) คือ.....

กิจกรรมสาธิต ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอน

จุดประสงค์ของการสาธิต

เพื่อให้ผู้เรียนเห็นว่า ลำอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กจะเบนออกจากแนวเดิม เพราะมีแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กกระทำ

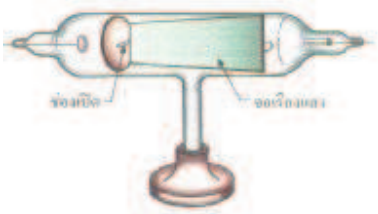
วัสดุอุปกรณ์

1. หลอดรังสีแคโทด
2. แหล่งจ่ายไฟโวลต์สูง (ในที่นี้ใช้ขดลวดเหนี่ยวนำจากชุดทดลองสเปกตรัม)

เวลาที่ใช้ในการทดลอง 20 นาที

ขั้นตอนการทดลอง

ต่อขั้วทั้งสองของหลอดรังสีแคโทดเข้ากับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูง (ประมาณ 12,000 – 15,000 โวลต์) เปิดสวิตซ์ของแหล่งจ่ายไฟโวลต์สูงสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้น นำขั้วเหนือของแม่เหล็กเข้าใกล้หลอดจากนั้นสลับขั้วให้ขั้วใต้ของแม่เหล็ก เข้าใกล้หลอดบ้าง สังเกตการเปลี่ยนแปลง

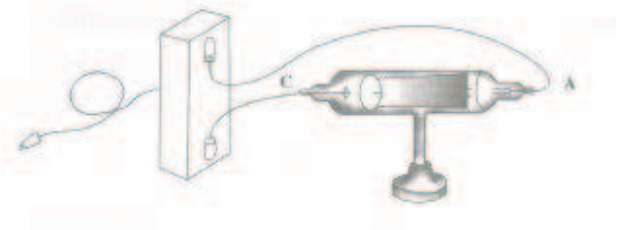


ภาพหลอดรังสีแคโทด

📖 การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตเห็น คืออะไรและเกิดขึ้นจากอะไร

ข้อควรระวัง ต้องไม่ให้ส่วนใดของร่างกายและโลหะเข้าใกล้ขั้วหลอดรังสีแคโทด เพราะจะเป็นอันตราย เนื่องจากไฟฟ้าโวลต์สูง

วิธีสาธิต ต่ออุปกรณ์ดังภาพ



ข้อควรระวัง

ให้ต่อวงจรเรียบร้อยก่อน แล้วจึงต่อแหล่งจ่ายไฟตรงโวลต์สูง (ขดลวดเหนี่ยวนำ) กับไฟฟ้ากระแสสลับ 200 V และเมื่อต้องการสาธิตจึงเปิดสวิตซ์ที่แหล่งจ่ายไฟตรงโวลต์สูง

การสาธิต

เปิดสวิตช์ที่แหล่งจ่ายไฟตรงโวลต์สูงจะเกิดแถบสว่างในหลอดรังสีแคโทด เพราะอิเล็กตรอนที่ออกจากแคโทด C วิ่งไปหาแอโนด A และจะกระทบฉากเรืองแสงซึ่งฉาบด้วยสารวาวแสง และสารนี้จะวาวแสงให้เห็นได้เมื่ออิเล็กตรอนวิ่งมากระทบ นำแท่งแม่เหล็ก (ควรเป็นแม่เหล็กขั้วข้าง) เข้าใกล้หลอดรังสีแคโทดประมาณตรงกลางหลอด แม่เหล็กอาจจะอยู่ด้านหลังฉากด้านบนหรือด้านล่างระวังอย่าให้มือถูกขั้วแคโทด (C) หรือแอโนด (A)

จากการสาธิต ผู้สอนใช้คำถามนำไปสู่ข้อสรุปดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้

📖 ขณะไม่มีสนามแม่เหล็ก ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างไร ทราบได้อย่างไร

<u>แนวคำตอบ</u> เคลื่อนที่ตรงไป สังเกตได้จากแถบสว่างที่เกิดขึ้นอยู่กลางจอเรืองแสง

📖 ขณะมีสนามแม่เหล็กบริเวณใกล้หลอด ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่อย่างไร

<u>แนวคำตอบ</u> ลำอิเล็กตรอนเบนไปจากเดิม

📖 ผู้เรียนคิดว่า เพราะเหตุใดลำอิเล็กตรอนจึงเบนไปจากแนวเดิมได้

<u>แนวคำตอบ</u> มีแรงจากสนามแม่เหล็กกระทำต่อลำอิเล็กตรอน

ควรสรุปได้ว่าต้องมีแรงกระทำต่อลำอิเล็กตรอน จึงจะทำให้ลำอิเล็กตรอนเบนไปจากเดิม โดยแรงนี้เกิดจากสนามแม่เหล็ก

แบบบันทึกการเรียนรู้

เรื่อง.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

คำชี้แจง ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นตามความเป็นจริงในการเรียน

1. นักเรียนมีขั้นตอนการเรียนรู้อย่างไร

.....

.....

.....

2. ความรู้ที่นักเรียนได้รับในการเรียนครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

3. ในการเรียนครั้งนี้ท่านมีความรู้สึก / ความคิดเห็นอย่างไร

.....

.....

.....

4. ความรู้ที่ได้จากการเรียนในครั้งนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใด

.....

.....

.....

5. ในการเรียนครั้งนี้ท่านมีปัญหาหรือข้อสงสัยอะไรบ้าง

.....

.....

6. ประเด็นอื่นๆ

.....

.....

.....

การออกแบบการทดลอง

รายวิชา 31102 ฟิสิกส์พื้นฐาน 1

สมาชิกกลุ่ม

1. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
2. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
3. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
4. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....
5. ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

เรื่อง.....

วันที่.....**เดือน**.....**พ.ศ.** .....

จุดประสงค์การทดลอง

.....

.....

.....

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น .....

ตัวแปรตาม .....

ตัวแปรควบคุม .....

วัสดุ อุปกรณ์ / สารเคมี

.....

.....

.....

.....

.....

วิธีทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

รูปแสดงการทดลอง

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

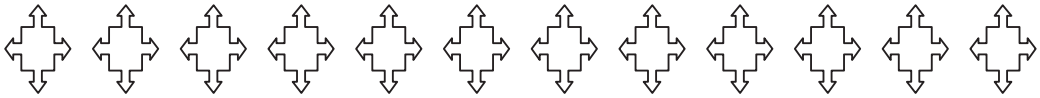
สรุปผลการทดลอง / ประเด็นความรู้ที่ได้

.....

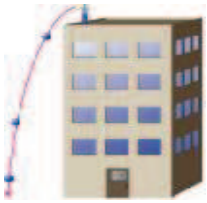
.....

.....

.....



แบบฝึกหัดท้ายหน่วยสนามของแรง



สนามโน้มถ่วง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสนามโน้มถ่วง การเคลื่อนที่ภายใต้สนามโน้มถ่วง ความเร่งในสนามโน้มถ่วง

1. สนามโน้มถ่วงหมายถึง

.....

2. สนามโน้มถ่วงมีทิศทางอย่างไร

.....

3. สนามโน้มถ่วงที่บริเวณพื้นผิวโลกมีค่าเท่าใด

.....

4. สนามโน้มถ่วงที่บริเวณที่อยู่สูงจากพื้นโลกมาก ๆ มีลักษณะอย่างไร

.....

5. เพราะเหตุใดสรรพสิ่งต่าง ๆ บนพื้นโลกจึงไม่หลุดลอยออกไปจากพื้นโลกเนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลก

.....

6. วัตถุที่ตกอย่างอิสระจะตกลงมาด้วยความเร่งเท่าใด และด้วยสาเหตุใด

.....

7. การคำนวณหาน้ำหนักของวัตถุบนพื้นโลกหาได้จากความสัมพันธ์

.....

8. ในการซื้อส้ม แม่ค้าชั่งบนเครื่องชั่งได้ 10 กิโลกรัม แสดงว่า ส้มมีน้ำหนักเท่าใด

.....

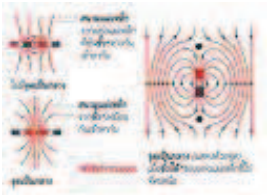
9. ถ้านักเรียนชั่งบนเครื่องชั่งได้ 50 กิโลกรัมบนพื้นโลก เมื่ออยู่บนดวงจันทร์จะมีน้ำหนักเท่าใด

.....

10. ถ้าไม่คิดแรงเสียดทานจากอากาศ สภาพในขณะที่นักดิ่งพสุธาลอยอยู่กลางอากาศเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....



สนามแม่เหล็ก

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสนามแม่เหล็ก คุณสมบัติของแม่เหล็กและแรงที่กระทำในสนามแม่เหล็ก

1. ขั้วแม่เหล็กมี 2 ขั้วคือ

.....

2. แม่เหล็กมีคุณสมบัติคือ

.....

3. สนามแม่เหล็กโลกมีทิศทางอย่างไร

.....

4. ทำไมเข็มทิศจึงชี้ทิศเหนือ-ใต้เสมอ

.....

6. สนามแม่เหล็กที่มีทิศทางพุ่งเข้าหากระดาษเขียนด้วยสัญญาลักษณ์อย่างไร

7. จากกฎมือขวาในการศึกษาการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าบวก

นิ้วหัวแม่มือหมายถึง

.....

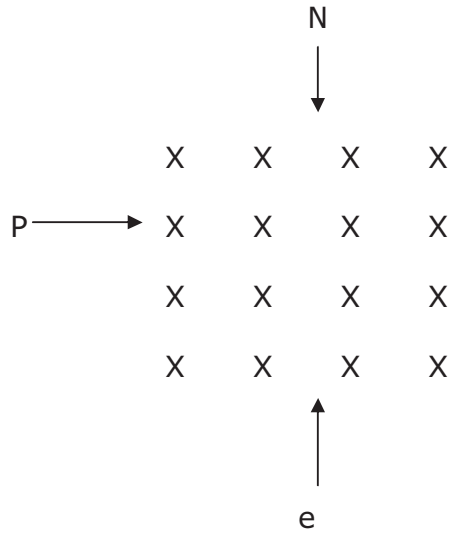
นิ้วทั้งสี่หมายถึง

.....

ฝ่ามือหมายถึง

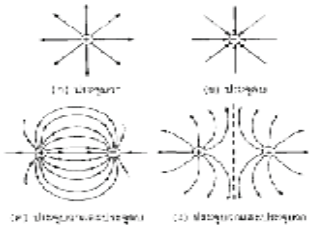
.....

8. จากรูป ถ้า P, N, e หมายถึง โปรตรอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน ตามลำดับ จงเขียนแนวการเคลื่อนที่ของอนุภาค ทั้ง 3 ชนิด



9. ประโยชน์ของสนามแม่เหล็กโลกคือ

.....



สนามไฟฟ้า

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ สนามไฟฟ้า ประจุไฟฟ้า แรงที่กระทำในสนามไฟฟ้า

1. ขั้วไฟฟ้ามี 2 ชนิดคือ

.....

2. สนามไฟฟ้าของประจุไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร

1. ประจุ.....มีลักษณะ.....

2. ประจุ.....มีลักษณะ.....

3. การเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้า ในสนามไฟฟ้าแบบสม่ำเสมอ มีลักษณะอย่างไร

.....

4. เส้นแรงไฟฟ้าของประจุไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร

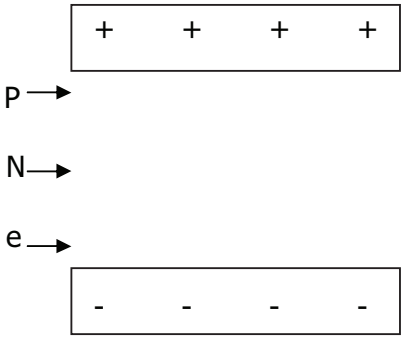
5. ทิศทางของสนามไฟฟ้าแบบสม่ำเสมอมีลักษณะ อย่างไร

.....

6. บริเวณที่มีเส้นแรงไฟฟ้าอยู่หนาแน่นจะมีความเข้มของสนามไฟฟ้าอย่างไร

....

7. จากรูป ถ้า P, N, e หมายถึง โปรตรอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน ตามลำดับ จงเขียนแนวการเคลื่อนที่ของอนุภาค ทั้ง 3 ชนิด



แบบทดสอบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สนามของแรง

ตอนที่ 1 จงเลือกตอบข้อที่ถูกที่สุดพียงข้อเดียว

1. สนามโน้มถ่วงมีทิศทางอย่างไร

ก. จากขั้วไฟฟ้า + ไปขั้วไฟฟ้า - ข. เข้าสู่ขั้วแม่เหล็กใต้

ค. จากขั้วโลก N ไปขั้วโลก S ง.เข้าสู่ศูนย์กลางของโลก

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. วัตถุไม่หลุดไปจากโลก เพราะแรงโน้มถ่วงของโลก

2. วัตถุมีน้ำหนัก เพราะแรงโน้มถ่วงของโลก

3. วัตถุที่ตกอิสระ มีความเร่งเท่ากัน เพราะแรงโน้มถ่วงของโลก

คำตอบที่ถูกคือ

ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 3

ค. 1 และ 3 ง. 1 2 และ 3

3. สนามโน้มถ่วงของโลกในข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. ยิ่งสูงสนามโน้มถ่วงยิ่งมีค่ามาก

ข. ที่ผิวโลกมีค่าสนามโน้มถ่วง 9.8 N/kg

ค. สนามโน้มถ่วงที่ระดับใต้ผิวโลกมีค่ามากกว่าที่ผิวโลก

ง. บอลลูนที่ลอยบนฟ้า อยู่ภายใต้สนามโน้มถ่วง

4. ข้อใดเป็นการเคลื่อนที่แบบเสรีถ้าไม่คิดแรงต้านของอากาศ

ก. ท่อนไม้ที่ลอยในแม่น้ำ ข. ปล่อยลูกบอลลูนให้ลอยขึ้น

ค. ผลมะม่วงสุกล่วงหล่นลงพื้น ง. รถไหลลงเนิน

5. การตกแบบเสรีถ้าไม่คิดแรงต้านทานของอากาศ ขณะวัตถุเคลื่อนที่ขึ้นหรือเคลื่อนที่ลงตามแนวดิ่ง ปริมาณใดมีค่าคงที่

ก. ความเร่ง ข. ความเร็วเฉลี่ย

ค. ความเร็วสุดท้าย ง. ความเร็วขณะหนึ่ง

6 จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้อง

1. น้ำหนักคือแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ
2. น้ำหนักของวัตถุมีค่าไม่คงที่ ขึ้นอยู่กับสถานที่
3. น้ำหนักมีแต่ขนาดอย่างเดียว มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

ก. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด ข. ข้อ 2 ผิด ข้อ 3 ถูก

ค. ถูกทั้งข้อ 1 และข้อ 2 ง. ถูกทั้งข้อ 2 และข้อ 3

7. สนามแม่เหล็ก ไม่มี ผลต่ออะไร

ก. ประจุไฟฟ้าที่อยู่นิ่ง ข. แม่เหล็กถาวรที่อยู่นิ่ง

ค. ประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ ง. แม่เหล็กถาวรที่เคลื่อนที่

8. ทิศของแรงที่กระทำต่อเส้นลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เมื่อวางอยู่ในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก ขึ้นอยู่กับอะไร

ก. มวลของลวดตัวนำ ข. ทิศของกระแสไฟฟ้า

ค. ทิศของสนามแม่เหล็ก ง. ทั้งข้อ ข และ ข้อ ค

9. การวางตัวของเข็มทิศในสนามแม่เหล็กโลกตรงกับข้อใด

ก. วางตัวในแนวเหนือ–ใต้ทางภูมิศาสตร์โดยขั้วเหนือชี้ทิศเหนือ ขั้วใต้ชี้ทิศใต้

ข. วางตัวในแนวเหนือ–ใต้ทางภูมิศาสตร์โดยขั้วใต้ชี้ทิศเหนือ ขั้วเหนือชี้ทิศใต้

ค. วางตัวทำมุมเบี่ยงเบนกับแนวเหนือ–ใต้ทางภูมิศาสตร์ โดยขั้วใต้ชี้ทิศเหนือขั้วเหนือชี้ทิศใต้

ง. วางตัวทำมุมเบี่ยงเบนกับแนวเหนือ–ใต้ทางภูมิศาสตร์ โดยขั้วเหนือชี้ทิศใต้ขั้วใต้ชี้ทิศเหนือ

10. ข้อใดแสดงความหมายของขั้วแม่เหล็กถูกต้องที่สุด

ก. บริเวณที่แสดงอำนาจแม่เหล็ก ข. บริเวณตรงกลางของแท่งแม่เหล็ก

ค. บริเวณปลายทั้งสองข้างของแม่เหล็ก ง. บริเวณปลายด้านใดด้านหนึ่งของแท่งแม่เหล็ก

11. ข้อใดกล่าว <u>ไม่ถูกต้อง</u> เกี่ยวกับเส้นแรงแม่เหล็ก

ก. เส้นแรงแม่เหล็กทุกเส้นจะไม่ตัดกันเลย

ข. เส้นแรงแม่เหล็กจะหนาแน่นมากที่ขั้วแม่เหล็ก

ค. เส้นแรงแม่เหล็กขั้วเดียวกันจะเบนออกจากกัน

ง. เส้นแรงแม่เหล็กจะมีทิศพุ่งจากขั้วใต้ไปยังขั้วเหนือ

12. สนามแม่เหล็กมีลักษณะอย่างไร

ก. จากขั้ว + ไปขั้ว - ข. จากขั้ว – ไปขั้ว +

ค. จากขั้ว N ไปขั้ว S ง. จากขั้ว S ไปขั้ว N

13. เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าสู่สนามแม่เหล็ก โดยทิศการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็ก ผลที่เกิดขึ้นกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคนี้จะเป็นอย่างไร

ก. ทิศการเคลื่อนที่เปลี่ยนแปลงเป็นเส้นโค้ง

ข. ทิศการเคลื่อนที่ไม่เปลี่ยนแปลงแต่อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น

ค. ทิศการเคลื่อนที่ไม่เปลี่ยนแปลงแต่อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง

ง. ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง

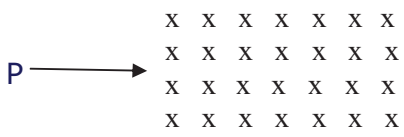
14. เมื่อยิงอนุภาคโปรตรอนผ่านสนามแม่เหล็กจะมีผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคอย่างไร (ดังรูป)

ก. พุ่งไปทางซ้าย

ข. พุ่งไปทางขวา

ค. พุ่งไปข้างบน

ง. พุ่งไปข้างล่าง



15 ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของแม่เหล็ก

ก. มีขั้วต่างกัน 2 ขั้ว ข. มีสนามแม่เหล็กพุ่งออกจากขั้ว S

ค. ขั้วต่างกันจะดูดกัน ง. แม่เหล็กจะดูดนิเกิลได้

16. ข้อใดไม่ใช้คุณลักษณะของสนามไฟฟ้า

ก. มีทิศทางจากขั้ว + ไปขั้ว -

ข. มีผลต่ออนุภาคอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ผ่าน

ค. อนุภาคโปรตรอนมีสนามไฟฟ้าพุ่งออก

ง. เมื่อนำโปรตรอนและอิเล็กตรอนมาวางใกล้กันจะเกิดการหักล้างกันระหว่างสนามไฟฟ้าทั้งสอง

17. นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าบริเวณใดมีสนามไฟฟ้าหรือไม่

ก. นำเข็มทิศไปวางบริเวณนั้น ข. นำประจุไปวางบริเวณนั้น

ค. นำเครื่องวัดกระแสไปวางบริเวณนั้น ง. ถูกทุกข้อ

18. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. สนามไฟฟ้ามีทิศเดียวกับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุบวก
2. เส้นแรงไฟฟ้ามีทิศตั้งฉากกับผิวของวัตถุที่มีประจุ
3. เส้นแรงไฟฟ้ามีทิศออกจากประจุลบพุ่งเข้าหาประจุบวก

คำตอบที่ถูกคือ

ก. 1 และ 2 ข. 2 และ 3

ค. 1 และ 3 ง. 1 2 และ 3

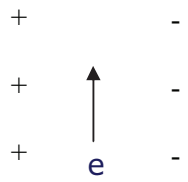
19. เมื่อยิงอนุภาคอิเล็กตรอนผ่านสนามไฟฟ้าจะมีผลกระทบต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคอย่างไร (ดังรูป)

ก. พุ่งไปทางซ้าย

ข. พุ่งไปทางขวา

ค. พุ่งไปข้างบน

ง. พุ่งไปข้างล่าง



20. อนุภาคใดไม่มีผลกระทบใดต่อสนามไฟฟ้า

ก. อนุภาค P ข. อนุภาค N

ค. อนุภาค e ง. อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

21. ขนาดของสนามไฟฟ้าในบริเวณระหว่างแผ่นโลหะที่มีประจุต่างชนิดกันจะมีค่าตรงกับข้อใด

ก. ศูนย์ ข. สม่ำเสมอตลอดบริเวณ

ค. มากเมื่อเข้าใกล้แผ่นประจุลบ ง. มากเมื่อเข้าใกล้แผ่นประจุบวก

22. อุปกรณ์ใดต่อไปนี้ <u>ไม่ได้</u> ใช้ความรู้ประยุกต์การเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า

ก. เครื่องพ่นสี ข. เครื่องถ่ายเอกสาร

ค. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ง. เครื่องกำจัดฝุ่นในอากาศ

23. ข้อใด <u>ไม่ถูกต้อง</u> เกี่ยวกับเส้นแรงไฟฟ้า

ก. เส้นแรงไฟฟ้าตัดกันได้

ข. เส้นแรงไฟฟ้าจะพุ่งจากประจุบวกไปประจุลบ

ค. เส้นแรงไฟฟ้าที่มีอย่างหนาแน่นจะมีสนามไฟฟ้ามาก

ง. ถ้าบริเวณใดมีเส้นแรงไฟฟ้าแสดงว่าบริเวณนั้นต้องมีสนามไฟฟ้า

24. ในปัจจุบันนักฟิสิกส์ได้ตั้งทฤษฎีที่เรียกว่า The Standard Model ขึ้นเพื่ออธิบายลักษณะของอนุภาคและปฏิสัมพันธ์ของอนุภาคเหล่านั้นในรูปแบบอนุภาคมูลฐาน (Fundamental particles) โดยแบ่งแรงมูลฐาน (Fundamental Forces) เป็น 4 ชนิด คือ

ก. แรงดูด แรงผลัก แรงเหนี่ยวนำ และแรงเสียดทาน

ข. แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก แรงไฟฟ้า และแรงนิวเคลียร์

ค. แรงสู่ศูนย์กลาง แรงเสียดทาน แรงไฟฟ้า และแรงแม่เหล็ก

ง. แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงนิวเคลียร์ชนิดอ่อน และ แรงนิวเคลียร์แบบเข้ม

25. การที่โปรตอนซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกสามารถอยู่รวมกันภายในนิวเคลียสได้ เป็นเพราะแรงชนิดใดที่ยึดโปรตอนกับนิวเคลียสของอะตอมเข้าด้วยกัน

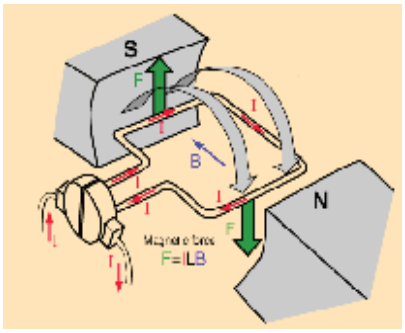
ก. แรงโน้มถ่วง (Gravity)

ข. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetism)

ค. แรงนิวเคลียร์แบบอ่อน (Weak Nuclear Force)

ง. แรงนิวเคลียร์แบบแข็ง (Strong Nuclear Force)

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม (5 คะแนน)



เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านตัวนำซึ่งวางตัดกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อลวดตัวนำ มีผลให้ลวดตัวนำเคลื่อนที่ จากหลักการดังกล่าวข้างต้น นายเก่งวิทย์ต้องการทราบว่าจำนวนรอบในการพันของขดลวดจะมีผลต่อขนาดของแรงแม่เหล็กหรือไม่ เขาจึงศึกษาโดยการออกแบบการทดลองดังนี้

1. ปัญหาของสถานการณ์คืออะไร
2. จุดประสงค์การทดลอง
3. สมมุติฐานการทดลอง
4. ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม
5. วัสดุ อุปกรณ์
6. วิธีดำเนินการทดลอง
7. ผลการทดลอง
8. สรุปผลและประเด็นความรู้ที่ได้รับ

เกณฑ์การประเมิน

การออกแบบการทดลอง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ
ด้านที่ 1 การวางแผนวิธีการดำเนินการทดลอง	
* ไม่สามารถวางแผนและออกแบบการทดลองได้เอง ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการวางแผนการทดลอง การออกแบบการทดลองการเลือกใช้เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์	1
* วางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองได้ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสมกับเวลา ต้องให้ความช่วยเหลือในการเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์	2
* วางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสมกับเวลา แต่การเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครบถ้วน	3
* วางแผนการทดลองและออกแบบการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสมกับเวลา สามารถเลือกใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสม ครบถ้วน	4
ด้านที่ 2 การปฏิบัติการทดลอง	
* ต้องให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	1
* ต้องให้ความช่วยเหลือเป็นบางครั้งในการดำเนินการทดลองและการใช้อุปกรณ์	2
* ดำเนินการทดลองได้เอง แต่ต้องการคำแนะนำการใช้อุปกรณ์เป็นบางครั้ง	3
* ดำเนินการทดลองเป็นขั้นตอน และใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เองอย่างถูกต้อง	4
ด้านที่ 3 ความคล่องแคล่วในการทำการทดลอง	
* ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด และทำอุปกรณ์เครื่องใช้บางชิ้นชำรุดเสียหาย	1
* ทำการทดลองไม่ทันเวลาที่กำหนด แต่ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องและไม่มีการเสียหาย	2
* ทำการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ทันเวลาที่กำหนด แต่ยังต้องการคำแนะนำการใช้อุปกรณ์บ้างเป็นครั้งคราว	3
* ดำเนินการทดลองและใช้อุปกรณ์ทำการทดลองได้เหมาะสม มีความปลอดภัยและทำได้เสร็จทันเวลา	4
ด้านที่ 4 การนำเสนอ (บันทึกผลการทดลอง และเขียนรายงานการทดลอง)	
* ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างมากในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทดลอง รวมทั้งเขียนรายงานการทดลอง	1
* ต้องให้คำแนะนำเป็นบางครั้งในการบันทึกผลการทดลอง การสรุปผลการทอลง รวมทั้งการเขียนรายงานการทดลอง	2
* บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองได้เอง เขียนรายงานการทดลองยังไม่เป็นขั้นตอนที่สมบูรณ์	3
* บันทึกการทดลองและสรุปผลการทดลองถูกต้อง รัดกุม เขียนรายงานการทดลองได้อย่างสมบูรณ์เป็นขั้นตอนที่ชัดเจน	4

ภาคผนวก ง

ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

1. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน (ก่อนใช้)
2. ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอน (ระหว่างใช้)
3. ประสิทธิภาพของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
4. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 56 ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องของรูปแบบการเรียนการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน (ก่อนใช้รูปแบบ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน			
1.1 ความชัดเจนในการบรรยายความเป็นมาของการพัฒนารูปแบบ	4.60	0.54	มากที่สุด
1.2 ความเหมาะสมของความจำเป็นและเหตุผลในการพัฒนารูปแบบ	4.80	0.44	มากที่สุด
1.3 การใช้ภาษาและการเรียบเรียงความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบมีความต่อเนื่องและเหมาะสม ทำให้เห็นภาพรวมและจุดเน้นของรูปแบบการเรียนการสอน	4.80	0.44	มากที่สุด
รวมด้านที่ 1	**4.73**	**0.27**	**มากที่สุด**
2. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ			
2.1 ความชัดเจนในการบรรยายแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ	4.80	0.44	มากที่สุด
2.2 ความเหมาะสมในการนำแนวคิดมาใช้ในการพัฒนารูปแบบ	5.00	0.0	มากที่สุด
2.3 การใช้ภาษาในการอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดต่าง ๆ	4.60	0.54	มากที่สุด
รวมด้านที่ 2	**4.80**	**0.29**	**มากที่สุด**
3. การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน (ภาพรวม)			
3.1 การกำหนดองค์ประกอบของรูปแบบมีความสมบูรณ์ครอบคลุมความต้องการจำเป็นของการสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์	5.00	0.0	มากที่สุด
3.2 แต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์ สอดคล้องส่งเสริมซึ่งกันและกัน	5.00	0.0	มากที่สุด
3.3 การเรียบเรียงลำดับองค์ประกอบในรูปแบบมีความเหมาะสมเข้าใจได้ง่าย	4.80	0.44	มากที่สุด
รวมด้านที่ 3	**4.93**	**0.14**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 56 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
4. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน (แต่ละองค์ประกอบ)			
4.1 หลักการ ความชัดเจนของหลักการของรูปแบบ	4.80	0.44	มากที่สุด
ความสอดคล้องกับแนวคิดพื้นฐานที่นำมาพัฒนารูปแบบ	5.00	0.0	มากที่สุด
สามารถใช้เป็นกรอบในการกำหนดสาระและวิธีการ	4.80	0.44	มากที่สุด
แสดงให้เห็นถึงจุดเน้นในการสอน	5.00	0.0	มากที่สุด
การใช้ภาษาและการเรียงลำดับของหลักการ	4.40	0.54	มาก
รวม	4.80	0.24	มากที่สุด
4.2 จุดมุ่งหมาย ความสอดคล้องระหว่างจุดมุ่งหมาย กับหลักการ	5.00	0.0	มากที่สุด
จุดมุ่งหมายมีความชัดเจนสามารถแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังจะให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน	4.80	.044	มากที่สุด
จุดมุ่งหมายมีความเป็นไปได้	5.00	0.0	มากที่สุด
สิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนมีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของผู้เรียน	5.00	0.0	มากที่สุด
การใช้ภาษาและการเรียบเรียงถ้อยคำมีความเหมาะสม สละสลวย เข้าใจง่าย	4.60	0.54	มากที่สุด
รวม	4.88	0.17	มากที่สุด

ตารางที่ 56 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**
4.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสอนครบถ้วนเหมาะสม และสอดคล้องต่อเนื่อง	5.00	0.0	มากที่สุด
การสอนตามขั้นตอนสามารถให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้	4.80	0.44	มากที่สุด
กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม สามารถทำให้การเรียนการสอนบรรลุผล	5.00	0.0	มากที่สุด
การใช้ภาษาสละสลวยเข้าใจง่าย	4.60	0.54	มากที่สุด
รวม	4.85	0.22	มากที่สุด
4.4 การวัดและประเมินผล การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรูปแบบ	4.80	0.44	มากที่สุด
การวัดและประเมินผลมีความเหมาะสมตามหลักเกณฑ์และแนวทางการประเมิน	4.80	0.44	มากที่สุด
หลักเกณฑ์และแนวทางที่เสนอมีความชัดเจนสามารถนำไปปฏิบัติได้	5.00	0.0	มากที่สุด
รวม	4.86	0.29	มากที่สุด
รวมด้านที่ 4	**4.84**	**0.14**	**มากที่สุด**
รวมทุกด้าน	**4.82**	**0.15**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 57 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนการสอน (ระหว่างใช้รูปแบบ) โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 5 คน

รายการประเมิน	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
1. องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้สอน											
1.1 ผู้สอนเป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ด้านวิชาการดีมีความสามารถเชี่ยวชาญในวิชาชีพที่จะสอน	4.40	0.55	4.80	0.45	4.80	0.45	5.00	0.0	4.47	0.44	มาก
1.2 มีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีการและกลวิธีการสอน	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.41	มากที่สุด
1.3 มีทรรศนะที่ดีต่อการสอน รักในตัวผู้เรียน รักวิชาที่สอนและรักการสอน	4.80	0.45	5.00	0.0	4.80	0.45	4.60	0.55	4.80	0.41	มากที่สุด
1.4 มีการศึกษาข้อมูลพื้นฐานของผู้เรียนเกี่ยวกับความสนใจ ความต้องการและความสามารถในการเรียนรู้เพื่อนำมากำหนดยุทธวิธีการสอนที่เหมาะสม	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.50	มากที่สุด
1.5 บุคลิกภาพของครูส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.40	0.55	4.40	0.55	4.60	0.55	4.40	0.55	4.45	0.51	มาก
รวม	4.60	0.37	4.72	0.23	4.72	0.33	4.68	0.30	4.68	0.29	มากที่สุด
2 องค์ประกอบเกี่ยวกับด้านผู้เรียน											
2.1 มีความสามารถในการเรียนรู้และมีความคาดหวังต่อสิ่งที่จะเรียน	4.40	0.55	4.40	0.55	4.60	0.55	4.40	0.55	4.45	0.51	มาก

ตารางที่ 57 (ต่อ)

รายการประเมิน	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
2.2 มีความพยายามที่จะเรียนรู้และหาข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสรุปเป็นแนวคิดและหลักการที่จะนำไปใช้	4.40	0.55	4.60	0.55	4.40	0.55	4.40	0.55	4.45	0.51	มาก
2.3 การมีส่วนร่วมในการกระทำ(active participation) เพื่อให้เกิดการเรียนรู้	4.40	0.55	4.40	0.55	4.60	0.55	4.40	0.55	4.45	0.51	มาก
2.4 มีความมั่นใจเป็นที่ยอมรับของผู้อื่นและพร้อมที่จะเรียน	4.20	0.84	4.20	0.84	4.20	0.84	4.20	0.84	4.20	0.77	มาก
2.5 ความรู้สึกและเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อเพื่อน ผู้สอน และโรงเรียนที่ส่งเสริมการเรียนรู้	4.20	0.45	4.40	0.55	4.20	0.45	4.20	0.45	4.25	0.44	มาก
รวม	4.32	0.23	4.40	0.14	4.40	0.24	4.32	0.23	4.36	0.20	มาก
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน											
3.1 การเริ่มต้นบทเรียนสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนและการดำเนินการสอนเหมาะสมกับความรู้พื้นฐานเดิมที่มีอยู่	4.20	0.84	4.40	0.89	4.46	0.54	4.20	0.84	4.35	0.75	มาก
3.2 การนำเสนอกิจกรรมการเรียนการสอน ยั่วยุ กระตุ้นให้ชวนติดตามและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม	4.40	0.55	4.40	0.55	4.40	0.55	4.40	0.55	4.40	0.50	มาก

ตารางที่ 57 (ต่อ)

รายการประเมิน	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
3.3 บรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนร่วมมือกันแก้ปัญหา และทราบถึงประสบการณ์แห่งความสำเร็จของการเรียน	4.60	0.55	4.80	0.45	4.60	0.55	4.60	0.55	4.65	0.49	มากที่สุด
3.4 สร้างโอกาสเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและเปิดทางเลือกในกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นไปในทิศทางที่พึงประสงค์	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.50	มากที่สุด
3.5 การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ซึ่งช่วยเสริมให้ผู้เรียนได้ทราบเกี่ยวกับข้อดีและข้อผิดพลาดของการเรียนรู้และการเสริมแรงที่จะทำให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้า	4.40	0.55	4.40	0.55	4.40	0.55	4.40	0.55	4.40	0.50	มาก
รวม	4.44	0.46	4.52	0.44	4.52	0.33	4.44	0.46	4.48	0.39	มาก
4. การจัดกระบวนการเรียนรู้											
4.1 การกำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์มีความชัดเจนและสอดคล้องกับหลักสูตร	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.45	4.60	0.55	4.75	0.44	มากที่สุด
4.2 จุดประสงค์การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้มีความสอดคล้องกัน	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.41	มากที่สุด
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.60	0.55	4.60	0.55	4.80	0.45	4.60	0.55	4.65	0.49	มากที่สุด
4.4 การจัดระยะเวลาเหมาะสมกับความสนใจและความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ของผู้เรียน	4.40	0.55	4.40	0.55	4.60	0.55	4.40	0.55	4.45	0.51	มาก

ตารางที่ 57 (ต่อ)

รายการประเมิน	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
4.5 การเรียนลำดับหัวข้อและการใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรม	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.50	มากที่สุด
4.6 กิจกรรมการเรียนรู้และสื่อการเรียนมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาวิชา	4.40	0.55	4.60	0.55	4.40	0.55	4.20	0.45	4.44	0.50	มาก
4.7 เครื่องมือที่ใช้ประเมินความก้าวหน้าและวัดจุดมุ่งหมายในการสอนมีความเหมาะสม	4.60	0.55	4.60	0.55	4.80	0.45	4.60	0.55	4.65	0.49	มากที่สุด
รวม	4.60	0.19	4.62	0.19	4.69	0.21	4.54	0.18	4.61	0.19	มากที่สุด
5. บริการสนับสนุนการสอน											
5.1 สื่อการสอน ช่วยเสริมบทเรียนให้มีชีวิตชีวา ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้รวดเร็วและประหยัดเวลาในการเรียน	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.50	มากที่สุด
5.2 เครื่องมือโสตทัศนูปกรณ์ เช่น เครื่องขยายเสียง คอมพิวเตอร์ ฯ อยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานได้	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.41	มากที่สุด
5.3 สภาพแวดล้อมทางกายภาพของห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ ห้องโสตทัศนูปกรณ์ ได้แก่ แสง เสียง การจัดที่นั่ง มีความเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.45	4.80	0.41	มากที่สุด

ตารางที่ 57 (ต่อ)

รายการประเมิน	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2		ครั้งที่ 3		ครั้งที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\overline{x}$	S.D	$\overline{x}$	S.D	$\overline{x}$	S.D	$\overline{x}$	S.D	$\overline{x}$	S.D	
5.4 มีแหล่งเรียนรู้ เช่น ห้องสมุด ห้องสืบค้น อย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.55	4.60	0.50	มากที่สุด
รวม	4.70	0.21	4.70	0.21	4.70	0.21	4.70	0.21	4.70	0.19	มากที่สุด
รวมทั้งหมด	**4.53**	**0.25**	**4.59**	**0.21**	**4.61**	**0.21**	**4.53**	**0.25**	**4.57**	**0.22**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 58 ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องของคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**
1. รายละเอียดในคู่มือซึ่งประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบ แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบ หลักการ จุดมุ่งหมาย กระบวนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมิน มีความสอดคล้องกับรูปแบบ	4.80	0.44	มากที่สุด
2. รายละเอียดในคู่มือมีความชัดเจนเพียงพอที่จะนำรูปแบบไปใช้อย่างได้ผล	5.00	0.00	มากที่สุด
3. แนวทางการนำรูปแบบไปใช้แสดงถึงความคาดหวังที่ต้องการให้เกิดกับผู้ที่ศึกษาคู่มืออย่างชัดเจน	4.80	0.44	มากที่สุด
4. เงื่อนไขในการใช้รูปแบบการเรียนการสอนเป็นรายละเอียดที่บอกถึงข้อกำหนดที่ผู้ใช้รูปแบบต้องพิจารณาเพื่อให้ผลการใช้รูปแบบมีประสิทธิภาพสูงสุด	4.80	0.44	มากที่สุด

ตารางที่ 58 (ต่อ)

รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	**ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง**
5. สิ่งที่ผู้สอนต้องศึกษาแสดงถึงข้อมูลพื้นฐานที่มีความจำเป็นต่อการใช้รูปแบบการเรียนการสอน	4.60	0.54	มากที่สุด
6. วิธีการปฏิบัติเพื่อการจัดเตรียมเป็นรายละเอียดที่บอกถึงการจัดเตรียมสิ่งที่จำเป็นในการสอนอย่างครบถ้วน	4.40	0.54	มาก
รวม	4.73	0.09	มากที่สุด

ตารางที่ 59 ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\overline{x}$	S.D	$\overline{x}$	S.D	$\overline{x}$	S.D	$\overline{x}$	S.D	$\overline{x}$	S.D	
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ (ภาพรวม)											
การกำหนดองค์ประกอบของแผนครบถ้วนครอบคลุมความต้องการจำเป็นของแผนการสอน	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	มากที่สุด
การเรียบเรียงลำดับองค์ประกอบของแผนมีความเหมาะสมทำให้เห็นถึงความเชื่อมโยง	4.80	0.44	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	4.95	0.22	มากที่สุด

ตารางที่ 59 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
องค์ประกอบภายในแผนมีความสัมพันธ์สอดคล้องกัน	4.80	0.44	4.80	0.44	5.00	0.0	4.80	0.44	4.85	0.36	มากที่สุด
รวมด้านที่ 1	**4.86**	**0.18**	**4.93**	**0.14**	**5.00**	**0.0**	**4.93**	**0.14**	**4.93**	**0.13**	**มากที่สุด**
2. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ (แต่ละองค์ประกอบ)											
2.1 ชื่อแผน ชื่อเรื่องมีความเหมาะสมแสดงถึงสาระการเรียนรู้ได้ชัดเจน	4.80	0.44	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	4.95	0.22	มากที่สุด
ชื่อเรื่องใช้ถ้อยคำเหมาะสมสอดคล้องกับมโนทัศน์	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	มากที่สุด
เวลาที่กำหนดไว้สำหรับจัดกิจกรรม การเรียนการสอนมีความเหมาะสม	5.00	0.0	5.00	0.0	4.80	0.44	5.00	0.0	4.95	0.22	มากที่สุด
รวม	4.93	0.14	5.00	0.0	4.93	0.14	5.00	0.0	4.96	0.10	มากที่สุด
2.2 ผลการเรียนรู้ / จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความสอดคล้องและสัมพันธ์กับจุดประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	4.00	0.0	4.75	0.44	มากที่สุด
มีความชัดเจนสามารถแสดงถึงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดกับตัวผู้เรียน	4.40	0.54	4.20	0.44	4.20	0.44	4.40	0.54	4.30	0.47	มาก

ตารางที่ 59 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
มีความสัมพันธ์และสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนการสอน	4.40	054	4.40	0.54	4.40	0.54	5.00	0.0	4.55	0.51	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้มีความเป็นไปได้	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	มากที่สุด
รวม	4.70	0.11	4.65	0.13	4.65	0.13	4.60	0.13	4.65	0.12	มากที่สุด
2.3 ความรู้หรือประสบการณ์เดิม ความรู้หรือประสบการณ์เดิมสอดคล้องกับมโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนจะเรียนรู้	4.80	0.44	4.60	0.54	5.00	0.0	4.80	0.44	4.80	0.41	มากที่สุด
เป็นพื้นฐานที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในมโนทัศน์ใหม่	4.80	0.44	4.80	0.44	4.80	0.44	4.80	0.44	4.80	0.41	มากที่สุด
สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และสามารถนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	มากที่สุด
รวม	4.86	0.18	4.80	0.18	4.93	0.14	4.86	0.18	4.86	0.16	มากที่สุด
2.4 สาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับจุดประสงค์และสามารถนำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้	4.80	0.44	4.80	0.44	4.80	0.44	4.80	0.44	4.80	0.41	มากที่สุด

ตารางที่ 59 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
สาระการเรียนรู้ที่เป็นมโนทัศน์มีความ สำคัญและมีความเหมาะสมที่จะนำมาสอน	4.80	0.44	4.60	0.54	4.80	0.44	5.00	0.0	4.80	0.41	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้ที่เป็นมโนทัศน์สามารถสอนให้แก่ผู้เรียนระดับนี้ได้	5.00	0.0	4.80	0.44	5.00	0.0	5.00	0.0	4.95	0.22	มากที่สุด
รวม	4.86	0.18	4.73	0.27	4.86	0.18	4.93	0.14	4.85	0.20	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนการสอน ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสม	5.00	0.0	4.80	0.44	5.00	0.0	4.00	0.0	4.70	0.47	มากที่สุด
การกำหนดการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละขั้นตอนชัดเจนเพียงพอสามารถนำไปปฏิบัติการสอนได้สะดวก	4.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	4.00	0.0	4.50	0.51	มากที่สุด
การดำเนินกิจกรรมแต่ละขั้นตอนเน้นการสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา	4.40	0.54	4.20	0.44	4.40	0.54	4.40	0.54	4.35	0.48	มากที่สุด
รวม	4.46	0.18	4.66	0.23	4.80	0.18	4.13	0.18	4.51	0.31	มากที่สุด
2.6 สื่อและแหล่งเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	มากที่สุด
สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในมโนทัศน์และการแก้ปัญหา	5.00	0.0	5.00	0.0	4.00	0.0	5.00	0.0	4.75	0.44	มากที่สุด

ตารางที่ 59 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้กับผู้เรียนระดับนี้	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	มากที่สุด
รวม	5.00	0.0	5.00	0.0	4.66	0.0	5.00	0.0	4.91	0.14	มากที่สุด
2.7 การวัดและประเมินผล การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของรูปแบบการเรียนการสอน	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	4.20	0.44	4.80	0.41	มากที่สุด
มีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผน	5.00	0.0	5.00	0.0	5.00	0.0	4.20	0.44	4.80	0.41	มากที่สุด
ใช้วิธีวัดผลเหมาะสมกับมโนทัศน์และการแก้ปัญหาที่ต้องการวัด	4.80	0.44	4.20	0.44	4.40	0.54	4.20	0.44	4.40	0.50	มาก
เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลมีความเหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด	4.40	0.54	4.20	0.44	4.20	0.44	3.60	0.89	4.10	0.64	มาก
รวม	4.80	0.20	4.60	0.13	4.65	0.22	4.05	0.32	4.52	0.36	มากที่สุด
2.8 ข้อเสนอแนะสำหรับครู ข้อเสนอแนะมีประโยชน์สำหรับผู้สอน	4.80	0.44	5.00	0.0	4.80	0.44	4.80	0.44	4.85	0.36	มากที่สุด
มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน	5.00	0.0	4.80	0.44	4.80	0.44	5.00	0.0	4.90	0.30	มากที่สุด
รวม	4.90	0.22	4.90	0.22	4.80	0.27	4.90	0.22	4.87	0.22	มากที่สุด
รวมด้านที่ 2	**4.80**	**0.04**	**4.77**	**0.06**	**4.78**	**0.06**	**5.65**	**0.05**	**4.75**	**0.08**	**มากที่สุด**

ตารางที่ 59 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนที่ 1		แผนที่ 2		แผนที่ 3		แผนที่ 4		รวม		ระดับความเหมาะสม/สอดคล้อง
	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	$\bar{x}$	S.D	
3. การเรียบเรียงและการใช้ภาษา											
การเรียบเรียงและการใช้ภาษาภายในแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม อ่านเข้าใจง่าย	4.20	0.44	4.40	0.54	4.20	0.44	4.20	0.44	4.25	0.44	มาก
การใช้คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ มีความถูกต้องกับมโนทัศน์	4.20	0.44	4.20	0.44	4.40	0.54	4.20	0.44	4.25	0.44	มาก
รวมด้านที่ 3	**4.20**	**0.27**	**4.30**	**0.27**	**4.30**	**0.27**	**4.20**	**0.44**	**4.25**	**0.30**	มาก
รวมทุกด้าน	**4.62**	**0.10**	**4.67**	**0.07**	**4.69**	**0.09**	**4.59**	**0.17**	**4.64**	**0.11**	**มากที่สุด**

ภาคผนวก จ
ค่าสถิติ

ค่าสถิติ

1. ดัชนีความยากง่าย อำนาจจำแนกและ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์

2. ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

3. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

4. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5. การทดสอบอิทธิพลของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองและอิทธิพลของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีต่อคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลอง และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

6. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

7. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

8. การทดสอบอิทธิพลของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองและอิทธิพลของรูปแบบการเรียนการสอน ที่มีต่อคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

9. ความเชื่อมั่นในการให้คะแนนงานและภาระงานของผู้ประเมิน

ตารางที่ 60 ดัชนีความยากง่าย อำนาจจำแนกและ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางฟิสิกส์

ข้อที่	ดัชนีความยากง่าย Difficulty	ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination)
1	.4110	.203
2	.6986	.289
3	.5479	.213
4	.5479	.276
5	.7534	.255
6	.5753	.295
7	.2055	.364
8	.7123	.246
9	.8589	.256
10	.2466	.237
11	.6712	.436
12	.8082	.261
13	.3973	.424
14	.6301	.334
15	.3425	.502
16	.5616	.480
17	.6575	.262
18	.6027	.401
19	.2877	.355
20	.4384	.464
21	.2603	.652
22	.4521	.438
23	.4932	.375
24	.5890	.560
25	.3425	.666

ตารางที่ 60 (ต่อ)

ข้อที่	ดัชนีความยากง่าย Difficulty	ดัชนีอำนาจจำแนก (Discrimination)
26	.2192	.671
27	.2877	.372
28	.3699	.622
29	.2877	.533
30	.4932	.415
31	.6301	.590
32	.6027	.443
33	.5479	.507
34	.6575	.473
35	.7397	.303

ค่าดัชนีความเชื่อมั่น (Reliability) ขอบแบบทดสอบ(K-R 20) = .879

ตารางที่ 61 ค่าประสิทธิภาพของรูปแบบที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

คนที่	คะแนนระหว่างการใช้รูปแบบ				คะแนนหลังการใช้รูปแบบ (130)
	หน่วยที่ 1 (48)	หน่วยที่ 2 (154)	หน่วยที่ 3 (87)	หน่วยที่ 4 (50)	
1	38	126	74	42	105
2	33	119	63	42	106
3	37	110	74	39	111
4	37	126	68	45	115
5	35	117	73	36	100
6	39	114	66	46	95
7	42	135	79	46	115
8	40	123	78	47	107
9	39	148	80	47	124
10	30	121	65	39	111
11	35	113	73	45	105
12	34	116	77	42	105
13	40	130	80	46	125
14	34	110	71	45	103
15	35	123	75	42	90
16	40	125	61	35	104
17	40	112	67	45	104
18	42	114	64	41	108
19	40	124	69	45	89
20	34	101	66	36	112
21	37	121	77	45	109
22	39	127	68	42	102
23	30	109	65	46	102
24	30	117	65	40	98

ตารางที่ 61 (ต่อ)

คนที่	คะแนนระหว่างการใช้รูปแบบ				คะแนนหลังการใช้รูปแบบ
	หน่วยที่ 1 (48)	หน่วยที่ 2 (154)	หน่วยที่ 3 (87)	หน่วยที่ 4 (50)	(130)
25	33	127	79	42	105
26	34	118	72	43	108
27	38	111	75	46	88
28	40	110	75	46	96
29	39	131	60	41	97
30	33	124	65	38	110
31	40	123	74	41	108
32	39	124	75	40	111
33	40	135	80	45	110
34	37	122	71	36	93
35	40	118	68	38	96
36	34	132	73	43	104
37	37	132	63	40	110
38	43	123	76	46	108
39	39	126	69	45	105
40	33	130	80	45	120
รวม	1479	4867	2853	1699	4214

ตารางที่ 62 ค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2

	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	ประสิทธิภาพ
E_1	339	10898	272.45	80.37	80.37
E_2	130	4214	105.35	81.04	81.04

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง

T-TEST

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pretest	13.6000	40	3.66410	.57935
	posttest	23.4250	40	4.65688	.73632

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pretest & posttest	40	.458	.003

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	pretest - posttes	-9.82500	4.41378	.69788	11.23659	-8.41341	-14.078	39	.000

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

T-TEST

Group Statistics

	group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
posttest	1.00	40	12.5750	3.31189	.52366
	2.00	40	13.6000	3.66410	.57935

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper
posttest	Equal variances assumed	.194	.661	-1.313	78	.193	-1.02500	.78093	-2.57972	.52972
	Equal variances not assumed			-1.313	77.217	.193	-1.02500	.78093	-2.57997	.52997

การทดสอบอิทธิพลของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ก่อนการทดลองและอิทธิพลของรูปแบบการเรียนการสอนที่มีต่อคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลอง

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์หลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
model	1.00	40
	2.00	40

Descriptive Statistics

Dependent Variable: posttest

model	Mean	Std. Deviation	N
1.00	19.7750	5.13653	40
2.00	23.4250	4.65688	40
Total	21.6000	5.20613	80

Levene's Test of Equality of Error Variances(a)

Dependent Variable: posttest

F	df1	df2	Sig.
.844	1	78	.361

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+pretest+model

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	548.461(a)	2	274.230	13.258	.000
Intercept	1088.165	1	1088.165	52.607	.000
pretest	282.011	1	282.011	13.634	.000
model	187.070	1	187.070	9.044	.004
Error	1592.739	77	20.685		
Total	39466.000	80			
Corrected Total	2141.200	79			

a R Squared = .256 (Adjusted R Squared = .237)

Parameter Estimates

Dependent Variable: posttest

Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	16.020	2.130	7.520	.000	11.778	20.263
pretest	.544	.147	3.692	.000	.251	.838
[model=1.00]	-3.092	1.028	-3.007	.004	-5.139	-1.045
[model=2.00]	0[a]	.	.	.	.	.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนและหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลอง

T-TEST

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	pretest	5.4750	40	1.90798	.30168
	posttest	11.5250	40	3.80949	.60233

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	pretest & posttest	40	.497	.001

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	pretest - posttest	-6.05000	3.30462	.52251	-7.10687	-4.99313	-11.579	39	.000

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

T-TEST

Group Statistics

	group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
pretest	1.00	40	6.5500	3.06301	.48430
	2.00	40	5.4750	1.90798	.30168

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
pretest	Equal variances assumed	10.003	.002	1.884	78	.063	1.07500	.57058	-.06094	2.21094
	Equal variances not assumed			1.884	65.305	.064	1.07500	.57058	-.06442	2.21442

การทดสอบอิทธิพลของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนการทดลองและอิทธิพลของรูปแบบการเรียนการสอน ที่มีต่อคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาหลังการทดลอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
model	1.00	40
	2.00	40

Descriptive Statistics

Dependent Variable: posttest

model	Mean	Std. Deviation	N
1.00	6.5250	3.85631	40
2.00	11.5250	3.80949	40
Total	9.0250	4.56452	80

Levene's Test of Equality of Error Variances(a)

Dependent Variable: posttest

F	df1	df2	Sig.
6.346	1	78	.014

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a Design: Intercept+pretest+model

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1049.911(a)	2	524.955	67.817	.000
Intercept	91.603	1	91.603	11.834	.001
pretest	549.911	1	549.911	71.041	.000
model	716.155	1	716.155	92.517	.000
Error	596.039	77	7.741		
Total	8162.000	80			
Corrected Total	1645.950	79			

a R Squared = .638 (Adjusted R Squared = .628)

Parameter Estimates

Dependent Variable: posttest

Parameter	B	Std. Error	t	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Intercept	5.828	.806	7.226	.000	4.222	7.434
pretest	1.041	.123	8.429	.000	.795	1.286
[model=1.00]	-6.119	.636	-9.619	.000	-7.385	-4.852
[model=2.00]	0[a]	.	.	.	.	.

a. This parameter is set to zero because it is redundant.

ความเชื่อมั่นในการให้คะแนนงานและภาระงานของผู้ประเมิน

ตารางที่ 63 คะแนนรวมทุกงานและภาระงานของกลุ่มทดลองแต่ละคนจากการประเมินของผู้ประเมินทั้งสองคน (N = 40)

นักเรียนคนที่	คะแนน ผู้ประเมินที่1	คะแนน ผู้ประเมินที่2	นักเรียนคนที่	คะแนน ผู้ประเมินที่1	คะแนน ผู้ประเมินที่2
1	210	205	21	209	210
2	196	180	22	193	205
3	211	200	23	170	169
4	201	195	24	187	172
5	189	195	25	220	215
6	189	194	26	204	200
7	175	165	27	207	210
8	227	230	28	160	169
9	180	180	29	184	194
10	200	196	30	182	197
11	212	199	31	182	186
12	211	220	32	204	205
13	173	185	33	218	200
14	186	188	34	207	214
15	170	174	35	203	200
16	188	190	36	194	202
17	173	169	37	180	174
18	173	175	38	201	198
19	172	184	39	198	199
20	184	180	40	179	186

การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (γ) เท่ากับ 0.867 โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001

Correlations

		R1	R2
R1	Pearson Correlation	1	.867(**)
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	40	40
R2	Pearson Correlation	.867(**)	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	40	40

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ภาคผนวก ฉ

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา

คู่มือ
รูปแบบการเรียนการสอน ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

The Manual of Instructional Model that Enhances Conceptual understanding and Problem Solving in Upper Secondary Physics

แสงเดือน เจริญฉิม

คู่มือการใช้
รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา
ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

คู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนฉบับนี้ เป็นเอกสารที่อธิบายรายละเอียดของรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้ที่จะนำรูปแบบการเรียนการสอนนี้ไปใช้เข้าใจ เตรียมการ และใช้รูปแบบการเรียนการสอนนี้ให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน คู่มือฉบับนี้ประกอบด้วยสาระสำคัญ 10 ประการ ดังนี้

1. ความเป็นมาและความสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอน
2. แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน
3. หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน
4. จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้
6. การวัดและประเมินผล
7. แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้
8. เงื่อนไขการใช้รูปแบบการเรียนการสอน
9. สิ่งที่ผู้สอนต้องศึกษา
10. วิธีการปฏิบัติเพื่อจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ

ความสำคัญและความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของข้อมูลสารสนเทศ ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ต้องมีความสามารถในการคิดเชิงระบบ การคิดเชิงเหตุผล คิดแก้ปัญหาและตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลสารสนเทศ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) จึงเป็นทักษะหนึ่งที่จำเป็นสำหรับสำหรับผู้เรียนในยุคนี้ การพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ คือเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวันได้ คิดวิเคราะห์ มีวิจารณญาณในการตัดสินใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเป็น

สิ่งจำเป็นที่ต้องพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียนทุกคนในโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society)

จากปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ตกต่ำ ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผล คือ ครู/อาจารย์ ยังมีทัศนคติและวิธีสอนในรูปแบบเดิม กระบวนการเรียนรู้เน้นที่การสอนแบบครูเป็นผู้สั่งการมากเกินไป ผู้สอนยังยึดการสอนแบบบอกความรู้ นักเรียนส่วนมากจึงมักเกิดการเรียนรู้ในระดับความรู้ ความจำ และบางส่วนอาจจะไปถึงระดับความเข้าใจ มีน้อยมากที่ได้ถึงขั้นการนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล นักเรียนไม่เข้าใจในเชิงมโนทัศน์และไม่ได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาความสามารถในการคิด แสดงว่าการถ่ายทอดความรู้ของครูไม่เพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ต้องการได้ กระบวนการเรียนรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดของนักเรียน

ฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ และมีเป้าหมายเดียวกับวิทยาศาสตร์ คือผลผลิตที่เป็นตัวความรู้และกระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้ การที่จะมีความรู้ทางฟิสิกส์ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวความรู้ที่ถูกต้อง ดังนั้นการที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในวิชาฟิสิกส์จึงต้องใช้กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อปลูกฝังให้เกิดคุณสมบัติดังกล่าวแก่ผู้เรียน

แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยแนวคิดของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) และแนวคิดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) มีสาระสำคัญดังนี้

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist)

เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับความรู้และการเรียนรู้ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม สาระสำคัญของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ มี 4 ประการ ดังนี้

1. การเรียนรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย

2. ความขัดแย้งทางปัญญาเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)

3. พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation)

4. ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที โดยนำตนเองและควบคุมตนเอง ในการเรียนรู้ ครูทำหน้าที่ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน

การเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ (Conceptual Change) ของนักเรียน จากความรู้เดิมไปเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเป้าหมายเพื่อช่วยให้นักเรียนปรับโครงสร้าง (Accommodate) ทางสติปัญญาให้เข้ากับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สาระสำคัญจากแนวคิดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้มี 3 ประการ ดังนี้

1. การเรียนการสอนเป็นการพยายามที่จะเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนที่ถูกต้องกับมโนทัศน์ใหม่เพื่อพัฒนามโนทัศน์นั้น ๆ

2.วิธีการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียน ให้ถูกต้อง เป็นการเปลี่ยนสภาพของความคิดที่แตกต่างกัน เพื่อนักเรียนจะได้เห็นว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่สามารถเข้าใจได้ (Intelligible) มีเหตุผลฟังได้ (Plausible) และทำให้บรรลุผลเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ต่อไป (Fruitful)

3. การแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์จะเน้นการวางแผนการทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยหลักการในการจัดการเรียนการสอน 4 ประการ ดังนี้

1. การเรียนรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องโดยผ่านกิจกรรมการไตร่ตรอง (Reflective activity) กระบวนการซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้าง ทางปัญญา(Accommodation)

2. ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โดยการนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ครูทำหน้าที่ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน

3. การเรียนการสอนอยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนที่ถูกต้องกับ มโนทัศน์ใหม่

เพื่อพัฒนามโนทัศน์นั้น ๆ และมีความเห็นว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่สามารถเข้าใจได้ (Intelligible) มีเหตุผลฟังได้ (Plausible) และทำให้บรรลุผลเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ต่อไป (Fruitful)

4. กระบวนการแก้ปัญหาเน้นการสืบค้น การสำรวจตรวจสอบ การวางแผนการทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียน 2 ประการ คือ

1. เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ในรูปแบบ การรู้(knowing) ซึ่งหมายถึงความรู้ของนักเรียนบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง สาระ แนวคิดและกระบวนการ การรู้ครอบคลุม ความสามารถ 1) การนึกได้ จำได้ 2) การให้นิยาม 3) การบรรยาย 4) การให้ตัวอย่าง 5) การใช้เครื่องมือและกระบวนการ

2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในรูปแบบการใช้เหตุผล (Reasoning) หรือการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือสถานการณ์ที่เคยชิน ไปสู่สถานการณ์ใหม่ ๆ โดยใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ การใช้เหตุผลครอบคลุมทักษะ 1) การวิเคราะห์/การแก้ปัญหา 2) การบูรณาการ/การสังเคราะห์ 3) การตั้งสมมติฐาน/การคาดการณ์ 4) การออกแบบ/วางแผน 5) การสรุป 6) การสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป 7) การประเมิน และ 8) การให้เหตุผลยืนยันคำอธิบาย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจความรู้เดิม

เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจที่มีมาก่อนของผู้เรียน โดยผู้สอนค้นหาความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องทีจะสอน โดยการทดสอบ การสัมภาษณ์ การตอบคำถาม จำแนกความคิดเหล่านั้น นักเรียนตอบแบบสำรวจแนวคิด หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

ขั้นที่ 2 การเร้าความสนใจ

ผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมที่ใช้มีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน และถามคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม

ขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน

ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เปิดการอภิปรายให้กว้างขวาง เสนอพยานหลักฐานของความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและสร้างมโนทัศน์ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรมการปฏิบัติ (Hand-On) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์

ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาของตนเอง สอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน ฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

ขั้นที่ 5 การนำมโนทัศน์ไปใช้

ครูกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริง โดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 การประเมินผล

ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ครูสังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน และประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวัดและประเมินสมรรถนะ ของผู้เรียน 2 ด้าน คือ ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และด้านการแก้ปัญหา

1. **ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์** เป็นความรู้ของผู้เรียนบนพื้นฐานหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริง สาระ แนวคิดและกระบวนการ ซึ่งประเมินจากพฤติกรรมการแสดงออกดังนี้
   - ความรู้ความจำ หมายถึง รู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือข้อสารสนเทศ
   - ความเข้าใจ หมายถึง มีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
   - การนำไปใช้ หมายถึง การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
   - การวิเคราะห์ หมายถึง แยกแยะแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนๆให้เข้าใจได้ง่าย
   - การสังเคราะห์ หมายถึง รวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่
   - การประเมินค่า หมายถึง ตัดสินใจเลือก
2. **ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา** เป็นความสามารถด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วยทักษะกระบวนการ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญปัญหา การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ ซึ่งครอบคลุมการสืบเสาะหาความรู้ การสื่อสาร และการนำความรู้ไปใช้

การแก้ปัญหา หมายถึง มีการใช้กระบวนการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออกดังนี้

■ การทำความเข้าใจกับปัญหา

■ การวางแผนแก้ปัญหา

■ การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา

■ การตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง มีการเรียนรู้ที่เป็นระบบ โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออก ดังนี้

■ ความสนใจในเรื่องที่ศึกษา

■ การสำรวจและค้นหา

■ การอธิบายและลงข้อสรุป

■ การขยายความรู้

■ การประเมิน

การสื่อสาร หมายถึง มีการสื่อสารความรู้หรือแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ หรือความคิดเห็น โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออก ดังนี้

■ ให้ความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้

■ พูดหรือเขียนในรูปแบบที่เหมาะสม ชัดเจน และมีเหตุผล

■ อธิบายหรือเขียนสรุปเรื่องราวการสืบค้นจากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ

■ นำเสนอผลงานด้วยการบันทึก จัดแสดงผลงานหรือสาธิตสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง มีการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมการดำรงชีวิต และตระหนักในความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออก ดังนี้

■ ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

■ ใช้เทคโนโลยีช่วยออกแบบสิ่งประดิษฐ์ อุปกรณ์ และวิธีการแก้ปัญหา

■ รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางเทคโนโลยี เลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีวิจารณญาณ

แนวทางในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

การนำรูปแบบการเรียนการสอนไปสู่ห้องเรียนอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุดกับผู้เรียน เป็นเป้าหมายที่สำคัญของรูปแบบ ดังนั้นผู้ที่ศึกษาควรให้ความสำคัญกับองค์ประกอบของการเรียนการสอนต่อไปนี้

1. องค์ประกอบเกี่ยวกับผู้สอน สิ่งจำเป็นพื้นฐานสำหรับผู้สอนจะต้องมีคือ พื้นฐานทางความรู้ด้านวิชาการดีมีความสามารถเชี่ยวชาญในวิชาชีพที่จะทำการสอน และมีความรู้ความสามารถในการปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีการและกลวิธีการสอน มีทรรศนะต่อการสอนได้แก่ ความรักในตัวผู้เรียน รักวิชาที่จะสอน และรวมถึงรักการสอน

2. องค์ประกอบทางด้านผู้เรียน ข้อมูลส่วนตัวและพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สอนจะต้องศึกษาอย่างละเอียด อาทิเช่น ความสามารถในการเรียนรู้ ความคาดหวังต่อสิ่งที่เรียน วิธีการแสวงหาความรู้ซึ่งจะมีอิทธิพลและส่งผลต่อการเรียนรู้ การสร้างความเข้าใจต่อผู้เรียน ผู้สอนจะต้องพยายามที่จะเข้าใจถึงเหตุและผลของการกระทำต่าง ๆ ของผู้เรียน ผู้สอนต้องสร้างโอกาสเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และเปิดทางเลือกในกิจกรรมการเรียนการสอน ให้โอกาสผู้เรียนที่มีอิสระในการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาศักยภาพที่เขามีอยู่ให้ได้มากที่สุดเท่าทีจะทำได้

3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนจะเป็นผู้สร้างบรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ ซึ่งในที่นี้จะเสนอบรรยากาศที่จะช่วยพัฒนาผู้เรียนและการเรียนการสอนให้ดำเนินไปตามรูปแบบการเรียนการสอน ดังนี้

บรรยากาศที่ท้าทาย : เป็นการกระตุ้นให้เกิดกำลังใจ เพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียน ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้สึกว่า ผู้สอนมีความเชื่อมั่นในความสามารถของผู้เรียนที่จะทำงานนั้น ทำให้ผู้เรียนรู้สึกมีอิสระและภูมิใจที่จะทำ

บรรยากาศที่อิสระ : การช่วยให้ผู้เรียนยอมรับนับถือตนเอง (self esteem) ผู้เรียนมีโอกาสที่จะเลือก ตัดสินใจต่อสิ่งที่มีคุณค่าและมีความหมาย

บรรยากาศที่มีการยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน : ผู้สอนเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญ สร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนจะช่วยให้เขายอมรับนับถือในตนเองซึ่งจะส่งผลต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนโดยตรง

บรรยากาศความมีวินัยแห่งตน : ผู้เรียนที่อยู่ในบรรยากาศที่เป็นกันเองจะมีการพัฒนาความมั่นใจในตนเองได้ดีกว่า ผู้เรียนที่อยู่ในบรรยากาศที่มีการควบคุม แต่กระบวนการเรียนการสอนจะดำเนินไปได้ต้องมีลำดับขั้นตอน ผู้สอนต้องชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจและขอความร่วมมือ

มากกว่าที่จะสร้างเงื่อนไข เพราะความรับผิดชอบและวินัยในการเรียนรู้จะต้องเกิดจากการตกลงร่วมกันทั้งสองฝ่าย ไม่ได้เกิดจากผู้สอนเป็นผู้กำหนด

เงื่อนไขในการใช้รูปแบบการเรียนการสอน

1. รูปแบบการเรียนการสอนนี้ เน้นการสร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน

2. รูปแบบการเรียนการสอน ใช้กระบวนการเรียนรู้ที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนการสอน 6 ขั้น คือการสำรวจความรู้เดิม การตรวจสอบมโนทัศน์ การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน การนำมโนทัศน์ไปใช้ และการประเมินผล ผู้นำรูปแบบการสอนไปใช้ควรดำเนินการสอนตามขั้นตอนการสอนในทุก ๆ ขั้น เพื่อให้รูปแบบการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด

3. รูปแบบการเรียนการสอนนี้เหมาะกับนักเรียนที่มีอายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไปซึ่งเป็นขั้น Formal operations ตามแนวความคิดของ Piaget นักเรียนในขั้นนี้มีพัฒนาการทางด้านความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่เป็นนามธรรม และมีความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับปัญหาทุกชนิด สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีระบบระเบียบ สามารถคิดถึงตัวแปรต่าง ๆ ได้ในเวลาเดียวกัน สามารถนำหลักการไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

สิ่งที่ผู้สอนต้องศึกษาก่อนนำรูปแบบการเรียนการสอนไปใช้

1. ผู้สอนควรศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบการเรียนการสอนก่อน จากนั้นจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ และจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอนและจัดทำรายการแหล่งเรียนรู้

2. ผู้สอนควรศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ คำอธิบายรายวิชา เพื่อนำมาวิเคราะห์งาน/ภาระงาน และนำไปออกแบบการเรียนกิจกรรมการเรียนรู้

3. ผู้สอนควรวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับตัวผู้เรียน เช่น อายุ ความสนใจ วิธีการเรียน (Learning Style) พื้นฐานความรู้ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการกำหนดกิจกรรมการเรียนให้มีประสิทธิภาพต่อผู้เรียน

4. ผู้สอนจะต้องศึกษาขั้นตอนการสอนทั้ง 6 ขั้นที่กล่าวมาแล้วให้เข้าใจอย่างท่องแท้ แล้วจึงดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนตามขั้นตอนการสอนดังกล่าว

วิธีการปฏิบัติเพื่อการจัดเตรียมสิ่งต่าง ๆ

1. จัดเตรียมผู้สอนให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในเนื้อหาที่สอน มีความสามารถในวิธีการสอนและศึกษากระบวนการในการนำรูปแบบการเรียนการสอนไปสู่ห้องเรียนอย่างละเอียดและชัดเจน

2. จัดเตรียมเครื่องมือ สื่อ/อุปกรณ์ วัสดุการสอน แหล่งเรียนรู้ แหล่งบริการสนับสนุนที่ส่งเสริมการสอนตลอดจนเครื่องมือการวัดและประเมิน

3. จัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการส่งเสริมการเรียนรู้ เช่น ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเรียน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้ปกครอง

CUPS :

Conceptual Understanding and Problem Solving Instructional Model

Sangduan Charoenchim

May 2010

ความสำคัญและความเป็นมาของรูปแบบการเรียนการสอน

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของข้อมูลสารสนเทศ ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ต้องมีความสามารถในการคิดเชิงระบบ การคิดเชิงเหตุผล คิดแก้ปัญหาและตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลสารสนเทศ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) จึงเป็นทักษะหนึ่งที่จำเป็นสำหรับสำหรับผู้เรียนในยุคนี้ การพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ คือเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์พื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวันได้ คิดวิเคราะห์ มีวิจารณญาณในการตัดสินใจในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียนทุกคนในโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งความรู้ (Knowledge Based Society)

จากปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ตกต่ำ ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผล คือ ครู/อาจารย์ ยังมีทัศนคติและวิธีสอนในรูปแบบเดิม กระบวนการเรียนรู้เน้นที่การสอนแบบครูเป็นผู้สั่งการมากเกินไป ผู้สอนยังยึดการสอนแบบบอกความรู้ นักเรียนส่วนมากจึงมักเกิดการเรียนรู้ในระดับความรู้ ความจำ และบางส่วนอาจจะไปถึงระดับความเข้าใจ มีน้อยมากที่ได้ถึงขั้นการนำไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล นักเรียนไม่เข้าใจในเชิงมโนทัศน์และไม่ได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาความสามารถในการคิด แสดงว่าการถ่ายทอดความรู้ของครูไม่เพียงพอที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่ต้องการได้ กระบวนการเรียนรู้จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยพัฒนาด้านสติปัญญาและความคิดของนักเรียน

ฟิสิกส์เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ และมีเป้าหมายเดียวกับวิทยาศาสตร์ คือผลผลิตที่เป็นตัวความรู้และกระบวนการที่ได้มาซึ่งความรู้ การที่จะมีความรู้ทางฟิสิกส์ต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้มาซึ่งตัวความรู้ที่ถูกต้อง ดังนั้นการที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจในวิชาฟิสิกส์จึงต้องใช้กระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อปลูกฝังให้เกิดคุณสมบัติดังกล่าวแก่ผู้เรียน

แนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

แนวคิดพื้นฐานของรูปแบบการเรียนการสอน ประกอบด้วยแนวคิดของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist) และแนวคิดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle) มีสาระสำคัญดังนี้

ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ (Constructivist)

เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับความรู้และการเรียนรู้ ซึ่งเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม สาระสำคัญของทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ มี 4 ประการ ดังนี้

1. การเรียนรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง ผลการเรียนรู้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย

2. ความขัดแย้งทางปัญญาเกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน สิ่งแวดล้อม สถานการณ์ และความขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดกิจกรรมไตร่ตรอง (Reflective Activity) การไตร่ตรองเป็นองค์ประกอบหลักที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา (Cognitive Restructuring)

3. พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านทางกระบวนการซึมซับ(Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation)

4. ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ครูทำหน้าที่ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน

การเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle)

เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์(Conceptual Change)ของนักเรียนจากความรู้เดิมไปเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และมีเป้าหมายเพื่อช่วยให้นักเรียนปรับโครงสร้าง (Accommodate) ทางสติปัญญาให้เข้ากับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ สาระสำคัญจากแนวคิดการเรียนรู้แบบวงจรการเรียนรู้ มี 3 ประการ ดังนี้

1. การเรียนการสอนเป็นการพยายามที่จะเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนที่ถูกต้องกับมโนทัศน์ใหม่เพื่อพัฒนา มโนทัศน์นั้น ๆ

2. วิธีการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลง มโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนให้ถูกต้องเป็นการเปลี่ยนสภาพของความคิดที่แตกต่างกัน เพื่อนักเรียนจะได้เห็นว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่สามารถเข้าใจได้ (Intelligible) มีเหตุผลฟังได้ (Plausible) และทำให้บรรลุผลเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ต่อไป (Fruitful)

3. การแก้ปัญหาในวิชาวิทยาศาสตร์จะเน้นการวางแผนการทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

หลักการของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยหลักการในการจัดการเรียนการสอน 4 ประการ ดังนี้

1. การเรียนรู้ คือการสร้างความหมายที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างขึ้นอย่างเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง โดยผ่านกิจกรรมการไตร่ตรอง (Reflective activity) กระบวนการซึมซับ (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้าง ทางปัญญา(Accommodation)

2. ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ โดยการนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ ครูทำหน้าที่ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน

3. การเรียนการสอนอยู่บนพื้นฐานของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เพื่อเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง หรือเป็นการเชื่อมโยงมโนทัศน์เดิมของผู้เรียนที่ถูกต้องกับ มโนทัศน์ใหม่เพื่อพัฒนามโนทัศน์นั้น ๆ และมีความเห็นว่าความคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดที่สามารถเข้าใจได้ (Intelligible) มีเหตุผลฟังได้ (Plausible) และทำให้บรรลุผลเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้ต่อไป (Fruitful)

4. กระบวนการแก้ปัญหาเน้นการสืบค้น การสำรวจตรวจสอบ การวางแผนการทดลอง การรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อจุดประสงค์ในการค้นพบและอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

จุดมุ่งหมายของรูปแบบการเรียนการสอน

รูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียน 2 ประการ คือ

1. เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ ในรูปแบบการรู้(knowing) ซึ่งหมายถึง ความรู้ของนักเรียนบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง สาระ แนวคิดและกระบวนการ การรู้ครอบคลุม ความสามารถ 1) การนึกได้ จำได้ 2) การให้นิยาม 3) การบรรยาย 4) การให้ตัวอย่าง 5) การใช้เครื่องมือและกระบวนการ

2. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในรูปแบบการใช้เหตุผล (Reasoning) หรือการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ที่มากกว่าปัญหาหรือสถานการณ์ที่เคยชิน ไปสู่สถานการณ์ใหม่ ๆ โดยใช้เหตุผลจากหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบ การใช้เหตุผลครอบคลุมทักษะ 1) การวิเคราะห์/การแก้ปัญหา 2) การบูรณาการ/การสังเคราะห์ 3) การตั้งสมมติฐาน/การคาดการณ์ 4) การออกแบบ/วางแผน 5) การสรุป 6) การสร้างกฎเกณฑ์ทั่วไป 7) การประเมิน และ 8) การให้เหตุผลยืนยันคำอธิบาย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหา ในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสำรวจความรู้เดิม

เป็นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ ความเข้าใจที่มีมาก่อนของผู้เรียน โดยผู้สอนค้นหาความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียน ตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องที่จะสอน โดยการทดสอบ การสัมภาษณ์ การตอบคำถาม จำแนกความคิดเหล่านั้น นักเรียนตอบแบบสำรวจแนวคิด หรือทำกิจกรรมอื่น ๆ เพื่อค้นหาความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

ขั้นที่ 2 การเร้าความสนใจ

ผู้สอนจัดหาประสบการณ์จูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยการใช้กิจกรรมสั้น ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ ความอยากรู้ อยากเห็น กิจกรรมที่ใช้มีความสัมพันธ์กันของประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผ่านมากับประสบการณ์การเรียนในปัจจุบัน และถามคำถามปลายเปิดที่ให้นักเรียนเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรม

ขั้นที่ 3 การทำมโนทัศน์ให้ชัดเจน

ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการแลกเปลี่ยนความคิดของนักเรียน เปิดการอภิปรายให้กว้างขวาง เสนอพยานหลักฐานของความคิดของนักวิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทดสอบการทำนาย การตั้งสมมุติฐาน การอภิปรายกับกลุ่มเพื่อน การบันทึกผลการสังเกตและสร้างมโนทัศน์ สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนับสนุนซึ่งกันและกัน นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำกิจกรรมการปฏิบัติ (Hand-On) การสร้างโมเดล (Model Building) การใช้คอมพิวเตอร์ และกิจกรรมกลุ่ม

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบมโนทัศน์

ผู้สอนส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิด โดยใช้ภาษาของตนเอง สอบถามถึงหลักฐานและความชัดเจนในการอธิบายของนักเรียน ฟังอย่างวิเคราะห์กับการอธิบายของนักเรียน และใช้ความรู้เดิมหรือประสบการณ์ที่มีมาก่อนของนักเรียนเป็นพื้นฐานในการอภิปราย

ขั้นที่ 5 การนำมโนทัศน์ไปใช้

ผู้สอนกระตุ้นและขยายความรู้ ความเข้าใจในมโนทัศน์ และทักษะของนักเรียนโดยผ่านประสบการณ์ใหม่ ๆ นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ใช้มโนทัศน์กับประสบการณ์ในชีวิตจริงโดยผ่านกระบวนการแก้ปัญหา การตัดสินใจ นักเรียนนำความเข้าใจในมโนทัศน์ไปประยุกต์โดยการสร้างกิจกรรมที่เพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 6 การประเมินผล

ส่งเสริมให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ครูสังเกต ความรู้และทักษะ การประยุกต์มโนทัศน์ใหม่และการเปลี่ยนแปลงความคิดของนักเรียน ประเมินความก้าวหน้าของนักเรียน และประเมินการบรรลุจุดประสงค์ทางการศึกษา

การวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลตามรูปแบบการเรียนการสอนที่สร้างเสริมมโนทัศน์และการแก้ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการวัดและประเมินสมรรถนะ ของผู้เรียน 2 ด้าน คือ ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์ และด้านการแก้ปัญหา

1. **ด้านมโนทัศน์ทางฟิสิกส์** เป็นความรู้ของผู้เรียนบนพื้นฐานหลักการ ทฤษฎี ข้อเท็จจริงสาระ แนวคิดและกระบวนการ ซึ่งประเมินจากพฤติกรรมการแสดงออกดังนี้

- ความรู้ความจำ หมายถึง รู้ข้อเท็จจริง จำได้หรือระลึกถึงข้อมูลหรือ ข้อสารสนเทศ
- ความเข้าใจ หมายถึง มีความเข้าใจและสามารถอธิบายได้
- การนำไปใช้ หมายถึง การนำความรู้ไปใช้กับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง
- การวิเคราะห์ หมายถึง แยกแยะแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจได้ง่าย
- การสังเคราะห์ หมายถึง รวบรวมความรู้และข้อเท็จจริงเพื่อสร้าง องค์ความรู้ใหม่
- การประเมินค่า หมายถึง ตัดสินใจเลือก

2. ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถด้านกระบวนการเรียนรู้ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญปัญหา การประยุกต์ความรู้ การลงมือปฏิบัติที่แสดงออกถึงทักษะเชาว์ปัญญาและทักษะปฏิบัติ ซึ่งครอบคลุมการสืบเสาะหาความรู้ การสื่อสาร และการนำความรู้ไปใช้

➢ การแก้ปัญหา หมายถึง มีการใช้กระบวนการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออก ดังนี้

➢ การทำความเข้าใจกับปัญหา

➢ การวางแผนแก้ปัญหา

➢ การลงมือแก้ปัญหาและประเมินผลการแก้ปัญหา

➢ การตรวจสอบการแก้ปัญหาและนำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้กับปัญหาอื่น

การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง มีการเรียนรู้ที่เป็นระบบ โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออก ดังนี้

➢ ความสนใจในเรื่องที่ศึกษา

➢ การสำรวจและค้นหา

➢ การอธิบายและลงข้อสรุป

➢ การขยายความรู้

➢ การประเมิน

การสื่อสาร หมายถึง มีการสื่อสารความรู้หรือแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ หรือความคิดเห็น โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออก ดังนี้

➢ ให้ความคิดเห็นหรือแลกเปลี่ยนความรู้

➢ พูดหรือเขียนในรูปแบบที่เหมาะสม ชัดเจน และมีเหตุผล

➢ อธิบายหรือเขียนสรุปเรื่องราวการสืบค้นจากแหล่งการเรียนรู้ ต่าง ๆ

➢ นำเสนอผลงานด้วยการบันทึก จัดแสดงผลงานหรือสาธิตสื่อสารด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ

การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง มีการนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมการดำรงชีวิต และตระหนักในความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยผู้เรียนมีพฤติกรรมการแสดงออก ดังนี้

- ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ใช้เทคโนโลยีช่วยออกแบบสิ่งประดิษฐ์ อุปกรณ์ และวิธีการแก้ปัญหา
- รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางเทคโนโลยี เลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างมีวิจารณญาณ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางแสงเดือน เจริญฉิม

ที่อยู่ 1/1123 ถนนมาลัยแมน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

ที่ทำงาน โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2527	สำเร็จการศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา วิชาเอกคณิตศาสตร์-ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2530	สำเร็จการศึกษาปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ. 2549	สำเร็จการศึกษาปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม
พ.ศ. 2549	ศึกษาต่อปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2530-2539	อาจารย์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
พ.ศ. 2540-ปัจจุบัน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา