การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

โดย

นางสาวชุติมา พันธุมาตร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

โดย
นางสาวชุติมา พันธุมาตร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF PROBLEM - SOLVING ABILITY IN PHYSICS AND SCIENTIFIC MIND FOR TENTH GRADE STUDENTS BY LEARNING MANAGEMENT OF DESIGN THINKING

By

MISS Chutima PANTUMART

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Education (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ
โดย	ชุติมา พันธุมาตร์
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติคม คาวีรัตน์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติคม คาวีรัตน์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรัณย์พล วิวรรธมงคล)

61263302 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ, ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์, จิตวิทยาศาสตร์

นางสาว ชุติมา พันธุมาตร์: การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติคม คาวีรัตน์

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 3) เพื่อประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ และ 4) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 มีนักเรียนจำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการการวิจัย ได้แก่ 1) หน่วยการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 หน่วย 2) แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 3) แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า

1) ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ 80.33/84.00

2) ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับดี

3) จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิง อยู่ในระดับมาก

4) ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง

61263302 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)
Keyword : DESIGN THINKING PROCESS, SOLVING ABILITY IN PHYSICS, SCIENTIFIC MIND

MISS CHUTIMA PANTUMART : THE DEVELOPMENT OF PROBLEM - SOLVING ABILITY IN PHYSICS AND SCIENTIFIC MIND FOR TENTH GRADE STUDENTS BY LEARNING MANAGEMENT OF DESIGN THINKING THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR KITTIKOM KAVEERAT, Ph.D.

The aims of this research were 1) to develop learning management of design thinking to enhance problem-solving ability in physics problems with an efficiency criterion of 80/80, 2) to investigate the problem-solving ability after using design thinking approach, 3) to evaluate the scientific mind of students after learning management through design thinking, and 4) to study the relationship between the ability to solve physics problems and the scientific mind of tenth grade students. The sample in this research were 20 students of tenth grade class one Srakrachomsoponpittaya school, Don Chedi district Suphanburi province, in the first semester of the academic year 2020. The sample was selected by using cluster random sampling method, using a class as a cluster. The research tools were 1) three units of learning management of design thinking for tenth grade students, 2) physics problem-solving ability assessment form, 3) scientific mind assessment of tenth grade students after using the design thinking approach. Analyze data to find a mean score and standard deviation.

The results of this study:

1) The developed learning management of design thinking to enhance problem-solving ability in physics problems and the scientific mind of tenth grade students had an efficiency value of 80.33/84.00

2) The ability to solve physics problems of tenth grade students after using the design thinking approach was at a good level.

3) The scientific mind of tenth grade students after using the design thinking approach was at an excellent level.

4) The relationship between the ability to solve physics problems and the scientific mind of tenth grade students were at a moderate level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา อนุเคราะห์ และได้ให้คำปรึกษาแนะนำอย่างดียิ่ง จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติคม คาวีรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเรียบร้อย รวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม ประธานกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.กรัณย์พล วิวรรธมงคล ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่อง ให้ความกระจ่างและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ อาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกาแพงแสน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูชิต ภูชำนิ อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี และอาจารย์ ดร.จิระ ดีช่วย ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล กรุงเทพมหานคร ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือทุกฉบับ ซึ่งส่งผลให้การวิจัยมีความครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียน โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ขอขอบคุณพี่ เพื่อน น้อง นักศึกษาสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน และนางสาวสุดารัตน์ คงวิเขียร ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำ และเป็นกำลังใจตลอดมา

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ ที่จุดประกายให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาตนเองทางด้านการศึกษา ตลอดจนครอบครัวพันธุมาตร์ ที่สนับสนุนและให้โอกาสผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

ชุติมา พันธุมาตร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญแผนภูมิ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

กรอบแนวคิดการวิจัย 5

คำถามการวิจัย 8

วัตถุประสงค์การวิจัย 9

สมมติฐานการวิจัย 9

ขอบเขตของการวิจัย 9

นิยามศัพท์เฉพาะ 11

ประโยชน์ที่ได้รับ 13

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 14

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี 14

แนวคิด เกี่ยวกับแนวคิดเชิงออกแบบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 30

แนวคิด เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และงานวิจัยเกี่ยวข้อง 38

แนวคิด เกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 44

การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ 55
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 58
ระเบียบวิธีวิจัย 58
แบบแผนการวิจัย 59
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 60
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 61
การเก็บรวบรวมข้อมูล 82
การวิเคราะห์ข้อมูล 83
สรุปวิธีการดำเนินงานวิจัย 86
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 88
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 89
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 90
ตอนที่ 3 การศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 92
ตอนที่ 4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ 96
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 99
สรุปผลการวิจัย 99
อภิปรายผล 100
ข้อเสนอแนะ 103
รายการอ้างอิง 105
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ 111

ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย หนังสือขอทดลองเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และหนังสือขออนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย 113

ภาคผนวก ค การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 119

ภาคผนวก ง การตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย 127

ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 142

ภาคผนวก ฉ คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 188

ภาคผนวก ช รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 292

ประวัติผู้เขียน 302

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐาน ว 2.2 และ มาตรฐาน ว 2.3..... 21

ตารางที่ 2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา 24

ตารางที่ 3 โครงสร้างวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101..... 27

ตารางที่ 4 ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ .... และพลังงาน..... 29

ตารางที่ 5 สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ..... 33

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 41

ตารางที่ 7 แบบแผนการวิจัย 60

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิง . 62

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 75

ตารางที่ 10 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 77

ตารางที่ 11 วิธีดำเนินการวิจัย..... 86

ตารางที่ 12 การคำนวณหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 89

ตารางที่ 13 ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการ .. เรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 91

ตารางที่ 14 จิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิง ออกแบบ 92

ตารางที่ 15 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 96

ตารางที่ 16 ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้..... 97

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาหน่วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ . 120

ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์122

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ 125

ตารางที่ 20 ค่าประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 128

ตารางที่ 21 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากแบบประเมินความสามารถในการแก้ . ปัญหาฟิสิกส์ รายหน่วยการจัดการเรียนรู้ 129

ตารางที่ 22 คะแนนประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 130

ตารางที่ 23 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 1 131

ตารางที่ 24 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 2 134

ตารางที่ 25 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3 137

ตารางที่ 26 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์.. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 140

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 8
แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 74
แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 79
แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ 81

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มนุษย์ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาสังคม นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาหลัก ด้านวิชาการ ทักษะที่จำเป็นเพื่อให้ประสบความสำเร็จในโลกทุกวันนี้ เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการสื่อสารและการร่วมมือช่วยเหลือ และทักษะการแก้ปัญหาการคิดสร้างสรรค์ (อรุณี วิริยะจิตรา และคณะ, 2555) ซึ่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ระบุว่า การที่นักเรียนจะสามารถพัฒนาศักยภาพของแต่ละคนได้ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน ซึ่งต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างของนักเรียน โดยมีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการการเผชิญกับสถานการณ์ (กรมวิชาการ, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2541) ที่ได้กล่าวว่า นอกจากนักเรียนจะมีความรู้แล้ว ต้องมีความคิด เป็นคนที่รอบคอบ คิดหลายชั้น คิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ และกระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ สำหรับในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนสู่สังคมวิทยาศาสตร์ ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีการคิด มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินในโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและสามารถตรวจสอบได้ สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนของทุกประเทศ

จากการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ผู้ที่สามารถอยู่ในสังคมได้อย่างเหมาะสม ควรเป็นผู้ที่ใช้เครื่องมือในการแสวงหาความรู้และการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและมีความสุข โดยการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ตลอดจนการส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตรและให้โอกาสนักเรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (กรมวิชาการ, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) การพัฒนาปัจจัยพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์ในทุกด้าน ได้แก่ การวิจัยและพัฒนาการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม รวมถึงการพัฒนาคนในภาพรวมให้เป็น

มนุษย์ที่สมบูรณ์ในทุกช่วงวัย เพื่อเป็นแรงขับเคลื่อนบริหารการจัดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นสภาพแวดล้อมการดำเนินชีวิตได้อย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนามนุษย์จากการยกระดับคุณภาพการศึกษา การเรียนรู้ การพัฒนาทักษะ ให้สามารถนำความรู้ไปปรับใช้และมีความสุขในการดำรงชีวิตให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสังคมโลกและมีศักยภาพพร้อมที่จะแข่งขันและพร้อมที่จะร่วมมือกันอย่างสร้างสรรค์

ดังที่รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2560 มาตรา 69 รัฐพึงจัดให้มีและส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศิลปะวิทยาการแขนงต่าง ๆ ให้เกิดความรู้ การพัฒนาและนวัตกรรม เพื่อความเข้มแข็งของสังคมและเสริมสร้างความสามารถของคนในชาติ การจัดการศึกษาของประเทศไทยมีการกำหนดเป้าหมายเน้นทักษะการคิด เพื่อสร้างองค์ความรู้ ค้นหาความรู้ มีความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณในการเลือกการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ อย่างถูกต้องและเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม พัฒนาให้ประชาชนคนไทยเป็นผู้มีความรอบรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถอยู่ในสังคมได้ด้วยมืออาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ปีพุทธศักราช 2545 หมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 23 การจัดการศึกษา เน้นทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษาในเรื่องความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมาตรา 24 จัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาดำเนินการฝึกทักษะกระบวนการคิด จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อในแก้ไขปัญหา

โดยวิทยาศาสตร์จะมีบทบาทสำคัญอย่างอย่างยิ่งในสังคมของโลกปัจจุบันและโลกแห่งอนาคตข้างหน้า เพราะว่าวิทยาศาสตร์ จะเข้าไปเกี่ยวข้องกับทุก ๆ คน ทั้งในชีวิตประจำวันหรือแม้แต่งานการอาชีพต่าง ๆ รวมไปจนถึงเครื่องมือหรือเครื่องใช้ ผลผลิตและเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มนุษย์อย่างเราได้ใช้ในการอำนวยความสะดวกและความสบายทั้งในด้านการทำงานต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ และอีกอย่างวิชาวิทยาศาสตร์ยังช่วยให้มนุษย์โลกได้พัฒนาวิธีการคิด ทั้งที่คิดให้เป็นเหตุเป็นผล คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดแล้วนำมาวิเคราะห์ คิดแล้วสามารถวิจารณ์ได้อย่างมีเหตุผล รวมทั้งมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ และทำให้มนุษย์มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบได้ตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่มีที่มาและสามารถตรวจสอบได้ และที่สำคัญวิทยาศาสตร์ยังเป็นวัฒนธรรมสมัยใหม่ของโลก ซึ่งโลกกลายเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้น มนุษย์ทุกคนจึงจำเป็นต้องรู้และได้รับการพัฒนาเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจในธรรมชาติ เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีในโลกที่ถูกสร้างขึ้น และสามารถนำความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่ไปใช้อย่างมีเหตุผล (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

อย่างไรก็ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กำหนดสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์และจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) จากสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จะเห็นได้ว่านอกจากนักเรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในการหาความรู้และแก้ปัญหาแล้วนักเรียนจะต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ด้วยซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดวามรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของการเรียนรู้ เกิดเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนใฝ่รู้ใฝ่เรียนในวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมอีกทั้งยังส่งผลให้นักเรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างสงบสุข ซึ่งสอดคล้องกับ สิริลักษณ์ สาระชาติ (2553) ที่กล่าวไว้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตปัจจุบัน เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในบุคคล เพราะเป็นการพัฒนาคุณภาพของบุคคล โดยเฉพาะผู้ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่จะสร้างบุคคลให้สมบูรณ์ มีความสามารถในการคิดขั้นสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีระเบียบวิธีการในการดำเนินชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังพัฒนา ผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่รู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติ ตลอดจนเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างฉลาดและมีประสิทธิภาพซึ่งทำให้เขาทำงานและอยู่ในสังคมประชาธิปไตยได้อย่างดียิ่ง จิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย คุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผลการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัย พบว่า ผลการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ วิชาเคมี และวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นสาขาวิชาที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์กับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสมาคมฟิสิกส์ได้ลงไว้ในวารสารเมื่อปี 2551 กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการคิดพื้นฐานที่มีผลโดยตรงต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในรายวิชาฟิสิกส์ที่มีการเน้นการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้กับนักเรียน (สมาคมฟิสิกส์ไทย, 2551) พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่มีจุดเน้นในเรื่องแนวคิดวิทยาศาสตร์และทักษะการสำรวจตรวจสอบ/ทักษะการทดลอง แต่ยังไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองและครูบางคนได้สอน โดยการเน้นความจำมากกว่าการคิดขั้นสูง ในขณะที่ครูบางคนได้เน้นกระบวนการคิดในการสอนแต่ยังไม่ได้เน้นกระบวนการคิดในการประเมิน

ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ครูเป็นผู้กำหนดแนวทางในการทำกิจกรรมให้กับนักเรียนในทุกขั้นตอน (Structured inquiry) ข้อแนะนำควรเพิ่มกิจกรรมที่ครูมีการแนะแนวทางให้และเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบกิจกรรมด้วยตนเอง (Guided inquiry) และเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และผลการทดสอบ Programme for International Student Assessment 2018 หรือ PISA ซึ่งมีการประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัยจบการศึกษาภาคบังคับ ผลการประเมิน พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 426 คะแนน สะท้อนให้เห็นว่า ประเทศไทยมีความล้มเหลวในด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดการคิดที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน รายงานดังกล่าวบ่งบอกว่าประเทศไทยกำลังประสบปัญหาด้านการศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b) ได้กล่าวถึง จุดประสงค์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนควรได้รับการพัฒนาความรู้ควบคู่กับการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนปฏิบัติตนอย่างมีเหตุผล ดังนั้น การที่ครูผู้สอนจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนฝึกฝนการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างสรรค์องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตได้ หากพบว่านักเรียนมีลักษณะใฝ่รู้เพียรพยายามใช้เหตุผลอย่างเป็นระบบ เห็นคุณค่าของตนเองแต่มีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 65% ส่งผลให้เกิดความยากลำบากต่อการจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดได้ ดังนั้น ครูผู้สอนต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะและจิตสำนึกของนักเรียนให้มีจิตวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับผู้วิจัยได้ทำการสำรวจผลการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พบว่า นักเรียนมีผลการทดสอบตามมาตรฐานต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 และเมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในตัวชี้วัด ว 2.2 ม.4-6/1-10, ว 2.3 ม.4-6/1-12 ปีการศึกษา 2561 - 2562 มีค่าเฉลี่ยที่ผ่านเกณฑ์อยู่ที่ 60.75 และ 52.25 ซึ่งลดลงตามลำดับ และการจัดการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยากำลังประสบปัญหาในหลายด้าน ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้ของครู ที่เน้นการบรรยายทฤษฎีและเน้นการคำนวณในส่วนของการแก้โจทย์มากจนเกินไป 2) การผลิตและการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ของครู ไม่มีความหลากหลาย นักเรียนไม่เห็นเป็นรูปธรรม ทำให้จินตนาการและวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ 3) การเข้าใจให้เป็นรูปธรรมของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ 4) ทักษะกระบวนการออกแบบชิ้นงาน โดยการใช้ความรู้ที่เรียนได้ 5) การสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนไม่มีความหลากหลาย และ 6) นักเรียนไม่มีการทดลองจริง เรียนรู้เฉพาะในหนังสือเรียน ทำให้นักเรียนไม่มีจิตวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวทางจัดการเรียนรู้สำคัญที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานจากปัญหา สถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อให้ได้สื่อการสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจในรายวิชาฟิสิกส์มากขึ้น และมีจิตวิทยาศาสตร์ที่ดี นั่นคือ แนวคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ตลอดจนการส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 สร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ ขั้นที่ 4 นำเสนอ และขั้นที่ 5 สะท้อนผลและประเมิน และมีรายงานวิจัยของคณะทำงาน REDlab (Research in Education and Design Lab) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า การคิดเชิงออกแบบได้ถูกบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาทางวิชาการและเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมเนื้อหาทางวิชาการที่เป็นสหวิทยาการได้อย่างกว้างขวาง (Carroll et al, 2010) ทั้งนี้ในการจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบกระบวนการคิดเชิงออกแบบยังเป็นประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ที่สามารถสร้างประสบการณ์ที่หลากหลาย และส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหา และมีความสนใจที่จะนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบสถานการณ์ปัญหา มุ่งเน้นให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้และทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง ระดมสมองหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายผ่านการลงมือสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานที่สามารถตอบโจทย์ปัญหาที่ท้าทายนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ซึ่งพบว่าสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ เพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ จะส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์ และได้นำความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน มีดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหานั้น โดยอาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์ สำหรับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ Kumar (2004) ได้เสนอไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1. กำหนดทิศทางเป้าหมาย 2. การศึกษาวิเคราะห์ผู้ใช้ 3. การศึกษาวิเคราะห์บริบทที่เกี่ยวข้อง 4. การสร้างกรอบข้อค้นพบ 5. การค้นหาแนวคิด 6. การสร้างแผนดำเนินการ 7. การนำเสนอผลงาน The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 การสังเกต ขั้นที่ 3 สร้างความคิด ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ ขั้นที่ 5 ทดสอบ ปภิญญา ทองสมจิตร (2556) กล่าวว่า ขั้นตอนการนำแนวทางการคิดเชิงออกแบบมาพัฒนานวัตกรรม มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การทำความเข้าใจ 2. การวิเคราะห์ 3. การสังเคราะห์ 4. การพัฒนา 5. การสร้างต้นแบบ 6. การนำไปใช้ และ นุชจรี กิจวรรณ (2561) กล่าวว่ากระบวนการคิดเชิงออก ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้ 1. การทำความเข้าใจในปัญหาของกลุ่มเป้าหมายเชิงลึก 2. ตีความปัญหา 3. การระดมจินตนาการแบบไร้ขีดจำกัด 4. สร้างต้นแบบ 5. การทดสอบต้นแบบ

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวเชิงออกแบบที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา คือ ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ฟิสิกส์ที่เรียน มาสร้างชิ้นงานผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมและสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ร่วมกันศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวกับ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก และนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ แล้วทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน เป็นหลัก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

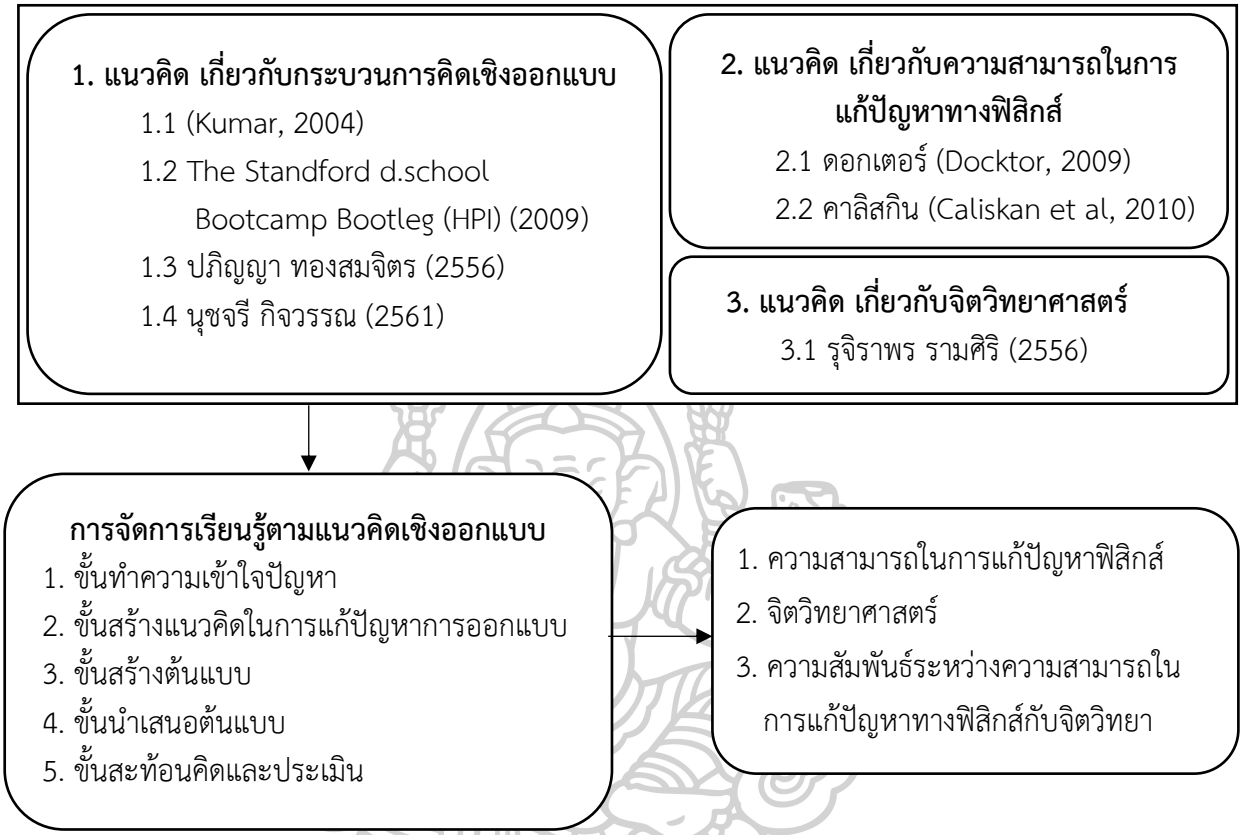
ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอต้นแบบ คือ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน เพื่อให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิดและประเมิน คือ ครูและเพื่อนนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการจนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ได้แก่ ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอนโดยใช้ความรู้ หลักการ ทฤษฎีทางฟิสิกส์เพื่อหาคำตอบ และต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบ ซึ่งมีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ที่มีเกณฑ์ในการประเมิน ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ 1) ใช้ความรู้ฟิสิกส์ในการอธิบาย 2) แนวคิดทางฟิสิกส์ 3) การประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ 4) กระบวนการทางฟิสิกส์ และ 5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

3. แนวคิดเกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้สึกนึกคิดที่เริ่มต้นจากจิตใจของนักเรียน เจตคติ คุณค่า และนำมาซึ่งพฤติกรรมการแสดงออก ตลอดจนคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลในทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะสำคัญที่ช่วยเอื้อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ แก้ปัญหาหาแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นผลมาจากอารมณ์ความรู้สึกนึกคิดนั้น ๆ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวนักเรียนเป็นผลมาจากประสบการณ์และการเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำหรือพฤติกรรมของนักเรียนต่อความรู้หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กำหนดคุณลักษณะไว้ 10 คุณลักษณะ คือ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. ความมีเหตุมีผล 3. ความใจกว้าง 4. ความซื่อสัตย์ 5. ความพยายามมุ่งมั่น 6. ความรอบคอบ 7. ความรับผิดชอบ 8. ความร่วมมือช่วยเหลือ 9. ความคิดสร้างสรรค์ และ 10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

จากหลักการแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยกำหนดเป็นกรอบในการวิจัย ดังนี้



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

คำถามการวิจัย

เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดข้อคำถามการวิจัย ดังนี้

1. หน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับใด

3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับใด

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์กันหรือไม่

วัตถุประสงค์การวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย มีดังนี้

1. เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

3. เพื่อประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย มีดังนี้

1. หน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับดี

3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับมาก

4. ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์กัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 80 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 มีนักเรียนจำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เนื่องจากทุกห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน ทำให้สภาพพื้นฐานทางการเรียนของนักเรียนแต่ละห้องเรียนไม่แตกต่างกัน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้น (Independent Variable) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่
    2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์
    2.2 จิตวิทยาศาสตร์
    2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ดังนี้

ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น

ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก

ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. การเคลื่อนที่และแรง
2. แรงในธรรมชาติ
3. พลังงาน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมตามหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ จำนวน 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมเป็น 36 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

ผู้วิจัยได้นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหานั้นโดยอาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ฟิสิกส์ที่เรียน มาสร้างชิ้นงานผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมและสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ร่วมกันศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวกับ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก และนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ แล้วทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน เป็นหลัก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอต้นแบบ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน เพื่อให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิดและประเมิน ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอน โดยใช้ความรู้ หลักการ ทฤษฎีทางฟิสิกส์ เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ซึ่งมีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ที่มีเกณฑ์ในการประเมิน ได้แก่ 1) ใช้ความรู้ฟิสิกส์ในการอธิบาย 2) แนวคิดทางฟิสิกส์ 3) การประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ 4) กระบวนการทางฟิสิกส์ 5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา โดยใช้เครื่องมือ มีลักษณะเป็นแบบสังเกตคุณภาพในการปฏิบัติงาน แบบมาตรประมาณค่า 4 ระดับ

3. จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด คุณลักษณะหรือบุคลิกนิสัยของนักเรียนหลังจากการทดลองจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งจะแสดงพฤติกรรมที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวนักเรียน เป็นผลมาจากประสบการณ์และการเรียนรู้ ได้แก่ 1. ความอยากรู้อยากเห็น 2. ความมีเหตุมีผล 3. ความใจกว้าง 4. ความซื่อสัตย์ 5. ความพยายามมุ่งมั่น 6. ความรอบคอบ 7. ความรับผิดชอบ 8. ความร่วมมือช่วยเหลือ 9. ความคิดสร้างสรรค์ 10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ โดยมีเครื่องมือประเมินจิตวิทยาศาสตร์ มีลักษณะแบบมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

4. ประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถรู้ได้ตามจุดมุ่งหมาย ที่ได้มาจากกระบวนการและผลลัพธ์ของการจัดการเรียนการสอน มีค่ามาตรฐานตามเกณฑ์ (E_1/E_2) ที่กำหนด 80/80 ดังนี้

E_1 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

E_2 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของการเรียนรู้ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

5. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา จังหวัดสุพรรณบุรี

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จิตวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ครูผู้สอนได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. โรงเรียนได้หน่วยการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบที่มีประสิทธิภาพใช้จัดการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย โดยค้นคว้าจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยได้เรียบเรียงตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี
2. แนวคิด เกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. แนวคิด เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และงานวิจัยเกี่ยวข้อง
4. แนวคิด เกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. การหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการได้มีแนวทางในการกำหนดวิสัยทัศน์ กำหนดหลักการ กำหนดจุดหมาย กำหนดสมรรถนะสำคัญของนักเรียน กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ และกำหนดตัวชี้วัดไว้อย่างชัดเจน เพื่อที่จะให้โรงเรียนต่าง ๆ ได้ใช้เป็นตัวกำหนดทิศทางจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา ในการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนแต่ละระดับชั้น และเป็นแนวทางในการกำหนดโครงสร้างหลักสูตรเวลาเรียนของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ ในแต่ละชั้นปีไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยการเปิดโอกาสให้สถานศึกษาสามารถปรับปรุงการกำหนดเวลาเรียนได้ตามความพร้อมและจุดเน้น งานวิจัยครั้งนี้ขอกล่าวถึง วิสัยทัศน์ หลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของนักเรียน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนานักเรียนตามเจตนารมณ์ของหลักสูตร ดังนี้

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดวิสัยทัศน์ ไว้ว่า มุ่งพัฒนานักเรียนทุก ๆ คนในชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมบูรณ์ สมดุล ทั้งร่างกาย มีความรู้คู่คุณธรรม เป็นมนุษย์ที่มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก มีทักษะความรู้พื้นฐาน รวมไปถึงการมีเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา เพื่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข รวมทั้ง โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติและคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้

5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบนอกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทาประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้นจะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม 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 การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม สภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

ทั้งนี้ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นแนวทางให้นักเรียนมีความพร้อมที่เผชิญกับอุปสรรคต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นส่วนที่มีความจำเป็นในการพัฒนานักเรียนให้บรรลุตามจุดหมายของหลักสูตรในปัจจุบันและเป็นแนวทางในการศึกษาครั้งนี้

สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละสาระการเรียนรู้สำหรับนักเรียนทุกคนไว้ ดังนี้

1. สาระพื้นฐาน

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. สาระเพิ่มเติม

สาระฟิสิกส์

1. เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุและมอดูลัสของยัง ความดันในของเหลว แรงพยุง และหลักของอาร์คิมีดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลี กฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบว์ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

เกณฑ์การจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์กลไกการรักษาดุลยภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2. เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ ของโลก การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

3. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมีโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์การเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี

4. เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวลและความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

5. เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบนและการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สีกับการมองเห็นสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

6. เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ ผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

7. เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริออลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทรและผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

8. เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซีโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ความสัมพันธ์ระหว่างสี อุณหภูมิผิว และสเปกตรัมของดาวฤกษ์ วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์ กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

9. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

10. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบ หรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุม และเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบ เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

11. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะ เพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

12. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

13. แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็น โดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

14. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

15. ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

17. วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดย คำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ ทรัพยากร เพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

18. ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่น มาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคม วัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

จากสาระและมาตรฐานการเรียนข้างต้น ผู้วิจัยเลือกสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และมาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น

ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก

ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย

จากตัวชี้วัดข้างต้น ผู้วิจัยเลือกตัวชี้วัด โดยมีสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐาน ว 2.2 และ มาตรฐาน ว 2.3

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	วัตถุที่เคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวหรือความเร่งไม่คงตัว อาจเป็นการเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แนวโค้ง หรือการเคลื่อนที่แบบสั่น การเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการตกแบบเสรีการเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งคงตัว นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์การเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งมีทิศทางตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลา นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยความเร่งมีทิศทางเข้าสู่จุดที่ แรงลัพธ์เป็นศูนย์เรียกจุดนี้ว่าตำแหน่งสมดุล ซึ่งนำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบสั่น

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐาน ว 2.2 และ มาตรฐาน ว 2.3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	ในบริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง เมื่อมีวัตถุที่มีมวลจะมีแรงโน้มถ่วงซึ่งเป็นแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ แรงนี้นำไปใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ เช่น ดาวเทียมและดวงจันทร์รอบโลก
ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงาน ทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	การนำพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการด้านพลังงาน เช่น การเปลี่ยนพลังงานนิวเคลียร์เป็นพลังงานไฟฟ้าในโรง ไฟฟ้านิวเคลียร์และการเปลี่ยนพลังงานแสง อาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยเซลล์สุริยะ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานเป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาสร้างอุปกรณ์หรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ช่วยให้การใช้ พลังงานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.2 หลักสูตรสถานศึกษา รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา จัดหลักสูตรรายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) โดยการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบและการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เป็นนักเรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ ตั้งแต่วัยเริ่มแรกก่อนเข้าเรียนเมื่ออยู่ในสถานศึกษาและเมื่อออกจากสถานศึกษาไปประกอบอาชีพแล้ว การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานในวิทยาศาสตร์เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์

2. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา

ตารางที่ 2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1		**ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2**	
รายวิชา/กิจกรรม	**เวลาเรียน (หน่วยกิต)**	**รายวิชา/กิจกรรม**	**เวลาเรียน (หน่วยกิต)**
- รายวิชาพื้นฐาน	**11.0 (440)**	**- รายวิชาพื้นฐาน**	**7.0 (280)**
ท31101 ภาษาไทยพื้นฐาน	1.0 (40)	ท31102 ภาษาไทยพื้นฐาน 2	1.0 (40)
ค31101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน	1.0 (40)	ค31102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2	1.0 (40)
ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน	2.0 (80)	ว30104 โลก ดาราศาสตร์และอวกาศ	1.0 (40)
ว30102 เคมีพื้นฐาน	1.5 (60)	ส31102 สังคมศึกษาพื้นฐาน 2	1.0 (40)
ว30103 ชีววิทยาพื้นฐาน	1.5 (60)	ส31104 ประวัติศาสตร์ 2	0.5 (20)
ส31101 สังคมศึกษาพื้นฐาน	1.0 (40)	พ31102 สุขศึกษาและพลศึกษาพื้นฐาน 2	0.5 (20)
ส31102 ประวัติศาสตร์	0.5 (20)	ศ31102 ศิลปะพื้นฐาน 2	0.5 (20)
พ31101 สุขศึกษาและพลศึกษาพื้นฐาน	0.5 (20)	ง31102 การงานพื้นฐาน 2	0.5 (20)
ศ31101 ศิลปะพื้นฐาน	0.5 (20)	อ31102 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2	1.5 (60)
ง31101 การงานพื้นฐาน	0.5 (20)		
อ31101 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน	1.0 (40)		
- รายวิชาเพิ่มเติม	**3.5 (140)**	**- รายวิชาเพิ่มเติม**	**7.5 (300)**
ค30201 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม	1.5 (60)	ค30202 คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2	1.5 (60)
ส30201 พุทธศาสนา 1	0.5 (20)	ว30201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1	1.5 (60)
ง30241 คอมพิวเตอร์กราฟิก 1	1.0 (40)	ว30221 เคมีเพิ่มเติม 1	1.5 (60)
อ30213 ภาษาอังกฤษอ่าน - เขียน	0.5 (20)	ว30241 ชีววิทยาเพิ่มเติม 1	1.5 (60)
		ส30202 พุทธศาสนา 2	0.5 (20)
		ง30242 คอมพิวเตอร์กราฟิก 2	1.0 (40)
- กิจกรรมพัฒนานักเรียน	**(60)**	**- กิจกรรมพัฒนานักเรียน**	**(60)**
กิจกรรมแนะแนว	(20)	กิจกรรมแนะแนว	(20)
กิจกรรมนักเรียน	**(40)**	กิจกรรมนักเรียน	**(40)**
- ลูกเสือ – เนตรนารี	(20)	- ลูกเสือ – เนตรนารี	(20)
- ชุมนุม	(20)	- ชุมนุม	(20)
กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณะประโยชน์	(10)	กิจกรรมเพื่อสังคมและสาธารณะประโยชน์	(10)
รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น	**640**	**รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น**	**640**

คำอธิบายรายวิชา

รหัสวิชา ว30101 รายวิชา ฟิสิกส์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 80 ชั่วโมง จำนวน 2.0 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ และอธิบายเกี่ยวกับ

การเคลื่อนที่ของวัตถุ ความเร่งของวัตถุ การหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ โดยการเขียนแผนภาพการรวมแบบเวกเตอร์ ความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งของวัตถุกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุและมวลของวัตถุ แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาระหว่างวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น และการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์การเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน โดยใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา

แรง โน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก การเกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากกระแสไฟฟ้า แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านในสนามแม่เหล็ก รวมทั้งหลักการทำงานของมอเตอร์ การเกิดอีเอ็มเอฟ และยกตัวอย่างการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

พลังงาน นิวเคลียร์ฟิชชันและฟิวชันและความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงานที่ปลดปล่อยออกมาจากฟิชชันและฟิวชัน การเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงานโดยเน้น ด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

ปรากฏการณ์ การสะท้อน การหักเหการเลี้ยวเบน การรวมคลื่น ความถี่ธรรมชาติ การสั่นพ้องและผลที่เกิดขึ้นจากการสั่นพ้อง

คลื่นเสียง การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมกันของคลื่นเสียง ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มเสียงกับระดับเสียง ผลของความถี่กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยิน การเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์ และการสั่นพ้องของเสียง ยกตัวอย่างการนำความรู้เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

แสงสี การมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติในการมองเห็นสี การทำงานของแผ่นกรองแสงสี การผสมแสงสี การผสมสารสีและการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ส่วนประกอบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและหลักการทำงานของอุปกรณ์บางชนิดที่อาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การสื่อสาร โดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการส่งผ่านสารสนเทศ และเปรียบเทียบการสื่อสารด้วยสัญญาณแอนะล็อกกับสัญญาณดิจิทัล

โดยใช้การเรียนรู้ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต ทดสอบ ประเมินผล การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การอธิบาย และการอภิปรายสรุปผล

เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด มีความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ การแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตประจาวัน โดยใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น

ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วง ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก

ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงาน ทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย

ว 2.3 ม.4-6/3 สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น

ว 2.3 ม.4-6/4 สังเกต และอธิบายความถี่ธรรมชาติการสั่นพ้องและผลที่เกิดจากการสั่นพ้อง

ว 2.3 ม.4-6/5 สังเกต และอธิบายการสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่นของคลื่นเสียง

ว 2.3 ม.4-6/6 สืบค้น อธิบายความสัมพันธ์ระหว่าง ความเข้มเสียงกับระดับเสียงและผลของความถี่ กับระดับเสียงที่มีต่อการได้ยินเสียง

ว 2.3 ม.4-6/7 สังเกต และอธิบายการเกิดเสียงสะท้อนกลับ บีต ดอปเพลอร์และการสั่นพ้องของเสียง

ว 2.3 ม.4-6/8 สืบค้นข้อมูล และยกตัวอย่างการนำความรู้ เกี่ยวกับเสียงไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ว 2.3 ม.4-6/9 สังเกต และอธิบายการมองเห็นสีของวัตถุและความผิดปกติการมองเห็นสี

ว 2.3 ม.4-6/10 สังเกต และอธิบายการทำงานของแผ่นกรอง แสงสีการผสมแสงสีการผสมสารสีและ การนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

รวมทั้งหมด 11 ตัวชี้วัด

โครงสร้างรายวิชา

ฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 80 ชั่วโมง คะแนน 100 คะแนน

ตารางที่ 3 โครงสร้างวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	**การเคลื่อนที่และแรง** - แรงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ - การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ	ว 2.2 ม.4-6/5	12	10
2	**แรงในธรรมชาติ** - แรงโน้มถ่วงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก - สนามแม่เหล็ก - แรงแม่เหล็ก	ว 2.2 ม.4-6/6	12	8
3	**พลังงาน** - เซลล์สุริยะ - พลังงานนิวเคลียร์ - เทคโนโลยีด้านพลังงาน	ว 2.3 ม.4-6/2	12	10
สอบกลางภาค			2	20
4	**ปรากฏการณ์คลื่นกล** - คลื่นกล - พฤติกรรมของคลื่น - ความถี่ธรรมชาติและการสั่นพ้อง	ว 2.3 ม.4-6/3 ว 2.3 ม.4-6/4	10	8
5	**เสียง** - พฤติกรรมของเสียง - การได้ยินเสียง - ปรากฏการณ์อื่น ๆ ของเสียง - ประโยชน์ของเสียงในด้านต่าง ๆ	ว 2.3 ม.4-6/5 ว 2.3 ม.4-6/6 ว 2.3 ม.4-6/7 ว 2.3 ม.4-6/8	10	8

ตารางที่ 3 โครงสร้างวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
6	**แสงสี** - การมองเห็นสีของวัตถุ - ตากับการมองเห็น - การนำไปใช้ประโยชน์ของสารสีและแสงสี	ว 2.3 ม.4-6/9 ว 2.3 ม.4-6/10	10	8
7	**คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า** - ส่วนระกอบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - หลักการทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า - การสื่อสารโดยอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	ว 2.3 ม.4-6/11 ว 2.3 ม.4-6/12	10	8
สอบปลายภาค			2	20
รวม			**80**	**100**

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พุทธศักราช 2561 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน จำนวนทั้งหมด 36 ชั่วโมง

ตารางที่ 4 ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
1	การเคลื่อนที่และแรง	ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	• อธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ • การนำความรู้เกี่ยวกับแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออก แบบชิ้นงาน
2	แรงในธรรมชาติ	ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	• อธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก • การนำความรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออก แบบชิ้นงาน
3	พลังงาน	ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งการสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย	• อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า • อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่า ด้านค่าใช้จ่าย • การนำความรู้เกี่ยวกับเปลี่ยนพลังงานทดแทนไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออก แบบชิ้นงาน

แนวคิด เกี่ยวกับแนวคิดเชิงออกแบบและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบ

แนวคิดเชิงออกแบบนั้นเป็นนวัตกรรมที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน โดยมีผู้กล่าวถึง ดังนี้ พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) ได้ให้ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบว่า หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง ร่วมกันสร้างความคิดที่หลากหลาย และตัดสินใจลงมือปฏิบัติเพื่อทดลองสร้างต้นแบบ โดยการศึกษาค้นคว้า ประยุกต์ใช้ทักษะและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง นอกจากนี้ นุชจรี กิจวรรณ (2561) กล่าวว่า แนวคิดเชิงออกแบบ หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยเน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง นำสู่การสร้างนวัตกรรมอย่างเป็นระบบที่ใช้จินตนาการหลากหลายจากกลุ่มคนต่างสาขา ต้นแบบของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นจะถูกนำไปทดสอบอย่างรวดเร็วเพื่อนำผลลัพธ์ไปปรับแก้จนกระทั่งได้นวัตกรรมที่สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Cross (2011) กล่าวว่า แนวคิดเชิงออกแบบ เป็นวิธีการเชื่อมโยงระหว่างปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยอาศัยองค์ความรู้ประสบการณ์และความสามารถของผู้อื่นที่มีความรู้เฉพาะทางในเรื่องของปัญหานั้น ๆ มาเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างผลงานออกแบบ ส่วน Simon (2009) ได้ให้ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบไว้ว่า คือ การสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากทักษะความชำนาญในการสร้างงาน และความสามารถทางสมองของมนุษย์ และเชื่อว่าสิ่งประดิษฐ์ทุกอย่างที่เกิดขึ้นในโลกล้วนเกิดจากฝีมือและสมองการสร้างสรรค์ของมนุษย์แทบทั้งสิ้น และยังได้เสนอว่าการออกแบบ คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาทางหลักการทางวิทยาศาสตร์ การหาเหตุและผล ผลจากการแก้ปัญหานั้นจะประสบความสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับผู้เกี่ยวข้องกับปัญหาทุกคนเห็นชอบร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Schon (1995) เสนอว่า แนวคิดเชิงออกแบบมีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์ ต้องมีเหตุและผลในการแก้ปัญหา แต่จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการ ซึ่งกระบวนการจะแสดงให้เห็นผลสะท้อนของวิธีคิดและความรู้ของนักออกแบบในการปฏิบัติ

จากความหมายของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวคิดเชิงออกแบบ หมายถึง กระบวนการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม ที่นักเรียนทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และอาศัยองค์ความรู้ ประสบการณ์และความสามารถของผู้อื่นที่มีความรู้เฉพาะทางในเรื่องของปัญหานั้น ๆ มาเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างผลงานออกแบบ

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบว่า หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหานั้น โดยอาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์

2.2 ขั้นตอนกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

Kumar (2004) ได้พัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่เน้นกิจกรรมทางสังคมเป็นฐานที่มีประสิทธิผลในการค้นพบความรู้ความเข้าใจใหม่ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. กำหนดทิศทางเป้าหมาย (Sense Intent)
2. การศึกษาวิเคราะห์ผู้ใช้ (Know People)
3. การศึกษาวิเคราะห์บริบทที่เกี่ยวข้อง (Know Context)
4. การสร้างกรอบข้อค้นพบ (Frame Insights)
5. การค้นหาแนวคิด (Explore Concepts)
6. การสร้างแผนดำเนินการ (Make Plans)
7. การนำเสนอผลงาน (Realize Offering)

The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand) นักเรียนเข้าไปมีประสบการณ์ด้วยตนเองในการเรียนรู้ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการออกแบบที่มีความยากและท้าทาย โดยศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การสนทนากับผู้รู้ การดูสื่อมัลติมีเดียและการศึกษาข้อมูลจากตำรา

ขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกต (Observe) นักเรียนสังเกตพฤติกรรมและปฏิกิริยาของตัวบุคคลโดยการสนทนากับบุคคลอื่นและสะท้อนความคิดในสิ่งที่ได้เห็นและได้ยิน ซึ่งการทำความเข้าใจปัญหาในขั้นที่ 1 และการสังเกตในขั้นที่ 2 ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบจะช่วยพัฒนานักเรียนในเรื่องของความรู้สึกเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด (Ideate) การระดมความคิดเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับขั้นนี้ นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้สร้างความคิดในปริมาณที่มากและหลากหลาย โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดดังกล่าวดีหรือไม่ ทุกความคิดที่เสนอมานั้นจะถูกบันทึกไว้ ทั้งนี้การดำเนินงานในเรื่องของปัญหาการออกแบบจะเปิดกว้างสำหรับความคิดที่คาดไม่ถึงและสิ่งใหม่ที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) ต้นแบบสามารถเป็นภาพร่างหรือรูปแบบงานที่มีความละเอียดต่ำ 2 มิติหรือ 3 มิติ ทำจากวัสดุที่หลากหลาย ซึ่งการสร้างสรรค์ต้นแบบนั้นเป็นวิธีการถ่ายทอดความคิดได้อย่างรวดเร็ว โดยถือคติที่ว่า”ยิ่งสร้างต้นแบบได้มากเท่าไหร่ ยิ่งได้เรียนรู้มากเท่านั้น” กล่าวคือ วัสดุที่หลากหลายใช้สำหรับการสร้างสรรค์ต้นแบบหรือชิ้นงานและทุกต้นแบบที่ออกแบบมานั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อการเรียนรู้ความเฉพาะเจาะจงบางอย่างโดยการทดสอบต้นแบบที่สร้างขึ้นรวมถึงการเรียนรู้ข้อผิดพลาดและดำเนินการปรับปรุง

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ (Test) การทดสอบเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำซ้ำที่ได้รับการถอนกับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ คือ การเรียนรู้สิ่งที่มีประสิทธิภาพและไม่มีประสิทธิภาพแล้วดำเนินการทำซ้ำอีกครั้งเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ปภิญญา ทองสมจิตร (2556) กล่าวว่า ขั้นตอนการนำแนวทางการคิดเชิงออกแบบมาพัฒนานวัตกรรม มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การทำความเข้าใจ (Understand)
2. การวิเคราะห์ (Observe)
3. การสังเคราะห์ (Synthesis)
4. การพัฒนา (Ideate)
5. การสร้างต้นแบบ (Prototype)
6. การนำไปใช้ (Iterate)

นุชจรี กิจวรรณ (2561) กล่าวว่ากระบวนการคิดเชิงออก ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญดังนี้

1. การทำความเข้าใจในปัญหาของกลุ่มเป้าหมายเชิงลึก (Empathize) หมายถึงการทำความเข้าใจต่อกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้เข้าในปัญหาได้ถ่องแท้และเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนก่อนที่จะลงมือสร้างสรรค์นวัตกรรม

2. ตีความปัญหา (Define) เป็นการตีความจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาจากขั้นตอนการทำความเข้าในปัญหาของกลุ่มเป้าหมายเชิงลึกเพื่อระบุให้ได้ว่าปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นคืออะไร ขั้นตอนนี้จะต้องเชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ที่นำไปสู่ความรู้สึกนึกคิดในเชิงลึก (insight) ความต้องการ (needs) โดยใช้ภาพรวมและมุมมองของกลุ่มเป้าหมาย และเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ผู้ออกแบบต้องนำข้อมูลที่มีความหลากหลายมาจัดกลุ่มและหาความสัมพันธ์ในแต่ละกลุ่มก่อนที่จะสรุปปัญหาหรือความต้องการที่สำคัญเพื่อนำไปหาทางแก้ไขหรือสร้างนวัตกรรม

3. การระดมจินตนาการแบบไร้ขีดจำกัด เป้าหมายของขั้นตอนนี้ คือ ต้องการความคิดที่หลากหลายที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาความคิดของทีมออกแบบจะไม่ถูกจำกัดแนวทางทั้งนี้เพื่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ ความคิดนอกกรอบและตอบโจทย์ได้แบบที่ไม่เคยมีใครปฏิบัติมาก่อน

4. สร้างต้นแบบ ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบนำกลุ่มมีความคิดจากสิ่งที่เขียนในกระดาษมาสร้างเป็นชิ้นงานที่จับต้องได้ เปรียบเสมือนกับการนำสิ่งที่เป็นนามธรรมมาพัฒนาเป็นรูปธรรม

5. การทดสอบต้นแบบ (Test) ขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ คือ การนำต้นแบบที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อขอคำแนะนำ (Feedback) และนำสู่การปรับปรุงหรือแก้ไข

จากขั้นตอนแนวคิดเชิงออกแบบผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบของนักการศึกษา ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

Kumar (2004)	The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009)	ปภิญญา ทองสมจิตร (2556)	นุชจรี กิจวรรณ (2561)	**ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ**
ขั้นที่ 1. กำหนดทิศทางเป้าหมาย	ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนเข้าไปมีประสบการณ์ด้วยตนเองในการเรียนรู้ประเด็นที่เกี่ยวข้องแก้ปัญหาการออกแบบจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย	ขั้นที่ 1. การทำความเข้าใจ	1. การทำความเข้าใจในปัญหาของกลุ่มเป้าหมายเชิงลึก คือ การทำความเข้าใจต่อกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้	**ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา**
ขั้นที 2. การศึกษาวิเคราะห์ผู้ใช้	ขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกตสังเกตพฤติกรรมและปฏิกิริยาของตัวบุคคลโดยสนทนากับบุคคลอื่นและสะท้อความคิดในสิ่งที่ได้เห็นได้ยิน	ขั้นที่ 2. การวิเคราะห์	2. ตีความปัญหาเป็นการตีความจากสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นตอนการทำความเข้าในปัญหาเพื่อนำไปหาทางแก้ไขสร้างนวัตกรรม	**ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ**
ขั้นที่ 3. การศึกษาวิเคราะห์บริบท	ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด การระดมความคิดเพื่อการดำเนินงานในเรื่องของปัญหาการออกแบบ	ขั้นที่ 3. การสังเคราะห์	3. การระดมจินตนาการแบบไร้ขีดจำกัดโดยต้องระบมความคิดที่หลาก หลายที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหา	
ขั้นที่ 4. การสร้างกรอบข้อค้นพบ				
ขั้นที่ 5. การค้นหาแนวคิด				
ขั้นที่ 6. การสร้างแผนดำเนินการ				

ตารางที่ 5 สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

Kumar (2004)	The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009)	ปภิญญา ทองสมจิตร (2556)	นุชจรี กิจวรรณ (2561)	ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ
	ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ สามารถเป็นภาพร่างหรือรูปแบบงานที่มีความละเอียดต่ำ 2 มิติ หรือ 3 มิติ	ขั้นที่ 4. การพัฒนา ขั้นที่ 5. การสร้างต้นแบบ	4. สร้างต้นแบบ คือ ผู้ออกแบบนำความคิดจากสิ่งที่เขียนในกระดาษมาสร้างเป็นชิ้นงานที่จับต้องได้	**ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ**
ขั้นที่ 7. การนำเสนอผลงาน	ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพและไม่มีประสิทธิภาพแล้วดำเนินการทำซ้ำอีกครั้งเพื่อปรับปรุงแก้ไข		5. การทดสอบต้นแบบ นำต้นแบบที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อขอคำแนะนำและนำสู่การปรับปรุงหรือแก้ไข	**ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอต้นแบบ**
		ขั้นที่ 6. การนำไปใช้		**ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิดและประเมิน**

จากตารางที่ 5 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบจากแนวคิดของ Kumar (2004) The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009) ปภิญญา ทองสมจิตร (2556) และ นุชจรี กิจวรรณ (2561) สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเนื้อหาและกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา คือ ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ฟิสิกส์ที่เรียน มาสร้างชิ้นงานผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิมและสอนเนื้อหา โดยใช้ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ร่วมกันศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวกับ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก และนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ แล้วทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน เป็นหลัก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอต้นแบบ คือ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน เพื่อให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิดและประเมิน คือ ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 ประโยชน์ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) ประโยชน์จากการนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบไปใช้นักเรียนจะเกิดความสามารถในหลาย ๆ ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร คือ ความสามารถในการที่จะสื่อสารข้อมูลจากความคิดและจินตนาการของนักออกแบบไปสู่ผู้อื่นด้วยการสื่อสารทางภาษา อวัจนภาษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารด้วยภาพ การสร้างแบบร่างภาพ การนำเสนอ โดยการสื่อสารนี้จะเกิดขึ้นกับนักออกแบบและนักออกแบบด้วยกันที่ทำงานร่วมกัน หรือนักออกแบบกับผู้จ้างงานนั้น ๆ หรือเกิดขึ้นกับผู้บริโภค และนักออกแบบสื่อสารทำความเข้าใจกับโรงงานผู้ผลิต ที่จะว่าจ้างผู้ผลิตทำงาน เพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างของงานที่ถูกต้อง

2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา คือ ความสามารถในด้านการคิด ด้านการแก้ปัญหาของนักออกแบบ โดยมีความคิดเห็นหลากหลาย ตัวอย่างเช่น กระบวนการในการผลิตว่ามีข้อกฎหมายใดกำหนดหรือไม่ การใช้วัสดุในการออกแบบว่ามีความคุ้มทุนหรือไม่ ความสวยงามของการออกแบบ

3. การร่วมมือในการทำงาน คือ การระดมความคิดจากคนที่มีประสบการณ์หลากหลาย จะช่วยให้การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ทำได้ดีขึ้นกว่าการทำงานคนเดียว เพราะในปัจจุบันความซับซ้อนของปัญหามีเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้เกิดการเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นเป็นการเข้าถึงความรู้สึกและความต้องการที่หลากหลายของผู้อื่น เช่น ผู้บริโภค ผู้ร่วมงาน จากการทำงานร่วมกับผู้อื่นส่งผลไปยังการมองในแง่ดีเป็นมุมมองที่มีความจำเป็นในการเลือกทุกทางที่ดีในการแก้ปัญหาในการออกแบบ

4. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จากแรงบันดาลใจในการทำงานร่วมกันหรือข้อค้นพบใหม่ ๆ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการสรุปปัญหาตัดสินใจในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การคิดบูรณาการที่นักเรียนสามารถมองภาพรวมของการทำงาน ใช้ความคิดในการผสมผสานกระบวนการหรือเทคนิคที่หลากหลายในการแก้ไขปัญหา

5. การรู้แจ้งที่เกิดจากการทดลองเชิงประจักษ์ เกิดสร้างผลงานภายใต้หลักตรรกะด้วยการทดลองผลของการทดลองจะแสดงให้เห็นเป็นเหตุและผลในการทำงาน ทักษะและความคิดที่กล่าวนั้นจะเกิดให้เห็นเป็นรูปธรรมต้องมีปัจจัยสำคัญหลายด้าน

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) ได้ศึกษาพัฒนารูปแบบการสอน โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ซึ่งผลการวิจัย พบว่า หลักการของรูปแบบการสอน โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย มีอยู่ทั้งหมด 3 หลักการ ได้แก่ การสร้างประสบการณ์เกี่ยวกับอัตลักษณ์ไทย การวิเคราะห์รูปทรงนัยยะไทย การสังเคราะห์และออกแบบ และองค์ประกอบของรูปแบบการสอน มีทั้งหมด 7 องค์ประกอบ คือ โจทย์ในงานออกแบบ เนื้อหา ผู้สอน นักเรียน สื่อการสอน กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสุดท้ายการประเมินผล ผลการใช้รูปแบบการสอน พบว่า คะแนนผลงานออกแบบที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผลการวิจัย พบว่า (1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบเรื่อง ภาคตัดกรวย ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา ขั้นที่ 3 สร้างความคิด ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ ขั้นที่ 5 ทดสอบ มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นให้แก่นักเรียน สำหรับนำไปใช้ในการออกแบบชิ้นงานและแก้ปัญหา การเลือกใช้ปัญหาการออกแบบหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริง และการออกแบบชิ้นงานที่ใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนให้มีความหลากหลาย รวมถึงการกระตุ้น

นักเรียนให้ทำกรรมร่วมกันอย่างสม่ำเสมอ (2) นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้าน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการค้นพบความจริง การค้นพบปัญหา และการค้นพบแนวคิดอยู่ในระดับมาก สำหรับความสามารถในด้านการค้นพบวิธีการแก้ไขปัญหาและการสร้างสรรค์ความรู้ อยู่ในระดับปานกลาง

Noweski et al. (2012) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่ใช้การคิดเชิงออกแบบ งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบการสอนการคิดเชิงออกแบบระหว่างทฤษฎีของดิวอี้และทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่ โดยนักเรียนเองกับกลุ่มนักเรียน โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยนักเรียนเองมากกว่าทฤษฎีของดิวอี้ ในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

Seidel and Fixson (2013) ทำวิจัยเรื่อง รูปแบบการสอนการคิดเชิงออกแบบที่ใช้กับกลุ่มนักเรียนในสหสาขาวิชา โดยมีจุดประสงค์ คือ เพื่อช่วยให้นักเรียนต่างสาขาวิชาที่มีประสบการณ์ในการออกแบบน้อย สามารถสร้างผลงานออกแบบที่สร้างสรรค์ได้ จากการวิจัยค้นพบว่า รูปแบบการคิดเชิงออกแบบช่วยให้การสร้างแนวคิด (Concept) คัดสรรความคิดได้ (Convergent) แต่เมื่อใช้เป็นเวลานาน ๆ และซ้ำ ๆ กันจะไม่สร้างความคิดใหม่ ๆ เกิดขึ้น และผลจากการทำงานเป็นทีมงานช่วยสร้างการคิดที่มีประสิทธิภาพที่ดี แต่อย่างไรก็ดี การระดมความคิดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของคนในกลุ่ม และนักเรียนที่มีประสบการณ์การออกแบบน้อยจะประสบความสำเร็จในการอยากได้ เมื่อนักเรียนได้รับคำแนะนำที่ดีในการที่จะช่วยให้นักเรียนหาวิธีผสมผสานความคิดเข้าด้วยกัน

Lloyd (2013) ได้ศึกษาเรื่องการเรียนการสอนด้วยวิธีการทางความคิดเชิงออกแบบผ่านทางไกล โดยตั้งสมมติฐานว่าการสอนรูปแบบดังกล่าวจะสามารถสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียนได้ สามารถส่งเสริมทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ ตามแนวคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะพัฒนาจิตสำนึก ตระหนักรู้ เพื่อเป็นการปลูกฝังความคิดสร้างสรรค์ จากงานวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนดังกล่าว ช่วยให้นักเรียนมีทักษะทางความคิดสร้างสรรค์ ที่นำไปพัฒนาจิตสำนึกและตระหนักรู้ในการมีส่วนร่วมของนักเรียนและเกิดวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

แนวคิด เกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และงานวิจัยเกี่ยวข้อง

3.1 ความหมายของการแก้ปัญหา

Smith and Ragan (2005) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาว่า คือความสามารถของบุคคลที่จะสามารถเชื่อมโยงหลักการและวิธีการ โดยการนำเอาความรู้เชิงมโนทัศน์และกลยุทธ์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว นำมาเพื่อใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ส่วน Mayer and Wittrock (2006) การแก้ปัญหา หมายถึง หลักการและกระบวนการทางปัญญา ซึ่งจะเกี่ยวกับการนำเสนอเป็นรูปภาพนำเสนอผ่านความคิด การควบคุม การดำเนินการตามแผน ในการเปลี่ยนผ่านข้อมูลที่กำหนดให้ในสถานการณ์ไปสู่เป้าหมาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ พัณนิดา มิ่งมิตร (2559) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึงกระบวนการที่อาศัยหลักการเชื่อมโยงความรู้เพื่อการบรรลุเป้าหมายในสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นการใช้ประสบการณ์เดิมจากการเรียนรู้ทั้งทางตรงและทางอ้อมของบุคคล นำมาคัดแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบันเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่กำหนด

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปว่า การแก้ปัญหาหมายถึง กระบวนการที่อาศัยประสบการณ์เดิมชื่อมโยงความรู้เดิม เพื่อนำมาแก้ไขสถานการณ์ใหม่

3.2 ความหมายของการแก้ปัญหาฟิสิกส์

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Hollabugh (1995) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาฟิสิกส์ไว้ว่าเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนในการค้นหาคำตอบ และ Docktor (2007) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาพิเศษไปว่าเป็นกระบวนการไปสู่เป้าหมายด้วยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ Pol (2009) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาฟิสิกส์ไว้ว่า เป็นการแก้ปัญหาโดยนักเรียนต้องปฏิบัติ ซึ่งอาศัยหลักการประยุกต์เอาความรู้มาวิเคราะห์ปัญหาและหาทางแก้ไขปัญหานั้นให้ได้ นอกจากนั้น พัณนิดา มิ่งมิตร (2559) กล่าวว่า การแก้ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง กระบวนการแก้ไขปัญหาที่มีขั้นตอนในการค้นหาคำตอบ ซึ่งต้องอาศัยหลักการประยุกต์เอาความรู้ ความเข้าใจ เพื่อมาวิเคราะห์และหาวิธีการที่นำมาแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม เพื่อนำไปสู่เป้าหมายและค้นพบคำตอบของปัญหา

จากการศึกษาความหมายของการแก้ปัญหาฟิสิกส์ข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การแก้ปัญหาฟิสิกส์ หมายถึง กระบวนการในการค้นหาคำตอบ โดยอาศัยความรู้แนวคิดทฤษฎีหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการหาคำตอบ

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยให้ความหมายของคำว่า ความสามารถในแก้ปัญหาฟิสิกส์ คือ ความสามารถของนักเรียน ในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาที่มีลำดับขั้นตอน โดยใช้ความรู้หลักการ ทฤษฎีทางฟิสิกส์ เป็นพื้นฐานในการหาคำตอบ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ใน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ซึ่งมีการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ที่มีเกณฑ์ในการประเมิน ได้แก่ 1) ใช้ความรู้ฟิสิกส์ในการอธิบาย 2) แนวคิดทางฟิสิกส์ 3) การประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ 4) กระบวนการทางฟิสิกส์ 5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

3.3 ขั้นตอนและกระบวนการแก้ปัญหาฟิสิกส์

Hestenes (1987) ได้พัฒนากลยุทธ์ในการแก้ปัญหาสำหรับปัญหาฟิสิกส์ โดยมีขั้นตอนในการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. อธิบายปัญหา คือ การอธิบาย บรรยายบอกลักษณะที่สำคัญในการทำโจทย์

2. วางแผนกำหนดสูตรที่ใช้ คือ การนำกฎ นำสูตรต่าง ๆ ทางฟิสิกส์ มาใช้ในการแก้ปัญหา

3. การหาผลลัพธ์ คือ การแทนค่าสูตรฟิสิกส์เพื่อหาคำตอบออกมา

4. การตรวจสอบ คือ การตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่ามีความเป็นไปได้ สมเหตุผลหรือไม่

Reif (1995) ศึกษาเกี่ยวกับปัญหาทางกลศาสตร์และพัฒนากระบวนการในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการวิเคราะห์ปัญหา เป็นขั้นการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรในสถานการณ์ปัญหา และตัวแปรเป้าหมายของการแก้ปัญหา

2. ขั้นการสร้างคำตอบ เป็นขั้นการระบุตัวแปรที่ไม่ทราบค่าและสัมพันธ์ของตัวแปรเพื่อนำไปสู่การคำนวณทางคณิตศาสตร์

3. ขั้นการตรวจสอบ เป็นขั้นการตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างคำตอบกับเป้าหมายของการแก้ปัญหา

Heller and Heller (2010) ได้ระบุการแก้ปัญหาฟิสิกส์ไว้ 5 ขั้น ดังนี้

1. เน้นปัญหา เป็นขั้นการทำความเข้าใจปัญหาให้ชัดเจนขึ้น โดยการอธิบายด้วยแผนภาพและข้อมูลที่กำหนดให้อย่างหยาบ ๆ

2. อธิบายทางฟิสิกส์ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่กำหนดให้ โดยการเขียนตัวแปรต่าง ๆ ทั้งที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า เพื่อทำให้ปัญหีความชัดเจนและง่ายขึ้น

3. วางแผนแก้ปัญหา เป็นการหาแนวทางในการแก้ปัญหา โดยการอธิบายในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์หรือสูตรที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

4. ดำเนินการตามแผน เป็นการดำเนินการหาคำตอบตามสมการที่ได้วางแผนไว้ โดยการแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ

5. ประเมินคำตอบ เป็นขั้นที่ต้องตรวจสอบคำตอบ โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลเพื่อให้แน่ใจว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องตรงตามที่ปรากฏในปัญหาที่ถาม

3.4 แนวทางในการวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

Docktor and Heller (2009) เสนอแนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์โดยใช้แบบสอบอัตนัย และกำหนดเกณฑ์ในการประเมินค่าคำตอบในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ใช้ความรู้ฟิสิกส์ในการอธิบาย จะใช้วัดและประเมินเมื่อได้ข้อมูลจากปัญหา โดยที่จะแสดงในรูปแบบของการกำหนดตัวแปร หรือจากการวาดภาพแสดงสถานการณ์ปัญหา

2. แนวคิดทางฟิสิกส์ จะใช้วัดและประเมินเมื่อนักเรียนเลือกรูปแบบมโนทัศน์ฟิสิกส์ที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหา

3. การประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ จะใช้วัดและประเมินเมื่อนักเรียนประยุกต์ใช้มโนทัศน์ฟิสิกส์ที่สอดคล้องกับปัญหาที่เลือก และเหมาะสมในการแก้ไขปัญหา

4. กระบวนการทางคณิตศาสตร์ จะใช้วัดและประเมินรูปแบบขั้นตอนของนักเรียนในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง เหมาะสมในการแก้ปัญหา

5. ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา จะใช้วัดและประเมินความสมเหตุสมผลของวิธีการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้

S. Caliskan, G. S. Selcuk, and M. Erol (2010) กำหนดพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหา ไว้ดังนี้

1. เขียนตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้พร้อมหน่วยที่ถูกต้อง

2. เขียนแผนภาพ แสดงปริมาณพร้อมระบุขนาดและทิศทางได้ถูกต้อง

3. ระบุแนวทางและทิศทางในการแก้ปัญหา

4. กำหนดสูตรที่จะมาใช้ในการแก้ไขปัญหานั้น

5. แทนค่าตัวแปร ตามลำดับขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาตัวแปรไม่ทราบค่า

6. สรุปคำตอบและหน่วยของตัวแปร

พัณนิดา มิ่งมิตร (2559) กล่าวว่า พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ที่สอดคล้องกันมีดังนี้

1. เขียนตัวแปรที่โจทย์กำหนดให้ ทั้งตัวแปรที่ทราบค่าและไม่ทราบค่า
2. เขียนแผนภาพแสดงตัวแปร ระบุขนาดและทิศทาง
3. เขียนสูตรที่จะนำมาใช้ในการหาค่าตัวแปรที่ไม่ทราบค่า
4. กำหนดขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์และการคำนวณค่าของตัวแปร
5. สรุปคำตอบที่ได้พร้อมเขียนหน่วยที่ถูกต้อง

จากการศึกษาเกี่ยวกับแนวทางการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ เป็นแบบประเมินลักษณะมาตราส่วนประเมินค่า 4 ระดับ (Likert Five Rating Scales) และกำหนดเกณฑ์ในการประเมินค่าคำตอบในด้านต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	**ระดับคุณภาพ**			
	(ดีมาก) 4	**(ดี) 3**	**(พอใช้) 2**	**(ควรปรับปรุง) 1**
1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้องมากกว่า 4 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง 3 – 4 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง 2 – 3 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้องน้อยกว่า 2 เหตุผล
2) แนวคิดทางฟิสิกส์	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 4 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 3 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 2 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 1 ข้อ

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	ระดับคุณภาพ			
	(ดีมาก) 4	(ดี) 3	(พอใช้) 2	(ควรปรับปรุง) 1
3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 4 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 3 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 2 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 1 ข้อ
4) กระบวนการทางฟิสิกส์	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 8 - 10 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 5 - 7 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 2 - 4 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง น้อยกว่า 2 ข้อ
5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นมีองค์ประกอบครบถ้วน ดังนี้ 1. สามารถใช้งานได้จริง 2. มีความสวยงาม 3. ชิ้นงานแปลกใหม่ 4. ตรงตามหัวข้อและเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขาดไป 1 องค์ประกอบ	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขาดไป 2 องค์ประกอบ	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ขาดไปมากกว่า 2 องค์ประกอบ

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

อรชา ชูเชื้อ (2554) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ ผลการวิจัย พบว่า (1) นักเรียนที่เรียนรายวิชาฟิสิกส์และจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (2) นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนที่เรียนฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการดล หลังได้รับการจัดการเรียนรูโดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์ จะมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละมโนทัศน์ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และ (4) นักเรียนที่รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนตัมและการดล หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธ์จะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พัณนิดา มิ่งมิตร (2559) ศึกษาผลของแนวทางการแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า (1) ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่าที่กำหนดไว้คิดเป็นร้อยละ 60 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 (3) ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีสูงกว่าที่กำหนดไว้คือร้อยละ 70 (4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ฟิสิกส์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มขอบคุณอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

S. Caliskan, G. S. Selcuk, and M. Erol (2010) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา และการใช้กลยุทธ์ในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยนักเรียนกลุ่มทดลองต้องเรียนโดยใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหา 38 คน และนักเรียนกลุ่มควบคุมต้องเรียนด้วยการสอนแบบทั่วไป จำนวน 38 คน ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหามีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Mualem and Eylon (2010) ได้ศึกษาผลของการเรียนการสอนฟิสิกส์ โดยใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหาเชิงคุณภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในประเทศอิสราเอล โดยมีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยกลยุทธ์การแก้ปัญหาเชิงคุณภาพ จำนวน 106 คน ได้ผลการวิจัยว่า นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงคุณภาพสูงหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลยุทธ์การแก้ปัญหา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อหลังจากนักเรียนเรียนแล้ว 6 เดือน นักเรียนมีความสามารถในการทำนายและปรากฏการณ์โดยใช้ความรู้ทางฟิสิกส์เพิ่มขึ้น

แนวคิด เกี่ยวกับจิตวิทยาศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์

สุวธิดา ล้านสา (2558) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง คุณลักษณะหรือบุคลิกนิสัยของนักเรียนหลังจากการทดลองจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ทำให้ก่อเกิดเป็นลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกนึกคิดทางจิตใจของบุคคลที่แสดงออกมาเป็นพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ กิติมา พรมรัตน์ (2557) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่ส่งผลต่อความคิด การกระทำและการตัดสินใจในการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อให้เกิดพฤติกรรมที่แสดงออกมา ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความคิดสร้างสรรค์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และความมีเหตุผล ส่วน นพมณี เชื้อวัชรินทร์ (2556) และ ณัฐรินีย์ อภิวงศ์งาม (2554) ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกันว่า หมายถึง จิตที่ทำให้รู้สึก นึกคิดได้ โดยสังเกตุจากพฤติกรรมและการค้นคว้า แล้วจัดระเบียบความแตกต่างของบุคลว่าอยู่ในระดับความฉลาด ระดับความมีเชาว์ปัญญา และระดับความคิดสร้างสรรค์เท่าใด ซึ่งทุกอย่างจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย ๆ อย่าง เช่น ความสามารถในการคิด ความสามารถในการหาเหตุและผล ระดับของการศึกษา การได้รับการอบรมสั่ง และอาจจะมาจากคุณธรรม จริยธรรมในการนำความรู้จากการค้นคว้าและทดลอง ผ่านความชำนาญในการใคร่ครวญ ไตร่ตรองอย่างถี่ถ้วนว่าผลดีและผลเสียมีผลอย่างไร นอกจากนี้ ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a) ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกันว่า จิตวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ที่เกิดเริ่มต้นจากจิตใจของนักเรียนเจตคติ คุณค่า และนำมาซึ่งพฤติกรรมการแสดงออก ตลอดจนคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของ บุคคลในทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะสำคัญที่ช่วยเอื้อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ แก้ปัญหาหาแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นผลมาจากอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดนั้น ๆ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวนักเรียนเป็นผลมาจากประสบการณ์และการเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำหรือพฤติกรรมของนักเรียนต่อความรู้หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

จากความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษา ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของจิตวิทยาศาสตร์ ว่าหมายถึง ความรู้สึกนึกคิด คุณลักษณะหรือบุคลิกนิสัยของนักเรียนหลังจากการทดลองจัดการเรียนรู้ โดยวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์แล้ว ซึ่งเกิดเริ่มต้นจากจิตใจของนักเรียน เจตคติ คุณค่า และนำมาซึ่งพฤติกรรมการแสดงออกที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวนักเรียน เป็นผลมาจากประสบการณ์และการเรียนรู้ หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และแสดงพฤติกรรมออกมา ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน รอบคอบ ความรับผิดชอบ ความซื่อสัตย์ ความคิดสร้างสรรค์ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และความมีเหตุผล

4.2 คุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์

Suanders (1955) ได้กล่าวถึงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ว่า มีคุณลักษณะ ดังนี้

1. มีระเบียบวินัยในการดำเนินชีวิต
2. รู้จักสังเกต
3. ไม่ลำเอียงในการทดลอง
4. รู้จักสื่อข่าวสารที่ได้รับ
5. ระมัดระวังความผิดพลาดอันอาจเกิดขึ้นและรู้จักวิธีที่จะป้องกัน
6. มีจิตใจกว้างขวาง
7. มีความพร้อมที่จะหาความรู้เพิ่มเติมอยู่เสมอ
8. มีความเต็มใจที่จะทดสอบความจริง
9. มีความรอบคอบในการสรุป เมื่อมีหลักฐานเพียงพอ
10. มีทักษะในการตั้งสมมติฐานจากข้อเท็จจริงอย่างเพียงพอ

Collete (1973) ได้กล่าวถึงผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ควรเป็นดังนี้

1. มีความอยากรู้อยากเห็น
2. มีเหตุผล
3. ไม่ตัดสินใจอย่างรวดเร็วจะเก็บข้อสงสัยไว้จนกว่า มีหลักฐานพิสูจน์ได้
4. มีใจกว้างยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นโดยไม่อคติ
5. มีการตัดสินใจอย่างวินิจวิเคราะห์พิจารณาอย่างรอบคอบก่อนตัดสินใจ
6. มีความเป็นปรนัยยึดความถูกต้องตามความเป็นจริงเป็นหลัก
7. มีความเชื่อในเกียรติยศ ซื่อตรง
8. มีความถ่อมตนไม่โอ้อวด

Victor (1980) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ไว้ 14 ข้อ ดังนี้

1. อยากรู้อยากเห็น
2. พยายามหาหลักฐานต่าง ๆ ที่เชื่อถือได้
3. มีใจกว้าง
4. มีความหนักแน่น
5. ไม่ตัดสินใจด้วยอารมณ์
6. ไม่ลงสรุปเมื่อยังมีหลักฐานไม่เพียงพอ
7. เคารพในความคิดเห็นของผู้อื่น
8. ไม่ตัดสินใจเรื่องใด เมื่อยังมีหลักฐานไม่เพียงพอ
9. ไม่เชื่อคำพูด ที่ยังไม่มีข้อพิสูจน์
10. ไม่เชื่อโชคลาง
11. ยึดถือความจริง
12. เต็มใจที่จะตอบข้อซักถามของคนอื่น
13. เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลงความเชื่อเมื่อมีหลักฐานใหม่
14. ยินดีให้ความร่วมมือในกิจกรรมต่าง ๆ

ซึ่งสอดคล้อง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555a) ได้รวมเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้ครอบคลุมพฤติกรรมด้านจิตพิสัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดและได้จำแนกคุณลักษณะและลักษณะนิสัยของจิตวิทยาศาสตร์ออกเป็น 10 คุณลักษณะที่ครบคลุมลักษณะที่เป็นองค์ประกอบของเจตคติทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในตัวบุคคลซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความอยากรู้อยากเห็น เป็นความปรารถนาที่จะอย่างรู้อย่างเห็นรู้ โดยอาจจะมาจากการแสวงหาความรู้ในสิ่งที่สนใจ

2. ความมีเหตุผล คือความสามารถในการแสดงความคิดเห็นการตรวจสอบความถูกต้องและยอมรับในคำอธิบายอย่างมีเหตุผล โดยการแสวงหาข้อมูลจากการสังเกต หรือการทดลองที่เชื่อถือได้มาสนับสนุนอย่างพอเพียง

3. ความใจกว้าง คือการยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ยอมรับการวิพากษ์วิจารณ์และยินดีให้มีการพิสูจน์ข้อเท็จจริง โดยไม่ยึดมั่นในแนวคิดของตน เต็มใจที่จะรับรู้ความคิดเห็นใหม่ ๆ และเต็มใจที่จะเผยแพร่ความรู้และความคิดเห็นแก่ผู้อื่น

4. ความซื่อสัตย์ คือการนำเสนอข้อมูลตามความเป็นจริงการสังเกตและบันทึกผลต่าง ๆ โดยปราศจากความลำเอียงหรืออคติมีความมั่นคงหนักแน่นต่อผลที่ได้จากการพิสูจน์ไม่นำสภาพทางสังคมเศรษฐกิจและการเมืองมาเกี่ยวข้องกับการตีความหมายผลงานต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์

5. ความพยายามมุ่งมั่น คือความตั้งใจแน่วแน่ในการค้นหาความรู้ไม่ท้อถอย เมื่อผลการทดลองล้มเหลวหรือมีอุปสรรคทำงานที่ได้รับมอบหมายให้เสร็จสมบูรณ์ หรือดำเนินการแก้ปัญหาจนถึงที่สุดหรือจนกว่าจะได้รับคำตอบ

6. ความรอบคอบ คือความสามารถในการใช้วิจารณ์ญาณก่อนที่จะตัดสินใจใด ๆ ไม่ยอมรับสิ่งใดสิ่งหนึ่งว่าเป็นจริง ถ้ายังไม่มีการพิสูจน์ที่เชื่อถือได้หลีกเลี่ยงการตัดสินใจและการสรุปที่รวดเร็วเกินไป

7. ความรับผิดชอบ คือความมุ่งมั่นภายในจิตใจที่จะปฏิบัติงานในหน้าที่ให้สำเร็จด้วยดีและตระหนักถึงผลของงานที่จะส่งผลต่อสังคม มีความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามความคาดหมาย

8. ความร่วมมือช่วยเหลือ คือการใช้ทักษะทางสังคมและการมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับบุคคลอื่น การยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น การขอความช่วยเหลือและความร่วมมือจากผู้อื่น เพื่อความร่วมมือในการทำงานกลุ่มหรือการทำงานใดงานหนึ่งให้ดำเนินไปจนบรรลุจุดมุ่งหมาย

9. ความคิดสร้างสรรค์ คือความกล้าที่จะแสดงความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดา ความช่างสงสัยและไม่ยอมรับแนวคิดแนวทางปฏิบัติของคนอื่นซึ่งนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่

10. เจคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ คือ อารมณ์และความรู้สึกนึกคิดที่ดีเกี่ยวกับ ความสนใจ ความเชื่อการยึดถือในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมหรือตัวนักวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วย

10.1 ความสนใจในวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกชื่นชอบ พึงพอใจในวิทยาศาสตร์หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

10.2 การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ คือ การบูรการยอมรับถึงประโยชน์ของวิทยาศาสตร์หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

10.3 ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ ข้อมูล ความคิดเห็นความเชื่อของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในด้านการเล็งเห็นถึงความสำคัญ หรือการนำมาใช้เป็นเกณฑ์การประเมินการเลือกการตัดสินใจของบุคคล

10.4 คุณธรรมจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือ ความเชื่อและการประพฤติปฏิบัติที่ดีงามที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ในการที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปคิดและปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความดีความถูกต้องและเกิดประโยชน์อย่างแท้จริงต่อสังคมต่อไป

ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ลักษณะผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์นั้นไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวว่าจะแบ่งเป็นลักษณะใด ส่วนใหญ่มีความคล้ายคลึงกันมาก ต่างกันเฉพาะการจัดหมวดหมู่ของลักษณะเข้าด้วยกัน หรือแยกกัน ซึ่งการพิจารณาการตัดสินการมีจิตวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องอาศัยพฤติกรรมที่บ่งบอกลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์เหล่านั้นด้วย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ การประเมินจิตวิทยาศาสตร์ใช้คุณลักษณะทางจิตวิทยาศาสตร์ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 10 ลักษณะ ประกอบด้วย 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความมีเหตุมีผล 3) ความใจกว้าง 4) ความซื่อสัตย์ 5) ความพยายามมุ่งมั่น 6) ความรอบคอบ 7) ความรับผิดชอบ 8) ความร่วมมือช่วยเหลือ 9) ความคิดสร้างสรรค์ และ 10) เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

4.3 ปัจจัยที่มีผลต่อจิตวิทยาศาสตร์

1. แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

1.1 ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

มณิการ์ ชูทอง (2557) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ว่า หมายถึง ผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้ หรือเกิดจากแรงขับหรือแรงกระตุ้น โดยอาศัยความมุ่งมั่น ความพยายาม การทำงานอย่างมีแบบแผน ทั้งมีการแข่งขันและพยายามที่จะเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะมีเกณฑ์ภายในตนเองเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามสถานการณ์นั้น ๆ เพื่อให้ไปสู่เป้าหมายความสำเร็จ หรือบรรลุความตั้งใจที่คาดหวังไว้ เพื่อที่จะพิสูจน์ความสามารถของตนเอง จะมีความวิตกกังวล เมื่อประสบความล้มเหลวและจะมีความปลอดโปร่งโล่งใจหากประสบความสำเร็จทางการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ สุนทร จันทศิลา (2554) ได้ให้ความหมายของแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ว่า เป็นการปรารถนาที่จะทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี จะมีความสบายใจ เมื่อประสบผลสำเร็จและมีความวิตกกังวลเมื่อทาไม่สำเร็จหรือประสบความล้มเหลว ส่วน ปิยะวรรณ์ ศรีสุข (2554) กล่าวถึงแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความปรารถนาหรือความต้องการที่จะได้รับผลสำเร็จในสิ่งที่มุ่งหวัง แม้จะยุ่งยาก ลำบากก็ไม่ย่อท้อต่ออุปสรรคที่ขัดขวาง พยายามทุกวิถีทางที่จะแก้ปัญหา เพื่อนำตนไปสู่ความสำเร็จ มุ่งมั่นที่จะทำให้ดีเลิศ เพื่อบรรลุมาตรฐานที่ตั้งไว้

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หมายถึง ความมุ่งมั่นปรารถนาของตัวนักเรียนเองที่พยายามปรับคุณลักษณะนิสัยของตนเองให้ไปสู่จุดมุ่งหมายของสิ่งที่ตนคาดหวังไว้ เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จทางการเรียนและมาตรฐานที่ตนเองตั้งไว้

1.2 ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์

นรินทร์ธร ผาริการ (2553) ได้กล่าวถึงลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ไว้ว่า ลักษณะของผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงเกิดจาก ความทะเยอทะยานและความพยายามที่จะทำสิ่งใดให้สำเร็จด้วยมาตรฐานของตัวเอง เกิดจากความตั้งใจจริงและมีความภาคภูมิใจในงานที่ทำได้สำเร็จ นอกจากนี้ สุนทร จันทศิลา (2554) กล่าวถึง ลักษณะของผู้มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ความกล้าเสี่ยง (Moderate Risk Taking) บุคคลที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง จะมีการตัดสินใจเด็ดเดี่ยวในการทำงานที่ใช้ความสามารถและมีความพอใจที่จะเลือกทำงานที่ยาก เนื่องจากมีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง

2. มีความกระตือรือร้น (Energetic) หรือมีการกระทำที่แปลกใหม่อันเป็นการทำให้ตนเองมีความรู้สึกว่าประสบความสำเร็จ ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงไม่ได้ขยันขันแข็งไปทุกกรณี แต่จะมีความมานะพากเพียรต่อสิ่งที่ท้าทายความสามารถของตนเอง และจะทำให้ตนเองมีความรู้สึกว่าทำงานสำเร็จลุล่วงไป

3. มีความรับผิดชอบในตนเอง (Individual Responsibility) เป็นความพยายามทำงานให้สำเร็จเพื่อความพอใจของตนเอง แต่ไม่ได้หวังให้คนอื่นยกย่องตนและชอบมีเสรีภาพในการคิดหรือกระทำสิ่งใด ๆ โดยไม่ต้องให้คนอื่นมาบงการ

4. มีความรู้เกี่ยวกับผลของการตัดสินใจของตนเอง (Knowledge of Result of Decision) เป็นการตัดสินใจ เพื่อคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นและพยายามทำสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าเดิม เมื่อทราบว่าการกระทาของตนเกิดผลขึ้นอย่างไร

5. มีความสามารถในการคาดผลล่วงหน้า (Anticipation of Future Possibility) ผู้ที่มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูงมักเป็นผู้ที่มีแผนระยะยาว เพื่อดำเนินการอย่างมีเป้าหมายและบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ

2. บรรยากาศชั้นเรียน

2.1 ความหมายของบรรยากาศชั้นเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2541) ให้ความหมายว่า บรรยากาศในชั้นเรียนว่า หมายถึง สภาพหรือสิ่งแวดล้อมทางสังคมจิตวิทยาในระบบสังคมที่มีการเคลื่อนไหว และ อาภรณ์ ใจเที่ยง (2540) ให้นิยามว่าบรรยากาศชั้นเรียน หมายถึง การจัดสภาพแวดล้อมในชั้นเรียนให้เอื้ออานวยต่อการเรียนการสอนเพื่อช่วยส่งเสริมให้กระบวน การเรียนการสอนดาเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างความสนใจใฝ่รู้ใฝ่ศึกษาตลอดจนช่วยส่งเสริมสร้างความมีระเบียบวินัยให้แก่ผู้เรียน

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บรรยากาศในชั้นเรียน หมายถึง บริบทของสภาพชั้นเรียนและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

2.2 ประเภทของบรรยากาศชั้นเรียน

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2544) แบ่งบรรยากาศในห้องเรียน ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. บรรยากาศทางกายภาพคือลักษณะของห้องเรียนที่มีบรรยากาศทางกายภาพที่เหมาะสม ควรมีลักษณะ ดังนี้

1.1 ห้องเรียนควรมีสีสันน่าดูและเหมาะสมสบายตาอากาศถ่ายเทดีและแสงพอเหมาะปราศจากเสียงรบกวนและมีขนาดกว้างขวางเพียงพอกับจำนวนผู้เรียน

1.2 ห้องเรียนควรมีบรรยากาศของความเป็นอิสระของการเรียนรู้การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มตลอดจนการเคลื่อนไหวกิจกรรมการเรียนการสอนทุกประเภท

1.3 ห้องเรียนสะอาดถูกสุขลักษณะน่าอยู่ตลอดจนมีระเบียบเรียบร้อยวัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ภายในห้องเรียนสามารถเคลื่อนย้ายและดัดแปลงเพื่อการจัดกิจกรรมประเภทต่าง ๆ ได้การจัดเตรียมห้องเรียนให้พร้อมต่อการสอนในแต่ละครั้ง

2. บรรยากาศทางจิตใจหรือบรรยากาศจิตวิทยามีลักษณะของห้องเรียนดังนี้

2.1 บรรยากาศของความคุ้นเคยซึ่งผู้เรียนและผู้สอนเป็นผู้ร่วมกันสร้างดังนี้

1) บุคลิกภาพของผู้สอนได้แก่การยิ้มแย้มแจ่มใสการแต่งกายสุภาพและสะอาดมีอารมณ์ขันท่าทางเหมาะสมการใช้คาพูดเหมาะสมและมีเสียงน่าฟังสิ่งเหล่านี้เป็นการเร้าใจและดึงดูดความสนใจผู้เรียน

2) พฤติกรรมการสอนเป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทากิจกรรมด้วยตนเองค้นคว้าด้วยตนเองเปิดโอกาสให้ซักถามโต้แย้งและถามคำถามหรือการสอนที่ผู้สอนมีความเป็นประชาธิปไตยซึ่งจะทำให้ห้องเรียนดำเนินการเรียนการสอนด้วยความสนุกสนานมีชีวิตชีวา

3) พฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนซึ่งมีส่วนร่วมสร้างบรรยากาศ คือ การเข้าร่วมกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดหรือแนะนำอย่างเต็มใจ โดยปลอดจากการวิพากษ์วิจารณ์ผู้เรียนด้วยกันมีการถามคำถามตลอดจนโต้แย้งกับผู้สอนและผู้เรียนอย่างมีเหตุผลและถูกต้องตามกาลเทศะ

2.2 บรรยากาศที่เป็นอิสระ คือ บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นอิสระในการค้นคว้าเรียนรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการค้นหาความรู้และเน้นการทำงานเป็นทีมหรือเป็นกลุ่มให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันตลอดจนประสานความคิดเห็นร่วมกันเป็นบรรยากาศที่จะทำให้การเรียนการสอนมีชีวิตชีวาสนุกสนาน

2.3 บรรยากาศที่ท้าทาย คือ บรรยากาศที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนกระตือรือร้นสนใจติดตามค้นคว้าศึกษาเช่นการถามคำถามที่ต้องใช้ความคิดการค้นคว้าการถามเรื่องราวที่ทันสมัยทันเหตุการณ์

2.4 บรรยากาศการยอมรับนับถือ คือ บรรยากาศที่ผู้เรียนยอมรับนับถือผู้สอนในฐานะเป็นผู้ให้ความรู้และมีความสามารถทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการถ่ายทอดความรู้ที่สามารถทาให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จ

2.5 บรรยากาศของการควบคุมเป็นบรรยากาศที่ทำให้ผู้เรียนในห้องเรียนมีวินัยในตนเอง ปฏิบัติตามเกณฑ์ระเบียบวินัยของห้องเรียนและผู้สอนเป็นผู้กำหนดโดยผู้เรียนมีหน้าที่รับผิดชอบ

2.6 บรรยากาศของการกระตุ้นความสนใจ คือ ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจเพื่อไปสู่เป้าหมายที่กำหนดและผู้สอนรู้จักการเสริมแรงเพื่อให้ผู้เรียนเพิ่มความถี่ของการมีพฤติกรรมในทางที่พึงประสงค์

บุญชม ศรีสะอาด (2541) ได้แบ่งบรรยากาศในชั้นเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วยพฤติกรรมของครูปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนและปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ซึ่งบรรยากาศ 3 กลุ่มนี้ สามารถจัดเป็นด้านต่าง ๆ 6 ด้าน ดังนี้

1. การมีส่วนร่วม (Involvement) หมายถึง การที่นักเรียนในห้องเรียนมีความตั้งใจและแสดงความสนใจในกิจกรรมของชั้นเรียน เช่น การมีส่วนร่วมในการอภิปรายการร่วมทำกิจกรรมต่าง ๆ

2. ความผูกพันฉันท์มิตร (Affiliation) หมายถึง นักเรียนมีความรู้สึกและแสดงออกซึ่งเป็นมิตรต่อกันและกันเช่นการรู้จักคุ้นเคยช่วยกันทางานมีความพอใจที่ได้ทำงานร่วมกัน

3. การสนับสนุนจากครู (Teacher Support) หมายถึง การแสดงออกของครูที่แสดงถึงความสนใจต่อนักเรียนไว้วางใจนักเรียนสนใจความคิดของนักเรียน

4. การเน้นงาน (Task Orientation) หมายถึง การจัดกิจกรรมของชั้นเรียนมุ่งให้บรรลุจุดมุ่งหมายทางวิชาการไม่ออกนอกเรื่องที่กำลังเรียนกำลังสอน

5. การแข่งขัน (Competition) หมายถึง การที่นักเรียนแข่งขันซึ่งกันและกันเพื่อให้ได้คะแนนสูงหรือได้รับการยอมรับ

6. ระเบียบและการมีระบบงาน (Order and Organization) หมายถึง การเน้นการประพฤติในชั้นเรียนด้วยลักษณะที่เป็นระบบกิจกรรมต่าง ๆ จัดไว้อย่างมีระบบ

4.4 การวัดจิตวิทยาศาสตร์

การวัดเจตคติและการวัดจิตวิทยาศาสตร์ไม่อาจวัดได้โดยตรง แต่สามารถทำนายได้จากพฤติกรรมทางวาจาหรือทางกายอื่น ๆ

สุนารี มีใหม่ (2557) กล่าวว่า การประเมินจิตวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ ตามลักษณะวิธีการและเครื่องมือที่ใช้วัด คือการประเมินโดยบุคคลภายนอก และการประเมินตนเอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การประเมินโดยบุคคลภายนอก

เป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียน โดยที่บุคคลภายนอกเป็นผู้ประเมินผ่านการสัมภาษณ์หรือการสังเกตพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก แล้วนำคำตอบหรือพฤติกรรมการแสดงออกที่สังเกตได้มาแปลความหมาย หรือตัดสินการมีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียน ข้อดีของการประเมินโดยบุคคลภายนอก คือ ได้ข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริงจากการแสดงออกตามธรรมชาติของนักเรียน ส่วนข้อจำกัดของการประเมินโดยบุคคลภายนอก คือ ขาดความเที่ยงตรงในการแปลความหมาย การมีผู้ประเมินต่างคนกันทำให้มีมุมมองหรือความคิดเห็นต่อคำพูดหรือพฤติกรรมที่แสดงออกแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงในการประเมินจึงต้องมีการแจกแจงรายละเอียดของสิ่งที่สัมภาษณ์หรือสังเกตอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมและมีระบบแบบแผนสามารถตรวจสอบความถูกต้องความเที่ยงตรงได้วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมินโดยบุคคลภายนอก มีดังนี้

1.1 การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรง

รูปแบบของเครื่องมือจะมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดที่มีข้อความบ่งชี้ถึงคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบจากความคิดเห็นหรือความรู้สึกที่แท้จริงของนักเรียนเอง การสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรงเป็นวิธีการที่ง่าย แต่วิธีการนี้มีข้อจำกัดที่ผู้ตอบอาจให้คำตอบที่ไม่ตรงกับความคิดหรือความรู้สึกที่แท้จริงของตนเอง

1.2 การสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออก

เป็นการใช้ประสาทสัมผัสทางตาและหูเพื่อรวบรวมข้อมูลพฤติกรรมการแสดงออกของ บุคคล และจัดบันทึกลงในแบบบันทึกการสังเกตอย่างมีแบบแผน เพื่อนำผลการบันทึกมาตัดสิน หรือสรุปผล ในคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมิน การสังเกตพฤติกรรมการแสดงออกเป็นวิธีการที่ง่าย สะดวกและทำให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับ คุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ที่สังเกตอย่างชัดเจนเป็นรูปธรรมแต่มีข้อจำกัดคือการประเมินพฤติกรรมบางอย่างที่มีผู้สังเกตหลายคนอาจมองหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกันได้จะเห็นได้ว่าทั้งวิธีการวัดแบบการสัมภาษณ์หรือสอบถามโดยตรงหรือวิธีการสังเกตพฤติกรรมที่แสดงออกในการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียนนน ต่างมีข้อจำกัดที่เหมือนกันกล่าวคือมีความเหมาะสำหรับใช้วัดรายบุคคลที่อยู่ในกลุ่มเล็กเท่านั้น

2. การประเมินตนเอง

เป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียน โดยการให้นักเรียนรายงานความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเองต่อข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดผ่านการตอบแบบสอบถามหรือแบบ ประเมินเชิงสถานการณ์ที่กำหนดผ่านการตอบแบบสอบถามหรือแบบประเมินเชิงสถานการณ์ ข้อดี ของการประเมินตนเอง คือนักเรียนสามารถตอบคำถามหรือมีการแสดงออกได้โดยอิสระ ทำให้ได้ข้อมูลความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่แท้จริงจากการรายงานตนเองของนักเรียน นอกจากนี้

ยังเหมาะสำหรับการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในนักเรียนกลุ่มใหญ่เนื่องจากใช้เวลาไม่มากนัก ส่วนข้อจำกัดของการประเมิน คือการที่ผู้แปลความหมาย หรือตัดสินผลไม่ได้เห็นการตอบสนองต่อสูงเร้า หรือเห็นการแสดงออกของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ถ้าคำตอบที่นักเรียนตอบไม่ใช้คำตอบที่แท้จริงก็จะมีผลให้การแปลความหมาย หรือตัดสินการมีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ขาดความเที่ยงตรงได้วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมินตนเอง มีดังนี้ การใช้แบบสอบถาม เป็นรูปแบบของเครื่องมือวัดจะมีลักษณะคล้ายเครื่องมือที่ใช้การสังเกต แต่ในแบบสอบถามประเมินตนเอง เป็นการสร้างข้อความหรือสถานการณ์คำถามเกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึกนึกคิดที่บ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วให้ผู้ตอบพิจารณาว่าเห็นด้วย หรือไม่หรือมีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความหรือสถานการณ์นั้น ๆ ในระดับใด เครื่องมือวัดจิตวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบสอบถามมีรูปแบบแตกต่างกันดังนี้

1) แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นแบบสำรวจรายการ เป็นรูปแบบเครื่องมือที่ ประกอบด้วยรายการข้อคำถามเกี่ยวกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียน โดยนักเรียนจะเป็นผู้ตอบคำถามด้วยตนเองที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความเป็นจริง เช่น ใช่ ไม่ใช่ หรือ มี ไม่มี

2) แบบสอบถามที่มีรูปแบบเป็นมาตรประมาณค่ารูปแบบของเครื่องมือ ลักษณะคล้ายกับแบบสำรวจรายการแต่มีการกำหนดระดับความคิดเห็น เช่น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3) การใช้แบบวัดชนิดสถานการณ์แบบวัดชนิดสถานการณ์ เป็นเครื่องมือที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมบ่งชี้บางอย่างที่ต้องการในช่วงขณะที่วัด ถึงแม้ว่าบางพฤติกรรมอาจเกิดขึ้นในสภาพความเป็นจริงได้ยาก และต้องอาศัยเงื่อนไขหรือสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งหากจะทำการวัดพฤติกรรมดังกล่าว โดยวิธีการสังเกตในสถานการณ์จริงจะทำได้ยาก หรือต้องเสียเวลารอคอย การยกสถานการณ์ที่คล้ายคลึงหรือเลียนแบบสถานการณ์จริงหรือภาพเหตุการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการแสดงออก หรือพฤติกรรมบ่งชี้ของคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ที่ต้องการประเมินมาให้นักเรียนพิจารณา และตั้งข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบ ด้วยวิธีการเขียน หรือเลือกตัวเลือกคำตอบในลักษณะของการแสดงอารมณ์ความรู้สึก ความคิดเห็นต่อสถานการณ์ ต่อการกระทำของบุคคลในสถานการณ์หรือพิจารณาเลือกปฏิบัติจากการสมมติว่าตนเป็นบุคคลในสถานการณ์ โดยคาดหวังว่าคำตอบของนักเรียนจะสะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการทางด้านจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อดุลย์ คำมิตร (2555) ได้ศึกษา การพัฒนาชุดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.81/83.15 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้โดยแต่ละชุดการเรียนการสอนแต่ละชุดมีประสิทธิภาพเรียงตามลำดับดังนี้ 86.55, 84.92, 80.03, 82.37, และ 80.20 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารและสมบัติของสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า คะแนนหลังเรียนด้วยชุดกิจการเรียนการสอนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนที่เน้นวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก

รุจิราพร รามศิริ (2556) ได้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาพบว่า 1. รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.36/76.86 ประสิทธิผลของรูปแบบพบว่า 2.1) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถพื้นฐานและแบบการเรียนรู้ของนักเรียน ที่ส่งผลร่วมกันต่อทักษะการวิจัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างความสามารถพื้นฐานและแบบการเรียนรู้ของนักเรียนที่ร่วมกันส่งผลต่อทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน 2.2) หลังเรียนตามรูปแบบนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.3) นักเรียนที่มีความสามารถพื้นฐานและแบบการเรียนรู้ต่างกันที่เรียนตามรูปแบบ มีพัฒนาการด้านทักษะการวิจัยสูงขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับมากและมีพัฒนาการด้านทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงขึ้นจากระดับน้อยเป็นระดับปานกลาง 2.4) นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบ มีความคงทนของทักษะการวิจัยเฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถพื้นฐานสูงและต่ำ และนักเรียนที่มีแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือและแบบพึ่งพานักเรียนที่กกลุ่มมีความคงทนของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในระยะติดตามผล และ 2.5) หลังเรียนตามรูปแบบนักเรียนที่มีความสามารถพื้นฐานและแบบการเรียนรู้ต่างกัน มีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก 3. ผลการขยายผลรูปแบบพบว่า หลังเรียนตามรูปแบบนักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพัฒนาการด้านทักษะการวิจัยสูงขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับมาก ส่วนทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีพัฒนาการสูงขึ้นจากระดับน้อยเป็นระดับมาก และมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

พรรณวิภา รัชตธนกุล (2557) ได้พัฒนาชุดการสอนสื่อประสมเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWLH Plus โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบกลับด้านชั้นเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1. ชุดการสอนสื่อประสม เรื่องปฏิกิริยาเคมีมีประสิทธิภาพ (E_1 /E_2) เท่ากับ 80.267/82.351 2. ผลการประเมินประสิทธิผลของชุดการสอนสื่อประสม ดังนี้ (2.1) ผลการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดการสอนสื่อประสมมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าผลการเรียนรู้ก่อนเรียนด้วยชุดการสอน สื่อประสมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 (2.2) ความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์หลังการใช้ชุดการสอนสื่อประสมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านการกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน และระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ส่วนด้านการสรุปผลมีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด (2.3) จิตวิทยาศาสตร์หลังการใช้ชุดการสอนสื่อประสมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความรับผิดชอบมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ส่วนด้านความมีเหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด

Mason (1990) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อจิตวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในระดับ 7 และ 8 จำนวน 285 คน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น สังกัด Ottawa County รัฐมิชิแกน แบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) โครงงานที่ครูมอบหมาย (2) โครงงานที่นักเรียนเลือกเอง (3) ไม่มีการทำโครงงาน นักเรียนมีเวลา 5 สัปดาห์ในการทำงานให้สำเร็จทำการPretestและPosttest โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน จำนวน 2 ฉบับ คือแบบทดสอบวัดจิตวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน ส่วนโครงงานวิทยาศาสตร์มีผลต่อการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพศชายได้เพียงเล็กน้อย และพบว่า นักเรียนชอบทำโครงงานที่ครูมอบหมายได้สำเร็จสมบูรณ์ดีกว่าโครงงานที่เลือกเอง

การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การหาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญมาก เพื่อเป็นเครื่องยืนยันว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบ ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525) ได้กำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำไปให้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 ท่าน ตรวจสอบเพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้และดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 0.5 จึงถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แบบเดียว (1 : 1) เป็นการทดลองของนักเรียน 1 คน โดยใช้กับเด็ก เก่ง ปานกลาง และอ่อน คำนวณหาค่าประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวจะได้ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่เมื่อปรับปรุงแล้วคะแนนจะสูงขึ้น ก่อนนำไปทดลองแบบกลุ่มในขั้นตอนนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. แบบกลุ่มย่อย (1 : 10) เป็นการทดลองกับนักเรียนม 6 - 10 คน คละนักเรียนที่เก่งกับอ่อน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของนักเรียนจะเพิ่มขึ้น โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. ภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดลองกับนักเรียนทั้งชั้น 40 - 100 คน ทำการหาค่าประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไข ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 80/80 หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5 ก็ให้ยอมรับได้ หากแตกต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ใหม่ โดยยึดสภาพความเป็นจริงตามเกณฑ์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2556) ได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพโดยเน้นกระบวนการและผลลัพธ์ และกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2 โดยมีการคำนวณค่าสถิติจากสูตร ดังนี้

สูตรที่ 1

E_1 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงในตัวนักเรียน คิดเป็นร้อยละเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบฝึกหัดและกิจกรรมระหว่างเรียน

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

E_1	หมายถึง	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้
$\sum X$	หมายถึง	ผลรวมของคะแนนแบบฝึกหัดและกิจกรรมระหว่างเรียน
A	หมายถึง	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดในแผนการจัดการเรียนรู้รวมกัน
N	หมายถึง	จำนวนนักเรียน

สูตรที่ 2

E_2 หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงในตัวนักเรียน คิดเป็นร้อยละเฉลี่ยของคะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบในแผนการจัดการเรียนรู้รวมกัน

N หมายถึง จำนวนนักเรียน

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้นิยมตั้งไว้ที่ 90/90 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความรู้ ความจำ และไม่ต่ำกว่า 80/80 สำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะ เจตคติ เพราะการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมคิดตามระยะเวลา ไม่สามารถเปลี่ยนและวัดได้ทันทีที่เรียนจบไปแล้ว

เกฑณ์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นนั้น กำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ มีค่าเป็น 2.5% ขึ้นไป

2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์แต่ไม่เกิน 2.5%

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ผู้วิจัยได้พัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ 80/80 ในการหาค่าประสิทธิภาพ เนื่องจากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีเนื้อหาวิชาที่เป็นทักษะการคิด วิเคราะห์ คำนวณ โดยการหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ ทำได้โดยการนำหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงและแก้ไขตามที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 20 คน แล้วนำมาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ 80/80

E_1 ตัวแรก หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนจากหน่วยการจัดการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

E_2 ตัวหลัง หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของการเรียนที่นักเรียนได้รับจากการเรียนด้วยหน่วยการจัดการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ดำเนินการตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Research) แบบหนึ่งกลุ่มวัดหลายครั้ง (One Group Time Series Design) โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นหน่วยวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย แบบแผนการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดรายการในการนำเสนอ ประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปร เนื้อหา ระยะเวลาที่ศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ที่กำลังศึกษาอยู่ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน รวมนักเรียนจำนวน 80 คน

1.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 มีนักเรียนจำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เนื่องจากทุกห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน ทำให้สภาพพื้นฐานทางการเรียนของนักเรียนแต่ละห้องเรียนไม่แตกต่างกัน

1.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้น (Independent Variable) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

2.2 จิตวิทยาศาสตร์

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์

1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ดังนี้

ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น

ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก

ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นด้านประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

1.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมตามหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ จำนวน 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมเป็น 36 ชั่วโมง

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre - Experimental Design) แบบหนึ่งกลุ่มวัดหลายครั้ง (One Group Time Series Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 7 แบบแผนการวิจัย

ทดลองใช้นวัตกรรม	การทดสอบหลังการใช้นวัตกรรม	ทดลองใช้นวัตกรรม	การทดสอบหลังการใช้นวัตกรรม	ทดลองใช้นวัตกรรม	การทดสอบหลังการใช้นวัตกรรม
X_1	O_1	X_2	O_2	X_3	O_3

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

X_1 คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบครั้งที่ 1

X_2 คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบครั้งที่ 2

X_3 คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบครั้งที่ 3

O_1 คือ การทดสอบหลังการใช้นวัตกรรมครั้งที่ 1

O_2 คือ การทดสอบหลังการใช้นวัตกรรมครั้งที่ 2

O_3 คือ การทดสอบหลังการใช้นวัตกรรมครั้งที่ 3

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. หน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 หน่วย ประกอบด้วย

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่และแรง จำนวน 12 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แรงในธรรมชาติ จำนวน 12 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน จำนวน 12 ชั่วโมง

2. แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งประเมินโดยผู้วิจัย และประเมินตามเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนที่ระบุเกณฑ์ที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 5 ประการ ได้แก่ 1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย 2) แนวคิดทางฟิสิกส์ 3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ 4) กระบวนการทางฟิสิกส์ 5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ซึ่งลักษณะเป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ และกำหนดเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Score) ใช้ประเมินหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง เรื่องละ 1 ครั้ง แต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นค่าเฉลี่ย

3. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เป็นแบบสอบถามแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) ของลิเคิร์ท มีตัวเลือก 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ โดยวัดได้จากระดับพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงคุณลักษณะใน 10 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) ความอยากรู้อยากเห็น2) ความมีเหตุมีผล 3) ความใจกว้าง 4) ความซื่อสัตย์ 5) ความพยายามมุ่งมั่น 6) ความรอบคอบ 7) ความรับผิดชอบ 8) ความร่วมมือช่วยเหลือ 9) ความคิดสร้างสรรค์ และ 10) เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ ใช้ประเมินหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละเรื่อง เรื่องละ 1 ครั้ง แต่ละครั้ง รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นค่าเฉลี่ย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสร้างและพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติและพลังงาน ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งศึกษาในส่วนของคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ และเนื้อหาสาระ

1.2 วิเคราะห์ เลือกและกำหนดเนื้อหาเพื่อนำมาสร้างหน่วยการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

1.3 การศึกษา วิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
1	การเคลื่อนที่และแรง	ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	อธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ การนำความรู้เกี่ยวกับแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1** **<u>ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา</u>** **ชั่วโมงที่ 1** 1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ที่เรียนมาสร้างเป็นชิ้นงาน โดยผ่านการแก้ปัญหาสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว **(10 นาที)** 2. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยนำรูปการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ มาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทายว่ารูปที่ดูเป็นการเคลื่อนที่แบบใด ให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบ เมื่อนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ที่ครูนำมาให้ดูแล้ว จากนั้นร่วมกันอภิปรายเพื่อเป็นความรู้พื้นฐานนำไปสู่การศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **(15 นาที)** 3. ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ประกอบการเรียนการสอน และให้นักเรียนดูสื่อเกี่ยวกับกาเคลื่อนที่ โดยที่ 3.1 ครูพูดคุยเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ต่าง ๆ รอบตัวในชีวิตประจำวันที่นักเรียนเคยได้พบเห็นมา พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน **(15 นาที)** 3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับลักษะของการเคลื่อนที่ให้นักเรียนฟัง ว่ามีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงการเคลื่อนที่มากยิ่งขึ้น **(15 นาที)**	4

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
1	การเคลื่อนที่และแรง	ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	อธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ การนำความรู้เกี่ยวกับแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	**<u>ชั่วโมงที่ 2</u>** 3.3 ครูนำนักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง โดยให้นักเรียนได้ทดลองทำกิจกรรมการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ว่ามีลักษณะอย่างไร และร่วมกันสรุปความรู้ **(10 นาที)** 3.4 ครูสอนวิธีการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ **(20 นาที)** 3.5 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง **(15 นาที)** 3.6 นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง จำนวน 10 ข้อ **(10 นาที)**	
				<u>ชั่วโมงที่ 3</u> 4. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบงานที่ 1.1 เรื่อง ปัญหาคาใจ ซึ่งครูจะมีสถานการณ์ให้ **(10 นาที)** 5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับมา **(45 นาที)**	
				<u>ชั่วโมงที่ 4</u> 6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 1.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้การเคลื่อนที่และแรง เพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**	

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
1	การเคลื่อนที่และแรง	ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	อธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ การนำความรู้เกี่ยวกับแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2**	**2**
				ขั้นที่ 2 สร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาและออกแบบ **<u>ชั่วโมงที่ 5</u>** 7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดรวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก **(25 นาที)** 8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ **(30 นาที)**	
				<u>ชั่วโมงที่ 6</u> 9. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบงานที่ 1.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**	
				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3	**2**
				ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ **<u>ชั่วโมงที่ 7 - 8</u>** 10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงาน จากแบบร่างในใบงานที่ 1.3 ชั่วโมงที่ผ่านมา ที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ **(110 นาที)**	
				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4	**2**
				ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ **<u>ชั่วโมงที่ 9</u>** 11. นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยทำซ้ำหลายครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน และให้ชิ้นงานสามารถใช้งานได้จริง **(55 นาที)**	

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
1	การเคลื่อนที่และแรง	ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	อธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ การนำความรู้เกี่ยวกับแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	**ชั่วโมงที่ 10** 12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามที่ครูและเพื่อนแนะนำ **(55 นาที)**	
				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5	**2**
				ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมิน **ชั่วโมงที่ 11** 13. ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด **(55 นาที)**	
				ชั่วโมงที่ 12 14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง และสนทนาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน และให้นักเรียนไปทดลองทำชิ้นงานที่บ้าน **(55 นาที)**	
2	แรงในธรรมชาติ	ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	อธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก การนำความรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก ไปใช้ในการแก้ปัญหา	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6**	**4**
				ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา **ชั่วโมงที่ 1** 1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ เรื่อง แรงในธรรมชาติ ที่เรียน มาสร้างเป็นชิ้นงาน โดยผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ หลังจากที่ได้เรียนรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว **(10 นาที)**	

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
2	แรงในธรรมชาติ	ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	อธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก การนำความรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก ไปใช้ในการแก้ปัญหา	2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำรูปตัวอย่างแรงในธรรมชาติ มาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทายว่ารูปที่ดูเป็นการเคลื่อนที่แบบใด โดยให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบ เมื่อนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับแรงต่าง ๆ ที่ครูนำมาให้ดู แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานนำไปสู่การศึกษา เรื่อง แรงในธรรมชาติ **(15 นาที)** 3. ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ เรื่อง แรงในธรรมชาติ ประกอบการเรียนการสอน และให้นักเรียนดูสื่อเกี่ยวกับแรงในธรรมชาติ 3.1 ครูพูดคุยเกี่ยวกับแรงในธรรมชาติที่นักเรียนเคยได้พบเห็นมา พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน **(15 นาที)** 3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับลักษะของแรงให้นักเรียนฟัง ว่ามีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงแรงต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น **(15 นาที)**	
				<u>ชั่วโมงที่ 2</u> 3.3 ครูสอนวิธีการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงในธรรมชาติ **(30 นาที)** 3.4 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงในธรรมชาติ โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง **(15 นาที)** 3.5 นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง แรงในธรรมชาติ จำนวน 10 ข้อ **(10 นาที)**	

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
2	แรงในธรรมชาติ	ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	อธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก การนำความรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก ไปใช้ในการแก้ปัญหา	**ชั่วโมงที่ 3** 4. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบงานที่ 2.1 เรื่อง ปัญหาคาใจ ซึ่งครูจะมีสถานการณ์ให้ **(10 นาที)** 5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับมา **(45 นาที)**	
				ชั่วโมงที่ 4 6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 2.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้แรงในธรรมชาติ เพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**	
				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	2
				ขั้นที่ 2 สร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาและออกแบบ **ชั่วโมงที่ 5** 7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก **(25 นาที)** 8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ **(30 นาที)**	
				ชั่วโมงที่ 6 9. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบงานที่ 2.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**	

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
2	แรงในธรรมชาติ	ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	อธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก การนำความรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก ไปใช้ในการแก้ปัญหา	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8** **ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ** **<u>ชั่วโมงที่ 7 - 8</u>** 10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงาน จากแบบร่างในใบงานที่ 2.3 ชั่วโมงที่ผ่านมา ที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง แรงในธรรมชาติ เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ **(110 นาที)**	2
				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 **ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ** **<u>ชั่วโมงที่ 9</u>** 11. นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้นโดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยทำซ้ำหลายครั้งเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน และให้ชิ้นงานสามารถใช้งานได้จริง **(55 นาที)** **<u>ชั่วโมงที่ 10</u>** 12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามที่ครูและเพื่อนแนะนำ **(55 นาที)**	2
				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 **ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมิน** **<u>ชั่วโมงที่ 11</u>** 13. ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ **(55 นาที)**	2

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
				<u>ชั่วโมงที่ 12</u> 14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ เรื่อง แรงในธรรมชาติ และสนทนาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน และให้นักเรียนไปทดลองทำชิ้นงานที่บ้าน **(55 นาที)**	
3	พลังงาน	ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิ-ภาพ ความคุ้มค่าด้านค่าใช้ จ่าย การนำความรู้เกี่ยวกับเปลี่ยนพลังงานทดแทนไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 11** **ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา** **<u>ชั่วโมงที่ 1</u>** 1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ เรื่อง พลังงาน ที่เรียน มาสร้างเป็นชิ้นงาน โดยผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว **(10 นาที)** 2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำรูปพลังงานต่าง ๆ มาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทายว่ารูปที่ดูเป็นพลังงานใด โดยให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบ เมื่อนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับพลังงานที่ครูนำมาให้ดู แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานนำไปสู่การศึกษา เรื่อง พลังงาน **(15 นาที)** 3. ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ เรื่อง พลังงาน ประกอบ การเรียนการสอนและให้นักเรียนดูสื่อเกี่ยวกับพลังงาน โดย 3.1 ครูพูดคุยเกี่ยวกับพลังงานต่าง ๆ รอบตัวในชีวิตประจำวันที่มีที่นักเรียนเคยได้พบเห็นมา พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน **(15 นาที)**	**4**

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
3	พลังงาน	ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิ-ภาพ ความคุ้มค่าด้านค่าใช้ จ่าย การนำความรู้เกี่ยวกับเปลี่ยนพลังงานทดแทนไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับลักษะของพลังงานต่าง ๆ ให้นักเรียนฟัง ว่ามีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงการเคลื่อนที่มากยิ่งขึ้น **(15 นาที)** **<u>ชั่วโมงที่ 2</u>** 3.3 ครูสอนวิธีการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน **(30 นาที)** 3.4 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบและช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง **(15 นาที)** 3.5 นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง พลังงาน จำนวน 10 ข้อ **(10 นาที)** **<u>ชั่วโมงที่ 3</u>** 4. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบงานที่ 3.1 เรื่อง ปัญหาคาใจ ซึ่งครูจะมีสถานการณ์ให้ **(10 นาที)** 5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับมา **(45 นาที)** **<u>ชั่วโมงที่ 4</u>** 6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 3.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้พลังงาน เพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**	

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
3	พลังงาน	ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิ-ภาพ ความคุ้มค่าด้านค่าใช้ จ่าย การนำความรู้เกี่ยวกับเปลี่ยนพลังงานทดแทนไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 12** **ขั้นที่ 2 สร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาและออกแบบ** **<u>ชั่วโมงที่ 5</u>** 7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก **(25 นาที)** 8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ **(30 นาที)** **<u>ชั่วโมงที่ 6</u>** 9. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบงานที่ 3.3 เรื่องระดมความคิดพิชิตการออกแบบ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**	**2**
				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 13 **ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ** **<u>ชั่วโมงที่ 7 - 8</u>** 10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงาน จากแบบร่างในใบงานที่ 3.3ชั่วโมงที่ผ่านมา ที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง พลังงาน เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ **(110 นาที)**	**2**

ตารางที่ 8 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	เวลา (ชั่วโมง)
3	พลังงาน	ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิ-ภาพ ความคุ้มค่าด้านค่าใช้ จ่าย การนำความรู้เกี่ยวกับเปลี่ยนพลังงานทดแทนไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 14** **ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ** **<u>ชั่วโมงที่ 9</u>** 11. นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้นโดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน และให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง **(55 นาที)** **<u>ชั่วโมงที่ 10</u>** 12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามที่ครูและเพื่อนแนะนำ **(55 นาที)**	**2**
				แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 15 **ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมิน** **<u>ชั่วโมงที่ 11</u>** 13. ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด **(55 นาที)** **<u>ชั่วโมงที่ 12</u>** 14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เรื่อง พลังงาน และสนทนาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน และให้นักเรียนไปทดลองทำชิ้นงานที่บ้าน **(55 นาที)**	**2**
รวม					**36**

1.4 สร้างหน่วยการเรียนรู้ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอต้นแบบ ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิดและประเมิน

1.5 เสนอหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ที่เชี่ยวชาญ 3 คน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์ จำนวน 1 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีสอน จำนวน 1 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective: IOC) ทั้งนี้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) จากสูตร

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนของผู้เชี่ยวชาญของความคิดเห็นทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.6 ปรับปรุงแก้ไขหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยดาเนินการปรับปรุงแก้ไขสาระสำคัญให้สอดคล้องเหมาะสมกับผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

1.7 นำหน่วยการเรียนรู้ ที่ปรับปรุงแก้ไขในด้านความเหมาะสมจากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 36 คน โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา โดยดำเนินการในระหว่าง วันที่ 20 - 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

1.8 นำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 ใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง

สรุปการสร้างและพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังแผนภูมิที่ 2

แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสร้างหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

2. การสร้างแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จำนวน 1 ฉบับ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาการสร้างแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

2.2 สร้างแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ โดยมีลักษณะเป็นแบบสังเกตคุณภาพในการปฏิบัติงาน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย 2) แนวคิดทางฟิสิกส์ 3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ 4) กระบวนการทางฟิสิกส์ 5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา โดยแต่ละด้านประเมินเป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ ดังนี้ ซึ่งคะแนนนั้นได้จากการสังเกต การนำเสนอ การตรวจใบกิจกรรมและชิ้นงาน

4 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับดีมาก

3 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับดี

2 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับพอใช้

1 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ในการสร้างแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric Score) โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 10

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	**ระดับคุณภาพ**			
	(ดีมาก) **4**	**(ดี)** **3**	**(พอใช้)** **2**	**(ควรปรับปรุง)** **1**
1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้องมากกว่า 4 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง 3 – 4 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง 2 – 3 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้องน้อยกว่า 2 เหตุผล

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	ระดับคุณภาพ			
	(ดีมาก) 4	(ดี) 3	(พอใช้) 2	(ควรปรับปรุง) 1
2) แนวคิดทางฟิสิกส์	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 4 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 3 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 2 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 1 ข้อ
3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 4 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 3 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 2 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 1 ข้อ
4) กระบวนการทางฟิสิกส์	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 8 - 10 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 5 - 7 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 2 - 4 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง น้อยกว่า 2 ข้อ

ตารางที่ 9 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	**ระดับคุณภาพ**			
	(ดีมาก) 4	**(ดี)** 3	**(พอใช้)** 2	**(ควรปรับปรุง)** 1
5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นมีองค์ประกอบครบถ้วน ดังนี้ 1. สามารถใช้งานได้จริง 2. มีความสวยงาม 3. ชิ้นงานแปลกใหม่ 4. ตรงตามหัวข้อและเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขาดไป 1 องค์ประกอบ	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขาดไป 2 องค์ประกอบ	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ขาดไปมากกว่า 2 องค์ประกอบ

ตารางที่ 10 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

ค่าเฉลี่ย	**ความหมาย**
3.50 – 4.00	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับดีมาก
2.50 – 3.49	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับดี
1.50 – 2.49	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้
1.00 – 1.49	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

2.3 เสนอแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง โดยปรับปรุงแก้ไขข้อความให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน

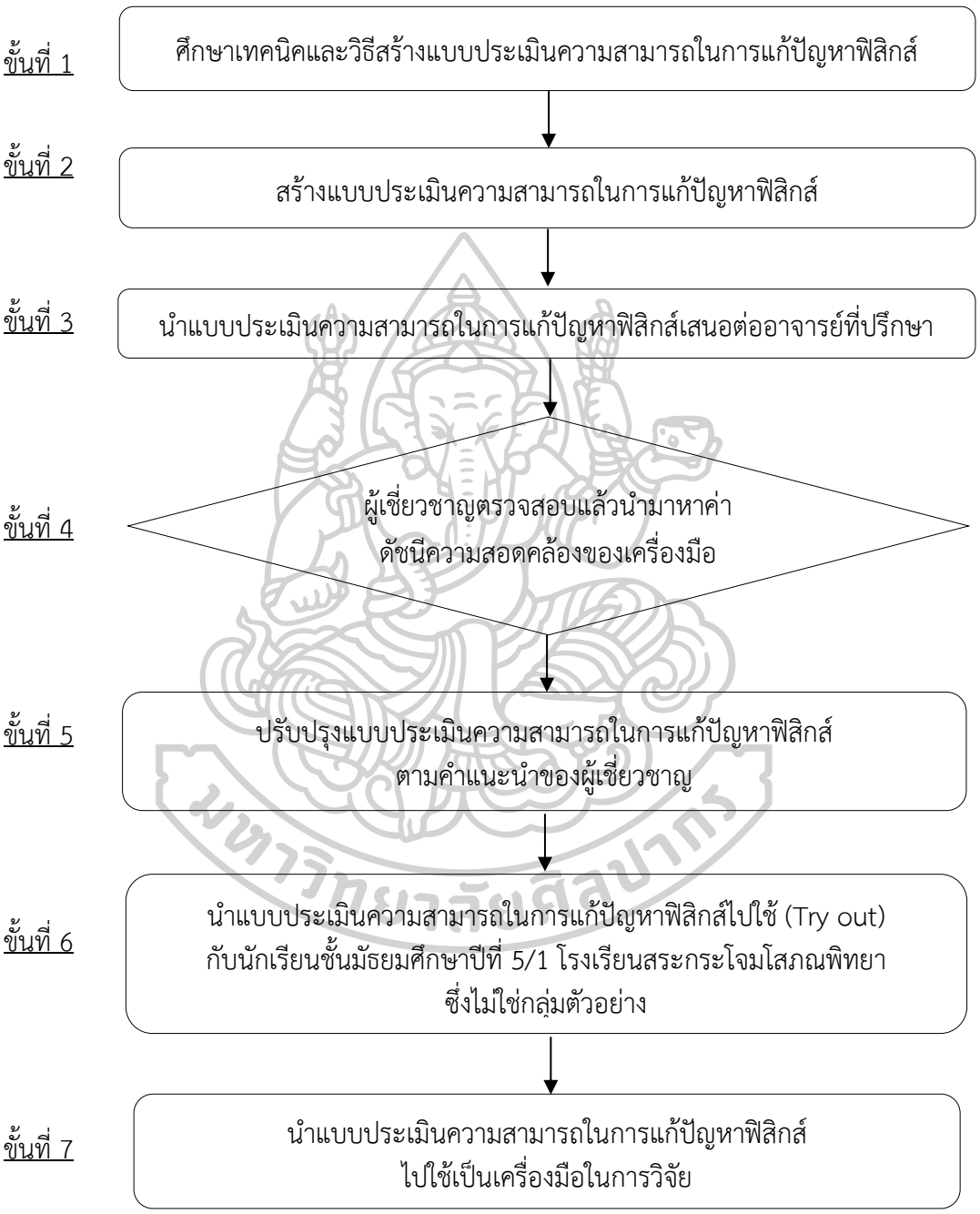
2.4 นำแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์ จำนวน 1 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีสอน จำนวน 1 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน ตรวจพิจารณาด้านความครอบคลุมของพฤติกรรม ความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในการใช้ภาษา แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือ โดยเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

2.5 ปรับปรุงแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงรายละเอียดของเกณฑ์ในการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ให้มีความชัดเจนและง่ายต่อการวัดผลและประเมินผล

2.6 นำแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ภาษาที่ใช้สื่อความหมายให้เข้าใจมากขึ้น โดยดำเนินการในระหว่างวันที่ 20 - 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

2.7 นำแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ไปใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

3. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษารูปแบบและศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีประเด็นศึกษาตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้ 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความมีเหตุมีผล 3) ความใจกว้าง 4) ความซื่อสัตย์ 5) ความพยายามมุ่งมั่น 6) ความรอบคอบ 7) ความรับผิดชอบ 8) ความร่วมมือช่วยเหลือ 9) ความคิดสร้างสรรค์ 10) เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เป็นแบบสอบถามแบบมาตรประมาณค่า มี 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert's Five Rating Scale) โดยกำหนดความหมายและเกณฑ์ที่ใช้แปลความหมายค่าเฉลี่ยมีดังนี้ (นภาภรณ์ เพียงดวงใจ, 2558) ดังนี้

5 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะมีจิตวิทยาศาสตร์ระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะมีจิตวิทยาศาสตร์ระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะมีจิตวิทยาศาสตร์ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะมีจิตวิทยาศาสตร์ระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะมีจิตวิทยาศาสตร์ระดับน้อยที่สุด

3.3 นำแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

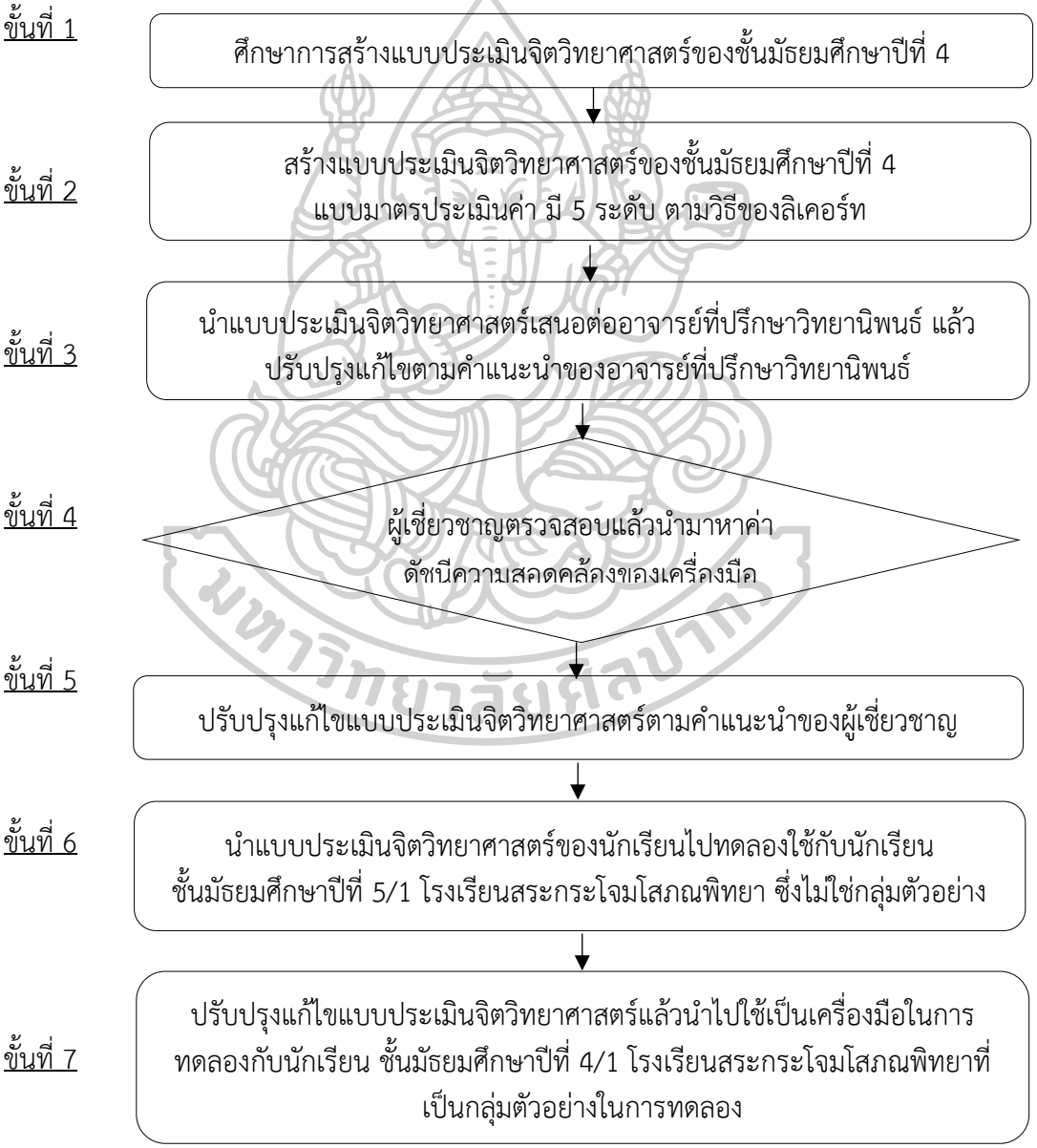
3.4 นำแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้ที่เชี่ยวชาญ 3 คน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์ จำนวน 1 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีสอน จำนวน 1 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน ตรวจสอบพิจารณาความสอดคล้องและความเหมาะสม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยแบบประเมินต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตั้งแต่ 0.67 - 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงแก้ไขข้อคาถามให้มีความชัดเจนและสามารถประเมินได้ตรงตามพฤติกรรมของผู้เรียน

3.6 นำแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบข้อคำถามภาษาที่ใช้สื่อความหมายให้เข้าใจมากขึ้น โดยดำเนินการในวันที่ 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

3.7 นำแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา จำนวน 20 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หน่วยการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 3) แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ผู้วิจัยทบทวนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2. ขั้นทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างไว้ และใช้เครื่องมือในการทดลองที่เตรียมไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ในเรื่องที่เรียน

2.2 เวลาที่ใช้ในการทดลอง 9 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่งโมง รวม 36 ชั่วโมง

2.3 การจัดช่วงเวลาในการเรียนแต่ละวัน จัดการเรียนการสอนตามเวลาของการเรียนการสอนในวิชาฟิสิกส์พื้นฐานตามหน่วยการเรียนรู้ของครูผู้สอน

2.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน คือ วิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.5 ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง มีหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 – 3 มีขั้นตอนการสอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ฟิสิกส์ที่เรียน มาสร้างชิ้นงานผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนความรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม และสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวกับ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ที่ผู้วิจัยกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก และนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ แล้วทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน เป็นหลัก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดให้

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอต้นแบบ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิดและประเมิน ผู้วิจัยและเพื่อนนักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

3. ขั้นหลังการทดลอง ภายหลังเสร็จสิ้นการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการประเมินหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ประเมินทั้ง 5 ด้าน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หน่วยละ 1 ครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติและวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนตอบแบบประเมิน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หน่วยละ 1 ครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติและวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในกาวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนโดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

$$(\overline{X}) = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ $(\overline{X})$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของคะแนน

$(\sum X^2)$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของหน่วยการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จานวนผู้เชี่ยวชาญ

3. สถิติที่ใช้ตรวจสอบสมมติฐาน

3.1 การหาประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยวิเคราะห์กำหนดเกณฑ์ 80/80 ดังต่อไปนี้

3.1.1 การหาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยประเมินจากผลรวมของคะแนนการทำแบบฝึกหัดและกิจกรรมระหว่างเรียน

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

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในหน่วยการจัดการเรียนรู้

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแบบฝึกหัดและกิจกรรมระหว่างเรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดในหน่วยการจัดการเรียนรู้รวมกัน

N หมายถึง จำนวนนักเรียน

3.1.2 การหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยประเมินจากคะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในหน่วยการจัดการเรียนรู้

$\sum X$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน

A หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบในหน่วยการจัดการเรียนรู้รวมกัน

N หมายถึง จำนวนนักเรียน

3.2 การหาความสัมพันธ์ของตัวแปร ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation) ดังนี้ (Ferguson, 1981)

$$r_{xy} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ r_{xy} แทน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร x กับ y

n แทน จำนวนคู่ของข้อมูล

X แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน X

Y แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน Y

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนน X แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum Y^2$ แทน ผลรวมของคะแนน Y แต่ละตัวยกกำลังสอง

$\sum XY$ แทน ผลรวมของผลคูณระหว่าง X กับ Y

การแปลผลความสัมพันธ์ (r) มีดังนี้

มีค่าระหว่าง	0.80 – 0.99	มีค่าความสัมพันธ์สูงทางบวก
มีค่าระหว่าง	0.60 – 0.79	มีค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงทางบวก
มีค่าระหว่าง	0.40 – 0.59	มีค่าความสัมพันธ์ปานกลาง
มีค่าระหว่าง	0.20 – 0.39	มีค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ
มีค่าระหว่าง	0.00 – 0.19	มีค่าความสัมพันธ์ต่ำ หรือ ไม่มีความสัมพันธ์

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2 ที่กำหนด 80/80 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ หลังจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลผลการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลผลจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ด้วยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (r) เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

สรุปวิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ดำเนินการวิจัย ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือการวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 ที่กำหนด 80/80	- พัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยาอำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี	- หน่วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาและประสิทธิภาพ E_1/E_2

ตารางที่ 11 วิธีดำเนินการวิจัย (ต่อ)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือการวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล
2. เพื่อประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	- ประเมินโดยผู้สอนตรวจใบงานใบกิจกรรมท้ายหน่วยและการนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา	- แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์
3. เพื่อประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ	- นำแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไปใช้กับนักเรียนหลังเรียน	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา	- แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	- ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา	นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา		วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เพียร์สัน (r)

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) หน่วยการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 หน่วย หน่วยละ 12 ชั่วโมง (2) แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ซึ่งประเมินโดยผู้วิจัยและประเมินตามเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนที่ระบุเกณฑ์ที่แสดงถึงความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ 5 ประการ (3) แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ จำนวน 15 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ โดยประเมินทั้ง 5 ด้าน ในขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้ หน่วยละ 1 ครั้ง แต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งคะแนนนั้นได้จากการสังเกต การนำเสนอ การตรวจใบกิจกรรมและชิ้นงาน แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย จากนั้นประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยใช้แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ในแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้ หน่วยละ 1 ครั้ง แต่ละครั้งมีรวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์

สำหรับรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอน มีดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การคำนวณหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

นักเรียน	ผลการสอบระหว่างเรียน			รวม	ผลการสอบหลังเรียน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
คะแนนเต็ม	**10**	**10**	**10**	**30**	**30**
คนที่ 1	7	9	10	26	27
คนที่ 2	6	8	9	23	26
คนที่ 3	7	8	9	24	25
คนที่ 4	8	9	7	24	26
คนที่ 5	5	8	9	22	24
คนที่ 6	6	7	8	21	26
คนที่ 7	8	8	9	25	20
คนที่ 8	7	9	8	24	28
คนที่ 9	9	7	8	24	23
คนที่ 10	10	7	9	26	27
คนที่ 11	8	9	7	24	25
คนที่ 12	7	8	9	24	27
คนที่ 13	7	9	7	23	24
คนที่ 14	9	9	10	28	27
คนที่ 15	6	7	8	21	26

ตารางที่ 12 การคำนวณหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

นักเรียน	ผลการสอบระหว่างเรียน			รวม	ผลการสอบหลังเรียน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
คะแนนเต็ม	**10**	**10**	**10**	**30**	**30**
คนที่ 16	9	8	6	23	21
คนที่ 17	9	6	9	24	28
คนที่ 18	7	8	9	24	27
คนที่ 19	8	7	10	25	25
คนที่ 20	8	10	9	27	22
รวม	151	161	170	482	519
ค่าเฉลี่ย	7.55	8.05	8.50	24.10	25.20
ร้อยละ	75.50	80.50	85.00	80.33	84.00
E_1 / E_2	80.33				84.00

จากตารางที่ 12 การคำนวณหาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ พบว่า ผลคะแนนระหว่างเรียน (E_1) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80.33 และผลคะแนนหลังเรียน (E_2) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 84.00 แสดงว่า การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 80.33 / 84.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2 ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับใด ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

หน่วยที่	กลุ่มที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์					($\overline{X}$)	S.D.	ระดับ
		ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	แนวคิดทางฟิสิกส์	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	กระบวนการทางฟิสิกส์	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา			
1	1	4	3	4	2	4	3.40	0.89	ดี
	2	4	3	4	3	4	3.60	0.55	ดีมาก
	3	3	4	3	4	4	3.60	0.55	ดีมาก
	4	3	3	4	4	4	3.60	0.55	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 1		3.50	3.25	3.75	3.25	4.00	3.55	0.33	ดีมาก
2	1	4	4	4	3	4	3.80	0.45	ดีมาก
	2	4	3	3	4	2	3.20	0.84	ดี
	3	4	3	3	3	2	3.00	0.71	ดี
	4	4	3	2	3	3	3.00	0.71	ดี
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 2		4.00	3.25	3.00	3.32	2.75	3.25	0.47	ดี
3	1	4	4	4	3	4	3.80	0.45	ดีมาก
	2	3	3	4	2	4	3.20	0.84	ดี
	3	4	4	4	4	3	3.80	0.45	ดีมาก
	4	3	3	2	4	3	3.00	0.71	ดี
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 3		3.50	3.50	3.50	3.25	3.50	3.45	0.11	ดี
รวมหน่วยที่ 1 - 3		44	40	41	39	41	41.00		
($\overline{X}$)		3.67	3.33	3.42	3.27	3.42	3.42		
S.D.		0.49	0.49	0.79	0.75	0.79	0.67		
ระดับ		ดีมาก	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี		
ลำดับที่		1	3	2	4	2			

จากตารางที่ 13 ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 3.42, S.D. = 0.67) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านโดยเรียงจากมากไปหาน้อย จะได้ว่า 1. ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย ($\overline{X}$ = 367, S.D. = 0.49) 2. การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ ($\overline{X}$ = 3.42, S.D. = 0.79) 3. ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ($\overline{X}$ = 3.42, S.D. = 0.67) 4. แนวคิดทางฟิสิกส์ ($\overline{X}$ = 3.33, S.D. = 0.49) 5. กระบวนการทางฟิสิกส์ ($\overline{X}$ = 3.27, S.D. = 0.75) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

ตอนที่ 3 การศึกษาจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 3 จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับใด ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 จิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

พฤติกรรมที่แสดงออก	ผลการประเมิน						รวมเฉลี่ย		แปลผล	ลำดับที่
	หน่วยที่ 1		หน่วยที่ 2		หน่วยที่ 3					
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
- ความอยากรู้อยากเห็น										
1. นักเรียนซักถามจากครูหรือไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องที่เรียนที่เกี่ยวข้องกับชีวิต ประจำวัน	3.60	0.86	4.05	0.79	4.10	0.77	3.92	0.80	มาก	9
2. นักเรียนสนใจที่จะทดลองออกแบบชิ้นงานง่าย ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน	3.50	0.87	3.80	0.75	4.00	0.77	3.77	0.80	มาก	11
สรุป	3.55	0.86	3.92	0.77	4.05	0.77	3.84	0.80	มาก	8

ตารางที่ 14 จิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

พฤติกรรมที่แสดงออก	ผลการประเมิน						รวมเฉลี่ย		แปลผล	ลำดับที่
	หน่วยที่ 1		หน่วยที่ 2		หน่วยที่ 3					
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
- ความมีเหตุผล										
3. เมื่อนักเรียนมีหลักฐานข้อมูลยืนยันว่าความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ที่เพื่อนนำเสนอไม่ถูกต้อง นักเรียนสามารถนำหลักฐานข้อมูลนั้นมาโต้แย้งได้อย่างมีเหตุผลและเป็นที่ยอมรับได้	3.55	0.86	4.15	0.79	3.95	0.80	3.88	0.82	มาก	10
4. เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลข่าวสารใดทางฟิสิกส์ จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะยอมรับและนำมาใช้เสมอ	3.75	0.89	4.00	0.84	4.10	0.83	3.95	0.85	มาก	8
สรุป	3.65	0.88	4.08	0.81	4.03	0.82	3.92	0.84	มาก	6
- ความใจกว้าง										
5. ในการสรุปผลการออกแบบชิ้นงานในกลุ่ม ถึงแม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยแต่ก็ยอมรับผลของสมาชิกส่วนใหญ่	4.10	0.67	4.35	0.66	4.50	0.58	4.32	0.64	มาก	3
6. เมื่อชิ้นงานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเทออกแบบถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะไม่หมดกำลังใจ	3.45	1.16	3.60	0.77	3.90	0.80	3.65	0.91	มาก	12
สรุป	3.78	0.92	3.98	0.72	4.20	0.69	3.98	0.78	มาก	5
- ความซื่อสัตย์										
7. เมื่อครูมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงาน นักเรียนจะไม่ออกแบบตามแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ	3.55	0.86	3.55	0.86	3.85	0.79	3.65	0.84	มาก	12
สรุป	3.55	0.86	3.55	0.86	3.85	0.79	3.65	0.84	มาก	10

ตารางที่ 14 จิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

พฤติกรรมที่แสดงออก	ผลการประเมิน						รวมเฉลี่ย		แปลผล	ลำดับที่
	หน่วยที่ 1		หน่วยที่ 2		หน่วยที่ 3					
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
- ความพยายามมุ่งมั่น										
8. ถึงแม้งานออกแบบที่ทำอยู่มีโอกาสสำเร็จได้ยาก แต่นักเรียนจะยังคงมีพยายามออกแบบต่อไปให้สำเร็จ	3.70	0.95	3.75	0.89	4.20	0.81	3.88	0.88	มาก	10
สรุป	3.70	0.95	3.75	0.89	4.20	0.81	3.88	0.88	มาก	7
- ความรอบคอบ										
9. นักเรียนทำการทดลองชิ้นงานซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลว่าใช้งานได้	3.50	1.07	3.80	0.87	3.50	1.07	3.60	1.01	มาก	13
10. นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการสร้างต้นแบบ	3.75	0.99	4.15	0.85	4.10	0.89	4.00	0.91	มาก	7
สรุป	3.63	1.03	3.98	0.86	3.80	0.98	3.80	0.96	มาก	9
- ความรับผิดชอบ										
11. เมื่อครูมอบหมายให้ห้องของนักเรียนดูแลความสะอาดห้องเรียน หลังจากทำการสร้างชิ้นงาน แม้ว่าครูจะไม่ได้เจาะจงตัวบุคคล แต่นักเรียนก็ทำตามที่ครูสั่ง	4.60	0.73	4.70	0.56	4.80	0.51	4.70	0.60	มากที่สุด	2
สรุป	4.60	0.73	4.70	0.56	4.80	0.51	4.70	0.60	มากที่สุด	2
- ความร่วมมือช่วยเหลือ										
12. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	4.75	0.54	4.80	0.40	4.75	0.54	4.77	0.49	มากที่สุด	1
สรุป	4.75	0.54	4.80	0.40	4.75	0.54	4.77	0.49	มากที่สุด	1

ตารางที่ 14 จิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

พฤติกรรมที่แสดงออก	ผลการประเมิน						รวมเฉลี่ย		แปลผล	ลำดับที่
	หน่วยที่ 1		หน่วยที่ 2		หน่วยที่ 3					
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.		
- ความสร้างสรรค์										
13. เมื่อนักเรียนมีแนวคิดแตกต่างไปจากเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนก็กล้าที่จะนำเสนอให้เพื่อนได้รับรู้	3.85	0.65	4.00	0.77	4.25	0.62	4.03	0.68	มาก	6
สรุป	3.85	0.65	4.00	0.77	4.25	0.62	4.03	0.68	มาก	4
- เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์										
14. นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ	4.00	0.89	4.00	0.89	4.15	0.91	4.05	0.90	มาก	5
15. นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ	4.00	0.89	4.25	0.77	4.17	0.80	4.14	0.82	มาก	4
สรุป	4.00	0.89	4.13	0.83	4.16	0.85	4.09	0.86	มาก	3
ค่าเฉลี่ยรวมทุกพฤติกรรม	3.87	0.87	4.07	0.78	4.16	0.78	4.03	0.81	มาก	

จากตารางที่ 14 พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.03, S.D. = 0.81) เมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรม พบว่า นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุดและมากซึ่งพฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ พฤติกรรมความร่วมมือช่วยเหลือ ($\overline{X}$ = 4.77, S.D. = 0.49) รองลงมา ได้แก่ พฤติกรรมความรับผิดชอบ ($\overline{X}$ = 4.70, S.D. = 0.60) และพฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ พฤติกรรมความซื่อสัตย์ ($\overline{X}$ = 3.65, S.D. = 0.84) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ นักเรียนรู้จักให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ($\overline{X}$ = 4.77, S.D. = 0.49) รองลงมา ได้แก่ เมื่อครูมอบหมายให้ห้องของนักเรียนดูแลความสะอาดห้องเรียนหลังจากทำการสร้างชิ้นงาน แม้ว่าครูจะไม่ได้เจาะจงตัวบุคคลแต่นักเรียนก็ทำตามที่ครูสั่ง ($\overline{X}$ = 4.70, S.D. = 0.60) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ นักเรียนทำการทดลองชิ้นงานซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลว่าใช้งานได้ ($\overline{X}$ = 3.60, S.D. = 1.01) ตามลำดับ

ตอนที่ 4 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 4 ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสัมพันธ์กันหรือไม่ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ (Y) / จิตวิทยาศาสตร์ (X)	ด้านใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย (Y_1)	ด้านแนวคิดทางฟิสิกส์ (Y_2)	ด้านการประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ (Y_3)	ด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ (Y_4)	ด้านความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา (Y_5)	รวม (Y_{tot})	$\overline{X}$	แปลผล
1. ความอยากรู้อยากเห็น (X_1)	0.52	0.55	0.54	0.56	0.54	2.71	0.54	ปานกลาง
2. ความมีเหตุมีผล (X_2)	0.52	0.55	0.54	0.56	0.54	2.71	0.54	ปานกลาง
3. ความใจกว้าง (X_3)	0.50	0.53	0.52	0.53	0.52	2.60	0.52	ปานกลาง
4. ความซื่อสัตย์ (X_4)	0.53	0.56	0.55	0.57	0.55	2.76	0.55	ปานกลาง
5. ความพยายามมุ่งมั่น (X_5)	0.51	0.54	0.48	0.55	0.54	2.62	0.52	ปานกลาง
6. ความรอบคอบ (X_6)	0.52	0.55	0.53	0.56	0.55	2.71	0.54	ปานกลาง
7. ความรับผิดชอบ (X_7)	0.46	0.49	0.52	0.50	0.48	2.45	0.49	ปานกลาง
8. ความร่วมมือช่วยเหลือ (X_8)	0.46	0.49	0.54	0.49	0.48	2.46	0.49	ปานกลาง
9. ความสร้างสรรค์ (X_9)	0.51	0.54	0.55	0.54	0.53	2.67	0.53	ปานกลาง
10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ (X_{10})	0.50	0.53	0.48	0.53	0.52	2.56	0.51	ปานกลาง
รวม (X_{tot})	5.03	5.33	5.25	5.39	5.25	26.25		
$\overline{X}$	0.50	0.53	0.52	0.54	0.52	2.61	0.52	ปานกลาง

*** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 15 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์เป็นรายด้านกับจิตวิทยาศาสตร์เป็นรายด้าน พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลางทุกด้าน เรียงตามลำดับได้ดังนี้ ด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ (r = 0.54) ด้านแนวคิดทางฟิสิกส์ (r = 0.53) ด้านประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์และด้านความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา (r = 0.52) และด้านใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบาย (r = 0.50) ตามลำดับ

ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่	**ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียน**
1 การเคลื่อนที่และแรง	
2 แรงในธรรมชาติ	

ตารางที่ 16 ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่	ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียน
3 พลังงาน	

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ดำเนินการตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Research) แบบหนึ่งกลุ่มวัดหลายครั้ง (One Group Time Series Design) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ตามเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 3) ประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ และ 4) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 20 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) หน่วยการเรียนรู้ ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 หน่วย หน่วยละ 12 ชั่วโมง มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 (2) แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 และ (3) แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ สรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ 80.33/84.00 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีทุกข้อ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรม พบว่า พฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความรับผิดชอบและความร่วมมือช่วยเหลือ นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกพฤติกรรม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

4. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.46 ถึง 0.57 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลางทั้งหมด เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์เป็นรายด้านกับจิตวิทยาศาสตร์เป็นรายด้าน พบว่า มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเรียงลำดับความสัมพันธ์ได้ดังนี้ ด้านกระบวนการทางฟิสิกส์ ($r = 0.54$) ด้านแนวคิดทางฟิสิกส์ ($r = 0.53$) ด้านประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์และด้านความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ($r = 0.52$) และด้านใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบาย ($r = 0.50$) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

อภิปรายผล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ สามารถนำผลมาอภิปรายได้ดังนี้

1. หน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ 80.33/84.00 หมายความว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 80.33 และคะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.00 แสดงวาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ 80/80 ที่ตั้งไว ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยสอดคล้องกับทฤษฎีของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2556) ที่ได้กำหนดเกณฑ์การหาประสิทธิภาพ กำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1/E_2 โดย E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการและ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ และ และสอดคลองกับงานวิจัยของ อดุลย์ คำมิตร (2555) ที่ได้ศึกษา การพัฒนาชุดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ เรื่อง สารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียน

การสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.81/83.15 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ โดยแต่ละชุดการเรียนการสอนแต่ละชุดมีประสิทธิภาพเรียงตามลำดับ ดังนี้ 86.55, 84.92, 80.03, 82.37, และ 80.20 แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาชุดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ สามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้นได้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีทุกข้อ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหานั้น โดยอาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์ จึงส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ด้านใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย อยู่ในระดับสูง ซึ่งข้อค้นพบนี้สอดคล้องกับ พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) ที่ได้ให้ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบว่า หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง ร่วมกันสร้างความคิดที่หลากหลาย และตัดสินใจลงมือปฏิบัติเพื่อทดลองสร้างต้นแบบ โดยการศึกษาค้นคว้าประยุกต์ใช้ทักษะและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Noweski et al. (2012) ที่กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยนักเรียนเองเพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา ขั้นที่ 3 สร้างความคิด ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ ขั้นที่ 5 ทดสอบ สามารถส่งเสริมระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้

3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ในภาพรวมนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรม พบว่า พฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความรับผิดชอบและความร่วมมือช่วยเหลือ นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกพฤติกรรม ซึ่งอาจเป็นผลมาจาก นักเรียนรู้สึกนึกคิดได้ว่าการร่วมมือช่วยเหลือกันภายในกลุ่มจะทำให้นักเรียนได้คะแนนเพิ่มมากยิ่งขึ้น และทำให้กลุ่มของตนเองมีผลงานออกมาเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555b) ที่กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้สึกนึกคิด ที่เกิดเริ่มต้นจากจิตใจของนักเรียน เจตคติ คุณค่า และนำมาซึ่งพฤติกรรม

การแสดงออก ตลอดจนคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลในทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นลักษณะสำคัญที่ช่วยเอื้อให้นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้ใหม่ แก้ปัญหา หาแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นผลมาจากอารมณ์ ความรู้สึกนึกคิดนั้น ๆ ที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาในตัวนักเรียนเป็นผลมาจากประสบการณ์และการเรียนรู้หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำหรือพฤติกรรมของนักเรียนต่อความรู้หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุจิราพร รามศิริ (2556) ได้การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรรณวิภา รัชตธนกุล (2557) ได้พัฒนาชุดการสอนสื่อประสมเรื่อง ปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWLH Plus โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบกลับด้านชั้นเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า จิตวิทยาศาสตร์ หลังการใช้ชุดการสอนสื่อประสมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความรับผิดชอบมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ส่วนด้านความมีเหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด

4. ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย แนวคิดทางฟิสิกส์ การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ กระบวนการทางฟิสิกส์ และความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทั้ง 10 พฤติกรรม ได้แก่ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ทั้ง 5 ด้าน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับจิตวิทยาศาสตร์ 10 พฤติกรรม อยู่ระหว่าง 0.46 ถึง 0.57 ซึ่งความสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง แสดงว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 5 ขั้นตอน ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหานั้น โดยนักเรียนต้องอาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์มาช่วยในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้รับพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จัดเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนต้องทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จึงส่งผลให้นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์รายพฤติกรรมอยู่ในระดับที่มากขึ้นไป ซึ่งจะสอดคล้องกับแนวคิดของ Noweski et al. (2012) ที่กล่าวว่า กระบวนการคิด

เชิงออกแบบ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยนักเรียนเองเพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 นั้นก็คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาได้ และสอดคล้องกับแนวคิดของ สุวธิดา ล้านสา (2558) ที่กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์ คือ คุณลักษณะหรือบุคลิกนิสัยของนักเรียนหลังจากการทดลองจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ทำให้ก่อเกิดเป็นลักษณะนิสัยหรือความรู้สึกนึกคิดทางจิตใจของบุคคลที่แสดงออกมาเป็นพฤติกรรมเยี่ยงนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการศึกษาหาความรู้หรือการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ขนิษฐา เนื้อไม้ (2554) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างจิตวิทยาศาสตร์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดกำแพงเพชรมีความสัมพันธ์กันบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากข้อค้นพบของการวิจัยและการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเสนอข้อเสนอแนะใน 2 ส่วน คือ ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ได้แก่ ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีทุกข้อ ดังนั้นครูจึงควรนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบไปใช้สอนวิชาฟิสิกส์ในเรื่องอื่น ๆ เช่น โมเมนตัมและการชน งานและพลังงาน ของไหล เป็นต้น เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียน

2. จากผลการวิจัย พบว่า จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ ในภาพรวมนักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายพฤติกรรม พบว่า พฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ ความรับผิดชอบและความร่วมมือช่วยเหลือ นอกนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกพฤติกรรม โดยพฤติกรรมด้านความซื่อสัตย์มีค่าเฉลี่ยกว่าความพึงพอใจในประเด็นอื่น ๆ ดังนั้น ครูผู้สอนควรกระตุ้นและเร้าความสนใจในด้านความซื่อสัตย์ในการออกแบบชิ้นงาน เช่น เพิ่มคะแนนหรือให้รางวัลสำหรับกลุ่มที่ออกแบบชิ้นงานได้สวยงามแปลใหม่ เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมากยิ่งขึ้น

3. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรอธิบายขั้นตอนการเรียนรู้ ทั้ง 5 ขั้นตอน ให้นักเรียนฟังอย่างละเอียดและชัดเจน ควรมีการฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม และฝึกการปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนในกลุ่ม การวางแผนเรื่องการกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรรมให้ดี หากเกิดเหตุขัดข้องซึ่งอาจทำให้การทำงานไม่เป็นตามแผนที่วางไว้ การทำงานไม่ทันตามกาหนดเวลา ดังนั้นจึงควรมีการเผื่อเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ด้วย การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูและนักเรียนต้องมีการวางแผนจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้การทำกิจกรรมเป็นไปอย่างราบรื่น

3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบไปทดลองใช้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์ ศิลปศึกษา ภาษาไทย การงานอาชีพ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบที่เกี่ยวกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมวิชาการ. (2557). *กลับด้านชั้นเรียน (Flip Your Classroom).* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กิติมา พรมรัตน์. (2557). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบสอบ เพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต). สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ขนิษฐา เนื้อไม้. (2554). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจิตวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากำแพงเพชร.* (วิทยานิพนธ์ ค.ม.). มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), มกราคม-มิถุนายน.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). *เทคนิคการใช้คำถาม การพัฒนาการคิด*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี : สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ้ง.

ณัฐรินีย์ อภิวงศ์งาม. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นพมณี เชื้อวัชรินทร์. (2556). จิตวิทยาศาสตร์กับธรรมะทางพุทธศาสนา. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 24(3).

นภาภรณ์ เพียงดวงใจ. (2558). *การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน).

มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นรินทร์ธร ผาริการ. (2553). *ผลของการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ทที่มีต่อทักษะการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นุชจรี กิจวรรณ. (2561). กระบวนการคิดเชิงออกแบบ : มุมมองใหม่ของระบบสุขภาพไทย. *วารสารสภาการพยาบาล,* 33(1), 5-14.

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). *การพัฒนาการสอน.* กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.

ปภิญญา ทองสมจิตร. (2556). *ระบบเทคโนโลยีขับเคลื่อนชุมชนสร้างสรรค์นวัตกรรมตามแนวทางการคิดเชิงออกแบบและการประเมินชุมชนแบบมีส่วนร่วม โดยนักพัฒนาชุมชนและนิสิตอาสา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยะวรรณ์ ศรีสุข. (2554). *โมเดลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดนครราชสีมา : การวิเคราะห์กลุ่มพหุ.* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต).มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

พรรณวิภา รัชตธนกุล. (2557). *การพัฒนาชุดการสอนสื่อประสมเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWLH Plus โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบกลับด้านชั้นเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พัณนิดา มิ่งมิตร. (2559). *ผลของแนวทางการแก้ปัญหาเชิงมโนทัศน์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและมโนทัศน์ฟิสิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ. (2560). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวยด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย). มหาวิทยาลัยนเรศวร.

พิมพันธ์ เตชะคุปต์. (2544). บรรยากาศการเรียนการสอน : ปัจจัยสาคัญต่อประสิทธิภาพการสอน. *วารสารมิตรครู,* 32(ธันวาคม), 10.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์. (2559). *การพัฒนารูปแบบการสอน โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต.*

(วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มณิการ์ ชูทอง. (2557). *การพัฒนาเครื่องมือประเมินแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของนักเรียนโดยใช้แองเคอร์ริงวินเยตต์.* (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รุจิราพร รามศิริ. (2556). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัย). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2541). โรงเรียนพัฒนากระบวนการคิด (Thinking School). *วารศาสตร์ศึกษาศาสตร์,* 21(พฤศจิกายน - ธันวาคม), 2-48.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2525). *พัฒนาหลักสูตรและการสอน – มิติใหม่*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555a). *การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555b). *ครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ แนวทางสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิผล.* กรุงเทพมหานคร : อินเตอร์เอ็ดดูเคชั่นซัพพลายส์.

สมาคมฟิสิกส์ไทย. (2551). เวลาเปลี่ยน..คะแนนฟิสิกส์เธอเปลี่ยน..ช่างกระไร ใครหนอใครทำ ? (ผลการเรียนฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 ในช่วงการเปลี่ยนแปลงระบบการเข้าศึกษามหาวิทยาลัย). *วารสารฟิสิกส์ไทย*, 25(3).

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564).* https://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2562.

สิริลักษณ์ สาระชาติ. (2553). *ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุนทร จันทศิลา. (2554). *โมเดลสมการโครงสร้างพหุระดับปัจจัยทที่มีอิทธิพลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุรินทร์.* (ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุนารี มีใหม่. (2557). *การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย : การวิเคราะห์ความไม่แปรเปลี่ยนของโมเดลการวัดระหว่างแผนการเรียน.* (วิทยานิพนธ์คุรุศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวธิดา ล้านสา. (2558). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และจิตวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อรชา ชูเชื้อ. (2554). *ผลของการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้การสร้างความรู้เชิงกลยุทธที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและมโนทัศน์ เรื่องโมเมนตัมและการดล ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อดุลย์ คำมิตร. (2555). *การพัฒนาชุดการเรียนการสอนที่เน้นวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้และเทคนิคเอสคิวสามอาร์ เรื่องสารและสมบัติของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย). มหาวิทยาลัยบูรพา.

อรุณี วิริยะจิตรา และคณะ. (2555). *เหลียวหลังแลหน้า การสอนภาษาอังกฤษ.* กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์หน้าต่างสู่โลกกว้าง จำกัด.

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2540). *หลักการสอน.* กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ภาษาอังกฤษ

Caliskan, S., Selcuk, G. S., & Erol, M. (2010). Effect of The Problem Solving Strategies Instruction on The Students' Physics Problem Solving Performances and Strategy Usage. *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 2(2), 2239-2243.

Caliskan, S., Selcuk, G. S., & Erol, M. (2010). Instructional of Problem Solving Strategies : Effect on Physics Achievement and Self Efficacy Beliefs. *Journal of Baltic Science Education,* 9(1).

Carroll et al. (2010). Destination, Imagination and the Fires within : Design Thinking in a Middle School Classroom. *International Journal of Art and Design Education,* 29(1), 37-53.

Collete, A. T. (1973). *Science Teaching in Secondary School*. New York: McGarw-Hill book Company.

Cross, N. (2011). *Design Thinking : Understanding How Designers Think and Work*. Oxford: Berg.

Docktor, J. L. (2007). *Physics Problem Solving*. Minnesota: University of Minnesota.

Docktor, J. L., & Heller, K. J. (2009). *Development and Validation of a Physics Problem-Solving Assessmrnt Rubric*. Minnesota: University of Minnesota.

Ferguson, G. A. (1981). *Statistical Analysis in Psychology and Education* (5th ed.). Tokyo: Mcgrow - Hill.

Heller, K., & Heller, P. (2010). *Cooperative Problem Solving in Physics A User' s Manual.* (The National Science Foundation). University of Minnesota and U.S. Depertment of Education.

Hestenes, H. (1987). Toward a Modelling Theory of Physics Instruction. *American Journal of Physics,* 55(5), 440-454.

Hollabugh, M. (1995). *Physics Problem Solving In Cooperative Learning Groups*. Minnesota: University of Minnesota.

Kumar, V. (2004). *Innovation Planning Toolkit*. Illinois: Illinois Institute of Technology.

Lloyd, P. (2013). Embedded Creativity : Teaching Design Thinking Via Distance Education. *International Journal of Technology and Design Education,* 23(3), 749-765.

Mason, T. H. (1990). An Investigation of the Relative Effectiveness of Teacher Initiated versus Student Initiated Junior High School Science Project. *Dissertation Abstracts International,* 51(10).

Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). *Problem Solving. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.)* (2nd ed.). New York: Taylor & Francis.

Mualem, R., & Eylon, B. S. (2010). Junior High School Physics: Using a Qualitative Strategy for Successful Problem Solving. *Jounal of Research in Science Teaching,* 47(9), 1094-1115.

Noweski, C., Scheer, A., Buttner, N., von Thienen, J., Erdmann, J., & Meinel, C. (2012). *Towards a Paradigm Shift in Education Practice : Developing Twenty first Century Skills with Design Thinking. In H. Plattner, Meinel, C., Leifer, L. (Ed.).* New York: Springer Heidelberg.

Pol, H. (2009). *Computer Based Instructional Support During Physics Problem Solving A Case for Student Control*. Netherlands: University of Groningen.

Reif, F. (1995). *Understanding Basic Mechanics*. New York: John Wiley and Sons.

Schon, D. A. (1995). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Michigan: Arena.

Seidel, V. P., & Fixson, S. K. (2013). Adopting Design Thinking in Novice Multidisciplinary Teams : Thy Application and Limits of Design Methods and Reflexive Practices. *Journal of Product Innovation Management,* 30(1), 19-33.

Simon, A. (2009). *Understanding the Natural and Artificial Worlds. In H. B. Clark, D. E. (Ed.)*. Oxford: Berg.

Smith, P. L., & Ragan, T. J. (2005). *Instructional Design* (3rd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.

Suanders, H. B. (1955). *The Teaching of General in Tropical Secondary School*. London: Oxford University Press.

The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI). (2009). D.school bootcamp bootieg Institute of design at Standford. https://dschoolStandford.edu/wp-content/uploads/2009/12/bootcampBootleg20091.pdf.

Victor, E. (1980). *Science for Elementary School*. New York: Macmillan Publishing.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูชิต ภูชำนิ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุจิราพร รามศิริ อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีสอน

3. อาจารย์ ดร. จิระ ดีช่วย ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา พุทธมณฑล
กรุงเทพมหานคร
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาฟิสิกส์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ข

หนังสือขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

หนังสือขอทดลองเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

และหนังสือขออนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ที่ อว 8606(นฐ)/3837

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

17 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูชิต ภูชำนิ

ด้วย นางสาวชุติมา พันธุมาตร์ รหัสประจำตัว 61263302 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606(๑๑)/3835

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

17 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ

ด้วย นางสาวชุติมา พันธุมาตร์ รหัสประจำตัว 61263302 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606(๒๙๗)/3836

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

17 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.จิระ ดีช่วย

ด้วย นางสาวชุดิมา พันธุมาตร์ รหัสประจำตัว 61263302 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (๒๖๑)/4441

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

16 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขอทดลองเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา

ด้วย นางสาวชุติมา พันธุมาตร์ รหัสประจำตัว 61263302 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ " มีความประสงค์จะขอทดลองเครื่องมือวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นักศึกษาดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (๑๙๑)/4449

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

16 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา

ด้วย นางสาวชุติมา พันธุมาตร์ รหัสประจำตัว 61263302 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ " มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 20 คน ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. หน่วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ
   - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
2. แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์
   - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
3. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์
   - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาหน่วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ข้อ	ประเด็น	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			∑R	IOC	แปลผล
		1	2	3			
1	**องค์ประกอบของหน่วยการจัดการเรียนรู้**						
	1.1 องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ มีการจัดเรียงอย่างความเหมาะสม	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	1.2 องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ มีความสัมพันธ์ สอดคล้องกัน	+1	0	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
	1.3 องค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้สามารถแสดงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดกับตัวผู้เรียนได้	+1	+1	0	2.00	0.67	สอดคล้อง
2	**มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด**						
	2.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด ในหน่วยการเรียนรู้มีความชัดเจน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	2.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	**จุดประสงค์การเรียนรู้**						
	3.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนถูกต้องครอบคลุมเนื้อหาสาระ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	3.2 ระบุความสามารถและพฤติกรรม ให้นักเรียนได้พัฒนา ซึ่งสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
4	**สาระการเรียนรู้**						
	4.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	4.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสื่อ/แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
5	**สมรรถนะสำคัญ**						
	5.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	+1	0	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
	5.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสื่อ/แหล่งเรียนรู้	+1	0	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ 17 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาหน่วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

ข้อ	ประเด็น	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			∑R	IOC	แปลผล
		1	2	3			
6	**การจัดกิจกรรมการเรียนรู้**						
	6.1 มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	6.2 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	6.3 เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ในชีวิตจริง	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
7	**สื่อ/แหล่งการเรียนรู้**						
	7.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	7.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	7.3 สอดคล้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
8	**ชิ้นงาน/ภาระงาน**						
	8.1 สอดคล้อง เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	8.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	8.3 สอดคล้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
9	**เครื่องมือวัดผลและประเมินผล**						
	9.1 สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
	9.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ 18 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

ระดับ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			∑R	IOC	แปลผล
		1	2	3			
1) ความรู้ทางฟิสิกส์							
4	อธิบายความรู้ทางฟิสิกส์เรื่องที่เรียน ในการอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้มากกว่า 5 เหตุผล	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	อธิบายความรู้ทางฟิสิกส์เรื่องที่เรียน ในการอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้ 4 - 5 เหตุผล	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	อธิบายความรู้ทางฟิสิกส์เรื่องที่เรียน ในการอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้ 2 - 3 เหตุผล	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
1	อธิบายความรู้ทางฟิสิกส์เรื่องที่เรียน ในการอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมได้น้อยกว่า 2 เหตุผล	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2) แนวคิดทางฟิสิกส์							
4	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ เพื่อวิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 4 ข้อ ขึ้นไป	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ เพื่อวิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้เพียง 3 ข้อ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ เพื่อวิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้เพียง 2 ข้อ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
1	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ เพื่อวิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้เพียง 1 ข้อ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 18 ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ (ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			∑R	IOC	แปลผล
		1	2	3			
3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์							
4	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์เรื่องที่เรียนในการออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 4 ข้อ ขึ้นไป	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์เรื่องที่เรียนในการออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหา	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์เรื่องที่เรียนในการออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้เพียง 2 ข้อ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
1	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์เรื่องที่เรียนในการออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้เพียง 1 ข้อ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
4) กระบวนการทางฟิสิกส์							
4	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 8 - 10 ข้อ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 5 - 7 ข้อ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 2 - 4 ข้อ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
1	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง น้อยกว่า 2 ข้อ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 18 ดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ (ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			∑R	IOC	แปลผล
		1	2	3			
5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา							
4	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริงและมีองค์ประกอบครบถ้วน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น สามารถใช้งานได้จริงแต่ขาดไป 1 องค์ประกอบ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น สามารถใช้งานได้แต่ขาดไป 2 องค์ประกอบ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
1	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น ไม่สามารถใช้งานได้จริงและขาดมากกว่า 2 องค์ประกอบ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

ข้อ	พฤติกรรมที่แสดงออก	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			∑R	IOC	แปลผล
		1	2	3			
1) ความอยากรู้อยากเห็น							
1	นักเรียนซักถามจากครูหรือไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องที่เรียน ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	นักเรียนสนใจที่จะทดลองออกแบบชิ้นงานง่าย ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
2) ความมีเหตุมีผล							
3	เมื่อนักเรียนมีหลักฐานข้อมูลยืนยันว่าความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ที่เพื่อนนำเสนอไม่ถูกต้อง นักเรียนจะนำหลักฐานข้อมูลนั้นมาขัดแย้งได้	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
4	เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลข่าวสารใด ทางฟิสิกส์ นักเรียนจะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะยอมรับและนำมาใช้เสมอ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3) ความใจกว้าง							
5	ในการสรุปผลการออกแบบชิ้นงานในกลุ่ม ถึงแม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยแต่ก็ยอมรับผลของสมาชิกส่วนใหญ่	+1	+1	0	2.00	0.67	สอดคล้อง
6	เมื่อชิ้นงานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเทออกแบบถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะไม่หมดกำลังใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
4) ความซื่อสัตย์							
7	เมื่อครูมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงาน นักเรียนจะไม่ออกแบบตามแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ	+1	+1	0	2.00	0.67	สอดคล้อง
5) ความพยายามมุ่งมั่น							
8	ถึงแม้งานออกแบบที่ทำอยู่มีโอกาสสำเร็จได้ยาก แต่นักเรียนจะยังคงมีพยายามออกแบบต่อไปให้สำเร็จ	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ข้อ	พฤติกรรมที่แสดงออก	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			∑R	IOC	แปลผล
		1	2	3			
6) ความรอบคอบ							
9	นักเรียนทำการทดลองชิ้นงานซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลว่าใช้งานได้	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
10	นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการสร้างต้นแบบ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
7) ความรับผิดชอบ							
11	เมื่อครูมอบหมายให้ห้องของนักเรียนดูแลความสะอาดห้องเรียน หลังจากทำการสร้างชิ้นงาน แม้ว่าครูจะไม่ได้เจาะจงตัวบุคคล แต่นักเรียนก็ทำตามที่ครูสั่ง	+1	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
8) ความร่วมมือช่วยเหลือ							
12	นักเรียนรู้จักให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	+1	+1	0	2.00	0.67	สอดคล้อง
9) ความคิดสร้างสรรค์							
13	เมื่อนักเรียนมีแนวคิดแตกต่างไปจากเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนก็กล้าที่จะนำเสนอให้เพื่อนได้รับรู้	+1	+1	0	2.00	0.67	สอดคล้อง
10) เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์							
14	นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
15	นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง

การตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย

ตารางที่ 20 ค่าประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

นักเรียน	ผลการสอบระหว่างเรียน			รวม	ผลการสอบหลังเรียน
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
คะแนนเต็ม	**10**	**10**	**10**	**30**	**30**
คนที่ 1	7	9	10	26	27
คนที่ 2	6	8	9	23	26
คนที่ 3	7	8	9	24	25
คนที่ 4	8	9	7	24	26
คนที่ 5	5	8	9	22	24
คนที่ 6	6	7	8	21	26
คนที่ 7	8	8	9	25	20
คนที่ 8	7	9	8	24	28
คนที่ 9	9	7	8	24	23
คนที่ 10	10	7	9	26	27
คนที่ 11	8	9	7	24	25
คนที่ 12	7	8	9	24	27
คนที่ 13	7	9	7	23	24
คนที่ 14	9	9	10	28	27
คนที่ 15	6	7	8	21	26
คนที่ 16	9	8	6	23	21
คนที่ 17	9	6	9	24	28
คนที่ 18	7	8	9	24	27
คนที่ 19	8	7	10	25	25
คนที่ 20	8	10	9	27	22
รวม	151	161	170	482	519
ค่าเฉลี่ย	7.55	8.05	8.50	24.10	25.20
ร้อยละ	75.50	80.50	85.00	80.33	84.00
E_1 / E_2	80.33				84.00

ตารางที่ 21 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ รายหน่วยการจัดการเรียนรู้

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	คะแนนหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 1				รวม	$\overline{X}$
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4		
1. ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	4	4	3	3	14	3.50
2. แนวคิดทางฟิสิกส์	3	3	4	3	13	3.25
3. การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	4	4	3	4	15	3.75
4. กระบวนการทางฟิสิกส์	2	3	4	4	13	3.25
5. ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	4	4	4	4	16	4.00

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	คะแนนหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 2				รวม	$\overline{X}$
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4		
1. ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	4	4	4	4	16	4.00
2. แนวคิดทางฟิสิกส์	4	3	3	3	13	3.25
3. การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	4	3	3	2	12	3.00
4. กระบวนการทางฟิสิกส์	3	4	3	3	13	3.25
5. ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	4	2	2	3	11	2.75

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	คะแนนหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3				รวม	$\overline{X}$
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4		
1. ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	4	3	4	3	14	3.50
2. แนวคิดทางฟิสิกส์	4	3	4	3	14	3.50
3. การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	4	4	4	2	14	3.50
4. กระบวนการทางฟิสิกส์	3	2	4	4	13	3.25
5. ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	4	4	3	3	14	3.50

ตารางที่ 22 คะแนนประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

หน่วยที่	กลุ่มที่	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์					รวม	$\overline{X}$
		ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	แนวคิดทางฟิสิกส์	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	กระบวนการทางฟิสิกส์	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา		
1	1	4	3	4	2	4	17	3.40
	2	4	3	4	3	4	18	3.60
	3	3	4	3	4	4	18	3.60
	4	3	3	4	4	4	18	3.60
รวมหน่วยที่ 1		14	13	15	13	16	71	17.75
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 1		3.50	3.25	3.75	3.25	4.00	17.75	3.55
2	1	4	4	4	3	4	19	3.80
	2	4	3	3	4	2	16	3.20
	3	4	3	3	3	2	15	3.00
	4	4	3	2	3	3	15	3.00
รวมหน่วยที่ 2		16	13	12	13	11	65	13.00
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 2		4.00	3.25	3.00	3.32	2.75	16.25	3.25
3	1	4	4	4	3	4	19	3.80
	2	3	3	4	2	4	16	3.20
	3	4	4	4	4	3	19	3.80
	4	3	3	2	4	3	15	3.00
รวมหน่วยที่ 3		14	14	14	13	14	69	13.80
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 3		3.50	3.50	3.50	3.25	3.50	17.25	3.45
รวมหน่วยที่ 1 - 3		44	40	41	39	41	205	41.00
($\overline{X}$)		3.67	3.33	3.42	3.27	3.42	17.11	3.42
S.D.		0.49	0.49	0.79	0.75	0.79		

ตารางที่ 23 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 1

พฤติกรรมที่แสดงออก	พฤติกรรมการแสดงออก (คน)					$\bar{X}$	S.D.	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)			
- ความอยากรู้อยากเห็น								
1. นักเรียนซักถามจากครูหรือไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องที่เรียนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	3	8	9	0	0	3.70	0.71	มาก
2. นักเรียนสนใจที่จะทดลองออกแบบชิ้นงานง่าย ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน	2	8	10	0	0	3.60	0.66	มาก
- ความมีเหตุมีผล								
3. เมื่อนักเรียนมีหลักฐานข้อมูลยืนยันว่าความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ที่เพื่อนนำเสนอไม่ถูกต้อง นักเรียนสามารถนำหลักฐานข้อมูลนั้นมาโต้แย้งได้อย่างมีเหตุผลและเป็นที่ยอมรับได้	3	7	8	2	0	3.55	0.86	มาก
4. เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลข่าวสารใดทางฟิสิกส์ จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะยอมรับและนำมาใช้เสมอ	5	6	8	1	0	3.75	0.89	มาก
- ความใจกว้าง								
5. ในการสรุปผลการออกแบบชิ้นงานในกลุ่ม ถึงแม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยแต่ก็ยอมรับผลของสมาชิกส่วนใหญ่	12	6	2	0	0	4.50	0.67	มากที่สุด

ตารางที่ 23 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ **1** (ต่อ)

พฤติกรรมที่แสดงออก	พฤติกรรมการแสดงออก (คน)					$\bar{X}$	S.D.	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)			
- ความใจกว้าง								
6. เมื่อชิ้นงานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเทออกแบบถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะไม่หมดกำลังใจ	4	7	6	1	2	3.50	1.16	มาก
- ความซื่อสัตย์								
7. เมื่อครูมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงาน นักเรียนจะไม่ออกแบบตามแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ	3	7	8	2	0	3.55	0.86	มาก
- ความพยายามมุ่งมั่น								
8. ถึงแม้งานออกแบบที่ทำอยู่มีโอกาสสำเร็จได้ยาก แต่นักเรียนจะยังคงมีพยายามออกแบบต่อไปให้สำเร็จ	4	9	5	2	0	3.75	0.89	มาก
- ความรอบคอบ								
9. นักเรียนทำการทดลองชิ้นงานซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลว่าใช้งานได้	4	6	7	2	1	3.50	1.07	มาก
10. นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการสร้างต้นแบบ	6	5	7	2	0	3.75	0.99	มาก
- ความรับผิดชอบ								
11. เมื่อครูมอบหมายให้ห้องของนักเรียนดูแลความสะอาดห้องเรียน หลังจากทำการสร้างชิ้นงาน แม้ว่าครูจะไม่ได้เจาะจง	14	5	0	1	0	4.60	0.73	มากที่สุด

ตารางที่ 23 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (ต่อ)

พฤติกรรมที่แสดงออก	พฤติกรรมการแสดงออก (คน)					$\bar{X}$	S.D.	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)			
- ความร่วมมือช่วยเหลือ								
12. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	16	3	1	0	0	4.75	0.54	มากที่สุด
- ความคิดสร้างสรรค์								
13. เมื่อนักเรียนมีแนวคิดแตกต่างไปจากเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนก็กล้าที่จะนำเสนอให้เพื่อนได้รับรู้	3	11	6	0	0	3.85	0.65	มาก
- เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์								
14. นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ	8	4	8	0	0	4.00	0.89	มาก
15. นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ	7	7	5	1	0	4.00	0.89	มาก

ตารางที่ 24 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 2

พฤติกรรมที่แสดงออก	พฤติกรรมการแสดงออก (คน)					$\bar{X}$	S.D.	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)			
- ความอยากรู้อยากเห็น								
1. นักเรียนซักถามจากครูหรือไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องที่เรียนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน	7	8	6	0	0	4.05	0.79	มาก
2. นักเรียนสนใจที่จะทดลองออกแบบชิ้นงานง่าย ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน	4	8	8	0	0	3.80	0.75	มาก
- ความมีเหตุมีผล								
3. เมื่อนักเรียนมีหลักฐานข้อมูลยืนยันว่าความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ที่เพื่อนนำเสนอไม่ถูกต้อง นักเรียนสามารถนำหลักฐานข้อมูลนั้นมาโต้แย้งได้อย่างมีเหตุผลและเป็นที่ยอมรับได้	8	7	5	0	0	4.15	0.79	มาก
4. เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลข่าวสารใดทางฟิสิกส์ จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะยอมรับและนำมาใช้เสมอ	7	6	7	0	0	4.00	0.84	มาก
- ความใจกว้าง								
5. ในการสรุปผลการออกแบบชิ้นงานในกลุ่ม ถึงแม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยแต่ก็ยอมรับผลของสมาชิกส่วนใหญ่	10	8	2	0	0	4.40	0.66	มาก

ตารางที่ 24 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ)

พฤติกรรมที่แสดงออก	พฤติกรรมการแสดงออก (คน)					$\bar{X}$	S.D.	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)			
- ความใจกว้าง								
6. เมื่อชิ้นงานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเทออกแบบถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะไม่หมดกำลังใจ	5	8	7	0	0	3.90	0.77	มาก
- ความซื่อสัตย์								
7. เมื่อครูมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงาน นักเรียนจะไม่ออกแบบตามแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ	3	7	8	2	0	3.55	0.86	มาก
- ความพยายามมุ่งมั่น								
8. ถึงแม้งานออกแบบที่ทำอยู่มีโอกาสสำเร็จได้ยาก แต่นักเรียนจะยังคงมีพยายามออกแบบต่อไปให้สำเร็จ	4	9	5	2	0	3.75	0.89	มาก
- ความรอบคอบ								
9. นักเรียนทำการทดลองชิ้นงานซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลว่าใช้งานได้	5	7	7	1	0	3.80	0.87	มาก
10. นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการสร้างต้นแบบ	9	5	6	0	0	4.15	0.85	มาก
- ความรับผิดชอบ								
11. เมื่อครูมอบหมายให้ห้องของนักเรียนดูแลความสะอาดห้องเรียน หลังจากทำการสร้างชิ้นงาน แม้ว่าครูจะไม่ได้เจาะจง	15	4	1	0	0	4.70	0.56	มากที่สุด

ตารางที่ 24 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (ต่อ)

พฤติกรรมที่แสดงออก	พฤติกรรมการแสดงออก (คน)					$\bar{X}$	S.D.	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)			
- ความร่วมมือช่วยเหลือ								
12. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	16	4	0	0	0	4.80	0.40	มากที่สุด
- ความคิดสร้างสรรค์								
13. เมื่อนักเรียนมีแนวคิดแตกต่างไปจากเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนก็กล้าที่จะนำเสนอให้เพื่อนได้รับรู้	6	8	6	0	0	4.00	0.77	มาก
- เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์								
14. นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ	8	4	8	0	0	4.00	0.89	มาก
15. นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ	9	7	4	0	0	4.25	0.77	มาก

ตารางที่ 25 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3

พฤติกรรมที่แสดงออก	พฤติกรรมการแสดงออก (คน)					$\bar{X}$	S.D.	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)			
- ความอยากรู้อยากเห็น								
1. นักเรียนซักถามจากครูหรือไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องที่เรียนที่เกี่ยว-ข้องกับชีวิตประจำวัน	7	8	5	0	0	4.10	0.77	มาก
2. นักเรียนสนใจที่จะทดลองออกแบบชิ้นงานง่าย ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่อง ที่เรียน	6	8	6	0	0	4.00	0.77	มาก
- ความมีเหตุมีผล								
3. เมื่อนักเรียนมีหลักฐานข้อมูลยืนยันว่าความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ที่เพื่อนนำเสนอไม่ถูกต้อง นักเรียนสามารถนำหลักฐานข้อมูลนั้นมาโต้แย้งได้อย่างมีเหตุผลและเป็นที่ยอมรับได้	6	7	7	0	0	3.95	0.80	มาก
4. เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลข่าวสารใดทางฟิสิกส์ จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะยอมรับและนำมาใช้เสมอ	8	6	6	0	0	4.1	0.83	มาก
- ความใจกว้าง								
5. ในการสรุปผลการออกแบบชิ้นงานในกลุ่ม ถึงแม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยแต่ก็ยอมรับผลของสมาชิกส่วนใหญ่	13	6	1	0	0	4.60	0.58	มากที่สุด

ตารางที่ 25 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ)

พฤติกรรมที่แสดงออก	พฤติกรรมการแสดงออก (คน)					$\bar{X}$	S.D.	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)			
- ความใจกว้าง								
6. เมื่อชิ้นงานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเทออกแบบถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะไม่หมดกำลังใจ	7	7	6	0	0	4.05	0.80	มาก
- ความซื่อสัตย์								
7. เมื่อครูมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงาน นักเรียนจะไม่ออกแบบตามแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ	5	7	8	0	0	3.85	0.79	มาก
- ความพยายามมุ่งมั่น								
8. ถึงแม้งานออกแบบที่ทำอยู่มีโอกาสสำเร็จได้ยาก แต่นักเรียนจะยังคงมีพยายามออกแบบต่อไปให้สำเร็จ	9	6	5	0	0	4.2	0.81	มาก
- ความรอบคอบ								
9. นักเรียนทำการทดลองชิ้นงานซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลว่าใช้งานได้	4	6	7	2	1	3.50	1.07	มาก
10. นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการสร้างต้นแบบ	9	4	7	0	0	4.1	0.89	มาก
- ความรับผิดชอบ								
11. เมื่อครูมอบหมายให้ห้องของนักเรียนดูแลความสะอาดห้องเรียน หลังจากทำการสร้างชิ้นงาน แม้ว่าครูจะไม่ได้เจาะจง	17	2	1	0	0	4.80	0.51	มากที่สุด

ตารางที่ 25 คะแนนประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (ต่อ)

พฤติกรรมที่แสดงออก	พฤติกรรมการแสดงออก (คน)					$\bar{X}$	S.D.	ระดับจิตวิทยาศาสตร์
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)			
- ความร่วมมือช่วยเหลือ								
12. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	16	3	1	0	0	4.75	0.54	มากที่สุด
- ความคิดสร้างสรรค์								
13. เมื่อนักเรียนมีแนวคิดแตกต่างไปจากเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนก็กล้าที่จะนำเสนอให้เพื่อนได้รับรู้	7	11	2	0	0	4.25	0.62	มาก
- เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์								
14. นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ	10	3	7	0	0	4.15	0.91	มาก
15. นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ	10	8	6	0	0	4.17	0.80	มาก

ตารางที่ 26 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	แปลผล
ความอยากรู้อยากเห็น	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.52	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.55	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.54	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.56	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.54	ปานกลาง
ความมีเหตุมีผล	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.52	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.55	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.54	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.56	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.54	ปานกลาง
ความใจกว้าง	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.50	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.53	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.52	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.53	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.52	ปานกลาง
ความซื่อสัตย์	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.53	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.56	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.55	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.57	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.55	ปานกลาง
ความพยายามมุ่งมั่น	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.51	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.54	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.54	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.55	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.54	ปานกลาง

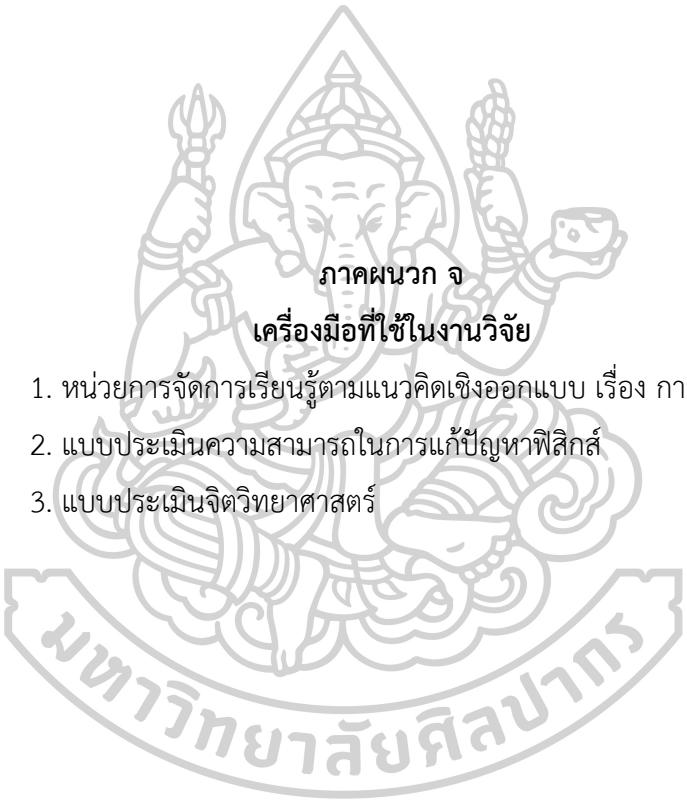
ตารางที่ 26 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์กับจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	แปลผล
ความรอบคอบ	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.52	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.55	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.55	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.56	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.55	ปานกลาง
ความรับผิดชอบ	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.46	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.49	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.48	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.50	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.48	ปานกลาง
ความร่วมมือช่วยเหลือ	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.46	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.49	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.48	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.49	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.48	ปานกลาง
ความคิดสร้างสรรค์	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.51	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.54	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.53	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.54	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.53	ปานกลาง
จิตวิทยาศาสตร์	ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	0.50	ปานกลาง
	แนวคิดทางฟิสิกส์	0.53	ปานกลาง
	การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	0.52	ปานกลาง
	กระบวนการทางฟิสิกส์	0.53	ปานกลาง
	ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	0.52	ปานกลาง

ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. หน่วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง
2. แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์
3. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์



หน่วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563**

เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **จำนวนเวลาที่สอน 12 ชั่วโมง**

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถอธิบายผลของแรง และปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

2.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)

นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

3. สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป โดยมีปริมาณที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว และความเร่ง

เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุโดยผลรวมของแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยมีความเร่ง ขนาดและทิศทางของความเร่งขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์และมวลของวัตถุ การหาแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุสามารถทำได้โดยการรวมแบบเวกเตอร์ สำหรับวัตถุใด ๆ เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุนั้นจะออกแรงตอบโต้กลับ เรียกแรงที่กระทำระหว่างวัตถุว่า แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา ซึ่งแรงทั้งสองนี้มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน

ความรู้เรื่องแรงและความเร่งสามารถนำมาใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ เช่น การเคลื่อนที่แนวตรงซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ที่ความเร็วและความเร่งอยู่ในแนวเดียวกัน การตกแบบเสรีซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งโน้มถ่วงของโลก การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งคงตัว การเคลื่อนที่แบบวงกลมซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งที่มีทิศทางตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลา และการเคลื่อนที่แบบสั่นซึ่งเป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยความเร่งที่มีทิศทางเข้าสู่จุดที่แรงลัพธ์เป็นศูนย์ซึ่งเรียกว่า ตำแหน่งสมดุล

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (Knowledge)

1. การเคลื่อนที่แนวตรง

การเคลื่อนที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ที่อยู่ในแนวเดียว เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์บนถนนตรงการเคลื่อนที่ของลูกมะพร้าวเมื่อตกจากต้นสู่พื้นดิน การเคลื่อนที่ของนักกีฬาว่ายน้ำในลู่ของสระ เป็นต้น การเคลื่อนที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ที่ไม่ซับซ้อนเพราะเป็นการเคลื่อนที่ใน 1 มิติเท่านั้น การเคลื่อนที่แนวตรงจึงเป็นตัวอย่างที่เหมาะในการศึกษาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาการเคลื่อนที่ลักษณะอื่น ๆ ต่อไป

1.1 ตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

เมื่อต้องการระบุว่าวัตถุใด ๆ นั้นจำเป็นต้องทราบ **ตำแหน่ง (position)** ของวัตถุ ซึ่งมีความสำคัญในการบอกการเคลื่อนที่ของวัตถุ

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่และเปลี่ยนตำแหน่งสามารถอธิบายโดยเปรียบเทียบระยะห่างจากตำแหน่งเริ่มต้นซึ่งเป็นจุดอ้างอิงได้ด้วยปริมาณที่เกี่ยวข้อง 2 ปริมาณ คือ **ระยะทาง (distance)** เป็นการอธิบายการเปลี่ยนตำแหน่งด้วยความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ โดยระยะทางเป็น**ปริมาณสเกลาร์ (scalar)** ที่มีเพียงขนาดแต่ไม่มีทิศทาง **และ การกระจัด**

(displacement) เป็นการอธิบายการเปลี่ยนตำแหน่งจากตำแหน่งเริ่มต้นหรือจุดอ้างอิงไปยังตำแหน่งสุดท้าย โดยการกระจัดเป็น**ปริมาณเวกเตอร์ (vector)** ที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทาง

1.2 อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

การบอกว่าวัตถุใดเคลื่อนที่ช้าหรือเร็ว สามารถพิจารณาได้จากระยะทางหรือการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่เทียบกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ โดยระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ใน 1 หน่วยเวลาเรียกว่า **อัตราเร็ว (speed)** และการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ใน 1 หน่วยเวลา เรียกว่า **ความเร็ว (velocity)** ทั้งนี้**อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์ ส่วนความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์** ซึ่งปริมาณทั้งสองมีหน่วยเป็นหน่วยของความยาวต่อหน่วยของเวลา เช่น เมตรวินาที (m/s) กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h) หรือไมล์ต่อชั่วโมง (mi/h)

อัตราเร็วสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ **อัตราเร็วเฉลี่ย (average speed)** และ **อัตราเร็วขณะหนึ่ง (instantaneous speed)**

สำหรับความเร็วซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์สามารถแบ่งได้ 2 แบบเช่นกัน คือ **ความเร็วเฉลี่ย(average velocity)** และ **ความเร็วขณะหนึ่ง (instantaneous velocity)** โดยความเร็วเฉลี่ย คืออัตราส่วนระหว่างการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้กับช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ และถ้าช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่เป็นช่วงที่น้อยมาก ๆ จนใกล้ศูนย์ ความเร็วเฉลี่ยจะถือว่าเป็นความเร็วขณะหนึ่ง

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{ช่วงเวลาของการเคลื่อนที่}}$$

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{ช่วงเวลาของการเคลื่อนที่}}$$

2. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

วัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวดิ่งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกจะเคลื่อนที่เป็นแนวตรง โดยมีความเร่งคงตัว ซึ่งถ้าวัตถุอยู่สูงจากพื้นโลกไม่มากนัก ความเร่งของวัตถุจะมีค่าประมาณ 9.8 เมตรต่อวินาที^{2}

3. การเคลื่อนที่แบบวงกลม

การเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแนวการเคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม จะมีแรงกระทำต่อวัตถุซึ่งมีทิศทางเข้าหาจุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่นั้นเสมอ โดยขนาดของแรงจะขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของวัตถุ แรงนี้เรียกว่า **แรงสู่ศูนย์กลาง (centripetal force)** และแรงมีความสัมพันธ์ความเร่งและมีทิศเดียวกันเสมอ วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมมีความเร่งในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางการเคลื่อนที่ เรียกว่า **ความเร่งสู่ศูนย์กลาง**

(centripetal acceleration) ส่วนความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุมีทิศทางอยู่ในแนวเส้นสัมผัสกับเส้นรอบวงกลม ซึ่งตั้งฉากกับความเร่งสู่ศูนย์กลางเสมอ

4. การเคลื่อนที่แบบสั่น

การเคลื่อนที่อีกรูปแบบหนึ่งที่เราพบเห็นมากในชีวิตประจำวัน คือ การเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมาซ้ำแนวเดิม เช่น การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา การแกว่งของชิงช้า การเคลื่อนที่ของจุด ๆ หนึ่งบนสายกีตาร์เมื่อถูกดีด การแกว่งของเปล และการเคลื่อนที่ของมวลติดปลายสปริง การเคลื่อนที่แบบนี้ เรียกว่า **การเคลื่อนที่แบบสั่น (oscillatory motion)**

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

4.3 ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความมีเหตุมีผล
3. ความใจกว้าง
4. ความซื่อสัตย์
5. ความพยายามมุ่งมั่น
6. ความรอบคอบ
7. ความรับผิดชอบ
8. ความร่วมมือช่วยเหลือ
9. ความสร้างสรรค์
10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

5. สมรรถนะสำคัญ

- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง จำนวน 10 ข้อ
2. ใบงานที่ 1.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ
3. ชิ้นงาน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

7. การวัดและประเมินผล

7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง จำนวน 10 ข้อ
2. ใบงานที่ 1.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

7.2 การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

1. แบบประเมินทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์
2. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายผลของแรงและปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง	ตรวจใบงานที่ 1.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง	- แบบประเมินใบงานที่ 1.2 เรื่องความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง	ระดับคุณภาพ “ดี” ถือว่าผ่าน
ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง	ตรวจใบงาน 1.3 และชิ้นงานที่สร้างขึ้น	- แบบประเมินใบงานที่ 1.3 ออกแบบชิ้นงาน - แบบประเมินทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	นักเรียนประเมินตนเอง	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ระดับคุณภาพ “มาก” ถือว่าผ่าน

8. กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (ชั่วโมงที่ 1 – 4)

<u>ชั่วโมงที่ 1</u>

1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ที่เรียน มาสร้างเป็นชิ้นงาน โดยผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว **(10 นาที)**

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำรูปการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ มาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทายว่ารูปที่ดูเป็นการเคลื่อนที่แบบใด โดยให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบ เมื่อนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ที่ครูนำมาให้ดู แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานนำไปสู่การศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **(15 นาที)**

3. ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ประกอบ การเรียนการสอน และให้นักเรียนดูสื่อเกี่ยวกับกาเคลื่อนที่ โดย

3.1 ครูพูดคุยเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ต่าง ๆ รอบตัวในชีวิตประจำวันที่มีที่นักเรียนเคยได้พบเห็นมา พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน **(15 นาที)**

3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับลักษะของการเคลื่อนที่ให้นักเรียนฟัง ว่ามีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงการเคลื่อนที่มากยิ่งขึ้น **(15 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 2</u>

3.3 ครูนำนักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง โดยให้นักเรียนได้ทดลองทำกิจกรรมการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ว่ามีลักษณะอย่างไร และร่วมกันสรุปความรู้ **(10 นาที)**

3.4 ครูสอนวิธีการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ **(20 นาที)**

3.5 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง **(15 นาที)**

3.6 นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง จำนวน 10 ข้อ **(10 นาที)**

ชั่วโมงที่ 3

4. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบงานที่ 1.1 เรื่อง ปัญหาคาใจ ซึ่งครูจะมีสถานการณ์ให้ **(10 นาที)**

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับมา **(45 นาที)**

ชั่วโมงที่ 4

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 1.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้การเคลื่อนที่และแรง เพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 2 สร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาและออกแบบ (ชั่วโมงที่ 5 - 6)

ชั่วโมงที่ 5

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก **(25 นาที)**

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ **(30 นาที)**

ชั่วโมงที่ 6

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบงานที่ 1.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ (ชั่วโมงที่ 7 - 8)

ชั่วโมงที่ 7 - 8

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงาน จากแบบร่างในใบงานที่ 1.3 ชั่วโมงที่ผ่านมา ที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ **(110 นาที)**

ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ (ชั่วโมงที่ 9 - 10)

ชั่วโมงที่ 9

11. นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน และให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง **(55 นาที)**

ชั่วโมงที่ 10

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามที่ครูและเพื่อนแนะนำ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมิน (ชั่วโมงที่ 11 - 12)

<u>ชั่วโมงที่ 11</u>

13. ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด **(55 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 12</u>

14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง และสนทนาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน และให้นักเรียนไปทดลองทำชิ้นงานที่บ้าน **(55 นาที)**

9. สื่อการเรียนรู้

1. แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง
2. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง
3. ใบงานที่ 1.1 ปัญหาคาใจ
4. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้การเคลื่อนที่และแรง
5. ใบงานที่ 1.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

1. ข้อใดให้ความหมายของ “การกระจัด” ได้ดีที่สุด

ก. ความยาวตามแนวเส้นตรง

ข. ทิศจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย

ค. ระยะทางที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่

ง. ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่

2. ข้อใดให้ความหมายของ “ระยะทาง” ได้ดีที่สุด

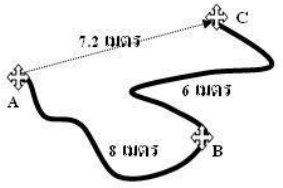
ก. ความยาว

ข. ระยะทางที่สั้นที่สุดในการเดินทาง

ค. ความยาวตามเส้นทางที่อนุภาคนั้นเคลื่อนที่ผ่าน

ง. ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่

3. จากภาพระยะทางและการกระจัดเท่ากับเท่าไร



ก. ระยะทาง 8 เมตร การกระจัด 6 เมตร

ข. ระยะทาง 13.2 เมตร การกระจัด 8 เมตร

ค. ระยะทาง 14 เมตร การกระจัด 7.2 เมตร

ง. ระยะทาง 15.2 เมตร การกระจัด 6 เมตร

4. ข้อใดเป็นหน่วยของ "แรง"

ก. Kg ข. G

ค. cm^3 ง. N

5. ปริมาณทางฟิสิกส์ใดที่จัดเข้ากลุ่มเป็นปริมาณเวกเตอร์

ก. ปริมาตร อัตราเร็ว ข. ความเร็ว แรง

ค. แรง อุณหภูมิ ง. พลังงาน พื้นที่

6. แรงในข้อใดที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่รอบจุดหมุน

ก. แรงลัพธ์

ข. แรงปฏิกิริยา

ค. แรงเสียดทาน

ง. แรงสู่ศูนย์กลาง

7. ข้อใดไม่มีแรงเข้ามาเกี่ยวข้อง

ก. การเปิดปิดประตู

ข. หนังสือวางอยู่บนโต๊ะ

ค. การเล่นตุ๊กตาล้มลุก

ง. การเล่นชักเย่อ

8. การกีฬาในข้อใดเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทั้งหมด

ก. โบว์ลิ่ง เบสบอล

ข. เบสบอล กระโดดค้ำถ่อ

ค. จักรยานทางเรียบ รถแข่งฟอร์มูล่า

ง. สกีหิมะ รถแข่งฟอร์มูล่า

9. การเคลื่อนที่ใดที่แรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ตลอดเวลา

ก. การเคลื่อนที่ในแนวตรง

ข. การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่

ค. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ง. การเคลื่อนที่แบบสั่น

10. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่น

ก. ทิศของความเร่งเข้าสู่จุดสมดุลตลอดเวลา

ข. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แปรตามการกระจัด

ค. มีความเร็วสูงสุด ณ จุดสมดุล

ง. คาบของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูด

ใบความรู้ที่ 1.1
เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

****

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**
เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **เวลา 30 นาที หน้าที่ 1**

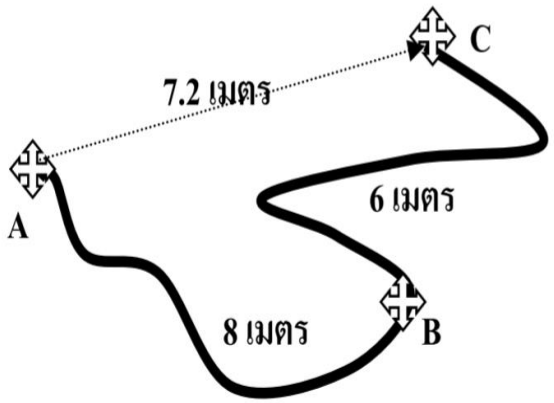
1. ตำแหน่ง

ตำแหน่ง (position) คือ การแสดงออกหรือการบอกให้ทราบว่าวัตถุหรือสิ่งของ ที่เราพิจารณาอยู่ที่ใด เราจะคิดถึงวัตถุที่มีขนาดเล็กก่อน ซึ่งจะสามารถบอกได้ชัดเจนว่ามีตำแหน่งอยู่ที่ใด โดยเฉพาะบนเส้นตรงเส้นหนึ่งเมื่อเทียบกับจุดอ้างอิง จุดอ้างอิงเป็นปัจจัยจำเป็น เพื่อความชัดเจน อาจจะเป็นจุดศูนย์ของโคออร์ดิเนตในพิกัด xy เนื่องจากเราจะพิจารณากรณีหนึ่งมิติก่อน เราจะใช้เฉพาะแกน x และอาจบอกว่าวัตถุของเราอยู่ที่ตำแหน่ง $x = x_1$ ที่เวลา t_1 หมายถึง วัตถุอยู่ที่ระยะทาง x_1 จากจุด O (จุดอ้างอิง) ที่เวลาดังกล่าว ถ้าวัตถุเลื่อนไปอยู่ที่ x_2 ที่เวลา t_2 แสดงว่าวัตถุได้มีการเคลื่อนที่ไประหว่าง เวลา t_1 และ t_2 ตำแหน่งทั้งสองของวัตถุอาจแสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การแสดงตำแหน่งและการกระจัดของวัตถุบนแกน x

การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจาก $x = x_1$ ไปเป็น $x = x_2$ หรือ $(x_2 - x_1)$ เรียกว่า **การกระจัด (displacement)** การกระจัดมีทิศในที่นี้มีทิศจาก x_1 ไป x_2 ดังภาพที่ 1 โดยทั่วไปการกระจัดหมายถึง การเปลี่ยนแปลงของวัตถุไปจากตำแหน่งปกติ

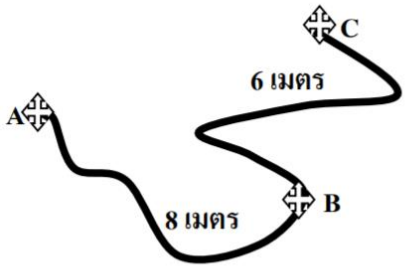
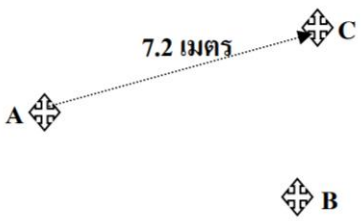
2. ระยะทางและการกระจัด



ภาพที่ 2 ระยะทางและการกระจัด

ถ้านำวัตถุมาวางไว้ที่ตำแหน่ง A แล้วเคลื่อนวัตถุไป ที่ตำแหน่ง B และ C ตามลำดับ พิจารณาภาพที่ 2 ประกอบ ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B และ จาก B ไป C คือ 14 เมตร ระยะนี้เป็นขนาดความยาวของเส้นทางการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ โดยทิศทางจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เราเรียกว่า **ระยะทาง (Distance, S)** เป็นปริมาณสเกลาร์บอกเฉพาะขนาด จะไม่สนใจทิศทาง ระยะระหว่าง A และตำแหน่ง C คือ 7.2 เมตร ระยะนี้จะมีความยาวของเส้นทางการเปลี่ยนตำแหน่งที่มีทิศทางแน่นอนจากตำแหน่งเริ่มถึงตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของวัตถุ และเราเรียกว่า **การกระจัด** ปริมาณเวกเตอร์ จะต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางที่ชัดเจน

จากภาพที่ 2 แยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างระยะทางกับการกระจัด ได้ดังนี้

ระยะทาง **(Distance, S)**	การกระจัด (**Displacement,** $\vec{S}$ **)**
 ระยะทาง (Distance , S	การกระจัด (Displacement , $\vec{S}$ 

3. อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

อัตราเร็ว (Speed) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ อัตราการเปลี่ยนแปลงระยะทางใน หนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยในระบบเอสไอ เป็นเมตร/วินาที (m/s) จากนิยามข้างต้น จะได้ว่า

$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

เมื่อกำหนดให้ v คือ อัตราเร็ว มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)
S คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ มีหน่วยเป็น เมตร (m)
t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น วินาที (s)

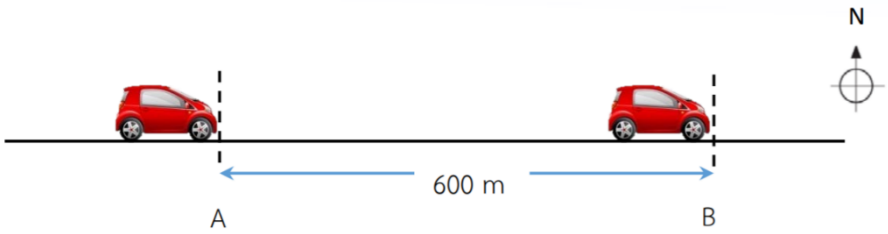
จะเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ระยะทางและเวลา ได้ว่า

$$v = \frac{S}{t}$$

อัตราเร็ว เป็นปริมาณที่แสดงให้ทราบลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าในทุก ๆ หน่วยเวลาของการเคลื่อนที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยขนาดของอัตราเร็วเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ เรียกว่า วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอหรืออัตราเร็วคงที่ แต่ในความเป็นจริงวัตถุไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เสมอไป ในกรณีนี้สามารถหาค่าอัตราเร็วได้ 2 ลักษณะ คือ

- **อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous speed : v_t)** เป็นการหาค่าอัตราเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ ช่วงใดช่วงหนึ่งของการเคลื่อนที่
- **อัตราเร็วเฉลี่ย (average speed : v_{av})** เป็นการหาค่าอัตราเร็วในช่วงเวลาหนึ่งที่กำลังพิจารณา โดยคำนวณหาจากการเฉลี่ยระยะทางทั้งหมดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่

ตัวอย่างที่ 1



รถยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก 600 เมตร ในเวลา 10 วินาที

วิธีทำ จากภาพ สามารถหาอัตราเร็วเฉลี่ยของรถได้จาก

$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

$$V = \frac{600}{10}$$

$$= 60 \text{ m/s}$$

$\therefore$ อัตราเร็วเฉลี่ยของรถยนต์คันนี้ เท่ากับ 60 m/s

ความเร็ว (Velocity) คือ การกระจัดในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ อัตราการเปลี่ยนแปลงการกระจัดในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยในระบบเอสไอ เป็น เมตร/วินาที(m/s) จากนิยามข้างตน จะได้วา

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัดที่ได้}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

เมื่อกำหนดให	$\vec{v}$	คือ	ความเร็ว	มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)
	$\vec{S}$	คือ	การกระจัดที่ได้	มีหน่วยเป็น เมตร (m)
	t	คือ	เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่	มีหน่วยเป็น วินาที (s)

จะเขียนสมการแสดงความสัมพันธระหว่างความเร็ว การกระจัด และเวลา ได้วา

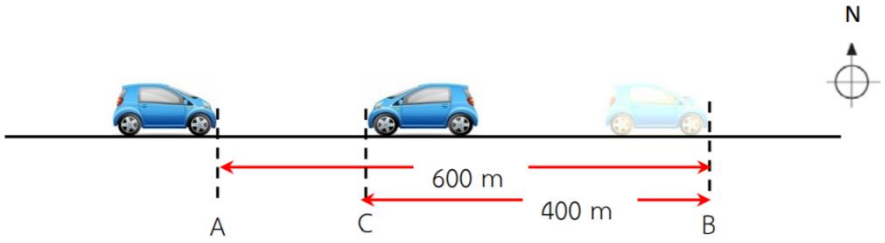
$$\vec{V} = \frac{\vec{S}}{t}$$

ในการเคลื่อนที่ของรถยนต์ความเร็วของรถยนต์ ณ เวลาใด ๆ จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous velocity) แต่เนื่องจากความเร็วอาจเปลี่ยนแปลงได้ตลอดการเคลื่อนที่ ดังนั้น บางครั้งจึง นิยมบอกความเร็วของรถด้วยความเร็วเฉลี่ย (average velocity)

• **ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous velocity : $\vec{V}_t$)** เป็นการหาคาความเร็วในชวงเวลาสั้น ๆ ชวงใดชวงหนึ่งของการเคลื่อนที่

• **ความเร็วเฉลี่ย (average velocity : $\vec{V}_{av}$)** เป็นการหาคาความเร็วในชวงเวลาหนึ่งที่กำลังพิจารณา โดยคำนวณหาจากการเฉลี่ยการกระจัดทั้งหมดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่

ตัวอย่างที่ 2



รถยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก 600 เมตร แลวย้อนกลับมาทางทิศตะวันตก 400 เมตร ในเวลา 10 วินาที

วิธีทำ จากภาพ สามารถหาความเร็วเฉลี่ยของรถด้ จาก

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัดที่ได้}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

$$\vec{V} = \frac{200}{10}$$

$$\vec{V} = 20 \text{ (m/s)}$$

เนื่องจากการกระจัดไปทางทิศตะวันออกดังนั้นความเร็วจึงมีทิศตะวันออกด้วย

∴ ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์คันนี้ เทากับ 20 m/s ไปทางทิศตะวันออก

---

4. แรงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

แรง (Force) ในชีวิตประจำวันทุกคนออกแรงกระทำต่อวัตถุอยู่เสมอ เช่น ยกกระเป๋า ผลักประตูหรือเลื่อน เป็นต้น การออกแรงดังกล่าวเกิดจากการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ เมื่อต้องการบอกขนาดของแรงที่ใช้ว่ามีค่ามากหรือน้อย มักใช้ความรู้สึกหรือประสบการณ์เดิมเข้าช่วย เช่น เรารู้สึกว่าการยกหนังสือออกแรงน้อยกว่าเข็นรถ เป็นต้น การบอกขนาดของแรงจากความรู้สึกดังกล่าว ไม่อาจใช้เป็นมาตรฐานในการวัดขนาดของแรงได้

ภาพที่ 3 แสดงออกแรงผลักรถเด็กเล่น

ถ้าเราออกแรงผลักรถเด็กเล่นที่วางบนพื้นโต๊ะ รถจะเริ่มเคลื่อนที่ ถ้าเราออกแรงผลักต่อไปอีก รถก็จะเคลื่อนที่เร็วขึ้น ถ้าเราต้องการให้รถเคลื่อนที่แล้วหยุด จะต้องออกแรงผลักในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของรถ รถจะเคลื่อนที่ช้าลงจนกระทั่งหยุด แสดงว่า แรงที่กระทำต่อรถมีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถ

เมื่อได้ทราบแล้วว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ แล้ววัตถุมีการเคลื่อนที่ จะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป ซึ่งอาจเปลี่ยนเฉพาะขนาดของความเร็วหรือเปลี่ยนเฉพาะทิศทางของความเร็วหรือเปลี่ยนทั้งขนาดและทิศทางของความเร็วก็ได้ เราเรียกการเปลี่ยนความเร็วของวัตถุว่าการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงอาจกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แสดงว่า แรง (force) เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ สำหรับหน่วยของแรงตามระบบเอสไอ คือ นิวตัน (N) แรงจึงมีหลายรูปแบบ ดังนี้

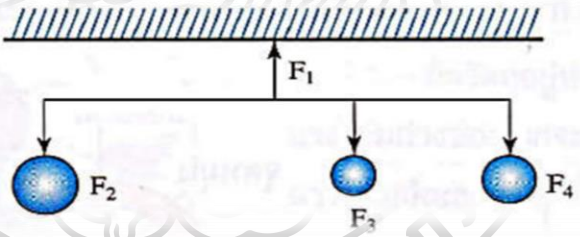
1.1 แรงต้าน (resistance force) หมายถึง แรงที่มีทิศต้านทิศทางการเคลื่อนที่ แรงต้าน อาจทำให้วัตถุไม่เกิดการเคลื่อนที่หรือทำให้วัตถุที่เคลื่อนที่อยู่มีการเคลื่อนที่ช้าลง

ภาพที่ 4 แสดงแรงตานของอากาศ

1.2 แรงขนาน (parallel force) หมายถึง แรงที่ที่มีทิศทางขนานกัน ซึ่งอาจกระทำที่จุดเดียวกันหรือตางจุดกันก็ได้ มีอยู่ 2 ชนิด

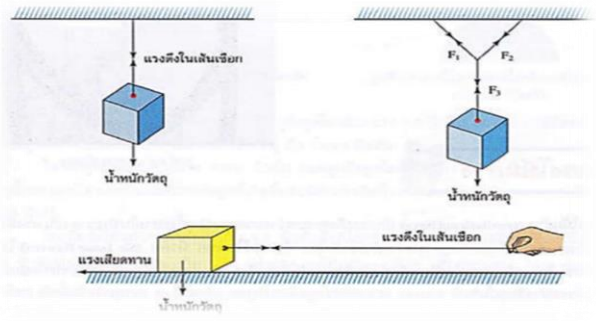
1.2.1 แรงขนานพวกเดียวกันคือแรงขนานที่มีทิศทางเดียวกัน

1.2.2 แรงขนานต่างพวกกันคือแรงขนานที่มีทิศทางตรงข้ามกัน



ภาพที่ 5 แสดงแรงขนาน

1.3 แรงดึงในเส้นเชือก (Tension force) หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นในเส้นเชือกที่ถูกขึงตึง โดยที่ในเส้นเชือกเดียวกันยอมมีแรงตึงเทากันทุกจุด และทิศทางของแรงตึง มีทิศทางอยู่ในแนวของเส้นเชือก

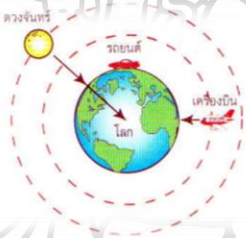


ภาพที่ 6 แสดงแรงดึงในเชือก

1.4 แรงหมุน (rotational force) หมายถึง แรงที่กระทำตอวัตถุ ทำใหวัตถุเคลื่อนที่โดยหมุนรอบจุดหมุน ผลของการหมุนของ เรียกวา โมเมนต เชน การปด - เปด ประตู หน้าต่าง

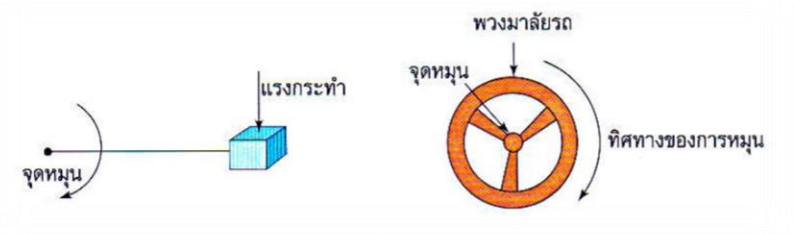
ภาพที่ 7 แสดงแรงหมุน

1.5 แรงสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force) หมายถึง แรงที่มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมหรือทรงกลมอันหนึ่ง ๆ เสมอ



ภาพที่ 8 แสดงแรงสู่ศูนย์กลาง

1.6 แรงโน้มถวงของโลก (Gravitational force) หมายถึง แรงดึงดูดของโลกที่กระทำตอวัตถุจะดึงดูดวัตถุใหตกลงพื้นโลกเสมอแรงโน้มถวง นอกจากทำใหวัตถุไม่หลุดออกไปนอกโลก แลวยังทำใหวัตถุตกลงมาจากที่สูงด้วยความเร่ง



ภาพที่ 9 แสดงแรงโน้มถวงของโลกที่มีผลตอวัตถุ

1.7 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

- แรงกิริยา (action force) คือ แรงที่กระทำตอวัตถุที่จุดจุดหนึ่ง อาจเป็นแรงเพียงแรงเดียวหรือแรงลัพธ์ของแรงย่อยก็ได้

- แรงปฏิกิริยา (reaction force) คือ แรงที่กระทำตอบโตต่อแรงกิริยาที่จุดเดียวกัน โดยมีขนาดเทากับแรงกิริยา แต่ทิศทางของแรงทั้งสองจะตรงข้ามกัน

ภาพที่ 10 แสดงแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

เซอร ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ศึกษาธรรมชาติของแรงที่มีผลต่อสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และได้ตั้งกฎการเคลื่อนที่ขอที่ 3 ซึ่งมีใจความวา **“ทุกแรงกิริยาจะตองมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเทากันและทิศตรงข้ามกันเสมอ**

5. การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

5.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล

การกระทำหลายอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เชน การขวางวัตถุใด ๆ ออกไปไกล ๆ จะพบวาวัตถุจะค่อย ๆ ลดระดับลงจนตกลงสู่พื้น การโยนลูกสมโอแตงโมและลูกมะพร้าวของชาวสวน หรือการเล่นกีฬาหลายชนิด เชน ฟุตบอล วอลเล่ย์บอล เทนนิส บาสเกตบอล แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแลวจะเป็นแนวโคงทั้งสิ้น ดังรูป

การเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ จากข้างบนนี้ ความเร็วของวัตถุสามารถแยกออกได้ 2 แนว คือ ความเร็วในแนวดิ่ง และความเร็วในแนวระดับ โดยที่ความเร็วในแนวดิ่งจะเปลี่ยนไปตลอดเวลาและจะมีคาเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุนั้นอยู่ที่ตำแหนงสูงสุด ของแนวการเคลื่อนที่ สวนความเร็วในแนวระดับจะคงตัวตลอดการเคลื่อนที่ เทากับความเร็วต้น (ในแนวระดับ) ที่จุดเริ่มต้น ดังรูป

ดังนั้น ถาวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้น (ในแนวระดับ) มีคามากก็จะเคลื่อนที่ไปได้ไกล แนวการเคลื่อนที่ในลักษณะนี้จะเป็นเสนโคงแบบพาราโบลา เรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า **การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล (projectile motion)**

สาเหตุที่ทำให้แนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโคงแบบโพรเจกไทลนี้ เพราะ แรงเนื่องจากสนามโน้มถวงของโลกกระทำตอวัตถุนั้นในทิศทำมุมกับทิศความเร็วลัพธ์ของวัตถุ

ข้อควรทราบสำหรับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล

1) ความเร่งในแนวระดับ (แกน x) = ศูนย์ นั่นคือ v_x = คงที่ = u_x ไม่ว่าวัตถุจะอยู่ที่ตรงไหนก็ตามพิสูจน์ ไม่มีแรงในแนวแกน X กระทำที่วัตถุ

จาก $F_x = ma_x$

$O = ma_x$

$a_x = 0$

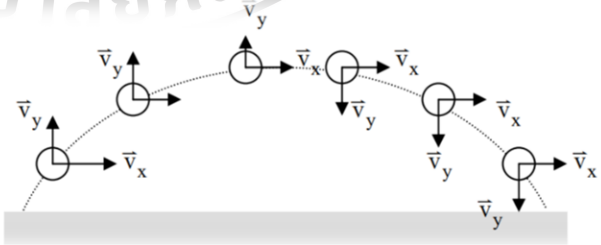
จาก $v_x = u_x + a_xt$; ได้ $v_x = u_x$

2) ความเร่งในแนวดิ่ง (แกน Y) = g

พิสูจน์ มีแรงกระทำที่วัตถุคือ w = mg ในทิศดิ่งลงตามแกน Y

$\vec{v}_x$ = ความเร็วในแนวระดับ

$\vec{v}_y$ = ความเร็วในแนวดิ่ง

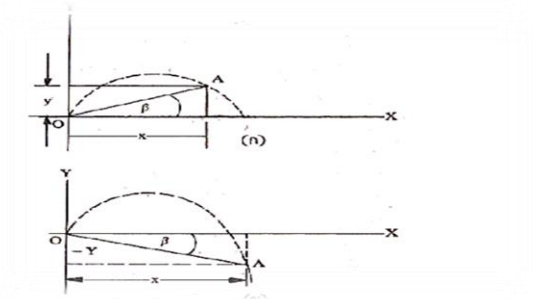


จาก $F_y = ma_y$

$mg = ma_y$

$a_y = g$ (ทิศดิ่งลง)

3) เวลาที่วัตถุใช้เคลื่อนที่ตามแนวโค้ง = เวลาที่เงาของวัตถุใช้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X = เวลาที่เงาของวัตถุใช้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y



ตามรูปข้างบน สมมุติวัตถุวิ่งจาก O ไปตามทางโค้ง (เส้นประ) ถึง A (ทางโค้ง OA) เงาทางแกน X จะวิ่งจาก O ไปถึง B เงาทางแกน Y จะวิ่งจาก O ไปถึง C

ดังนั้น $t_{OA} = t_{OB} = t_{OC}$

4) ความเร็ว v ณ จุดใด ๆ จะมีทิศสัมผัสกับเส้นทางเดิน (เส้นประ) ณ จุดนั้น และหาขนาดของ v โดยใช้สูตร

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

เมื่อ $v_x = u_x$ = ความเร็วในแนวแกน X

v_y = ความเร็วในแกน Y

ทิศทางของ v หาได้โดยสูตร

$$\tan\theta_x = \frac{v_y}{v_x}$$

เมื่อ x = มุมที่ v ทำกับแกน X

5) ณ จุดสูงสุด $v_x = u_x$ และ $v_y = 0$

วิธีคำนวณสำหรับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1) ตั้งแกน X ให้อยู่ในแนวระดับ และแกน Y อยู่ในแนวดิ่ง โดยจุดกำเนิด (origin) ต้องอยู่ที่จุดเริ่มต้น

2) แตกเวกเตอร์ทุกค่าคือ ความเร็ว ระยะทาง ให้อยู่ในแนวแกน X และ Y

3) คิดทางแกน X มีสูตรเดียว เพราะ $a_x = 0$ คือ

$$s_x = u_x t$$

4) คิดทางแกน Y ใช้สูตรทุกสูตรต่อไปนี้

$$v_y = u_y + a_y t$$

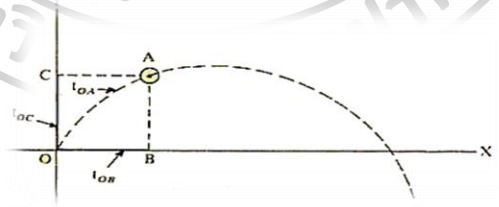
$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2 a_y s_y$$

และ $a_y = g$ เสมอ

5) กำหนดว่าทิศทางใดเป็นบวก (+) ทิศตรงข้ามจะเป็นลบ (-) แล้วแทนเครื่องหมาย + และ - ในเวกเตอร์ต่อไปนี้ S_x, S_y, U_x, U_y, V_y, a_y สำหรับเวลาเป็นปริมาณสเกลาร์เป็น + เท่านั้น **ปกติ นิยมให้ทิศทางเดียวกับความเร็วต้น (u_x และ u_y) เป็นบวก (+)**

6) เมื่อคิดทางแกน X และแกน Y ตามข้อ 3), 4) และ 5) แล้ว จะได้ 2 สมการ จากนี้ก็แก้สมการทั้งสอง ถ้ายังไม่สามารถแก้สมการได้ให้ใช้ความสัมพันธ์จากรูป ดังนี้



ทั้งรูป (ก) และรูป (ข) ใช้ความสัมพันธ์

$$\tan\beta = \frac{y}{x}$$

เมื่อ y = ระยะทาง (การกระจัด) ตามแนวแกน Y

x = ระยะทาง (การกระจัด) ตามแนวแกน X

β = มุมที่ OA ทำกับแกน X

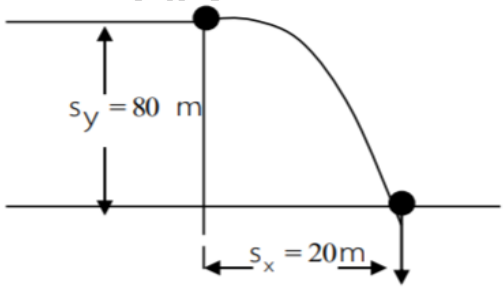
ตัวอย่างที่ 3

เมื่อปาวัตถุออกไปในแนวระดับจากที่สูง 80 เมตร ปรากฏว่า วัตถุตกห่างจากจุดปาในแนวราบ 20 เมตร จงหา

ก. นานเท่าใดก้อนหินจึงจะตกถึงพื้น

ข. อัตราเร็วของวัตถุที่ถูกปาออกไป

วิธีทำ **ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา** สร้างรูปภาพอย่างง่ายเพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทิศทางที่เกี่ยวข้องโดยระบุตัวแปรในรูปด้วย



พิจารณาว่าโจทย์กหนดอะไรให้บ้าง ให้เขียนระบุตัวแปรและเขียนสัญลักษณ์แทนตัวแปร พร้อมระบุหน่วยในระบบ SI

S_x = 20 m S_y = - 80 m U_y = 0 m/s และ a_y = 10 m/s^2

ขั้นที่ 2 อะไรคือตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ ให้เขียนระบุตัวแปรและเขียนเป็นสัญลักษณ์

ก. เวลาทั้งหมดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ t = ?

ข. อัตราเร็วที่ปาออกไป U_x = ?

ขั้นที่ 3 เลือกใช้สมการที่เกี่ยวข้อง

ก. หาเวลาโดยการคำนวณในแนวดิ่ง จาก

$$s_x = v_x t$$

ข. อัตราเร็วที่ปาออกไป จากสมการ

$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

ขั้นที่ 4 แทนค่าลงในสมการและแก้สมการ

ก. หาเวลาโดยการคำนวณในแนวดิ่ง

ทราบ $s_x = 20\ m$

$t = 4\ s$

จากสมการ $S_X = v_x t = u_x t$

จะได้ $20\ m = u_x (4\ s)$

$$U_x = \frac{20\ m}{4\ s}$$

$U_x = 5\ m/s$

ข. หาอัตราเร็วที่ปาออกไปนั้นก็คืออัตราเร็วต้นในแนวระดับ

จากสมการ $s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$

จากโจทย์ $s_x = 20\ m$

$S_y = -\ 80\ m$

$u_y = 0 m/s$

$a_y = -10\ m/s^2$

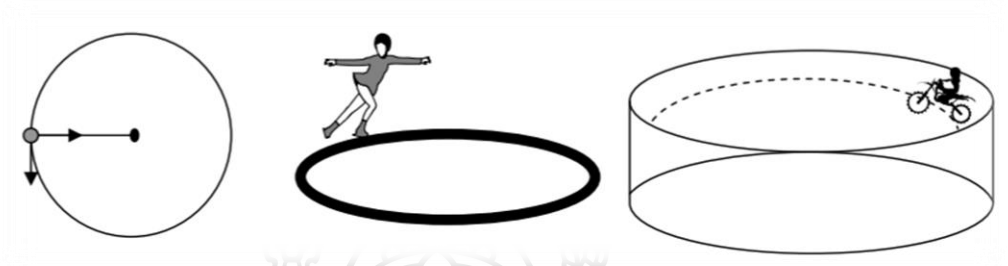
แทนค่า $-80m = 0 + \frac{1}{2}\left(-10m/s^2 \right) t^2$

$$t^2 = \frac{80m}{5m/s^2}$$

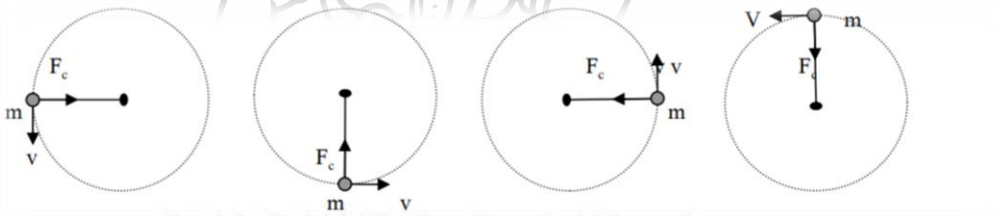
$t = 4$ วินาที

5.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

การเคลื่อนที่แบบวงกลม เป็นแนวโค้ง หลายคนคงเคยนำเชือกผูกกับวัตถุแลวแกวง เราจะเห็นวาวัตถุนั้นเคลื่อนที่โคงเป็นแนววงกลม หรือเห็นการแสดงมอเตอร์ไซดไตถัง ชิงช้าสวรรค์ หรือเล่นสเกตในลานสเกตที่โคงเป็นวงกลม การเคลื่อนที่เชนนี้ **เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลม**



เมื่อวัตถุมวล m เคลื่อนที่เป็นวงกลม จะมแรงกระทำตอวัตถุ ซึ่งมีทิศเขาหาศูนย์กลางจะมีแรงกระทำตอวัตถุ ซึ่งมีทิศเขาหาศูนย์กลางของการเคลื่อนที่นั้นเสมอ เรียกว่า **แรงสู่ศูนย์กลาง**



(centripetal force , F_c)

ในการเคลื่อนที่แบบวงกลม จะตองมีแรงพอเหมาะกระทำกับวัตถุจึงจะทำใหวัตถุเคลื่อนที่ในแนวโค้งของวงกลมได้ด้วยรัศมีค่าหนึ่งและความเร็วค่าหนึ่งเทานั้น ดังเชน

1. การขับรถยนต์รถจักรยานยนต์บนถนนที่โค้ง
2. การเคลื่อนที่ของดาวเทียมที่โคจรรอบโลก
3. การโคจรของโลกและดาวเคราะห์อื่นรอบ ๆ รอบดวงอาทิตย

ดังนั้นการเคลื่อนที่ต้องระวังการใช้อัตราเร็วใหเป็นไปตามที่กำหนดไว จึงจะปลอดภัยในการออกแบบก่อสร้างถนน การเขาสู่วงโคจรเพื่อใหสัมพันธ์กับแรงสู่ศูนย์กลาง

เซอรไอแซค นิวตัน ได้เสนอกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล (Law of gravity) ซึ่งมีใจความวา วัตถุทุกชนิดในเอกภพจะส่งแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลจะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสอง ดังนั้นจึงมแรงดึงดูดระหว่างดวงอาทิตยกับโลก นั่นคือขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตยจะมีแรงโน้มถวงที่ดวงอาทิตยดึงดูดโลกซึ่งมีทิศสู่ศูนย์กลางการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุทั้งหมดนี้มีลักษณะเฉพาะคือเป็นการเคลื่อนที่ที่วัตถุจะเคลื่อนที่กลับมาซ้ำทางเดิม

เสมอ ชวงเวลาที่วัตถุใชในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียกว่า **คาบ (period)** ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที และจำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ใน 1 หน่วยเวลา เรียกวา **ความถี่ (frequency)** ซึ่งมีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที หรือเฮิรตซ์ (hertz)

ความสัมพันธ์ของความถี่กับคาบเป็น ดังนี้

$$f = \frac{1}{T}$$

เมื่อ f คือ ความถี่ มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที

T คือ คาบ มีหน่วยเป็น วินาที (S)

ตัวอย่างที่ 4

รถมอเตอร์ไซดไตถังเคลื่อนที่รอบถัง 12 รอบ ในเวลา 2 นาทีคาบและความถี่ของการเคลื่อนที่เป็นเทาไร

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา พิจารณาว่าโจทย์กหนดอะไรให้บ้าง ให้เขียนระบุตัวแปรและเขียนสัญลักษณ์แทนตัวแปรพร้อมระบุหน่วยในระบบ SI

จำนวนรอบที่รถมอเตอร์ไซดไตถังเคลื่อนที่รอบถังได้ขณะนั้น 12 รอบ

ใชเวลา 2 นาที คิดเป็น 120 วินาที

ขั้นที่ 2 อะไรคือตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ ให้เขียนระบุตัวแปรและเขียนเป็นสัญลักษณ์

ก. คาบของการเคลื่อนที่ T = ?

ข. ความถี่ของการเคลื่อนที่ f = ?

ขั้นที่ 3 เลือกใช้สมการที่เกี่ยวข้อง

ก. หาคาบของการเคลื่อนที่ จาก $T = \frac{\text{เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}{\text{จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้}}$

ข. ความถี่ของการเคลื่อนที่ จาก $f = \frac{\text{จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$

ขั้นที่ 4 แทนค่าลงในสมการและแก้สมการ

ก. $T = \frac{120}{12}$

$= 10$ วินาที

ข. $f = \frac{12}{120}$

$= 0.10$ วินาที/รอบ

ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม

1. คาบ (T) คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ หรือ วินาทีต่อรอบ (s)

2. ความถี่ (f) คือ จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ รอบต่อวินาที (Hz)

$$f = \frac{1}{T}, T = \frac{1}{f}$$

3. อัตราเร็วเชิงเส้น (v) คือ ระยะทางตามแนวเส้นรอบวงของวงกลมที่วัตถุเคลื่อนที่ได ในหนึ่งหน่วยเวลา (m/s) หาได้จาก

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rf$$

4. อัตราเร็วเชิงมุม (ω) คือ มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่รัศมีกวาดไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (เรเดียน/วินาที) rad/s หาได้จาก

$$\omega = \frac{\theta}{T} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{v}{R}$$

เมื่อ ω คือ อัตราเร็วเชิงมุม มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที (rad /s)

θ คือ มุมที่เคลื่อนที่กวาดไปได้ มีหน่วยเป็น เรเดียน (rad)

T คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น วินาที (s)

5. ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Acceleration) a_c คือ ความเร่งเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบวงกลม มีขนาดคงที่ และมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางเสมอ

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

เมื่อ R คือ รัศมีการเคลื่อนที่ในแนววงกลม (m)

a_c คือ แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force)

F_c คือ แรงที่กระทำวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมมิทิศเดียวกับความเร่ง

หลักการคำนวณเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบต่าง ๆ

1. เขียนระนาบกลมขณะที่วัตถุกำลังหมุน

2. เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ แล้วแตกแรงทั้งหมดให้อยู่ในแนวสู่ศูนย์กลางวงกลม และแนวตั้งฉากกับแนวสู่ศูนย์กลาง

3. ในแนวสู่ศูนย์กลาง หาแรงลัพธ์ที่ทิศทางพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง แรงนี้จะทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางในแนวตั้งฉากกับระนาบวงกลมนี้ ถือว่าสมดุล $\sum F$ ในแนวนี้เท่ากับศูนย์

ตัวอย่างที่ 5

โลกหมุนรอบตัวเองครบ 1 รอบ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง และรัศมีของโลกเท่ากับ 6.37 x 106 เมตร จงคำนวณหาอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลก

วิธีทำ

จาก $\omega = \frac{2¶}{T}$ เมื่อ T = 24 x 3600 = 86400 s

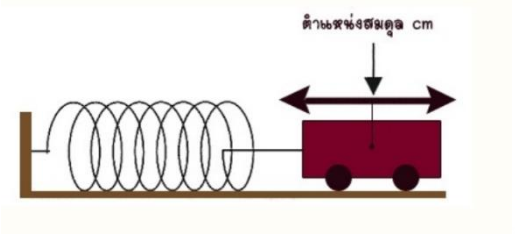
$$\omega = \frac{2 \text{ x } 3.142 \text{ rad}}{86400}$$

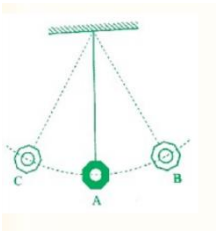
$$= 7.27 \text{ x } 10^{-5} \text{ rad/ s}$$

ตอบ อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลกเท่ากับ $7.27 \text{ x } 10^{-5}$ เรเดียนต่อวินาที

5.3 การเคลื่อนที่แบบฮารมอนิกอย่างง่าย

การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion : SHM) คือ การเคลื่อนที่กลับไปมาซ้ำทางเดิมโดยผ่านตำแหน่งสมดุล และมีคาบของการเคลื่อนที่คงตัว เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุติดปลายสปริง การสั่นของสายเครื่องดนตรี การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา เป็นต้น





ปริมาณที่สำคัญในการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

1. ความถี่ (f) คือ จำหน่วยรอบของการเคลื่อนที่ใน 1 วินาที หน่วยเป็น เฮิรตซ์

2. คาบ (T) คือ เวลาในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ หน่วยเป็นวินาที (s)

ความถี่และคาบมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$f = \frac{1}{T}, T = \frac{1}{f}$$

3. การกระจัด คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปโดยนับจากจุดสมดุล

การกระจัด X ในรูปฟังก์ชันของเวลา t ของ SHM เขียนได้เป็น

$$X = X_m \cos (\omega t + \phi)$$

เมื่อ X_m คือ การกระจัดสูงสุดหรือแอมพิจูด (m)

ω คือ ความถี่เชิงมุมมีค่าเท่ากับ $2\pi f$ หรือ $\frac{2\pi}{T}$

ϕ คือ ค่าคงตัวทางเฟสหมายถึงเฟสเริ่มต้น

4. แอมพลิจูด (A) คือ ระยะทางมากที่สุดที่วัตถุจะสามารถเคลื่อนที่ไปได้ โดยนับจากจุดสมดุลเช่นเดียวกัน อาจพิจารณาได้ว่า แอมพลิจูด คือ การกระจัดที่มีปริมาณมากที่สุด

5. ความเร่ง (a) คือ แปรผันตรงกับการกระจัด แต่มีทิศทางตรงกันข้าม โดยทิศของความเร่งจะเป็นทิศเดียวกับแรง และแรงจะต้องเป็นแรงเข้าหาจุดสมดุลในขณะที่การกระจัดมีทิศออกไปจากจุดสมดุล ดังสมการ

$$a_x = -\omega^2 X$$

ตัวอย่างที่ 6

วิธีทำ จากโจทย์กำหนด $l = 0.4m$

หาคาบเวลาการแกว่งจากสมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{0.4}{10}}$$

$$T = 2\pi(\sqrt{0.04})$$

$$T = 2\pi(0.2)$$

$$T = 0.4\pi \quad s$$

แขวนลูกตุ้มนาฬิกาด้วยเชือกเบายาว 40 เซนติเมตร แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายจงหาคาบเวลาของลูกตุ้มนาฬิกา (ค่า g = 10^2 m/s)

ความรูเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮารมอนิกอย่างง่าย นำไปสู่การสร้างนาฬิกาแบบลูกตุ้ม ในธรรมชาติและกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ มีเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่มากมาย การที่เราเขาใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ นอกจากจะทำให้เราซาบซึ้งในธรรมชาติและช่วยให้เราทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องได้สำเร็จ แลวยังช่วยให้เรามีความปลอดภัย รวมทั้งเป็นแนวคิดพื้นฐานนำไปสู่การพัฒนาทางเทคโนโลยีอีกด้วย

ใบงานที่ 1.1

เรื่อง ปัญหาคาใจ

@@

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **เวลา 55 นาที**

<u>สถานการณ์ปัญหา</u>

จากการดูการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนที่แนวโค้งโพรเจกไทล์ ดังภาพ พบว่า การที่จะชนะได้ ต้องอาศัยเทคนิคการชูตเพื่อทำคะแนนให้ชนะคู่แข่ง ซึ่งวิธีการชูตก็จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับผู้เล่นและสถานการณ์ ด้วยเหตุนี้ผู้เล่นต้องอาศัยเทคนิคความรู้ประสบการณ์จากการเล่นบ่อย ๆ โดยรู้มุม รู้ระยะห่างระหว่างแป้นบาสกับตำแหน่งที่ชูตเพื่อจะให้ได้แต้มมากที่สุด

<u>คำชี้แจง</u>

จากการศึกษาสถานการณ์เบื้องต้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจำลองตนเองเป็นนักกีฬาบาสเกตบอล โดยช่วยกันคิดว่าจะนำความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง และความรู้ที่เกี่ยวข้องมาออกแบบสนามบาสเกตบอลให้สอดคล้องกับสถานการณ์เบื้องต้นได้อย่างไร และสามารถออกแบบสิ่งต่าง ๆ เพิ่มเติมได้อย่างเต็มที่ตามความคิดของนักเรียนให้สนามบาสเกตบอลมีความสวยงามยิ่งขึ้น โดยใช้ความรู้เรื่องการเคลื่อนที่ให้มากที่สุด หลังจากนั้นให้นักเรียนออกแบบและสร้างโมเดลสนามบาสเกตบอล ออกมาเป็นชิ้นงานที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

ใบงานที่ 1.2

เรื่อง ความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **เวลา 55 นาที**

<u>คำชี้แจง</u> **ให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างละเอียดตามกระบวนการทางฟิสิกส์**

กลุ่มที่ .....

สมาชิกกลุ่ม 1).....เลขที่.....

2).....เลขที่.....

3).....เลขที่.....

4).....เลขที่.....

5).....เลขที่.....

1. จงตอบคำถามต่อไปนี้

- **ตำแหน่ง หมายถึง**

.....

.....

- **การกระจัด หมายถึง**

.....

.....

- **ระยะทาง หมายถึง**

.....

.....

- **อัตราเร็ว หมายถึง**

.....

.....

- **ความเร็ว หมายถึง**

.....

.....

2. จงยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน

- **การเคลื่อนที่แบบโพลเจกไทล์**

.....

.....

- **การเคลื่อนที่แบบวงกลม**

.....

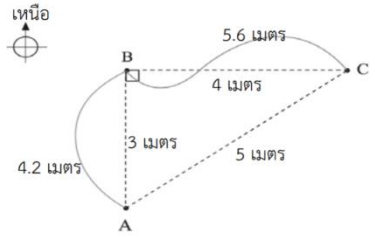
.....

- **การเคลื่อนที่แบบฮารมอนิกอย่างง่าย**

.....

.....

3. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่จาก A ไป B และ C ตามลำดับ โดยมีแนวการเคลื่อนที่ตามแนวเส้นทึบถ้าใชเวลาในการเคลื่อนที่จาก A ไป B และ B ไป C เทากับ 3 วินาที และ 8 วินาทีตามลำดับ



จงหา อัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ย จาก A → B → C

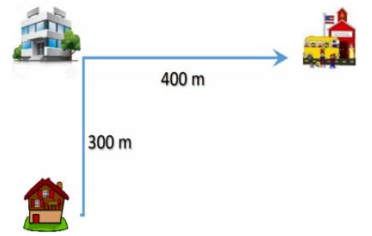
.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนเดินจากบ้านไปโรงพยาบาลที่อยู่หางออกไปทางเหนือ 300 m แล้วเดินตอไปทางทิศตะวันออกอีก 400 m โดยใชเวลาในการเดิน 10 นาที จงหาอัตราเร็วเฉลี่ย และ ความเร็วเฉลี่ยของการเดินทาง



.....

.....

.....

.....

.....

5. ขว้างวัตถุออกไปในแนวระดับ ด้วยความเร็วต้น 20 เมตรต่อวินาที จากหน้าผาสูง 20 เมตร จงหา

ก. นานเท่าใดวัตถุจึงจะตกถึงพื้น

ข. การกระจัดในแนวระดับเท่ากับเท่าใด

.....

.....

.....

6. ขว้างลูกบาสออกไปในแนวระดับสูงจากพื้น 100 เมตร ปรากฏว่า ลูกบาสตกห่างจากจุดปาเข้าห่วงในแนวราบ 20 เมตร จงหาอัตราเร็วของลูกบาสที่ถูกปาออกไป เมื่อใช้เวลาในการขว้างทั้งหมด 12 วินาที

.....

.....

.....

7. มอเตอร์ไซค์ไต่ถังคันหนึ่ง เคลื่อนที่รอบถัง 4 รอบ ในเวลา 1 นาที คาบและความถี่ของการเคลื่อนที่เป็นเท่าใด

.....

.....

.....

8. โลกจะต้องหมุนด้วยอัตราเร็วเท่าใด เพื่อให้ความเร่งสู่ศูนย์กลางวัตถุที่อยู่บนพื้นโลกเป็น 30 cm/s^2 เมื่อรัศมีโลก 6.378×10^8 m

.....

.....

.....

9. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ต่างจากการเคลื่อนที่แนวตรงอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

10. จงอธิบายความเหมือนและความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบสั่น

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.3

เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

@@@

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **เวลา 55 นาที**

กลุ่มที่ ....

สมาชิกกลุ่ม 1)..เลขที่.................................

2)..เลขที่.................................

3)..เลขที่.................................

4)..เลขที่.................................

5)..เลขที่.................................

1. ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่ได้เรียน มาอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

....

....

....

....

....

....

....

2. ให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยอาศัยแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นหลัก (ระบุเป็นข้อ ๆ)

....

....

....

....

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3. ร่างแบบชิ้นงานที่จะสร้าง (วาดให้ละเอียด) พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่สร้างชิ้นงานนี้ขึ้น โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียนมา ซึ่งต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตอนและวิธีการสร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

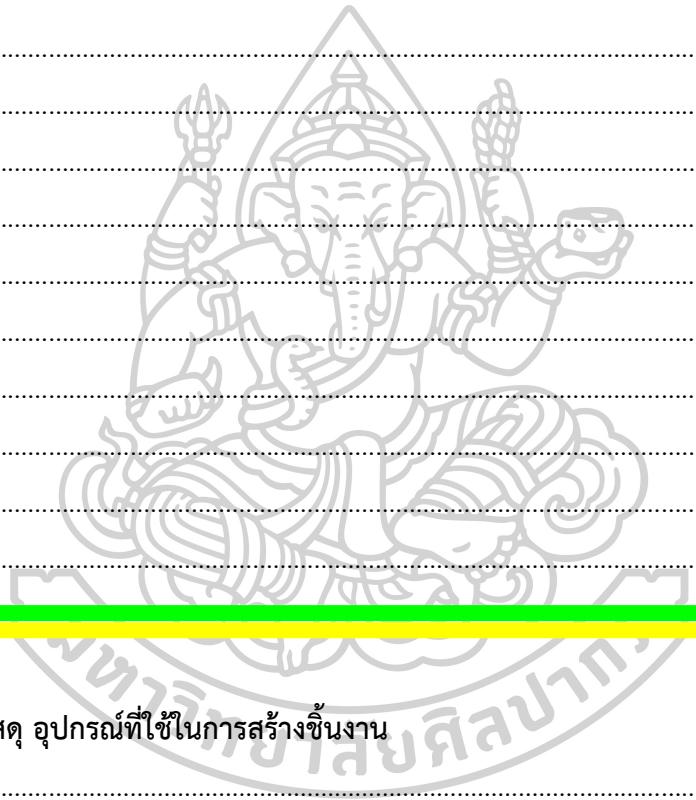
.....

.....

.....

.....

.....



5. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

ชื่อกลุ่ม.....

ชื่อกิจกรรม.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ เป็นเครื่องมือที่ใช้สังเกตพฤติกรรมในการปฏิบัติงาน 5 ด้าน ของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ได้แก่ 1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย 2) แนวคิดทางฟิสิกส์ 3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ 4) กระบวนการทางฟิสิกส์ 5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

2. แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ ใช้วัดหลังการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยครูผู้สอนประเมินได้จากการตรวจใบงาน ใบกิจกรรมท้ายหน่วยการเรียนรู้ การนำเสนอชิ้นงาน และชิ้นงานการออกแบบ โดยจำแนกความสามารถออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับดีมาก

3 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับดี

2 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับพอใช้

1 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	**ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์**			
	(ดีมาก) **4**	**(ดี)** **3**	**(พอใช้)** **2**	**(ควรปรับปรุง)** **1**
1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย				
2) แนวคิดทางฟิสิกส์				
3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์				
4) กระบวนการทางฟิสิกส์				
5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา				
รวม				
ค่าเฉลี่ย/ระดับคุณภาพ				

รายละเอียดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	ระดับคุณภาพ			
	(ดีมาก) 4	(ดี) 3	(พอใช้) 2	(ควรปรับปรุง) 1
1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียน เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องมากกว่า 4 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียน เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง 3 – 4 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียน เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง 2 – 3 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียน เกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 เหตุผล
2) แนวคิดทางฟิสิกส์	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 4 ข้อขึ้นไป	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 3 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 2 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 1 ข้อ
3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงาน จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 4 ข้อ ขึ้นไป	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงาน จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 3 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงาน จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ให้ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 2 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียน ออกแบบชิ้นงาน จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ให้ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 1 ข้อ
4) กระบวนการทางฟิสิกส์	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 8 - 10 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 5 - 7 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 2 - 4 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง น้อยกว่า 2 ข้อ
5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง มีองค์ประกอบครบ ดังนี้ 1. สามารถใช้งานได้จริง 2. มีความสวยงาม 3. ชิ้นงานแปลกใหม่ 4. ตรงตามหัวข้อและเสร็จตามเวลาที่กาหนด	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขาดไป 1 องค์ประกอบ	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ขาดไป 2 องค์ประกอบ	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ขาดไปมากกว่า 2 องค์ ประกอบ

รายละเอียดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ ของความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
3.50 – 4.00	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับดีมาก
2.50 – 3.49	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับดี
1.50 – 2.49	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้
1.00 – 1.49	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความคิดเห็นที่มีต่อลักษณะนิสัยของนักเรียนที่เกิดขึ้น จากการศึกษาหาความรู้ภายใต้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยวัดได้จากระดับพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกใน 10 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความมีเหตุมีผล 3) ความใจกว้าง 4) ความซื่อสัตย์ 5) ความพยายามมุ่งมั่น 6) ความรอบคอบ 7) ความรับผิดชอบ 8) ความร่วมมือช่วยเหลือ 9) ความสร้างสรรค์และ10) เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

2. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 15 ข้อ ใช้วัดหลังการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ของตนเอง 10 คุณลักษณะ มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ชื่อผู้ประเมิน.....ชั้น ม.4/.....เลขที่.....

จงทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับคุณลักษณะที่นักเรียนแสดงออก โดยจำแนกระดับพฤติกรรมการแสดงออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อยที่สุด

พฤติกรรมที่แสดงออก	**ระดับพฤติกรรมการแสดงออก**				
	มากที่สุด (5)	**มาก (4)**	**ปานกลาง (3)**	**น้อย (2)**	**น้อยที่สุด (1)**
- ความอยากรู้อยากเห็น					
1. นักเรียนซักถามจากครูหรือไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องที่เรียนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน					
2. นักเรียนสนใจที่จะทดลองออกแบบชิ้นงานง่าย ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน					

พฤติกรรมที่แสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
- ความมีเหตุมีผล					
3. เมื่อนักเรียนมีหลักฐานข้อมูลยืนยันว่าความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ที่เพื่อนนำเสนอไม่ถูกต้อง นักเรียนจะนำหลักฐานข้อมูลนั้นมาโต้แย้งได้อย่างมีเหตุผลและเป็นที่ยอมรับได้					
4. เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลข่าวสารใดทางฟิสิกส์ จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะยอมรับและนำมาใช้เสมอ					
- ความใจกว้าง					
5. ในการสรุปผลการออกแบบชิ้นงานในกลุ่ม ถึงแม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยแต่ก็ยอมรับผลของสมาชิกส่วนใหญ่					
6. เมื่อชิ้นงานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเทออกแบบถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะไม่หมดกำลังใจ					
- ความซื่อสัตย์					
7. เมื่อครูมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงาน นักเรียนจะไม่ออกแบบตามแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ					
- ความพยายามมุ่งมั่น					
8. ถึงแม้งานออกแบบที่ทำอยู่มีโอกาสสำเร็จได้ยาก แต่นักเรียนจะยังคงมีพยายามออกแบบต่อไปให้สำเร็จ					

พฤติกรรมที่แสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
- ความรอบคอบ					
9. นักเรียนทำการทดลองชิ้นงานซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลว่าใช้งานได้					
10. นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการสร้าต้นแบบ					
- ความรับผิดชอบ					
11. เมื่อครูมอบหมายให้ห้องของนักเรียนดูแลความสะอาดห้องเรียน หลังจากทำการสร้างชิ้นงาน แม้ว่าครูจะไม่ได้เจาะจงตัวบุคคล แต่นักเรียนก็ทำตามที่ครูสั่ง					
- ความร่วมมือช่วยเหลือ					
12. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม					
- ความสร้างสรรค์					
13. เมื่อนักเรียนมีแนวคิดแตกต่างไปจากเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนก็กล้าที่จะนำเสนอให้เพื่อนได้รับรู้					
- เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์					
14. นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ					
15. นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยว ข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ					

ภาคผนวก ฉ
คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คู่มือ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย

นางสาวชุติมา พันธุมาตร์

นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรละการสอน

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

คำนำ

คู่มือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ จัดทำขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางในการประกอบการจัดกิจกรรมในการเรียนรู้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัย เรื่อง “ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ”

โดยคู่มือนี้มีเนื้อหา สาระ ประกอบไปด้วย ตอนที่ 1 ความนำเบื้องต้นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ ที่มาและความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ วัตถุประสงค์ และแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ตอนที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ ว30101 และหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

และตอนที่ 3 การประเมินความสามรถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ หลักการประเมิน และเครื่องมือการประเมิน

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมและบุคคลที่สนใจ หากคู่มือเล่มนี้ผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ชุติมา พันธุมาตร์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

คำนำ **(1)**

สารบัญ **(2)**

ตอนที่

1 ความนำเบื้องต้นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **1**

ที่มาและความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 1

วัตถุประสงค์ 5

แนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ 5

2 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **9**

โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์ ว30101 9

หน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 11

3 การประเมินความสามรถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **91**

หลักการประเมิน 91

เครื่องมือการประเมิน 94

รายการอ้างอิง **99**

ตอนที่ 1

ความนำเบื้องต้นเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่มาและความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ในยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มนุษย์ใช้ความรู้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาสังคม นักเรียนทุกคนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาหลัก ด้านวิชาการ ทักษะที่จำเป็นเพื่อให้ประสบความสำเร็จในโลกทุกวันนี้ เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ ทักษะการสื่อสารและการร่วมมือกัน และทักษะการแก้ปัญหาการคิดสร้างสรรค์ (อรุณี วิริยะจิตรา และคณะ, 2555) ซึ่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ระบุว่า การที่นักเรียนจะสามารถพัฒนาศักยภาพของแต่ละคนได้ ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเรียนการสอนของผู้สอน ซึ่งต้องจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และความแตกต่างของนักเรียน โดยมีการฝึกทักษะกระบวนการคิดการจัดการการเผชิญกับสถานการณ์ (กรมวิชาการ, 2546) ซึ่งสอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2541) ที่ได้กล่าวว่า นอกจากนักเรียนจะมีความรู้แล้ว ต้องมีความคิดเป็นคนที่รอบคอบ คิดหลายชั้น คิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ และกระบวนการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ สำหรับในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่สำคัญในการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาคนสู่สังคมวิทยาศาสตร์ ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีการคิด มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและสามารถตรวจสอบได้ สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผลสร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาเป็นเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์และการจัดการเรียนการสอนของทุกประเทศ

จากการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ผู้ที่สามารถอยู่ในสังคมได้อย่างเหมาะสม ควรเป็นผู้ที่ใช้เครื่องมือในการแสวงหาความรู้และการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและมีความสุข โดยการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ตลอดจนการส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตรและให้โอกาสนักเรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (กรมวิชาการ, 2557) ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 - 2564 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม

แห่งชาติ, 2560) การพัฒนาปัจจัยพื้นฐานเชิงยุทธศาสตร์ในทุกด้าน ได้แก่ การวิจัยและพัฒนา การพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม รวมถึงการพัฒนาคนในภาพรวมให้เป็นคนที่สมบูรณ์ในทุกช่วงวัย เพื่อเป็นแรงขับเคลื่อนบริหารจัดการการเปลี่ยนแปลงที่เป็นสภาพแวดล้อมการดำเนินชีวิตได้อย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนามนุษย์จากการยกระดับคุณภาพการศึกษา การเรียนรู้ การพัฒนาทักษะ ให้สามารถนำความรู้ไปปรับใช้และมีความสุขในการดำรงชีวิตให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของสังคมโลกและมีศักยภาพพร้อมที่จะแข่งขันและพร้อมที่จะร่วมมือกันอย่างสร้างสรรค์

ดังที่รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2560 มาตรา 69 รัฐพึงจัดให้มีและส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศิลปะวิทยาการแขนงต่าง ๆ ให้เกิดความรู้ การพัฒนาและนวัตกรรม เพื่อความเข้มแข็งของสังคมและเสริมสร้างความสามารถของคนในชาติ การจัดการศึกษาของประเทศไทยมีการกำหนดเป้าหมายเน้นทักษะการคิด เพื่อสร้างองค์ความรู้ ค้นหาความรู้ มีความคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณในการเลือกการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ อย่างถูกต้องและเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม พัฒนาให้ประชาชนคนไทยเป็นผู้มีความรอบรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถอยู่ในสังคมได้ด้วยมืออาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ปีพุทธศักราช 2545 หมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 23 การจัดการศึกษา เน้นทั้งความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และบูรณาการตามความเหมาะสมของแต่ละระดับการศึกษาในเรื่องความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมาตรา 24 จัดกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษาดำเนินการฝึกทักษะกระบวนการคิด จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อในแก้ไขปัญหา

โดยวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดวิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

อย่างไรก็ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กำหนดสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจำเป็นต้องเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์และจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) จากสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) จะเห็นได้ว่านอกจากนักเรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในการหาความรู้และแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องมีจิตวิทยาศาสตร์ด้วยซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดวามรู้สึกที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าของการเรียนรู้ เกิดเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนใฝ่รู้ใฝ่เรียนในวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมอีกทั้งยังส่งผลให้นักเรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมได้อย่างสงบสุข ซึ่งสอดคล้องกับ สิริลักษณ์ สาระชาติ (2553) ที่กล่าวไว้ว่า จิตวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตปัจจุบัน เป็นสิ่งที่ควรปลูกฝังให้เกิดขึ้นในบุคคล เพราะเป็นการพัฒนาคุณภาพของบุคคล โดยเฉพาะผู้ที่ศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการอย่างหนึ่งที่จะสร้างบุคคลให้สมบูรณ์ มีความสามารถในการคิดขั้นสูง มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีระเบียบวิธีการในการดำเนินชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกำลังพัฒนา ผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้ที่รู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติตลอดจนเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างฉลาดและมีประสิทธิภาพซึ่งทำให้เขาทำงานและอยู่ในสังคมประชาธิปไตยได้อย่างดียิ่ง จิตวิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกิดขึ้นจากการศึกษาหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจิตวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ความสนใจใฝ่รู้ ความมุ่งมั่นอดทน ความรอบคอบความรับผิดชอบความซื่อสัตย์ ความประหยัด การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผลการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

จากการศึกษาค้นคว้าของผู้วิจัย พบว่า ผลการจัดการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ วิชาเคมี และวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นสาขาวิชาที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์กับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสมาคมฟิสิกส์ได้ลงไว้ในวารสารเมื่อปี 2551 กล่าวว่าการแก้ปัญหาเป็นการคิดพื้นฐานที่มีผลโดยตรงต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะในรายวิชาฟิสิกส์ที่มีการเน้นการแก้ปัญหาต่าง ๆ ให้กับนักเรียน (สมาคมฟิสิกส์ไทย, 2551) พบว่า การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่มีจุดเน้นในเรื่องแนวคิดวิทยาศาสตร์และทักษะการสำรวจตรวจสอบ/ทักษะการทดลอง แต่ยังไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองและครูบางคนได้สอน โดยการเน้นความจำมากกว่าการคิดขั้นสูง ในขณะที่ครูบางคนได้เน้นกระบวนการคิดในการสอนแต่ยังไม่ได้เน้นกระบวนการคิดในการประเมิน

ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ครูเป็นผู้กำหนดแนวทางในการทำกิจกรรมให้กับนักเรียนในทุกขั้นตอน (Structured inquiry) ข้อแนะนำควรเพิ่มกิจกรรมที่ครูมีการแนะแนวทางให้และเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบกิจกรรมด้วยตนเอง (Guided inquiry) และเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และผลการทดสอบ Programme for International Student Assessment 2018 หรือ PISA ซึ่งมีการประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัยจบการศึกษาภาคบังคับ ผลการประเมิน พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 426 คะแนน สะท้อนให้เห็นว่า ประเทศไทยมีความล้มเหลวในด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นักเรียนขาดการคิดที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน รายงานดังกล่าวบ่งบอกว่าประเทศไทยกำลังประสบปัญหาด้านการศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวถึง จุดประสงค์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า นักเรียนควรได้รับการพัฒนาความรู้ควบคู่กับการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนปฏิบัติตนอย่างมีเหตุผล ดังนั้น การที่ครูผู้สอนจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนฝึกฝนการใช้ระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างสรรค์องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตได้ หากพบว่านักเรียนมีลักษณะใฝ่รู้เพียรพยายามใช้เหตุผลอย่างเป็นระบบ เห็นคุณค่าของตนเองแต่มีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 65% ส่งผลให้เกิดความยากลำบากต่อการจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดได้ ดังนั้น ครูผู้สอนต้องมีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาคุณลักษณะและจิตสำนึกของนักเรียนให้มีจิตวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับผู้วิจัยได้ทำการสำรวจผลการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พบว่า นักเรียนมีผลการทดสอบตามมาตรฐานต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 และเมื่อพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในตัวชี้วัด ว 2.2 ม.4-6/1-10, ว 2.3 ม.4-6/1-12 ปีการศึกษา 2561 - 2562 มีค่าเฉลี่ยที่ผ่านเกณฑ์อยู่ที่ 60.75 และ 52.25 ซึ่งลดลงตามลำดับ และการจัดการเรียนรู้ในวิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยากำลังประสบปัญหาในหลายด้าน ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้ของครู ที่เน้นการบรรยายทฤษฎีและเน้นการคำนวณในส่วนของการแก้โจทย์มากจนเกินไป 2) การผลิตและการใช้สื่อในการจัดการเรียนรู้ของครู ไม่มีความหลากหลาย นักเรียนไม่เห็นเป็นรูปธรรม ทำให้จินตนาการและวิเคราะห์โจทย์ไม่ได้ 3) การเข้าใจให้เป็นรูปธรรมของนักเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ 4) ทักษะกระบวนการออกแบบชิ้นงานโดยการใช้ความรู้ที่เรียนได้ 5) การสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนไม่มีความหลากหลาย และ 6) นักเรียนไม่มีการทดลองจริง เรียนรู้เฉพาะในหนังสือเรียน ทำให้นักเรียนไม่มีจิตวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แนวทางจัดการเรียนรู้สำคัญที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานจากปัญหา สถานการณ์ที่ครูผู้สอนกำหนดให้ เพื่อให้ได้สื่อการสอนที่ทำให้นักเรียนเข้าใจในรายวิชาฟิสิกส์มากขึ้น และมีจิตวิทยาศาสตร์ที่ดี นั่นคือ แนวคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ตลอดจนการส่งเสริมทักษะและความสามารถในการแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอ และขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนผลและประเมิน และมีรายงานวิจัยของคณะทำงาน REDlab (Research in Education and Design Lab) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า การคิดเชิงออกแบบได้ถูกบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาทางวิชาการและเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมเนื้อหาทางวิชาการที่เป็นสหวิทยาการได้อย่างกว้างขวาง (Carroll et al, 2010) ทั้งนี้ในการจัดการเรียนการสอนที่ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบยังเป็นประโยชน์สำหรับการเรียนรู้ที่สามารถสร้างประสบการณ์ที่หลากหลาย และส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหา และมีความสนใจที่จะนำกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบสถานการณ์ปัญหา มุ่งเน้นให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้และทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง ระดมสมองหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายผ่านการลงมือสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานที่สามารถตอบโจทย์ปัญหาที่ท้าทายนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์คู่มือ

เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบ

แนวคิดเชิงออกแบบนั้นเป็นนวัตกรรมที่ได้รับความสนใจในปัจจุบัน โดยมีผู้กล่าวถึง ดังนี้ พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) ได้ให้ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบว่า หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง ร่วมกันสร้างความคิดที่หลากหลาย และตัดสินใจลงมือปฏิบัติเพื่อทดลองสร้างต้นแบบโดยการศึกษาค้นคว้า ประยุกต์ใช้ทักษะและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง นอกจากนี้ นุชจรี กิจวรรณ (2561) กล่าวว่า แนวคิดเชิงออกแบบ หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ โดยเน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง นำสู่การสร้างนวัตกรรมอย่างเป็นระบบที่ใช้จินตนาการหลากหลายจากกลุ่มคนต่างสาขา ต้นแบบของนวัตกรรมที่สร้างขึ้นจะถูกนำไปทดสอบอย่างรวดเร็วเพื่อนำผลลัพธ์ไปปรับแก้จนกระทั่งได้นวัตกรรมที่สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับ Cross (2011) กล่าวว่า แนวคิดเชิงออกแบบ เป็นวิธีการเชื่อมโยงระหว่างปัญหากับการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยอาศัยองค์ความรู้ประสบการณ์และความสามารถของผู้อื่นที่มีความรู้เฉพาะทางในเรื่องของปัญหานั้น ๆ มาเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างผลงานออกแบบ ส่วน Simon (2009) ได้ให้ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบไว้ว่า คือ การสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากทักษะความชำนาญในการสร้างงานและความสามารถทางสมองของมนุษย์ และเชื่อว่าสิ่งประดิษฐ์ทุกอย่างที่เกิดขึ้นในโลกล้วนเกิดจากฝีมือและสมองการสร้างสรรค์ของมนุษย์แทบทั้งสิ้น และยังได้เสนอว่า การออกแบบ คือ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาทางหลักการทางวิทยาศาสตร์ การหาเหตุและผล ผลจากการแก้ปัญหานั้นจะประสบความสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับผู้เกี่ยวข้องกับปัญหาทุกคนเห็นชอบร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Schon (1995) เสนอว่า แนวคิดเชิงออกแบบมีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์ ต้องมีเหตุและผลในการแก้ปัญหา แต่จะให้ความสำคัญต่อกระบวนการ ซึ่งกระบวนการจะแสดงให้เห็นผลสะท้อนของวิธีคิดและความรู้ของนักออกแบบในการปฏิบัติ

จากความหมายของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า แนวคิดเชิงออกแบบ หมายถึง กระบวนการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม ที่นักเรียนทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และอาศัยองค์ความรู้ ประสบการณ์และความสามารถของผู้อื่นที่มีความรู้เฉพาะทางในเรื่องของปัญหานั้น ๆ มาเป็นส่วนประกอบสำคัญในการสร้างผลงานออกแบบ

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของแนวคิดเชิงออกแบบว่า หมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อแก้ไขปัญหานั้น โดยอาศัยความรู้ทางด้านฟิสิกส์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเนื้อหาและกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา คือ ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ฟิสิกส์ที่เรียน มาสร้างชิ้นงานผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนความรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้คำถามเพื่อทบทวนความรู้เดิม และสอนเนื้อหา โดยใช้ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวกับ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน ที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาและออกแบบ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก และนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ แล้วทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างต้นแบบ คือ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง แรงในธรรมชาติ และพลังงาน เป็นหลัก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอต้นแบบ คือ นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง

ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนคิดและประเมิน คือ ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่มลงในใบกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการจนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ประโยชน์ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) ประโยชน์จากการนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบไปใช้ นักเรียนจะเกิดความสามารถในหลาย ๆ ด้าน ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร คือ ความสามารถในการที่จะสื่อสารข้อมูลจากความคิดและจินตนาการของนักออกแบบไปสู่ผู้อื่นด้วยการสื่อสารทางภาษา อวัจนภาษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารด้วยภาพ การสร้างแบบร่างภาพ การนำเสนอ การสื่อสารเหล่านี้เกิดขึ้นระหว่างนักออกแบบด้วยกันในการทำงานร่วมกัน หรือการสื่อสารระหว่างนักออกแบบกับผู้จ้าง หรือผู้บริโภค และการสื่อสารระหว่างนักออกแบบกับโรงงานผู้ผลิต ที่จะให้ผู้ผลิตเข้าใจในโครงสร้างของงานออกแบบเพื่อผลิตออกมาได้อย่างถูกต้อง

2. ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา คือ การคิดแก้ปัญหาของนักออกแบบ มีมิติความคิดหลายประเด็น เช่น ความสวยงามในการออกแบบการใช้วัสดุในการผลิตพฤติกรรม และการใช้งานของผู้บริโภค ข้อกฎหมายกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรมการตลาด ประเด็นเหล่านี้จะถูกออกแบบนำมาประมวลความคิดและคัดกรองในหลายระดับชั้น จึงเกิดเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

3. การร่วมมือในการทำงาน คือ การระดมความคิดจากคนที่มีประสบการณ์หลากหลายจะช่วยให้การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ทำได้ดีขึ้นกว่าการทำงานคนเดียว เพราะในปัจจุบันความซับซ้อนของปัญหามีเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้เกิดการเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นเป็นการเข้าถึงความรู้สึกและความต้องการที่หลากหลายของผู้อื่น เช่น ผู้บริโภค ผู้ร่วมงาน จากการทำงานร่วมกับผู้อื่นส่งผลไปยังการมองในแง่ดีเป็นมุมมองที่มีความจำเป็นในการเลือกทุกทางที่ดีในการแก้ปัญหาในการออกแบบ

4. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จากแรงบันดาลใจในการทำงานร่วมกันหรือข้อค้นพบใหม่ ๆ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการสรุปปัญหาตัดสินใจในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การคิดบูรณาการที่นักเรียนสามารถมองภาพรวมของการทำงาน ใช้ความคิดในการผสมผสานกระบวนการหรือเทคนิคที่หลากหลายในการแก้ไขปัญหา

5. การรู้แจ้งที่เกิดจากการทดลองเชิงประจักษ์ เกิดสร้างผลงานภายใต้หลักตรรกะด้วยการทดลองผลของการทดลองจะแสดงให้เห็นเป็นเหตุและผลในการทำงาน ทักษะและความคิดที่กล่าวนั้นจะเกิดให้เห็นเป็นรูปธรรมต้องมีปัจจัยสำคัญหลายด้าน

ตอนที่ 2

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

โครงสร้างรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ว30101

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	การเคลื่อนที่และแรง - แรงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ - การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ	ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น	• อธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ • การนำความรู้เกี่ยวกับแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	12
2	แรงในธรรมชาติ - แรงโน้มถ่วงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก - สนามแม่เหล็ก - แรงแม่เหล็ก	ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก	• อธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก • การนำความรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลกไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	12

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3	พลังงาน - เซลล์สุริยะ - พลังงานนิวเคลียร์ - เทคโนโลยีด้านพลังงาน	ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทน เป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหา โดยต้องตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย	• อธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า • อภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่สามารถนำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองกับความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย • การนำความรู้เกี่ยวกับการเปลี่ยนพลังงานทดแทนไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน	12

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563**

เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **จำนวนเวลาที่สอน 12 ชั่วโมง**

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.4-6/5 สังเกตและอธิบายผลของแรงที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ ได้แก่ การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบสั่น

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถอธิบายผลของแรง และปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

2.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)

นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

3. สาระสำคัญ

การเคลื่อนที่ของวัตถุเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป โดยมีปริมาณที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว และความเร่ง

เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำต่อวัตถุโดยผลรวมของแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยมีความเร่ง ขนาดและทิศทางของความเร่งขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์และมวลของวัตถุ การหาแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุสามารถทำได้โดยการรวมแบบเวกเตอร์ สำหรับวัตถุใด ๆ เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุนั้นจะออกแรงตอบโต้กลับ เรียกแรงที่กระทำระหว่างวัตถุว่า แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา ซึ่งแรงทั้งสองนี้มีขนาดเท่ากันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน

ความรู้เรื่องแรงและความเร่งสามารถนำมาใช้อธิบายการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ เช่น การเคลื่อนที่แนวตรงซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ที่ความเร็วและความเร่งอยู่ในแนวเดียวกัน การตกแบบเสรีซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งโน้มถ่วงของโลก การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งคงตัว การเคลื่อนที่แบบวงกลมซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แนวโค้งด้วยความเร่งที่มีทิศทางตั้งฉากกับความเร็วตลอดเวลา และการเคลื่อนที่แบบสั่นซึ่งเป็นการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาด้วยความเร่งที่มีทิศทางเข้าสู่จุดที่แรงลัพธ์เป็นศูนย์ซึ่งเรียกว่า ตำแหน่งสมดุล

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (Knowledge)

1. การเคลื่อนที่แนวตรง

การเคลื่อนที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ที่อยู่ในแนวเดียว เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์บนถนนตรงการเคลื่อนที่ของลูกมะพร้าวเมื่อตกจากต้นสู่พื้นดิน การเคลื่อนที่ของนักกีฬาว่ายน้ำในลู่ของสระ เป็นต้น การเคลื่อนที่แนวตรงเป็นการเคลื่อนที่ที่ไม่ซับซ้อนเพราะเป็นการเคลื่อนที่ใน 1 มิติเท่านั้น การเคลื่อนที่แนวตรงจึงเป็นตัวอย่างที่เหมาะในการศึกษาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาการเคลื่อนที่ลักษณะอื่น ๆ ต่อไป

1.1 ตำแหน่ง ระยะทาง และการกระจัด

เมื่อต้องการระบุว่าวัตถุใด ๆ นั้นจำเป็นต้องทราบ **ตำแหน่ง (position)** ของวัตถุ ซึ่งมีความสำคัญในการบอกการเคลื่อนที่ของวัตถุ

เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่และเปลี่ยนตำแหน่งสามารถอธิบายโดยเปรียบเทียบระยะห่างจากตำแหน่งเริ่มต้นซึ่งเป็นจุดอ้างอิงได้ด้วยปริมาณที่เกี่ยวข้อง 2 ปริมาณ คือ **ระยะทาง (distance)** เป็นการอธิบายการเปลี่ยนตำแหน่งด้วยความยาวตามเส้นทางที่วัตถุเคลื่อนที่ โดยระยะทางเป็น**ปริมาณสเกลาร์ (scalar)** ที่มีเพียงขนาดแต่ไม่มีทิศทาง **และ การกระจัด**

(displacement) เป็นการอธิบายการเปลี่ยนตำแหน่งจากตำแหน่งเริ่มต้นหรือจุดอ้างอิงไปยังตำแหน่งสุดท้าย โดยการกระจัดเป็น**ปริมาณเวกเตอร์ (vector)** ที่ต้องบอกทั้งขนาดและทิศทาง

1.2 อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

การบอกว่าวัตถุใดเคลื่อนที่ช้าหรือเร็ว สามารถพิจารณาได้จากระยะทางหรือการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่เทียบกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ โดยระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ใน 1 หน่วยเวลาเรียกว่า **อัตราเร็ว (speed)** และการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ไปได้ใน 1 หน่วยเวลา เรียกว่า **ความเร็ว (velocity)** ทั้งนี้**อัตราเร็วเป็นปริมาณสเกลาร์ ส่วนความเร็วเป็นปริมาณเวกเตอร์** ซึ่งปริมาณทั้งสองมีหน่วยเป็นหน่วยของความยาวต่อหน่วยของเวลา เช่น เมตรวินาที (m/s) กิโลเมตรต่อชั่วโมง (km/h) หรือไมล์ต่อชั่วโมง (mi/h)

อัตราเร็วสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ **อัตราเร็วเฉลี่ย (average speed)** และ **อัตราเร็วขณะหนึ่ง (instantaneous speed)**

สำหรับความเร็วซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์สามารถแบ่งได้ 2 แบบเช่นกัน คือ **ความเร็วเฉลี่ย(average velocity)** และ **ความเร็วขณะหนึ่ง (instantaneous velocity)** โดยความเร็วเฉลี่ย คืออัตราส่วนระหว่างการกระจัดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้กับช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ และถ้าช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่เป็นช่วงที่น้อยมาก ๆ จนใกล้ศูนย์ ความเร็วเฉลี่ยจะถือว่าเป็นความเร็วขณะหนึ่ง

$$\text{อัตราเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{ช่วงเวลาของการเคลื่อนที่}}$$

$$\text{ความเร็วเฉลี่ย} = \frac{\text{การกระจัด}}{\text{ช่วงเวลาของการเคลื่อนที่}}$$

2. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

วัตถุที่เคลื่อนที่ในแนวดิ่งภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกจะเคลื่อนที่เป็นแนวตรง โดยมีความเร่งคงตัว ซึ่งถ้าวัตถุอยู่สูงจากพื้นโลกไม่มากนัก ความเร่งของวัตถุจะมีค่าประมาณ 9.8 เมตรต่อวินาที^{2}

3. การเคลื่อนที่แบบวงกลม

การเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการเคลื่อนที่ที่มีแนวการเคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือส่วนของวงกลม วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลม จะมีแรงกระทำต่อวัตถุซึ่งมีทิศทางเข้าหาจุดศูนย์กลางของการเคลื่อนที่นั้นเสมอ โดยขนาดของแรงจะขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของวัตถุ แรงนี้เรียกว่า **แรงสู่ศูนย์กลาง (centripetal force)** และแรงมีความสัมพันธ์ความเร่งและมีทิศเดียวกันเสมอ วัตถุเคลื่อนที่เป็นวงกลมมีความเร่งในทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางการเคลื่อนที่ เรียกว่า **ความเร่งสู่ศูนย์กลาง**

(centripetal acceleration) ส่วนความเร็วขณะหนึ่งของวัตถุมีทิศทางอยู่ในแนวเส้นสัมผัสกับเส้นรอบวงกลม ซึ่งตั้งฉากกับความเร่งสู่ศูนย์กลางเสมอ

4. การเคลื่อนที่แบบสั่น

การเคลื่อนที่อีกรูปแบบหนึ่งที่เราพบเห็นมากในชีวิตประจำวัน คือ การเคลื่อนที่แบบกลับไปกลับมาซ้ำแนวเดิม เช่น การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา การแกว่งของชิงช้า การเคลื่อนที่ของจุด ๆ หนึ่งบนสายกีตาร์เมื่อถูกดีด การแกว่งของเปล และการเคลื่อนที่ของมวลติดปลายสปริง การเคลื่อนที่แบบนี้ เรียกว่า **การเคลื่อนที่แบบสั่น (oscillatory motion)**

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

4.3 ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความมีเหตุมีผล
3. ความใจกว้าง
4. ความซื่อสัตย์
5. ความพยายามมุ่งมั่น
6. ความรอบคอบ
7. ความรับผิดชอบ
8. ความร่วมมือช่วยเหลือ
9. ความสร้างสรรค์
10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

5. สมรรถนะสำคัญ

- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง จำนวน 10 ข้อ
2. ใบงานที่ 1.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ
3. ชิ้นงาน เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

7. การวัดและประเมินผล

7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง จำนวน 10 ข้อ
2. ใบงานที่ 1.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

7.2 การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

1. แบบประเมินทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์
2. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายผลของแรง และปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ได้ถูกต้อง	ตรวจใบงานที่ 1.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง	- แบบประเมินใบงานที่ 1.2 เรื่องความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง	ระดับคุณภาพ “ดี” ถือว่าผ่าน
ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง	ตรวจใบงาน 1.3 และชิ้นงานที่สร้างขึ้น	- แบบประเมินใบงานที่ 1.3 ออกแบบชิ้นงาน - แบบประเมินทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	นักเรียนประเมินตนเอง	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ระดับคุณภาพ “มาก” ถือว่าผ่าน

8. กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (ชั่วโมงที่ 1 – 4)

<u>ชั่วโมงที่ 1</u>

1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ที่เรียน มาสร้างเป็นชิ้นงาน โดยผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว **(10 นาที)**

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำรูปการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ มาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทายว่ารูปที่ดูเป็นการเคลื่อนที่แบบใด โดยให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบ เมื่อนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ที่ครูนำมาให้ดู แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานนำไปสู่การศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **(15 นาที)**

3. ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ประกอบ การเรียนการสอน และให้นักเรียนดูสื่อเกี่ยวกับกาเคลื่อนที่ โดย

3.1 ครูพูดคุยเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ต่าง ๆ รอบตัวในชีวิตประจำวันที่มีที่นักเรียนเคยได้พบเห็นมา พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน **(15 นาที)**

3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับลักษะของการเคลื่อนที่ให้นักเรียนฟัง ว่ามีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงการเคลื่อนที่มากยิ่งขึ้น **(15 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 2</u>

3.3 ครูนำนักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง โดยให้นักเรียนได้ทดลองทำกิจกรรมการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ว่ามีลักษณะอย่างไร และร่วมกันสรุปความรู้ **(10 นาที)**

3.4 ครูสอนวิธีการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ **(20 นาที)**

3.5 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง **(15 นาที)**

3.6 นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง จำนวน 10 ข้อ **(10 นาที)**

ชั่วโมงที่ 3

4. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบงานที่ 1.1 เรื่อง ปัญหาคาใจ ซึ่งครูจะมีสถานการณ์ให้ **(10 นาที)**

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับมา **(45 นาที)**

ชั่วโมงที่ 4

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 1.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้การเคลื่อนที่และแรง เพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 2 สร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาและออกแบบ (ชั่วโมงที่ 5 - 6)

ชั่วโมงที่ 5

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก **(25 นาที)**

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ **(30 นาที)**

ชั่วโมงที่ 6

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบงานที่ 1.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ (ชั่วโมงที่ 7 - 8)

ชั่วโมงที่ 7 - 8

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงาน จากแบบร่างในใบงานที่ 1.3 ชั่วโมงที่ผ่านมา ที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ **(110 นาที)**

ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ (ชั่วโมงที่ 9 - 10)

ชั่วโมงที่ 9

11. นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน และให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง **(55 นาที)**

ชั่วโมงที่ 10

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามที่ครูและเพื่อนแนะนำ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมิน (ชั่วโมงที่ 11 - 12)

<u>ชั่วโมงที่ 11</u>

13. ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด **(55 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 12</u>

14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง และสนทนาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน และให้นักเรียนไปทดลองทำชิ้นงานที่บ้าน **(55 นาที)**

9. สื่อการเรียนรู้

1. แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง
2. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง
3. ใบงานที่ 1.1 ปัญหาคาใจ
4. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้การเคลื่อนที่และแรง
5. ใบงานที่ 1.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

1. ข้อใดให้ความหมายของ “การกระจัด” ได้ดีที่สุด

ก. ความยาวตามแนวเส้นตรง

ข. ทิศจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้าย

ค. ระยะทางที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่

ง. ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่

2. ข้อใดให้ความหมายของ “ระยะทาง” ได้ดีที่สุด

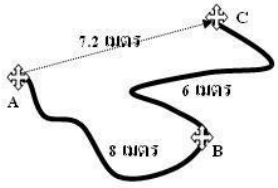
ก. ความยาว

ข. ระยะทางที่สั้นที่สุดในการเดินทาง

ค. ความยาวตามเส้นทางที่อนุภาคนั้นเคลื่อนที่ผ่าน

ง. ความยาวเส้นตรงที่เชื่อมโยงระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของการเคลื่อนที่

3. จากภาพระยะทางและการกระจัดเท่ากับเท่าไร



ก. ระยะทาง 8 เมตร การกระจัด 6 เมตร

ข. ระยะทาง 13.2 เมตร การกระจัด 8 เมตร

ค. ระยะทาง 14 เมตร การกระจัด 7.2 เมตร

ง. ระยะทาง 15.2 เมตร การกระจัด 6 เมตร

4. ข้อใดเป็นหน่วยของ "แรง"

ก. Kg ข. G

ค. cm^3 ง. N

5. ปริมาณทางฟิสิกส์ใดที่จัดเข้ากลุ่มเป็นปริมาณเวกเตอร์

ก. ปริมาตร อัตราเร็ว ข. ความเร็ว แรง

ค. แรง อุณหภูมิ ง. พลังงาน พื้นที่

6. แรงในข้อใดที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่รอบจุดหมุน

ก. แรงลัพธ์

ข. แรงปฏิกิริยา

ค. แรงเสียดทาน

ง. แรงสู่ศูนย์กลาง

7. ข้อใดไม่มีแรงเข้ามาเกี่ยวข้อง

ก. การเปิดปิดประตู

ข. หนังสือวางอยู่บนโต๊ะ

ค. การเล่นตุ๊กตาล้มลุก

ง. การเล่นชักเย่อ

8. การกีฬาในข้อใดเป็นการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ทั้งหมด

ก. โบว์ลิ่ง เบสบอล

ข. เบสบอล กระโดดค้ำถ่อ

ค. จักรยานทางเรียบ รถแข่งฟอร์มูล่า

ง. สกีหิมะ รถแข่งฟอร์มูล่า

9. การเคลื่อนที่ใดที่แรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ตลอดเวลา

ก. การเคลื่อนที่ในแนวตรง

ข. การเคลื่อนที่แบบวงกลมด้วยอัตราเร็วคงที่

ค. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

ง. การเคลื่อนที่แบบสั่น

10. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะการเคลื่อนที่แบบสั่น

ก. ทิศของความเร่งเข้าสู่จุดสมดุลตลอดเวลา

ข. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แปรตามการกระจัด

ค. มีความเร็วสูงสุด ณ จุดสมดุล

ง. คาบของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูด

ใบความรู้ที่ 1.1
เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

****

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**
เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **เวลา 30 นาที หน้าที่ 1**

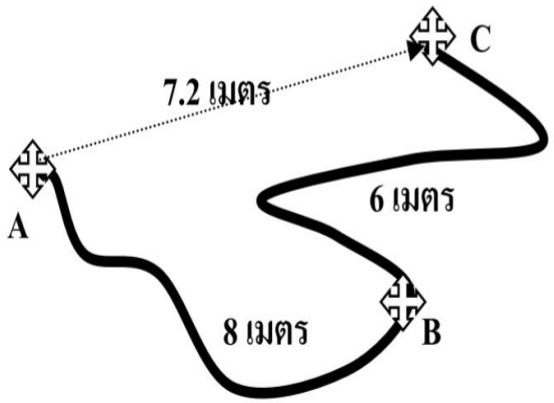
2. ตำแหน่ง

ตำแหน่ง (position) คือ การแสดงออกหรือการบอกให้ทราบว่าวัตถุหรือสิ่งของ ที่เราพิจารณาอยู่ที่ใด เราจะคิดถึงวัตถุที่มีขนาดเล็กก่อน ซึ่งจะสามารถบอกได้ชัดเจนว่ามีตำแหน่งอยู่ที่ใด โดยเฉพาะบนเส้นตรงเส้นหนึ่งเมื่อเทียบกับจุดอ้างอิง จุดอ้างอิงเป็นปัจจัยจำเป็น เพื่อความชัดเจน อาจจะเป็นจุดศูนย์ของโคออร์ดิเนตในพิกัด xy เนื่องจากเราจะพิจารณากรณีหนึ่งมิติก่อน เราจะใช้เฉพาะแกน x และอาจบอกว่าวัตถุของเราอยู่ที่ตำแหน่ง $x = x_1$ ที่เวลา t_1 หมายถึง วัตถุอยู่ที่ระยะทาง x_1 จากจุด O (จุดอ้างอิง) ที่เวลาดังกล่าว ถ้าวัตถุเลื่อนไปอยู่ที่ x_2 ที่เวลา t_2 แสดงว่าวัตถุได้มีการเคลื่อนที่ไประหว่าง เวลา t_1 และ t_2 ตำแหน่งทั้งสองของวัตถุอาจแสดงดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การแสดงตำแหน่งและการกระจัดของวัตถุบนแกน x

การเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุจาก $x = x_1$ ไปเป็น $x = x_2$ หรือ $(x_2 - x_1)$ เรียกว่า **การกระจัด (displacement)** การกระจัดมีทิศในที่นี้มีทิศจาก x_1 ไป x_2 ดังภาพที่ 1 โดยทั่วไปการกระจัดหมายถึง การเปลี่ยนแปลงของวัตถุไปจากตำแหน่งปกติ

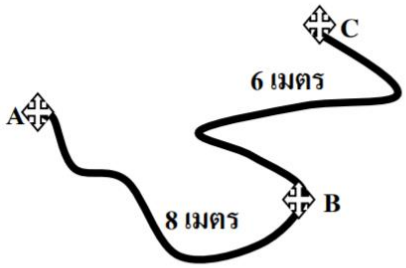
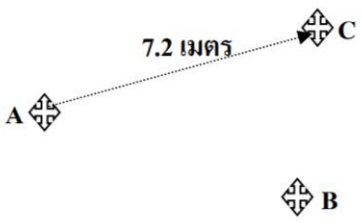
2. ระยะทางและการกระจัด



ภาพที่ 2 ระยะทางและการกระจัด

ถ้านำวัตถุมาวางไว้ที่ตำแหน่ง A แล้วเคลื่อนวัตถุไป ที่ตำแหน่ง B และ C ตามลำดับ พิจารณาภาพที่ 2 ประกอบ ระยะที่วัตถุเคลื่อนที่จาก A ไป B และ จาก B ไป C คือ 14 เมตร ระยะนี้เป็นขนาดความยาวของเส้นทางการเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุ โดยทิศทางจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เราเรียกว่า **ระยะทาง (Distance, S)** เป็นปริมาณสเกลาร์บอกเฉพาะขนาด จะไม่สนใจทิศทาง ระยะระหว่าง A และตำแหน่ง C คือ 7.2 เมตร ระยะนี้จะมีความยาวของเส้นทางการเปลี่ยนตำแหน่งที่มีทิศทางแน่นอนจากตำแหน่งเริ่มถึงตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนที่ของวัตถุ และเราเรียกว่า **การกระจัด** ปริมาณเวกเตอร์ จะต้องบอกทั้งขนาดและทิศทางที่ชัดเจน

จากภาพที่ 2 แยกให้เห็นความแตกต่างระหว่างระยะทางกับการกระจัด ได้ดังนี้

ระยะทาง **(Distance, S)**	การกระจัด (**Displacement,** $\vec{S}$ **)**
 ระยะทาง (Distance , S	การกระจัด (Displacement , $\vec{S}$ 

3. อัตราเร็วและความเร็วของวัตถุ

อัตราเร็ว (Speed) คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ อัตราการเปลี่ยนแปลงระยะทางใน หนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยในระบบเอสไอ เป็นเมตร/วินาที (m/s) จากนิยามข้างต้น จะได้ว่า

$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

เมื่อกำหนดให้ v คือ อัตราเร็ว มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)
S คือ ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ มีหน่วยเป็น เมตร (m)
t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น วินาที (s)

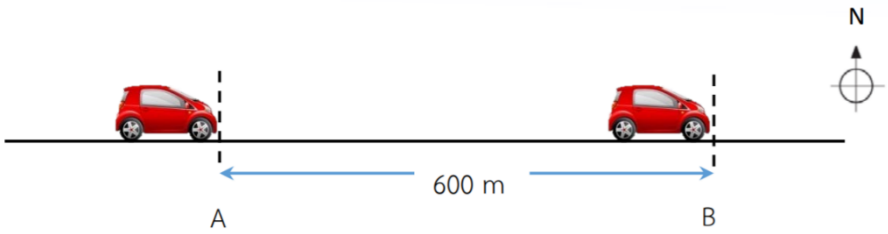
จะเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ระยะทางและเวลา ได้ว่า

$$v = \frac{S}{t}$$

อัตราเร็ว เป็นปริมาณที่แสดงให้ทราบลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุ ถ้าในทุก ๆ หน่วยเวลาของการเคลื่อนที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยขนาดของอัตราเร็วเท่ากันตลอดการเคลื่อนที่ เรียกว่า วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอหรืออัตราเร็วคงที่ แต่ในความเป็นจริงวัตถุไม่ได้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่เสมอไป ในกรณีนี้สามารถหาค่าอัตราเร็วได้ 2 ลักษณะ คือ

- **อัตราเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous speed : v_t)** เป็นการหาค่าอัตราเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ ช่วงใดช่วงหนึ่งของการเคลื่อนที่
- **อัตราเร็วเฉลี่ย (average speed : v_{av})** เป็นการหาค่าอัตราเร็วในช่วงเวลาหนึ่งที่กำลังพิจารณา โดยคำนวณหาจากการเฉลี่ยระยะทางทั้งหมดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่

ตัวอย่างที่ 1



รถยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก 600 เมตร ในเวลา 10 วินาที

วิธีทำ จากภาพ สามารถหาอัตราเร็วเฉลี่ยของรถได้จาก

$$\text{อัตราเร็ว} = \frac{\text{ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

$$V = \frac{600}{10}$$

$$= 60 \text{ m/s}$$

$\therefore$ อัตราเร็วเฉลี่ยของรถยนต์คันนี้ เทากับ 60 m/s

ความเร็ว (Velocity) คือ การกระจัดในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ อัตราการเปลี่ยนแปลงการกระจัดในหนึ่งหน่วยเวลา เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยในระบบเอสไอ เป็น เมตร/วินาที(m/s) จากนิยามข้างตน จะได้วา

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัดที่ได้}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

เมื่อกำหนดให	$\vec{v}$	คือ	ความเร็ว	มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที (m/s)
	$\vec{S}$	คือ	การกระจัดที่ได้	มีหน่วยเป็น เมตร (m)
	t	คือ	เวลาที่ใชในการเคลื่อนที่	มีหน่วยเป็น วินาที (s)

จะเขียนสมการแสดงความสัมพันธระหว่างความเร็ว การกระจัด และเวลา ได้วา

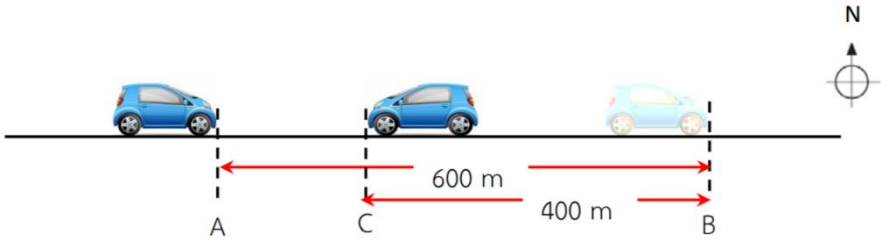
$$\vec{V} = \frac{\vec{S}}{t}$$

ในการเคลื่อนที่ของรถยนต์ความเร็วของรถยนต์ ณ เวลาใด ๆ จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous velocity) แต่เนื่องจากความเร็วอาจเปลี่ยนแปลงได้ตลอดการเคลื่อนที่ ดังนั้น บางครั้งจึง นิยมบอกความเร็วของรถด้วยความเร็วเฉลี่ย (average velocity)

• **ความเร็วขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous velocity : $\vec{V}_t$)** เป็นการหาคาความเร็วในชวงเวลาสั้น ๆ ชวงใดชวงหนึ่งของการเคลื่อนที่

• **ความเร็วเฉลี่ย (average velocity : $\vec{V}_{av}$)** เป็นการหาคาความเร็วในชวงเวลาหนึ่งที่กำลังพิจารณา โดยคำนวณหาจากการเฉลี่ยการกระจัดทั้งหมดของการเคลื่อนที่ในหนึ่งหน่วยเวลาของการเคลื่อนที่

ตัวอย่างที่ 2



รถยนต์เคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก 600 เมตร แลวย้อนกลับมาทางทิศตะวันตก 400 เมตร ในเวลา 10 วินาที

วิธีทำ จากภาพ สามารถหาความเร็วเฉลี่ยของรถได้ จาก

$$\text{ความเร็ว} = \frac{\text{การกระจัดที่ได้}}{\text{ช่วงเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$$

$$\vec{V} = \frac{200}{10}$$

$$\vec{V} = 20 \text{ (m/s)}$$

เนื่องจากการกระจัดไปทางทิศตะวันออกดังนั้นความเร็วจึงมีทิศตะวันออกด้วย

∴ ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์คันนี้ เทากับ 20 m/s ไปทางทิศตะวันออก

---

4. แรงที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

แรง (Force) ในชีวิตประจำวันทุกคนออกแรงกระทำต่อวัตถุอยู่เสมอ เช่น ยกกระเป๋า ผลักประตูหรือเลื่อน เป็นต้น การออกแรงดังกล่าวเกิดจากการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ เมื่อต้องการบอกขนาดของแรงที่ใช้ว่ามีค่ามากหรือน้อย มักใช้ความรู้สึกหรือประสบการณ์เดิมเข้าช่วย เช่น เรารู้สึกว่าการยกหนังสือออกแรงน้อยกว่าเข็นรถ เป็นต้น การบอกขนาดของแรงจากความรู้สึกดังกล่าว ไม่อาจใช้เป็นมาตรฐานในการวัดขนาดของแรงได้

ภาพที่ 3 แสดงออกแรงผลักรถเด็กเล่น

ถ้าเราออกแรงผลักรถเด็กเล่นที่วางบนพื้นโต๊ะ รถจะเริ่มเคลื่อนที่ ถ้าเราออกแรงผลักต่อไปอีก รถก็จะเคลื่อนที่เร็วขึ้น ถ้าเราต้องการให้รถเคลื่อนที่แล้วหยุด จะต้องออกแรงผลักในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของรถ รถจะเคลื่อนที่ช้าลงจนกระทั่งหยุด แสดงว่า แรงที่กระทำต่อรถมีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถ

เมื่อได้ทราบแล้วว่า เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ แล้ววัตถุมีการเคลื่อนที่ จะทำให้วัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไป ซึ่งอาจเปลี่ยนเฉพาะขนาดของความเร็วหรือเปลี่ยนเฉพาะทิศทางของความเร็วหรือเปลี่ยนทั้งขนาดและทิศทางของความเร็วก็ได้ เราเรียกการเปลี่ยนความเร็วของวัตถุว่าการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ จึงอาจกล่าวได้อีกแบบหนึ่งว่า แรงสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แสดงว่า แรง (force) เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ สำหรับหน่วยของแรงตามระบบเอสไอ คือ นิวตัน (N) แรงจึงมีหลายรูปแบบ ดังนี้

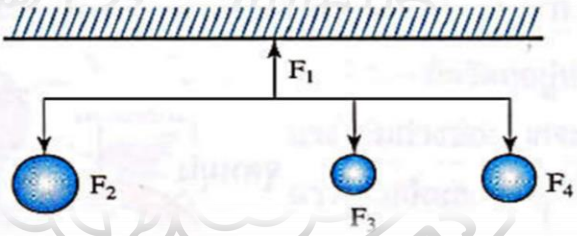
1.1 แรงต้าน (resistance force) หมายถึง แรงที่มีทิศต้านทิศทางการเคลื่อนที่ แรงต้าน อาจทำให้วัตถุไม่เกิดการเคลื่อนที่หรือทำให้วัตถุที่เคลื่อนที่อยู่มีการเคลื่อนที่ช้าลง

ภาพที่ 4 แสดงแรงตานของอากาศ

1.2 แรงขนาน (parallel force) หมายถึง แรงที่ที่มีทิศทางขนานกัน ซึ่งอาจกระทำที่จุดเดียวกันหรือตางจุดกันก็ได้ มีอยู่ 2 ชนิด

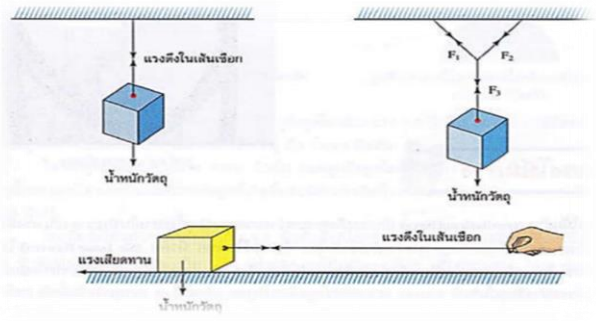
1.2.1 แรงขนานพวกเดียวกันคือแรงขนานที่มีทิศทางเดียวกัน

1.2.2 แรงขนานต่างพวกกันคือแรงขนานที่มีทิศทางตรงข้ามกัน



ภาพที่ 5 แสดงแรงขนาน

1.3 แรงดึงในเส้นเชือก (Tension force) หมายถึง แรงที่เกิดขึ้นในเส้นเชือกที่ถูกขึงตึง โดยที่ในเส้นเชือกเดียวกันยอมมีแรงตึงเทากันทุกจุด และทิศทางของแรงตึง มีทิศทางอยู่ในแนวของเส้นเชือก

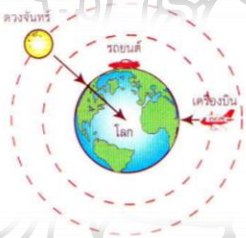


ภาพที่ 6 แสดงแรงดึงในเชือก

1.4 แรงหมุน (rotational force) หมายถึง แรงที่กระทำตอวัตถุ ทำใหวัตถุเคลื่อนที่โดยหมุนรอบจุดหมุน ผลของการหมุนของ เรียกวา โมเมนต เชน การปด - เปิด ประตู หน้าต่าง

ภาพที่ 7 แสดงแรงหมุน

1.5 แรงสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force) หมายถึง แรงที่มีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลมหรือทรงกลมอันหนึ่ง ๆ เสมอ



ภาพที่ 8 แสดงแรงสู่ศูนย์กลาง

1.6 แรงโน้มถวงของโลก (Gravitational force) หมายถึง แรงดึงดูดของโลกที่กระทำตอวัตถุจะดึงดูดวัตถุใหตกลงพื้นโลกเสมอแรงโน้มถวง นอกจากทำใหวัตถุไม่หลุดออกไปนอกโลก แลวยังทำใหวัตถุตกลงมาจากที่สูงด้วยความเร่ง

ภาพที่ 9 แสดงแรงโน้มถวงของโลกที่มีผลตอวัตถุ

1.7 แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

- แรงกิริยา (action force) คือ แรงที่กระทำตอวัตถุที่จุดจุดหนึ่ง อาจเป็นแรงเพียงแรงเดียวหรือแรงลัพธ์ของแรงย่อยก็ได้

- แรงปฏิกิริยา (reaction force) คือ แรงที่กระทำตอบโตต่อแรงกิริยาที่จุดเดียวกัน โดยมีขนาดเทากับแรงกิริยา แต่ทิศทางของแรงทั้งสองจะตรงข้ามกัน

ภาพที่ 10 แสดงแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

เซอร ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้ศึกษาธรรมชาติของแรงที่มีผลต่อสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ และได้ตั้งกฎการเคลื่อนที่ขอที่ 3 ซึ่งมีใจความวา **“ทุกแรงกิริยาจะตองมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเทากันและทิศตรงข้ามกันเสมอ**

5. การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

5.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล

การกระทำหลายอย่างที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เชน การขวางวัตถุใด ๆ ออกไปไกล ๆ จะพบวาวัตถุจะค่อย ๆ ลดระดับลงจนตกลงสู่พื้น การโยนลูกสมโอแตงโมและลูกมะพร้าวของชาวสวน หรือการเล่นกีฬาหลายชนิด เชน ฟุตบอล วอลเล่ย์บอล เทนนิส บาสเกตบอล แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ ที่กล่าวมาแลวจะเป็นแนวโคงทั้งสิ้น ดังรูป

การเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ จากข้างบนนี้ ความเร็วของวัตถุสามารถแยกออกได้ 2 แนว คือ ความเร็วในแนวดิ่ง และความเร็วในแนวระดับ โดยที่ความเร็วในแนวดิ่งจะเปลี่ยนไปตลอดเวลาและจะมีคาเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุนั้นอยู่ที่ตำแหนงสูงสุด ของแนวการเคลื่อนที่ สวนความเร็วในแนวระดับจะคงตัวตลอดการเคลื่อนที่ เทากับความเร็วต้น (ในแนวระดับ) ที่จุดเริ่มต้น ดังรูป

ดังนั้น ถาวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต้น (ในแนวระดับ) มีคามากก็จะเคลื่อนที่ไปได้ไกล แนวการเคลื่อนที่ในลักษณะนี้จะเป็นเสนโคงแบบพาราโบลา เรียกการเคลื่อนที่แบบนี้ว่า **การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล (projectile motion)**

สาเหตุที่ทำให้แนวการเคลื่อนที่เป็นแนวโคงแบบโพรเจกไทลนี้ เพราะ แรงเนื่องจากสนามโน้มถวงของโลกกระทำตอวัตถุนั้นในทิศทำมุมกับทิศความเร็วลัพธ์ของวัตถุ

ข้อควรทราบสำหรับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล

1) ความเร่งในแนวระดับ (แกน x) = ศูนย์ นั่นคือ v_x = คงที่ = u_x ไม่ว่าวัตถุจะอยู่ที่ตรงไหนก็ตามพิสูจน์ ไม่มีแรงในแนวแกน X กระทำที่วัตถุ

จาก $F_x = ma_x$

$O = ma_x$

$a_x = 0$

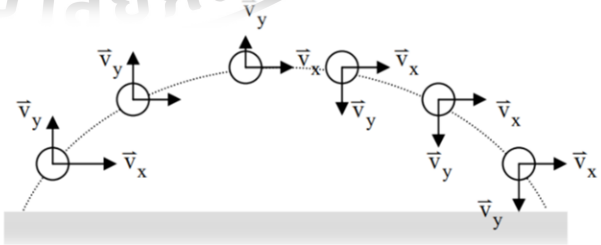
จาก $v_x = u_x + a_xt$; ได้ $v_x = u_x$

2) ความเร่งในแนวดิ่ง (แกน Y) = g

พิสูจน์ มีแรงกระทำที่วัตถุคือ w = mg ในทิศดิ่งลงตามแกน Y

$\vec{v}_x$ = ความเร็วในแนวระดับ

$\vec{v}_y$ = ความเร็วในแนวดิ่ง

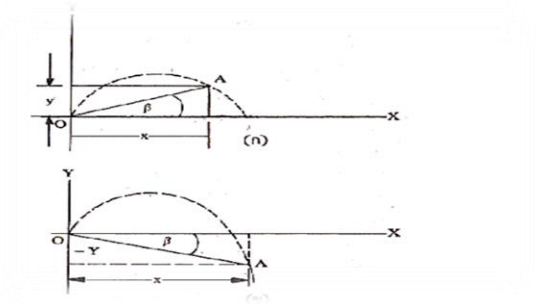


จาก $F_y = ma_y$

$mg = ma_y$

$a_y = g$ (ทิศดิ่งลง)

3) เวลาที่วัตถุใช้เคลื่อนที่ตามแนวโค้ง = เวลาที่เงาของวัตถุใช้เคลื่อนที่ตามแนวแกน X = เวลาที่เงาของวัตถุใช้เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y



ตามรูปข้างบน สมมุติวัตถุวิ่งจาก O ไปตามทางโค้ง (เส้นประ) ถึง A (ทางโค้ง OA) เงาทางแกน X จะวิ่งจาก O ไปถึง B เงาทางแกน Y จะวิ่งจาก O ไปถึง C

ดังนั้น $t_{OA} = t_{OB} = t_{OC}$

4) ความเร็ว v ณ จุดใด ๆ จะมีทิศสัมผัสกับเส้นทางเดิน (เส้นประ) ณ จุดนั้น และหาขนาดของ v โดยใช้สูตร

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

เมื่อ $v_x = u_x$ = ความเร็วในแนวแกน X

v_y = ความเร็วในแกน Y

ทิศทางของ v หาได้โดยสูตร

$$\tan\theta_x = \frac{v_y}{v_x}$$

เมื่อ x = มุมที่ v ทำกับแกน X

5) ณ จุดสูงสุด $v_x = u_x$ และ $v_y = 0$

วิธีคำนวณสำหรับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์

1) ตั้งแกน X ให้อยู่ในแนวระดับ และแกน Y อยู่ในแนวดิ่ง โดยจุดกำเนิด (origin) ต้องอยู่ที่จุดเริ่มต้น

2) แตกเวกเตอร์ทุกค่าคือ ความเร็ว ระยะทาง ให้อยู่ในแนวแกน X และ Y

3) คิดทางแกน X มีสูตรเดียว เพราะ $a_x = 0$ คือ

$$s_x = u_x t$$

4) คิดทางแกน Y ใช้สูตรทุกสูตรต่อไปนี้

$$v_y = u_y + a_y t$$

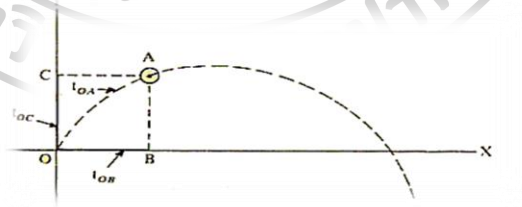
$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$v_y^2 = u_y^2 + 2 a_y s_y$$

และ $a_y = g$ เสมอ

5) กำหนดว่าทิศทางใดเป็นบวก (+) ทิศตรงข้ามจะเป็นลบ (-) แล้วแทนเครื่องหมาย + และ - ในเวกเตอร์ต่อไปนี้ S_x, S_y, U_x, U_y, V_y, a_y สำหรับเวลาเป็นปริมาณสเกลาร์เป็น + เท่านั้น **ปกติ นิยมให้ทิศทางเดียวกับความเร็วต้น (u_x และ u_y) เป็นบวก (+)**

6) เมื่อคิดทางแกน X และแกน Y ตามข้อ 3), 4) และ 5) แล้ว จะได้ 2 สมการ จากนี้ก็แก้สมการทั้งสอง ถ้ายังไม่สามารถแก้สมการได้ให้ใช้ความสัมพันธ์จากรูป ดังนี้



ทั้งรูป (ก) และรูป (ข) ใช้ความสัมพันธ์

$$\tan\beta = \frac{y}{x}$$

เมื่อ y = ระยะทาง (การกระจัด) ตามแนวแกน Y

x = ระยะทาง (การกระจัด) ตามแนวแกน X

β = มุมที่ OA ทำกับแกน X

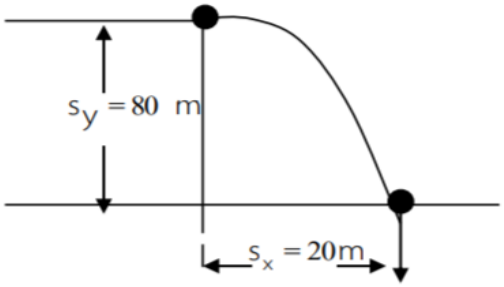
ตัวอย่างที่ 3

เมื่อปาวัตถุออกไปในแนวระดับจากที่สูง 80 เมตร ปรากฏว่า วัตถุตกห่างจากจุดปาในแนวราบ 20 เมตร จงหา

ก. นานเท่าใดก้อนหินจึงจะตกถึงพื้น

ข. อัตราเร็วของวัตถุที่ถูกปาออกไป

วิธีทำ **ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา** สร้างรูปภาพอย่างง่ายเพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทิศทางที่เกี่ยวข้องโดยระบุตัวแปรในรูปด้วย



พิจารณาว่าโจทย์กหนดอะไรให้บ้าง ให้เขียนระบุตัวแปรและเขียนสัญลักษณ์แทนตัวแปร พร้อมระบุหน่วยในระบบ SI

S_x = 20 m S_y = - 80 m U_y = 0 m/s และ a_y = 10 m/s^2

ขั้นที่ 2 อะไรคือตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ ให้เขียนระบุตัวแปรและเขียนเป็นสัญลักษณ์

ก. เวลาทั้งหมดที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ t = ?

ข. อัตราเร็วที่ปาออกไป U_x = ?

ขั้นที่ 3 เลือกใช้สมการที่เกี่ยวข้อง

ก. หาเวลาโดยการคำนวณในแนวดิ่ง จาก

$$s_x = v_x t$$

ข. อัตราเร็วที่ปาออกไป จากสมการ

$$s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

ขั้นที่ 4 แทนค่าลงในสมการและแก้สมการ

ก. หาเวลาโดยการคำนวณในแนวดิ่ง

ทราบ $s_x = 20\ m$

$t = 4\ s$

จากสมการ $S_X = v_x t = u_x t$

จะได้ $20\ m = u_x (4\ s)$

$$U_x = \frac{20\ m}{4\ s}$$

$U_x = 5\ m/s$

ข. หาอัตราเร็วที่ปาออกไปนั้นก็คืออัตราเร็วต้นในแนวระดับ

จากสมการ $s_y = u_y t + \frac{1}{2} a_y t^2$

จากโจทย์ $s_x = 20\ m$

$S_y = -\ 80\ m$

$u_y = 0 m/s$

$a_y = -10\ m/s^2$

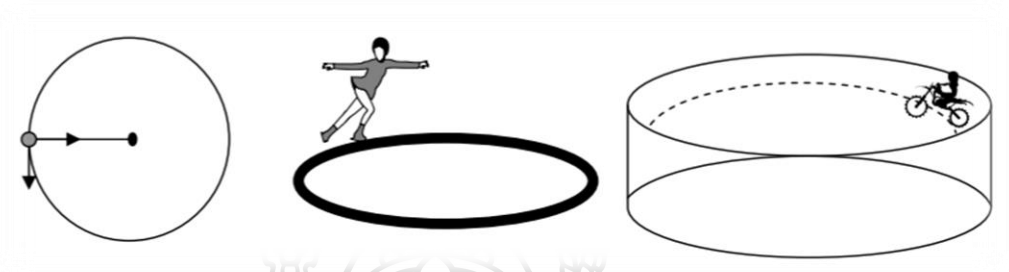
แทนค่า $-80m = 0 + \frac{1}{2}\left(-10m/s^2 \right) t^2$

$$t^2 = \frac{80m}{5m/s^2}$$

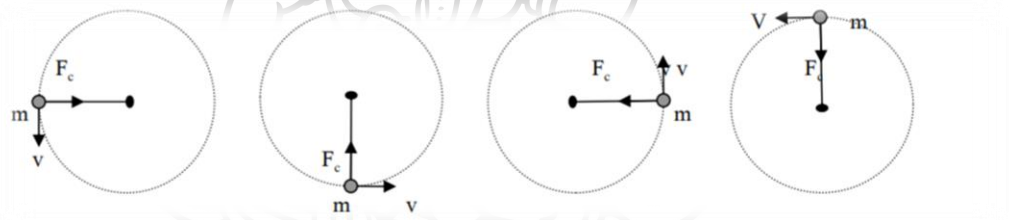
$t = 4$ วินาที

5.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม

การเคลื่อนที่แบบวงกลม เป็นแนวโค้ง หลายคนคงเคยนำเชือกผูกกับวัตถุแลวแกวง เราจะเห็นวาวัตถุนั้นเคลื่อนที่โคงเป็นแนววงกลม หรือเห็นการแสดงมอเตอร์ไซดไตถัง ชิงช้าสวรรค์ หรือเล่นสเกตในลานสเกตที่โคงเป็นวงกลม การเคลื่อนที่เชนนี้ **เรียกว่า การเคลื่อนที่แบบวงกลม**



เมื่อวัตถุมวล m เคลื่อนที่เป็นวงกลม จะมแรงกระทำตอวัตถุ ซึ่งมีทิศเขาหาศูนย์กลางจะมีแรงกระทำตอวัตถุ ซึ่งมีทิศเขาหาศูนย์กลางของการเคลื่อนที่นั้นเสมอ เรียกว่า **แรงสู่ศูนย์กลาง**



(centripetal force , F_c)

ในการเคลื่อนที่แบบวงกลม จะตองมีแรงพอเหมาะกระทำกับวัตถุจึงจะทำใหวัตถุเคลื่อนที่ในแนวโค้งของวงกลมได้ด้วยรัศมีค่าหนึ่งและความเร็วค่าหนึ่งเทานั้น ดังเชน

1. การขับรถยนต์รถจักรยานยนต์บนถนนที่โค้ง
2. การเคลื่อนที่ของดาวเทียมที่โคจรรอบโลก
3. การโคจรของโลกและดาวเคราะห์อื่นรอบ ๆ รอบดวงอาทิตย

ดังนั้นการเคลื่อนที่ต้องระวังการใช้อัตราเร็วใหเป็นไปตามที่กำหนดไว จึงจะปลอดภัยในการออกแบบก่อสร้างถนน การเขาสู่วงโคจรเพื่อใหสัมพันธ์กับแรงสู่ศูนย์กลาง

เซอรไอแซค นิวตัน ได้เสนอกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล (Law of gravity) ซึ่งมีใจความวา วัตถุทุกชนิดในเอกภพจะส่งแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างมวลจะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลของวัตถุทั้งสอง ดังนั้นจึงมแรงดึงดูดระหว่างดวงอาทิตยกับโลก นั่นคือขณะที่โลกโคจรรอบดวงอาทิตยจะมีแรงโน้มถวงที่ดวงอาทิตยดึงดูดโลกซึ่งมีทิศสู่ศูนย์กลางการเคลื่อนที่แบบวงกลมของวัตถุทั้งหมดนี้มีลักษณะเฉพาะคือเป็นการเคลื่อนที่ที่วัตถุจะเคลื่อนที่กลับมาซ้ำทางเดิม

เสมอ ชวงเวลาที่วัตถุใชในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียกว่า **คาบ (period)** ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาที และจำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ใน 1 หน่วยเวลา เรียกวา **ความถี่ (frequency)** ซึ่งมีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที หรือเฮิรตซ์ (hertz)

ความสัมพันธ์ของความถี่กับคาบเป็น ดังนี้

$$f = \frac{1}{T}$$

เมื่อ f คือ ความถี่ มีหน่วยเป็น รอบต่อวินาที

T คือ คาบ มีหน่วยเป็น วินาที (S)

ตัวอย่างที่ 4

รถมอเตอร์ไซดไตถังเคลื่อนที่รอบถัง 12 รอบ ในเวลา 2 นาทีคาบและความถี่ของการเคลื่อนที่เป็นเทาไร

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา พิจารณาว่าโจทย์กหนดอะไรให้บ้าง ให้เขียนระบุตัวแปรและเขียนสัญลักษณ์แทนตัวแปรพร้อมระบุหน่วยในระบบ SI

จำนวนรอบที่รถมอเตอร์ไซดไตถังเคลื่อนที่รอบถังได้ขณะนั้น 12 รอบ

ใชเวลา 2 นาที คิดเป็น 120 วินาที

ขั้นที่ 2 อะไรคือตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ ให้เขียนระบุตัวแปรและเขียนเป็นสัญลักษณ์

ก. คาบของการเคลื่อนที่ T = ?

ข. ความถี่ของการเคลื่อนที่ f = ?

ขั้นที่ 3 เลือกใช้สมการที่เกี่ยวข้อง

ก. หาคาบของการเคลื่อนที่ จาก $T = \frac{\text{เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}{\text{จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้}}$

ข. ความถี่ของการเคลื่อนที่ จาก $f = \frac{\text{จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่}}$

ขั้นที่ 4 แทนค่าลงในสมการและแก้สมการ

ก. $T = \frac{120}{12}$

$= 10$ วินาที

ข. $f = \frac{12}{120}$

$= 0.10$ วินาที/รอบ

ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่เป็นวงกลม

1. คาบ (T) คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ หรือ วินาทีต่อรอบ (s)

2. ความถี่ (f) คือ จำนวนรอบที่เคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา หรือ รอบต่อวินาที (Hz)

$$f = \frac{1}{T}, T = \frac{1}{f}$$

3. อัตราเร็วเชิงเส้น (v) คือ ระยะทางตามแนวเส้นรอบวงของวงกลมที่วัตถุเคลื่อนที่ได ในหนึ่งหน่วยเวลา (m/s) หาได้จาก

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rf$$

4. อัตราเร็วเชิงมุม (ω) คือ มุมที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่รัศมีกวาดไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา (เรเดียน/วินาที) rad/s หาได้จาก

$$\omega = \frac{\theta}{T} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \frac{v}{R}$$

เมื่อ ω คือ อัตราเร็วเชิงมุม มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที (rad /s)

θ คือ มุมที่เคลื่อนที่กวาดไปได้ มีหน่วยเป็น เรเดียน (rad)

T คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น วินาที (s)

5. ความเร่งเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Acceleration) a_c คือ ความเร่งเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบวงกลม มีขนาดคงที่ และมีทิศเข้าสู่ศูนย์กลางเสมอ

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

เมื่อ R คือ รัศมีการเคลื่อนที่ในแนววงกลม (m)

a_c คือ แรงเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centripetal Force)

F_c คือ แรงที่กระทำวัตถุในการเคลื่อนที่แบบวงกลมมิทิศเดียวกับความเร่ง

หลักการคำนวณเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลมแบบต่าง ๆ

1. เขียนระนาบกลมขณะที่วัตถุกำลังหมุน

2. เขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุ แล้วแตกแรงทั้งหมดให้อยู่ในแนวสู่ศูนย์กลางวงกลม และแนวตั้งฉากกับแนวสู่ศูนย์กลาง

3. ในแนวสู่ศูนย์กลาง หาแรงลัพธ์ที่ทิศทางพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลาง แรงนี้จะทำหน้าที่เป็นแรงสู่ศูนย์กลางในแนวตั้งฉากกับระนาบวงกลมนี้ ถือว่าสมดุล $\sum F$ ในแนวนี้เท่ากับศูนย์

ตัวอย่างที่ 5

โลกหมุนรอบตัวเองครบ 1 รอบ ใช้เวลา 24 ชั่วโมง และรัศมีของโลกเท่ากับ 6.37 x 106 เมตร จงคำนวณหาอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลก

วิธีทำ

จาก $\omega = \frac{2\P}{T}$ เมื่อ T = 24 x 3600 = 86400 s

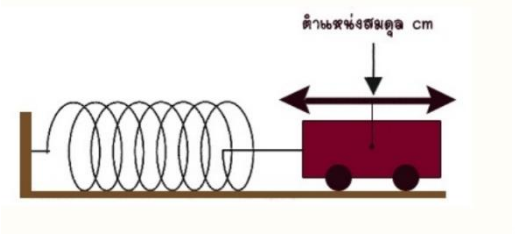
$$\omega = \frac{2 \text{ x } 3.142 \text{ rad}}{86400}$$

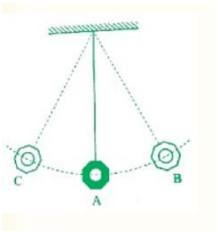
$$= 7.27 \text{ x } 10^{-5} \text{ rad/ s}$$

ตอบ อัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุบนผิวโลกเท่ากับ $7.27 \text{ x } 10^{-5}$ เรเดียนต่อวินาที

5.3 การเคลื่อนที่แบบฮารมอนิกอย่างง่าย

การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion : SHM) คือ การเคลื่อนที่กลับไปมาซ้ำทางเดิมโดยผ่านตำแหน่งสมดุล และมีคาบของการเคลื่อนที่คงตัว เช่น การเคลื่อนที่ของวัตถุติดปลายสปริง การสั่นของสายเครื่องดนตรี การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา เป็นต้น





ปริมาณที่สำคัญในการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

1. ความถี่ (f) คือ จำหน่วยรอบของการเคลื่อนที่ใน 1 วินาที หน่วยเป็น เฮิรตซ์

2. คาบ (T) คือ เวลาในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ หน่วยเป็นวินาที (s)

ความถี่และคาบมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$f = \frac{1}{T}, T = \frac{1}{f}$$

3. การกระจัด คือ ระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปโดยนับจากจุดสมดุล

การกระจัด X ในรูปฟังก์ชันของเวลา t ของ SHM เขียนได้เป็น

$$X = X_m \cos (\omega t + \phi)$$

เมื่อ X_m คือ การกระจัดสูงสุดหรือแอมพิจูด (m)

ω คือ ความถี่เชิงมุมมีค่าเท่ากับ $2\pi f$ หรือ $\frac{2\pi}{T}$

ϕ คือ ค่าคงตัวทางเฟสหมายถึงเฟสเริ่มต้น

4. แอมพลิจูด (A) คือ ระยะทางมากที่สุดที่วัตถุจะสามารถเคลื่อนที่ไปได้ โดยนับจากจุดสมดุลเช่นเดียวกัน อาจพิจารณาได้ว่า แอมพลิจูด คือ การกระจัดที่มีปริมาณมากที่สุด

5. ความเร่ง (a) คือ แปรผันตรงกับการกระจัด แต่มีทิศทางตรงกันข้าม โดยทิศของความเร่งจะเป็นทิศเดียวกับแรง และแรงจะต้องเป็นแรงเข้าหาจุดสมดุลในขณะที่การกระจัดมีทิศออกไปจากจุดสมดุล ดังสมการ

$$a_x = -\omega^2 X$$

ตัวอย่างที่ 6

วิธีทำ จากโจทย์กำหนด $l = 0.4m$

หาคาบเวลาการแกว่งจากสมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{0.4}{10}}$$

$$T = 2\pi(\sqrt{0.04})$$

$$T = 2\pi(0.2)$$

$$T = 0.4\pi \quad s$$

แขวนลูกตุ้มนาฬิกาด้วยเชือกเบายาว 40 เซนติเมตร แกว่ง แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายจงหาคาบเวลาของลูกตุ้มนาฬิกา (ค่า g = 10^2 m/s)

ความรูเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮารมอนิกอย่างง่าย นำไปสู่การสร้างนาฬิกาแบบลูกตุ้ม ในธรรมชาติและกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ มีเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่มากมาย การที่เราเขาใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ นอกจากจะทำให้เราซาบซึ้งในธรรมชาติและช่วยให้เราทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องได้สำเร็จ แลวยังช่วยให้เรามีความปลอดภัย รวมทั้งเป็นแนวคิดพื้นฐานนำไปสู่การพัฒนาทางเทคโนโลยีอีกด้วย

ใบงานที่ 1.1

เรื่อง ปัญหาคาใจ

@@@

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **เวลา 55 นาที**

<u>สถานการณ์ปัญหา</u>

จากการดูการแข่งขันกีฬาบาสเกตบอล ซึ่งมีลักษณะการเคลื่อนที่แนวโค้งโพรเจกไทล์ ดังภาพ พบว่า การที่จะชนะได้ ต้องอาศัยเทคนิคการชูตเพื่อทำคะแนนให้ชนะคู่แข่ง ซึ่งวิธีการชูตก็จะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับผู้เล่นและสถานการณ์ ด้วยเหตุนี้ผู้เล่นต้องอาศัยเทคนิคความรู้ประสบการณ์จากการเล่นบ่อย ๆ โดยรู้มุม รู้ระยะห่างระหว่างแป้นบาสกับตำแหน่งที่ชูตเพื่อจะให้ได้แต้มมากที่สุด

<u>คำชี้แจง</u>

จากการศึกษาสถานการณ์เบื้องต้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจำลองตนเองเป็นนักกีฬาบาสเกตบอล โดยช่วยกันคิดว่าจะนำความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง และความรู้ที่เกี่ยวข้องมาออกแบบสนามบาสเกตบอลให้สอดคล้องกับสถานการณ์เบื้องต้นได้อย่างไร และสามารถออกแบบสิ่งต่าง ๆ เพิ่มเติมได้อย่างเต็มที่ตามความคิดของนักเรียนให้สนามบาสเกตบอลมีความสวยงามยิ่งขึ้น โดยใช้ความรู้เรื่องการเคลื่อนที่ให้มากที่สุด หลังจากนั้นให้นักเรียนออกแบบและสร้างโมเดลสนามบาสเกตบอล ออกมาเป็นชิ้นงานที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

ใบงานที่ 1.2

เรื่อง ความรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และแรง

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **เวลา 55 นาที**

<u>คำชี้แจง</u> **ให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างละเอียดตามกระบวนการทางฟิสิกส์**

กลุ่มที่ .....

สมาชิกกลุ่ม 1).....เลขที่.....

2).....เลขที่.....

3).....เลขที่.....

4).....เลขที่.....

5).....เลขที่.....

1. จงตอบคำถามต่อไปนี้

- **ตำแหน่ง หมายถึง**

.....

.....

- **การกระจัด หมายถึง**

.....

.....

- **ระยะทาง หมายถึง**

.....

.....

- **อัตราเร็ว หมายถึง**

.....

.....

- **ความเร็ว หมายถึง**

.....

.....

2. จงยกตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน

- **การเคลื่อนที่แบบโพลเจกไทล์**

.....

.....

- **การเคลื่อนที่แบบวงกลม**

.....

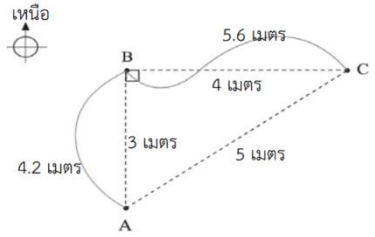
.....

- **การเคลื่อนที่แบบฮารมอนิกอย่างง่าย**

.....

.....

3. วัตถุหนึ่งเคลื่อนที่จาก A ไป B และ C ตามลำดับ โดยมีแนวการเคลื่อนที่ตามแนวเส้นทึบถ้าใช้เวลาในการเคลื่อนที่จาก A ไป B และ B ไป C เท่ากับ 3 วินาที และ 8 วินาทีตามลำดับ



จงหา อัตราเร็วเฉลี่ยและความเร็วเฉลี่ย จาก A → B → C

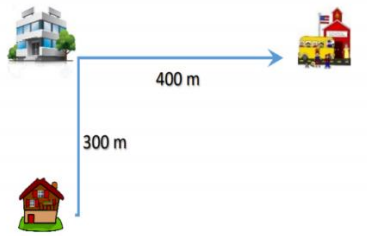
.....

.....

.....

.....

4. นักเรียนเดินจากบ้านไปโรงพยาบาลที่อยู่หางออกไปทางเหนือ 300 m แล้วเดินตอไปทางทิศตะวันออกอีก 400 m โดยใชเวลาในการเดิน 10 นาที จงหาอัตราเร็วเฉลี่ย และ ความเร็วเฉลี่ยของการเดินทาง



.....

.....

.....

.....

.....

5. ขว้างวัตถุออกไปในแนวระดับ ด้วยความเร็วต้น 20 เมตรต่อวินาที จากหน้าผาสูง 20 เมตร จงหา

ก. นานเท่าใดวัตถุจึงจะตกถึงพื้น

ข. การกระจัดในแนวระดับเท่ากับเท่าใด

.....

.....

.....

6. ขว้างลูกบาสออกไปในแนวระดับสูงจากพื้น 100 เมตร ปรากฏว่า ลูกบาสตกห่างจากจุดปาเข้าห่วงในแนวราบ 20 เมตร จงหาอัตราเร็วของลูกบาสที่ถูกปาออกไป เมื่อใช้เวลาในการขว้างทั้งหมด 12 วินาที

.....

.....

.....

7. มอเตอร์ไซค์ไต่ถังคันหนึ่ง เคลื่อนที่รอบถัง 4 รอบ ในเวลา 1 นาที คาบและความถี่ของการเคลื่อนที่เป็นเท่าใด

.....

.....

.....

8. โลกจะต้องหมุนด้วยอัตราเร็วเท่าใด เพื่อให้ความเร่งสู่ศูนย์กลางวัตถุที่อยู่บนพื้นโลกเป็น 30 cm/s^2 เมื่อรัศมีโลก 6.378×10^8 m

.....

.....

.....

9. การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ต่างจากการเคลื่อนที่แนวตรงอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

10. จงอธิบายความเหมือนและความแตกต่างระหว่างการเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบสั่น

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.3

เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

@@@

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง **เวลา 55 นาที**

กลุ่มที่ ....

สมาชิกกลุ่ม 1)..เลขที่.................................

2)..เลขที่.................................

3)..เลขที่.................................

4)..เลขที่.................................

5)..เลขที่.................................

1. ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่ได้เรียน มาอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

....

....

....

....

....

....

....

2. ให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยอาศัยแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นหลัก (ระบุเป็นข้อ ๆ)

....

....

....

....

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3. ร่างแบบชิ้นงานที่จะสร้าง (วาดให้ละเอียด) พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่สร้างชิ้นงานนี้ขึ้น โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียนมา ซึ่งต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตอนและวิธีการสร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563**

เรื่อง แรงในธรรมชาติ **จำนวนเวลาที่สอน 12 ชั่วโมง**

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.4-6/6 สืบค้นข้อมูลและอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลกได้ถูกต้อง

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง แรงในธรรมชาติ

2.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)

นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

3. สาระสำคัญ

แรงในธรรมชาติมาจากแรงพื้นฐานทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงไฟฟ้าสถิตและแรงนิวเคลียร์ แรงแต่ละประเภทมีสมบัติและมีอนุภาคที่เกี่ยวข้องแตกต่างกัน

แรงโน้มถ่วงเป็นแรงที่เกิดขึ้นกับวัตถุที่มีมวลตามกฎความโน้มถ่วงสากล ความรู้เกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงสามารถนำมาอธิบายการโคจรของดวงจันทร์หรือดาวเทียมรอบโลก และการส่งดาวเทียมขึ้นสู่อวกาศ

แรงประเภทที่สอง คือ แรงแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถแยกได้เป็นแรงไฟฟ้ากับแรงแม่เหล็ก โดยแรงไฟฟ้าเป็นแรงที่เกิดขึ้นกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเมื่ออยู่ในสนามไฟฟ้า สำหรับแรงแม่เหล็กนอกจากจะเกิดขึ้นกับสารแม่เหล็กเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก ยังสามารถเกิดขึ้นกับอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในเส้นลวดตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก เมื่อแนวการเคลื่อนที่ของประจุหรือแนวเส้นลวดตัวนำไม่ขนานกับทิศสนามแม่เหล็ก ในทางกลับกัน เมื่ออนุภาคมีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่หรือมีกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำจะเกิดสนามแม่เหล็กรอบอนุภาคหรือเส้นลวดตัวนำนั้น นอกจากนี้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กที่ผ่านขดลวดตัวนำจะเกิดอีเอ็มเอฟเหนี่ยวนำ และกระแสเหนี่ยวนำในขดลวด ความรู้ทางด้านนี้นำไปสู่สิ่งประดิษฐ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวก เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า ลำโพง ไมโครโฟน เป็นต้น

แรงประเภทที่สาม คือ แรงไฟฟ้าสถิต เป็นแรงระหว่างประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ แรงผลักและแรงดูด กล่าวคือ ประจุเหมือนกันจะออกแรงผลักกัน ประจุต่างกันจะออกแรงดึงดูดกัน การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบนวัตถุ

แรงประเภทที่สี่ คือ แรงนิวเคลียร์ เป็นแรงที่ใช้ยึดเหนี่ยวนิวคลีออนเข้าไว้ด้วยกัน เป็นนิวเคลียสเป็นแรงดูดซึ่งมากกว่าแรงผลักระหว่างประจุไฟฟ้า และเป็นแรงที่เกิดขึ้นในระยะสั้น ๆ

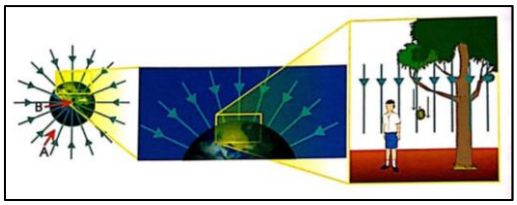
4. สาระการเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (Knowledge)

1. แรงในธรรมชาติ

1.1 แรงโน้มถ่วงกับแรงดึงดูดระหว่างมวล

บริเวณที่มีสนามโน้มถ่วง วัตถุที่มีมวลจะมีแรงโน้มถ่วงกระทำต่อวัตถุนั้นในทิศพุ่งเข้าหาวัตถุที่เป็นแหล่งสนามโน้มถ่วง เช่น การเล่นบันจีจัมป์ขณะที่ผู้เล่นกระโดดออกจากฐาน มีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำกับผู้เล่น หรือการเคลื่อนที่ของดาวเทียมรอบโลก เพราะดาวเทียมมีมวลและอยู่ในสนามโน้มถ่วงของโลก แสดงว่ามีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำกับดาวเทียม โดยมีทิศพุ่งเข้าหาศูนย์กลางของโลก ดังเส้นสีฟ้าในรูป โดยขนาดของระยะห่างระหว่างตำแหน่งที่พิจารณากับศูนย์กลางของโลกมีค่ามากขึ้น ขนาดของสนามโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งนั้นจะมีค่าลดลง เมื่อพิจารณาในบริเวณที่มีพื้นที่เล็ก ๆ ใกล้ผิวโลก ดังรูป สนามโน้มถ่วงจะมีลักษณะที่ขนานกัน จนกระทั่งประมาณได้ว่าสนามโน้มถ่วงมีค่าสม่ำเสมอมีทิศขนานกันและต่างพุ่งลงสู่ผิวโลก ดังรูป

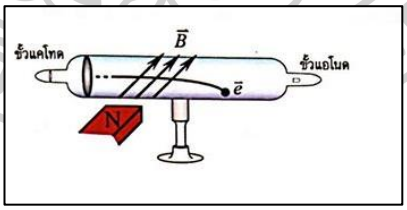


รูปที่ 1 ทิศทางของสนามโน้มถ่วง เมื่อพิจารณาที่ระยะจากจุดศูนย์กลางโลกต่าง ๆ กัน

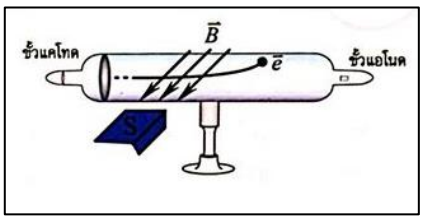
แรงโน้มถ่วงดังกล่าวเป็นผลมาจากแรงดึงดูดระหว่างมวล โดยในธรรมชาติวัตถุจะมีแรงดึงดูดระหว่างกัน ตาม**กฎความโน้มถ่วงสากล (law of universal gravitation)** ที่เสนอโดยไอแซค นิวตันแรงโน้มถ่วงนี้เป็นแรงในธรรมชาติแรงหนึ่ง

1.2 แรงแม่เหล็กไฟฟ้า

เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า จะเกิดแรงไฟฟ้ากระทำให้อนุภาคเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แต่ถ้าอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้านี้อยู่ในสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงกระทำกับอนุภาคนั้น เมื่ออิเล็กตรอนซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ เคลื่อนที่ในทิศทางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กที่มีทิศทางพุ่งเข้าและตั้งฉากกับจอเรืองแสง ดังรูป 2 ก. แนวการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะเบนโค้งลง แสดงว่า มีแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนในทิศทางลง เมื่อกลับทิศทางของสนามแม่เหล็กแนวการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจะเบนโค้งขึ้น แสดงว่ามีแรงกระทำต่ออิเล็กตรอนในทิศทางขึ้น ดังรูป 2 ข. แรงดังกล่าวจะเกิดเมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่โดยการเคลื่อนที่ไม่อยู่ในแนวเดียวกับสนามแม่เหล็ก



รูป 2 ก. ลำอนุภาคอิเล็กตรอนโค้งลงเมื่อนำขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กชี้เข้าใกล้หลอดรังสีแคโทด



รูป 2 ข. ลำอนุภาคอิเล็กตรอนโค้งขึ้นเมื่อนำขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กชี้เข้าใกล้หลอดรังสีแคโทด

1.3 แรงไฟฟ้าสถิต

แรงไฟฟ้าสถิต เป็นแรงระหว่างประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ แรงผลักและแรงดูด กล่าวคือ ประจุเหมือนกันจะออกแรงผลักกัน ประจุต่างกันจะออกแรงดึงดูดกัน การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบนวัตถุ

1.4 แรงนิวเคลียร์

แรงนิวเคลียร์ เป็นแรงที่ใช้ยึดเหนี่ยวนิวคลีออนเข้าไว้ด้วยกัน เป็นนิวเคลียสเป็นแรงดูดซึ่งมากกว่าแรงผลักระหว่างประจุไฟฟ้า และเป็นแรงที่เกิดขึ้นในระยะสั้น ๆ

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

4.3 ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความมีเหตุมีผล
3. ความใจกว้าง
4. ความซื่อสัตย์
5. ความพยายามมุ่งมั่น
6. ความรอบคอบ
7. ความรับผิดชอบ
8. ความร่วมมือช่วยเหลือ
9. ความสร้างสรรค์
10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

5. สมรรถนะสำคัญ

- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบงานที่ 2.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานแรงในธรรมชาติ จำนวน 10 ข้อ
2. ใบงานที่ 2.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ
3. ชิ้นงาน เรื่อง แรงในธรรมชาติ

7. การวัดและประเมินผล

7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 2.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานแรงในธรรมชาติ จำนวน 10 ข้อ
2. ใบงานที่ 2.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

7.2 การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

1. แบบประเมินทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์
2. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายแรงโน้มถ่วงที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลกได้ถูกต้อง	ตรวจใบงานที่ 2.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานแรงในธรรมชาติ	- แบบประเมินใบงานที่ 2.2 เรื่องความรู้พื้นฐานแรงในธรรมชาติ	ระดับคุณภาพ “ดี” ถือว่าผ่าน
ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ให้ผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง แรงในธรรมชาติ	ตรวจใบงาน 2.3 และชิ้นงานที่สร้างขึ้น	- แบบประเมินใบงานที่ 2.3 ออกแบบชิ้นงาน - แบบประเมินทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	นักเรียนประเมินตนเอง	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ระดับคุณภาพ “มาก” ถือว่าผ่าน

8. กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (ชั่วโมงที่ 1 – 4)

<u>ชั่วโมงที่ 1</u>

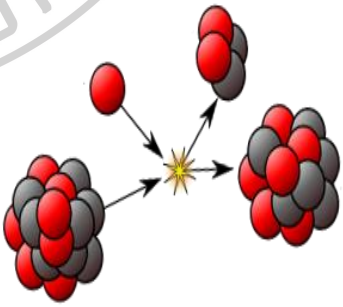
1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ เรื่อง แรงในธรรมชาติ ที่เรียน มาสร้างเป็นชิ้นงาน โดยผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ หลังจากที่ได้เรียนรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว **(10 นาที)**

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำรูปตัวอย่างแรงในธรรมชาติ มาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทายว่ารูปที่ดูเป็นการเคลื่อนที่แบบใด โดยให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบ เมื่อนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับแรงต่าง ๆ ที่ครูนำมาให้ดู แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานนำไปสู่การศึกษา เรื่อง แรงในธรรมชาติ **(15 นาที)**

ตัวอย่างภาพแรงโน้มถ่วง

ตัวอย่างภาพแรงแม่เหล็ก

ตัวอย่างภาพแรงไฟฟ้าสถิต



ตัวอย่างภาพแรงนิวเคลียร์

3. ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ เรื่อง แรงในธรรมชาติ ประกอบการเรียนการสอน และให้นักเรียนดูสื่อเกี่ยวกับแรงในธรรมชาติ โดย

3.1 ครูพูดคุยเกี่ยวกับแรงในธรรมชาติ ที่นักเรียนเคยได้พบเห็นมา พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน **(15 นาที)**

3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับลักษะของแรงให้นักเรียนฟัง ว่ามีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงแรงต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น **(15 นาที)**

ชั่วโมงที่ 2

3.3 ครูสอนวิธีการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงในธรรมชาติ **(30 นาที)**

3.4 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแรงในธรรมชาติ โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง **(15 นาที)**

3.5 นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง แรงในธรรมชาติ จำนวน 10 ข้อ **(10 นาที)**

ชั่วโมงที่ 3

4. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบงานที่ 2.1 เรื่อง ปัญหาคาใจ ซึ่งครูจะมีสถานการณ์ให้ **(10 นาที)**

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับมา **(45 นาที)**

ชั่วโมงที่ 4

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 2.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้แรงในธรรมชาติ เพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 2 สร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาและออกแบบ (ชั่วโมงที่ 5 - 6)

ชั่วโมงที่ 5

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก **(25 นาที)**

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ **(30 นาที)**

ชั่วโมงที่ 6

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบงานที่ 2.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ (ชั่วโมงที่ 7 - 8)

ชั่วโมงที่ 7 - 8

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงาน จากแบบร่างในใบงานที่ 2.3 ชั่วโมงที่ผ่านมา ที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง แรงในธรรมชาติ เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ **(110 นาที)**

ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ (ชั่วโมงที่ 9 - 10)

ชั่วโมงที่ 9

11. นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน และให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง **(55 นาที)**

ชั่วโมงที่ 10

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามที่ครูและเพื่อนแนะนำ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมิน (ชั่วโมงที่ 11 - 12)

ชั่วโมงที่ 11

13. ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด **(55 นาที)**

ชั่วโมงที่ 12

14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ เรื่อง แรงในธรรมชาติ และสนทนาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน และให้นักเรียนไปทดลองทำชิ้นงานที่บ้าน **(55 นาที)**

9. สื่อการเรียนรู้

1. แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง แรงในธรรมชาติ
2. ใบความรู้ที่ 2.1 เรื่อง แรงในธรรมชาติ
3. ใบงานที่ 2.1 เรื่อง ปัญหาคาใจ
4. ใบงานที่ 2.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้แรงในธรรมชาติ
5. ใบงานที่ 2.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบ

แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง แรงในธรรมชาติ

1. แรงในธรรมชาติหรือแรงพื้นฐานมีกี่ประเภท

ก. 2 ประเภท

ข. 3 ประเภท

ค. 4 ประเภท

ง. 5 ประเภท

2. ข้อใดไม่ใช่แรงพื้นฐานในธรรมชาติ

ก. แรงโน้มถ่วง

ข. แรงเสียดทาน

ค. แรงแม่เหล็ก

ง. แรงเข้ม

3. ข้อใดเป็นแรงธรรมชาติทั้งหมด

ก. แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงเสียดทาน แรงลอยตัว

ข. แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงเสียดทาน แรงลอยตัว แรงเข้ม

ค. แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงเข้ม แรงอ่อน

ง. แรงผลัก แรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงเข้ม แรงอ่อน

4. แรงโน้มถ่วง (Gravity) หมายถึงข้อใด

ก. แรงที่ดึงดูดมวลสารและพลังงานเข้าด้วยกัน

ข. แรงที่ดึงดูดดวงจันทร์เข้ากับโลก

ค. แรงที่ดึงดูดตัวเราเข้ากับโลก

ง. ถูกทุกข้อ

5. แรงที่ยึดควาร์กในโปรตรอนและนิวตรอน คือแรงชนิดใด

ก. แรงเข้ม

ข. แรงอ่อน

ค. แรงโน้มถ่วง

ง. แรงแม่เหล็ก

6. วัตถุชนิดใดไม่ถูกกระทำเมื่ออยู่ในสนามแม่เหล็ก

ก. ตะปู ข. ช้อนสังกะสี

ค. ลวดหนีบกระดาษ ง. กระดาษสีเงิน

7. นายสมชาติชั่งน้ำหนักด้วยตาชั่งได้ 50 กิโลกรัม นายสมชาตินำหนักเท่าใด ($g = 10\ m/s^2$)

ก. 500 นิวตัน ข. 50 กิโลกรัม

ค. 50 นิวตัน ง. 500 กิโลกรัม

8. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการใช้สนามไฟฟ้า

ก. เครื่องถ่ายเอกสาร

ข. เครื่องปั่นอาหาร

ค. จอภาพเครื่องอัลตราซาวนด์

ง. เครื่องออสซิลโลสโคป

9. ชั่งวัตถุมวล 8 กิโลกรัม บนดาวเคราะห์ดวงหนึ่งวัดค่าน้ำหนักได้ 40 นิวตัน ดาวเคราะห์ดวงนี้มีสนามโน้มถ่วงเท่าใด

ก. 0.2 นิวตันต่อกิโลกรัม

ข. 5 นิวตันต่อกิโลกรัม

ค. 10 นิวตันต่อกิโลกรัม

ง. 32 นิวตันต่อกิโลกรัม

10. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ทุกตำแหน่งของผิวโลก สนามโน้มถ่วงจะมีค่าเท่ากัน

ข. สนามโน้มถ่วงจะมีค่าลดลงเมื่ออยู่ห่างจากโลกเพิ่มขึ้น

ค. สนามโน้มถ่วงจะมีค่าลดลงเมื่ออยู่ใกล้จุดศูนย์กลางของโลก

ง. สนามโน้มถ่วงของดวงจันทร์จะมีค่ามากกว่าสนามโน้มถ่วงของโลก

ใบความรู้ที่ 2.1

เรื่อง แรงในธรรมชาติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง แรงในธรรมชาติ **เวลา 30 นาที**

1. แรงในธรรมชาติ

ในธรรมชาติแรงที่กระทำต่อสิ่งต่าง ๆ รอบ ๆ ตัวเรานั้น แบ่งได้ 4 ชนิด คือ

1.1 แรงโน้มถ่วงของโลก (gravitation force)

แรงโน้มถ่วงของโลก คือ แรงดึงดูดที่มวลของโลกกระทำต่อมวลวัตถุเพื่อดึงดูดวัตถุนั้นเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับมวลของวัตถุนั้นและระยะห่างระหว่างมวลกับจุดศูนย์กลางของโลก ยิ่งวัตถุอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของโลกมากเท่าไร แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุจะยิ่งน้อยลงเท่านั้น นักวิทยาศาสตร์ที่ค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลก คือ เซอร์ไอแซก นิวตัน เป็นการค้นพบโดยบังเอิญขณะที่เขานั่งอยู่ใต้ต้นแอปเปิ้ล และสังเกตเห็นผลแอปเปิ้ลตกจากต้นลงสู่พื้นดิน

ภาพที่ 1 แรงโน้มถ่วง

นิวตัน อธิบายแรงโน้มถ่วง โดยใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล ซึ่งมีใจความสรุปได้ ดังนี้

วัตถุ 2 ก้อนที่อยู่ห่างกันจะเกิดแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงจะแปรผันตรงกับขนาดของมวลทั้ง 2 และแปรผกผันกับระยะห่างระหว่างมวลทั้ง 2 ยกกำลังสอง"

การตกของวัตถุภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก เมื่อไม่คิดแรงต้านของอากาศ วัตถุจะตกลงสู่พื้นด้วยความเร่ง 9.81 m/s^2 ดังนั้นการนำยานอวกาศ ดาวเทียม หรืออุปกรณ์ประเภทอื่นขึ้นสู่อวกาศ เป็นการกระทำที่ต้านกับแรงโน้มถ่วงของโลก จรวดจะต้องมีแรงขับเคลื่อนสูงมาก เพื่อเอาชนะแรงโน้มถ่วงของโลก การเคลื่อนที่ของจรวดอธิบายได้ด้วยกฎของนิวตัน ข้อที่ 3 ที่กล่าวว่า **แรงกริยาเท่ากับแรงปฏิกิริยา** จรวดจะปล่อยแก๊สร้อนขับออกมาทางท่อ (แรงกริยา) ทำให้จรวดเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (แรงปฏิกิริยา)

1.2 แรงแม่เหล็ก (magnetic force)

แม่เหล็กมี 2 ขั้ว คือ **ขั้วเหนือ** และ **ขั้วใต้** ขั้วแม่เหล็กเหมือนกันจะออกแรงผลักกัน ขั้วต่างกันจะออกแรงดึงดูดกัน บริเวณรอบ ๆ แท่งแม่เหล็กจะมีสนามแม่เหล็กเกิดขึ้นมีทิศจากขั้วเหนือไปสู่ขั้วใต้วัตถุที่เป็นสารแม่เหล็ก เมื่ออยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กจะถูกแม่เหล็กดูดได้ เส้นแรงแม่เหล็กจะเห็นได้ชัดเจนเมื่อโรยผงตะไบเหล็กรอบ ๆ แท่งแม่เหล็ก ผงตะไบเหล็กจะเกิดการเรียงตัวตามเส้นแรงแม่เหล็กที่ออกมารอบแท่งแม่เหล็กวัตถุที่เป็นสารแม่เหล็ก เมื่ออยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กจะถูกแม่เหล็กดูดได้ จากสมบัติดังกล่าว จึงนำแม่เหล็กไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เช่น การแยกสารแม่เหล็กที่ผสมรวมอยู่กับสารอื่นให้ออกจากกันหรือการสร้างเครื่องมือ เช่น ไขควงจะสร้างให้มีสมบัติเป็นแม่เหล็กเพื่อสะดวกในการจับหัวน็อตให้ติดกับไขควงขณะใช้งาน

ในกรณีที่ปล่อยอนุภาคที่มีประจุ เช่น โปรตอนหรืออิเล็กตรอน ให้เคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก อนุภาคเหล่านี้จะถูกแรงแม่เหล็กกระทำให้เบนไป ผลของแรงแม่เหล็กที่กระทำต่อประจุ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การทำเป็นหลอดภาพอิเล็กตรอน จอโทรทัศน์ หรือจอคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ภาพที่ 2 แรงแม่เหล็ก

1.3 แรงไฟฟ้าสถิต (electrostatic force)

นักเรียนทราบแล้วว่าอนุภาคที่เล็กที่สุดของสาร คือ **อะตอม** ซึ่งประกอบด้วย อนุภาคมูลฐาน 3 ชนิด คือ โปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน ปกติอะตอมเป็นกลางทางไฟฟ้า เนื่องจากมีจำนวนโปรตอน (+) เท่ากับอิเล็กตรอน (-) ถ้าอะตอมเสียอิเล็กตรอนจะเกิดเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าบวก ในทางตรงกันข้าม ถ้าอะตอมรับอิเล็กตรอนจะเกิดเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ

ภาพที่ 3 แรงไฟฟ้าสถิต

แรงระหว่างประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ แรงผลักและแรงดูด กล่าวคือ ประจุเหมือนกันจะออกแรงผลักกัน ประจุต่างกันจะออกแรงดึงดูดกัน การทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบนวัตถุ ทำได้ 3 วิธี ได้แก่

1.3.1 การขัดสีหรือการถู เกิดจากการนำวัตถุ 2 ชนิดมาขัดสีหรือถูกันจะทำให้มีการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างวัตถุทั้งสองวัตถุใดสูญเสียอิเล็กตรอนไปวัตถุนั้นจะมีประจุไฟฟ้าเป็นบวก ส่วนวัตถุที่ได้รับอิเล็กตรอนจะมีประจุไฟฟ้าเป็นลบในการขัดสีหรือถู จำนวนประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนวัตถุทั้งสองมีขนาดเท่ากันแต่ชนิดของประจุไฟฟ้าจะตรงข้าม

1.3.2 การแตะหรือสัมผัส โดยการนำวัตถุที่มีอำนาจทางไฟฟ้าไปแตะหรือสัมผัสกับวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าทำให้มีการถ่ายเทของอิเล็กตรอนจนกระทั่งวัตถุทั้งสองมีศักย์ไฟฟ้าเท่ากันจึงหยุดการถ่ายเทหลังการสัมผัสหรือการแตะจะทำให้วัตถุ ซึ่งเดิมเป็นกลางจะมีประจุไฟฟ้าชนิดเดียวกับประจุไฟฟ้าของวัตถุที่นำมาแตะโดยขนาดของประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนวัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากับขนาดประจุไฟฟ้าที่ลดลงของวัตถุที่นำมาแตะ

1.3.3 การเหนี่ยวนำ โดยการนำวัตถุซึ่งมีประจุไฟฟ้าเข้าไปใกล้ ๆ วัตถุที่เป็นกลางจะทำให้ เกิดการเหนี่ยวนำให้ประจุไฟฟ้าที่อยู่ในวัตถุที่เป็นกลางเกิดการจัดเรียงตัวใหม่ เป็นผลทำให้วัตถุที่เป็นกลางจะมีประจุไฟฟ้าเกิดขึ้น

ชาร์ล - โอกูสแตง คูลอมบ์ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทดลองศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณประจุไฟฟ้า ระยะห่างระหว่างประจุไฟฟ้าและแรงไฟฟ้าที่เกิดขึ้น พบว่า **“แรงไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นแปรผันตรงกับผลคูณของปริมาณประจุไฟฟ้าของประจุทั้งสอง และแปรผกผันกับกำลังสองของระยะห่างระหว่างประจุไฟฟ้านั้น”**

1.4 แรงนิวเคลียร์ (nuclear force)

แรงนิวเคลียร์ หมายถึง แรงที่ใช้ยึดเหนี่ยวนิวคลีออนเข้าไว้ด้วยกัน เป็นนิวเคลียสเป็นแรงดูดซึ่งมากกว่าแรงผลักระหว่างประจุไฟฟ้า และเป็นแรงที่เกิดขึ้นในระยะสั้น ๆ ขยายความว่า เนื่องจากนิวเคลียส ประกอบด้วย โปรตอนและนิวตรอน แรงกระทำต่าง ๆ ในนิวเคลียสมี 3 ชนิด ดังนี้

1. แรงผลักระหว่างประจุ (โปรตอนกับโปรตอน) ตามกฎของคูลอมบ์
2. แรงดึงดูดระหว่างมวล ตามกฎนิวตัน
3. แรงยึดเหนี่ยวระหว่างนิวคลีออน (โปรตอนกับนิวตรอน) หรือแรงนิวเคลียร์

ลักษณะของแรงนิวเคลียร์

1. แรงนิวเคลียร์เป็นแรงดึงดูดระหว่าง โปรตอน - โปรตอน โปรตอน - นิวตรอน นิวตรอน-นิวตรอน

2. แรงดึงดูดระหว่างโปรตอนกับโปรตอน เป็นแรงที่ส่งผลในระยะที่สั้นมาก

แรงนิวเคลียร์มีสมบัติดังนี้

1. เป็นแรงที่เกิดในระยะสั้น หมายความว่า เป็นแรงที่เกิดเมื่ออนุภาคเข้ามาอยู่ใกล้กันมาก ๆ ระดับหนึ่ง

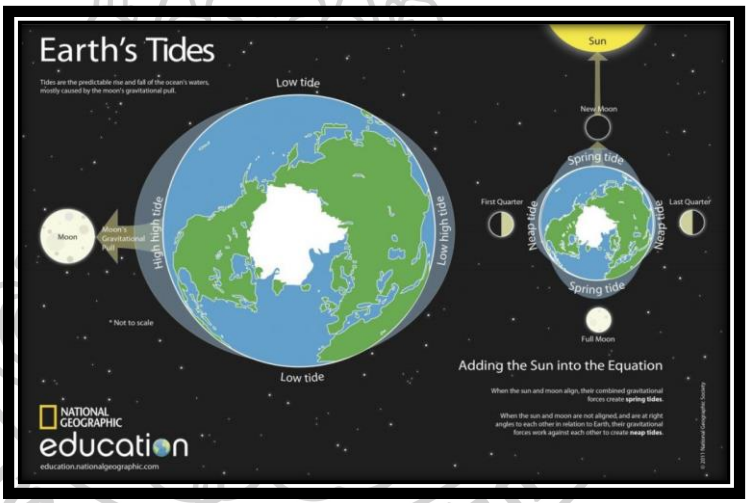
2. เป็นแรงดึงดูดอย่างเดียว โดยไม่ขึ้นกับชนิดของประจุ

3. เป็นแรงที่ขึ้นอยู่กับโมเมนตัมเชิงมุม ที่เกิดจากการหมุนรอบตัวเองของนิวเคลียส

2. แรงโน้มถ่วงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก

2.1 มวลและน้ำหนัก

มวล (Mass) คือ ปริมาณเนื้อสสารทั้งหมดที่ประกอบเป็นวัตถุนั้น ๆ ซึ่งไม่ว่าวัตถุชิ้นนั้นจะไปอยู่ในสถานที่ใด มวลจะไม่มีวันเปลี่ยนแปลง มวลมีหน่วยเป็นกิโลกรัม (Kg) แตกต่างจาก **น้ำหนัก (Weight)** ซึ่งเป็นผลของแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุนั้น ๆ และในทางวิทยาศาสตร์ น้ำหนักมีทิศทางและเป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector) โดยแปรผันตามค่าแรงโน้มถ่วงและมวลของวัตถุ โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน (Newton) แตกต่างจากภาษาพูดทั่วไปของเราที่เรียกน้ำหนักเป็นหน่วยกิโลกรัม



ภาพที่ 4 การเกิดปรากฏการณ์น้ำขึ้น – น้ำลง
เป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงของดวงดาวกระทำต่อน้ำบนพื้นผิวโลก

ในจักรวาล หากทำการชั่งน้ำหนักตัวบนดวงจันทร์ ย่อมได้ผลที่แตกต่างจากน้ำหนักที่ชั่งบนโลก เพราะแรงโน้มถ่วงบนดาวแต่ละดวงมีค่าไม่เท่ากัน และถ้าเรา มีน้ำหนักราว 100 ปอนด์ (45 กิโลกรัม) บนโลก บนดวงจันทร์เราจะมีน้ำหนักเพียง 17 ปอนด์ (8 กิโลกรัม) นอกจากนี้ บนดาวพุธและดาวอังคารเราจะหนักราว 38 ปอนด์ (17 กิโลกรัม), หนัก 91 ปอนด์ (41 กิโลกรัม) บนดาวศุกร์และดาวยูเรนัส, 253 ปอนด์ (115 กิโลกรัม) บนดาวพฤหัสบดี, 107 ปอนด์ (49 กิโลกรัม) บนดาวเสาร์และ 114 ปอนด์ (52 กิโลกรัม) บนดาวเนปจูน

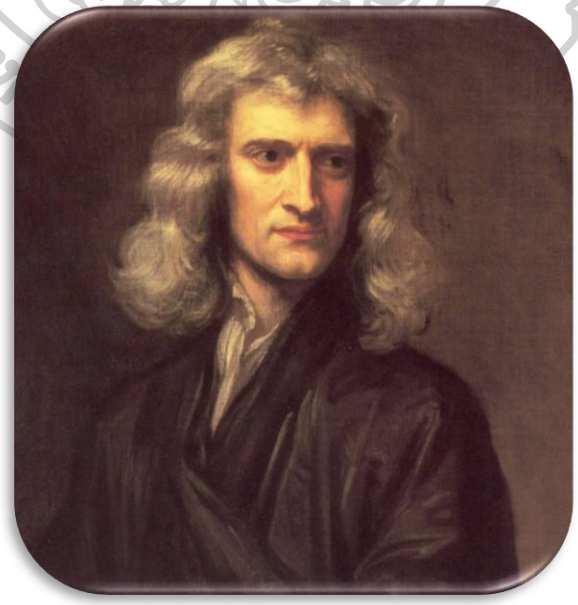
2.2 แรงโน้มถ่วงของโลก

แรงโน้มถ่วงของโลก คือ แรงดึงดูดที่มวลของโลกกระทำต่อวัตถุรอบข้าง โดยการดึงเข้าหาจุดศูนย์กลางหรือแก่นของดวงดาว ไม่ว่าจะเป็นต้นไม้ ใบหญ้า สัตว์ สิ่งของ มนุษย์ หรือแม้แต่อากาศ ทั้งหมดล้วนถูกแรงโน้มถ่วงของโลกดึงดูดไว้ไม่ให้กระจายตัวออกไปในอวกาศ เช่นเดียวกับดาวเทียมและสถานีอวกาศที่ถูกมนุษย์ส่งขึ้นไปโคจรรอบโลก รวมไปถึงดวงจันทร์ที่เป็นดาวบริวารของโลกอีกด้วย

โดยทั่วไปนั้น แรงโน้มถ่วงจะแปรผันตามขนาดมวลและระยะห่างระหว่างวัตถุ การที่มีมวลมาก ย่อมส่งผลให้มีแรงดึงดูดมาก โดยเฉพาะวัตถุที่มีมวลขนาดใหญ่ เช่น ดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นดาวฤกษ์ที่มีมวลมากกว่าโลกของเราหลายล้านเท่า จึงมีแรงโน้มถ่วงมากพอที่จะทำให้ดาวเคราะห์ทั้งหลายโคจรรอบตัวมันเอง เช่นเดียวกับระยะห่างระหว่างมวล วัตถุที่อยู่ใกล้ชิดกัน แรงโน้มถ่วงที่กระทำระหว่างกันย่อมมีมากกว่าวัตถุที่อยู่ห่างไกลออกไป

2.3 การค้นพบแรงโน้นถ่วง

ในอดีตนักวิทยาศาสตร์ต่างมีข้อสังเกตและรับรู้ได้ว่าโลกของเรานั้น มีแรงลึกลับบางอย่างที่ทำการยึดเหนี่ยวตัวเราให้อยู่ติดบนพื้นผิวโลก จนกระทั่งในปี ค.ศ.1666 ไอแซ็ค นิวตัน (Isaac Newton) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษได้ให้คำนิยามต่อแรงลึกลับนี้ว่า **“แรงโน้มถ่วง”**



ภาพที่ 5 ไอแซ็ค นิวตัน (Isaac Newton)

จากข้อสงสัยที่ว่าทำไมผลแอปเปิลที่หลุดจากต้นนั้น หล่นลงพื้นแทนที่จะลอยขึ้นไปในอากาศ การหล่นของแอปเปิลเป็นผลของแรงโน้มถ่วงที่กระทำระหว่างมวลทั้ง 2 เช่นเดียวกับการดึงดูดดวงจันทร์ให้โคจรรอบโลกของเรา

ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วง

1. แรงโน้มถ่วงทำให้โลกและดวงดาวทั้งหลายมีรูปร่างเป็นทรงกลม

2. ถึงแม้ตัวเราจะมีมวล แต่มวลของเราเล็กมากเมื่อเทียบกับมวลของโลก ดังนั้น **แรงโน้มถ่วงของตัวเราจึงไม่มีผลต่อโลกแม้แต่น้อย**

3. หากชั่งน้ำหนักตัวบนยอดเขาเอเวอเรสต์ (Mount Everest) น้ำหนักที่ได้จะมีค่าต่ำกว่า (เล็กน้อย) กับน้ำหนักตัวที่ชั่งบนพื้นที่ราบระดับน้ำทะเล

4. ปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง เกิดจากแรงดึงดูดของดวงจันทร์ ซึ่งแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์นี้ มีค่าเพียง 1 ใน 6 ของแรงโน้มถ่วงโลก

5. สถานีอวกาศนานาชาติที่ระดับความสูงราว 400 กิโลเมตร ยังอยู่ภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก แต่การเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ส่งผลให้สถานีอวกาศไม่ตกลงสู่พื้น นักบินอวกาศรู้สึกไร้น้ำหนักเพราะพวกเขาอยู่ในสภาวะการตกอย่างเสรี (Free fall) ตลอดเวลา

6. แรงโน้มถ่วงมีค่าเป็นศูนย์ในอวกาศ ดังนั้น หากลอยตัวอยู่ในอวกาศเราจะไม่มีน้ำหนักเลยแม้แต่น้อย

7. หากเราสามารถเดินทางด้วยความเร็ว 11 กิโลเมตรต่อวินาที จะทำให้เราสามารถเดินทางหลุดพ้นจากแรงดึงดูดของโลกได้ หรือที่เรียกว่า **“ความเร็วหลุดพ้น”** (Escape velocity)

8. ถึงแม้วัตถุสองชิ้นจะมีน้ำหนักต่างกัน แต่แรงโน้มถ่วงจะทำให้พวกมันเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่ากัน ซึ่งหากเราทิ้งลูกบอลที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีน้ำหนักต่างกัน 2 ลูก ลงจากหน้าต่างพร้อมกัน ลูกบอลทั้งสองจะตกถึงพื้นในเวลาเดียวกัน (ในสภาวะที่ไม่มีแรงต้านจากอากาศ)

9. หลุมดำ (Black hole) มีมวลและความหนาแน่นมหาศาล ส่งผลให้แรงโน้มถ่วงของหลุมดำดึงดูดได้แม้กระทั่งแสง จนปัจจุบันนี้ เรายังไม่รู้ว่าข้างในหลุมดำมีอะไร

10. ถึงแม้ว่าแรงโน้มถ่วงจะเป็นแรงที่เราไม่สามารถรับรู้ได้มากนักเพราะความเบาบางของแรงที่กระทำต่อเรา แต่แรงโน้มถ่วงเป็นแรงเดียวที่ยึดเหนี่ยวเราไว้กับพื้นโลก แรงโน้มถ่วงไม่มีการลดทอนหรือถูกดูดซับเนื่องจากมวลใด ๆ ทำให้แรงโน้มถ่วงเป็นแรงที่สำคัญมากในการยึดเหนี่ยวเอกภพเข้าไว้ด้วยกัน

ใบงานที่ 2.1

เรื่อง ปัญหาคาใจ

@@@

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง แรงในธรรมชาติ **เวลา 55 นาที**

<u>สถานการณ์ปัญหา</u>

การจัดการเรียนการสอนของครูในยุคปัจจุบัน เป็นยุคของเทคโนโลยี ครูและนักเรียน สามารถเข้าถึงสื่อเทคโนโลยีได้มากขึ้น ซึ่งต่างจากอดีตรูปแบบการเรียนการสอนของครู จะเป็นการบรรยาย อธิบาย จากหนังสือเรียนเป็นส่วนใหญ่ โดยธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ เป็นวิชาการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ การที่ผู้เรียนจะเข้าถึง เข้าใจต้องให้ผู้เรียนได้ศึกษาจากสื่อการสอนที่สามารถจับต้องได้ ทดลอง และทดสอบได้ ทำให้นักเรียนเข้าใจในวิชาฟิสิกส์มากกว่าแค่การแก้โจทย์ปัญหาในหนังสือ ดังคำกล่าวของ อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ที่กล่าวว่า **“ จินตนาการ ย่อมสำคัญกว่าความรู้ ”** เช่น ในการสอน เรื่อง แรง ซึ่งเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวมากที่สุด โดยเฉพาะแรงโน้มถ่วง เป็นแรงที่ทำให้วัตถุต่าง ๆ บนโลกไม่หลุดลอยออกไปจากโลก ทำให้เราทราบน้ำหนักของสิ่งของ ทำให้น้ำไหลลงจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ ทำให้เกิดน้ำตก น้ำในแม่น้ำไหลลงทะเล คนเราก็อาศัยประโยชน์จากการไหลของน้ำอย่างมากมาย เช่น การสร้างเขื่อนแปลงพลังงานน้ำมาเป็นพลังงานไฟฟ้า เป็นต้น จึงทำให้มนุษย์ดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่การอธิบายเรื่องของแรงแค่ในหนังสือเรียนอย่างเดียว นักเรียนอาจจะยังไม่เห็นภาพ สื่อการสอนจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ในการเรียนการสอนของครู

<u>คำชี้แจง</u>

จากการศึกษาสถานการณ์เบื้องต้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจำลองตนเองเป็นครูผู้สอนออกแบบสื่อการเรียนการสอนที่จะทำให้เพื่อน ๆ ในห้องเข้าใจ **เรื่อง แรงโน้มถ่วง** มากยิ่งขึ้น โดยช่วยกันคิดว่าจะนำความรู้ เรื่อง แรงในธรรมชาติ และความรู้ที่เกี่ยวข้องมาออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสถานการณ์เบื้องต้นได้อย่างไร และสามารถออกแบบสิ่งต่าง ๆ เพิ่มเติมได้อย่างเต็มที่ตามความคิดของนักเรียนให้สื่อชิ้นนั้นมีความสวยงามยิ่งขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนออกแบบและสร้างโมเดลสื่อออกมาเป็นชิ้นงานที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

ใบงานที่ 2.2

เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแรงในธรรมชาติ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง แรงในธรรมชาติ **เวลา 55 นาที**

<u>คำชี้แจง</u> **ให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างละเอียดตามกระบวนการทางฟิสิกส์**

กลุ่มที่ .....

สมาชิกกลุ่ม 1).....เลขที่.....

2).....เลขที่.....

3).....เลขที่.....

4).....เลขที่.....

5).....เลขที่.....

1. แรงในธรรมชาติมีกี่ชนิด ประกอบไปด้วยแรงอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. แรงโน้มถ่วง หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

3. แรงแม่เหล็ก หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

4. แรงไฟฟ้าสถิต หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

5. แรงนิวเคลียร์ หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

6. เพราะเหตุใดดาวเทียมหรือดวงจันทร์จึงสามารถโคจรอยู่รอบโลกได้

.....

.....

7. แรงที่โลกกระทำกับตัวเรา เรียกว่าแรงอะไร มีทิศทางอย่างไร และส่งผลให้ตัวเราเคลื่อนที่อย่างไร

.....

.....

.....

8. โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ได้อย่างไร

.....

.....

.....

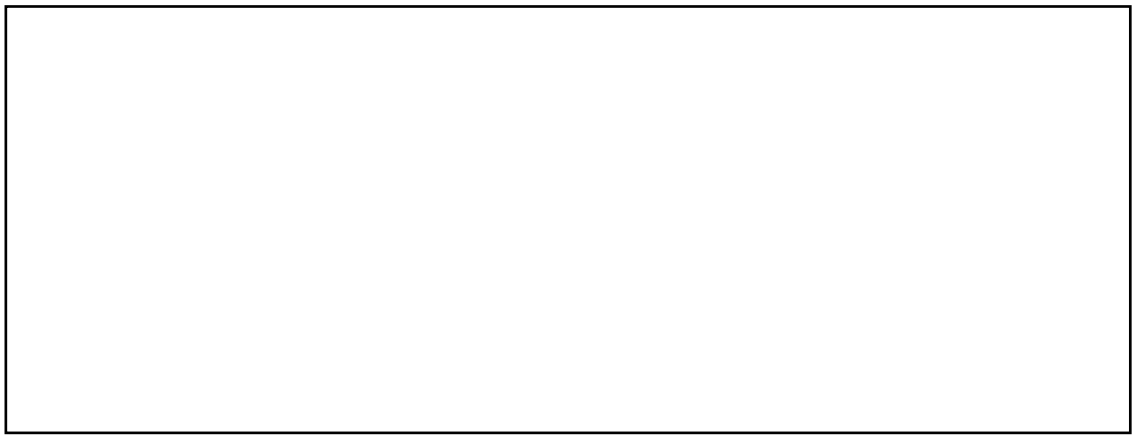
9. ให้นักเรียนอธิบาย ปรากฏการณ์น้ำขึ้น - น้ำลง ว่าเกี่ยวข้องกับแรงโน้มถ่วงอย่างไร

.....

.....

.....

10. ให้นักเรียนยกตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง ของการเคลื่อนที่ของวัตถุต่าง ๆ รอบโลก พร้อมวาดภาพประกอบ



ใบงานที่ 2.3

เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

@@@

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง แรงในธรรมชาติ **เวลา 55 นาที**

กลุ่มที่ ....

สมาชิกกลุ่ม 1)..เลขที่..................................

2)..เลขที่..................................

3)..เลขที่..................................

4)..เลขที่..................................

5)..เลขที่..................................

1. ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่ได้เรียน มาอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

....

....

....

....

....

....

2. ให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยอาศัยแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นหลัก (ระบุเป็นข้อ ๆ)

....

....

....

....

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3. ร่างแบบชิ้นงานที่จะสร้าง (วาดให้ละเอียด) พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่สร้างชิ้นงานนี้ขึ้น โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียนมา ซึ่งต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตอนและวิธีการสร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

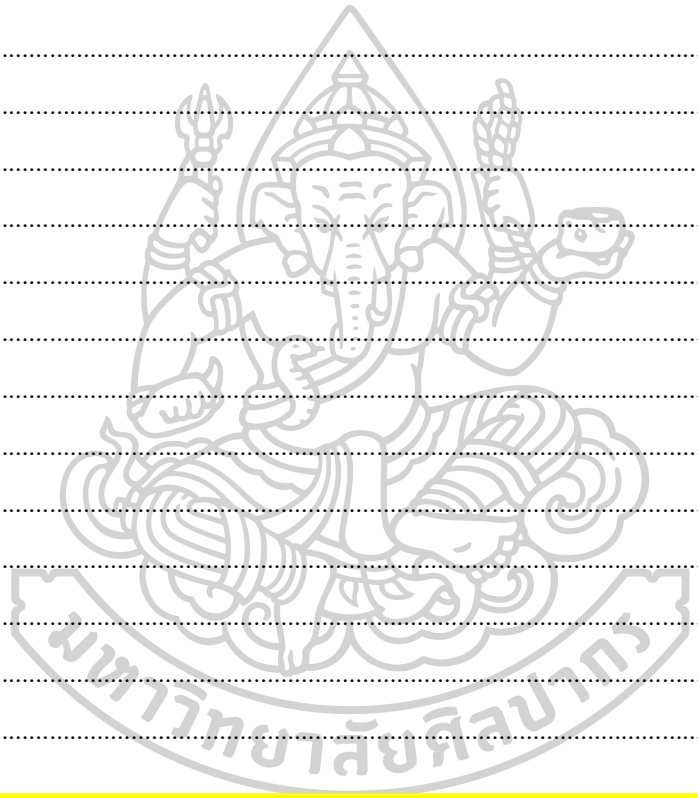
.....

.....

.....

.....

.....



5. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563**
เรื่อง พลังงาน **จำนวนเวลาที่สอน 12 ชั่วโมง**

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.4-6/2 สืบค้นข้อมูลและอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสืบค้นและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่าย

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่ายได้ถูกต้อง

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง พลังงาน

2.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (A)

นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

3. สาระสำคัญ

พลังงานเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ช่วยให้การดำรงชีวิตในแต่ละวันมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น การพัฒนาประเทศในด้านต่าง ๆ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ความมั่นคงล้วนต้องใช้พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญ และแหล่งพลังงานหลักที่ประเทศไทยใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมัน ซึ่งจะเป็นเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ที่มีอยู่อย่างจำกัด ในอนาคตเมื่อความต้องการในการพัฒนาประเทศและพัฒนาเทคโนโลยีต่าง ๆ มีมากขึ้น ปริมาณการใช้พลังงานของประเทศจะยิ่งสูงขึ้น ถ้าแหล่งพลังงานหลักที่ใช้อยู่ยังคงเป็นแหล่งเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ ประเทศจะต้องเผชิญกับปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

แนวทางในการแก้ปัญหาการตอบสนองความต้องการด้านพลังงานในอนาคต คือ การนำความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานชนิดอื่น ๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำ ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อทดแทนการใช้แหล่งพลังงานหลักอย่างเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ได้ พลังงานที่นำมาใช้ทดแทนแหล่งพลังงานหลักของประเทศ เรียกว่า **พลังงานทดแทน** นอกจากนี้การพัฒนาและสร้างสรรค์เทคโนโลยีที่ช่วยในการผลิตการจัดเก็บรวบรวมทั้งขั้นตอนต่าง ๆ ของการใช้พลังงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หรือเทคโนโลยีที่สามารถนำพลังงานแล้วกลับมาใช้ใหม่ยังเป็นแนวทางที่สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านพลังงานได้

4. สาระการเรียนรู้

4.1 ด้านความรู้ (Knowledge)

พลังงาน คือ พลังหรือกำลังที่ทำให้สิ่งใด ๆ ก็ตามเคลื่อนที่ เคลื่อนไหว ขยับหรือเกิดการเติบโต ถ้าหากไร้ซึ่งพลังงานแล้ว ก็จะไม่มีอะไรเกิดขึ้น ว่างเปล่า ไม่มีการกระทำให้เกิดงานใด ๆ ทั้งสิ้น และพลังงานเหล่านี้ อาจถูกกักเก็บไว้ได้ ประกอบไปด้วย

1. พลังงานลม คือ พลังงานตามธรรมชาติที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก

2. พลังงานนิวเคลียร์ คือ พลังงานที่เกิดจากการแตกตัวหรือรวมตัวของนิวเคลียสของอะตอม หรือจากการไม่เสถียรของไอโซโทปของธาตุ โดยปฏิกิริยาแตกตัว เรียกว่า **ปฏิกิริยาฟิชชั่น** ปฏิกิริยารวมตัว เรียกว่า **ปฏิกิริยาฟิวชั่น**

3. พลังงานชีวมวล คือ พลังงานเชื้อเพลิงที่มาจากชีวะหรือสิ่งมีชีวิตเช่น ไม้ฟืน แกลบ กาก อ้อย เศษไม้เศษหญ้า เศษเหลือทิ้งจากการเกษตร

4. พลังงานน้ำ คือ พลังงานที่เกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ให้ความร้อนแก่น้ำและทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำลอยตัวสูงขึ้น มวลน้ำที่อยู่สูงขึ้นจากจุดเดิม (พลังงานศักย์) เมื่อมวลไอน้ำกระทบความเย็นก็จะเปลี่ยนเป็นของเหลวอีกครั้ง และตกลงมาเนื่องจากเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

5. พลังงานแสงอาทิตย์ คือ พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง

4.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

4.3 ด้านจิตวิทยาศาสตร์

1. ความอยากรู้อยากเห็น
2. ความมีเหตุมีผล
3. ความใจกว้าง
4. ความซื่อสัตย์
5. ความพยายามมุ่งมั่น
6. ความรอบคอบ
7. ความรับผิดชอบ
8. ความร่วมมือช่วยเหลือ
9. ความสร้างสรรค์
10. เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

5. สมรรถนะสำคัญ

- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบงานที่ 3.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานพลัง จำนวน 10 ข้อ
2. ใบงานที่ 3.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ
3. ชิ้นงาน เรื่อง พลังงาน

7. การวัดและประเมินผล

7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 3.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานพลังงาน จำนวน 10 ข้อ
2. ใบงานที่ 3.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

7.2 การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

1. แบบประเมินทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์
2. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้าและอภิปรายเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่นำมาแก้ปัญหาหรือตอบสนองความต้องการทางด้านพลังงาน โดยเน้นประสิทธิภาพและความคุ้มค่าด้านค่าใช้จ่ายได้ถูกต้อง	ตรวจใบงานที่ 3.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐานพลังงาน	- แบบประเมินใบงานที่ 3.2 เรื่อง ความรู้พื้นฐาน พลังงาน	ระดับคุณภาพ “ดี” ถือว่าผ่าน
ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ให้ผ่านการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง พลังงาน	ตรวจใบงาน 3.3 และชิ้นงานที่สร้างขึ้น	- แบบประเมินใบงานที่ 3.3 ออกแบบชิ้นงาน - แบบประเมินทักษะความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ นักเรียนมีจิตวิทยาศาสตร์ คือ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุมีผล ความใจกว้าง ความซื่อสัตย์ ความพยายามมุ่งมั่น ความรอบคอบ ความรับผิดชอบ ความร่วมมือช่วยเหลือ ความสร้างสรรค์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์	นักเรียนประเมินตนเอง	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ระดับคุณภาพ “มาก” ถือว่าผ่าน

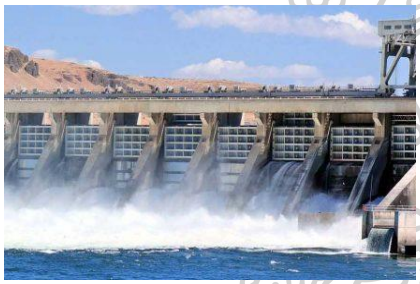
8. กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (ชั่วโมงที่ 1 – 4)

<u>ชั่วโมงที่ 1</u>

1. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ เรื่อง พลังงาน ที่เรียน มาสร้างเป็นชิ้นงาน โดยผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนรู้ทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว **(10 นาที)**

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำรูปพลังงานต่าง ๆ มาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทายว่ารูปที่ดูเป็นพลังงานใด โดยให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบ เมื่อนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับพลังงานที่ครูนำมาให้ดู แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานนำไปสู่การศึกษา เรื่อง พลังงาน **(15 นาที**



ตัวอย่างภาพพลังงานน้ำ

ตัวอย่างภาพพลังงานชีวมวล

ตัวอย่างภาพพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างภาพพลังงานนิวเคลียร์

ตัวอย่างภาพพลังงานลม

ตัวอย่างภาพพลังงานแสงอาทิตย์

3. ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ เรื่อง พลังงาน ประกอบ การเรียนการสอนและให้นักเรียนดูสื่อเกี่ยวกับพลังงาน โดย

3.1 ครูพูดคุยเกี่ยวกับพลังงานต่าง ๆ รอบตัวในชีวิตประจำวันที่มีที่นักเรียนเคยได้พบเห็นมา พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน **(15 นาที)**

3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับลักษะของพลังงานต่าง ๆ ให้นักเรียนฟัง ว่ามีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงการเคลื่อนที่มากยิ่งขึ้น **(15 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 2</u>

3.3 ครูสอนวิธีการคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน **(30 นาที)**

3.4 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง **(15 นาที)**

3.5 นักเรียนทำแบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง พลังงาน จำนวน 10 ข้อ **(10 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 3</u>

4. แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบงานที่ 3.1 เรื่อง ปัญหาคาใจ ซึ่งครูจะมีสถานการณ์ให้ **(10 นาที)**

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับมา **(45 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 4</u>

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำใบงานที่ 3.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้พลังงาน เพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 2 สร้างแนวทางในการแก้ไขปัญหาและออกแบบ (ชั่วโมงที่ 5 - 6)

<u>ชั่วโมงที่ 5</u>

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด รวบรวมปัญหาที่ได้จากขั้นตอนแรก **(25 นาที)**

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น เพื่อวิเคราะห์ประเด็น โดยประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่พัฒนาทักษะแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ **(30 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 6</u>

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบชิ้นงานที่ต้องการจะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ โดยการร่างลงในใบงานที่ 3.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ (ชั่วโมงที่ 7 - 8)

<u>ชั่วโมงที่ 7 - 8</u>

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างต้นแบบชิ้นงาน จากแบบร่างในใบงานที่ 3.3 ชั่วโมงที่ผ่านมา ที่อาศัยองค์ความรู้ทางฟิสิกส์ เรื่อง พลังงาน เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ **(110 นาที)**

ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ (ชั่วโมงที่ 9 - 10)

<u>ชั่วโมงที่ 9</u>

11. นักเรียนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน และให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง **(55 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 10</u>

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแก้ไขชิ้นงานตามที่ครูและเพื่อนแนะนำ **(55 นาที)**

ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมิน (ชั่วโมงที่ 11 - 12)

<u>ชั่วโมงที่ 11</u>

13. ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันสะท้อนผลของชิ้นงานที่สร้างขึ้นของแต่ละกลุ่ม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด **(55 นาที)**

<u>ชั่วโมงที่ 12</u>

14. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ เรื่อง พลังงาน และสนทนาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงาน และให้นักเรียนไปทดลองทำชิ้นงานที่บ้าน **(55 นาที)**

9. สื่อการเรียนรู้

1. แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง พลังงาน
2. ใบความรู้ที่ 3.1 เรื่อง พลังงาน
3. ใบงานที่ 3.1 ปัญหาคาใจ
4. ใบงานที่ 3.2 เรื่อง พื้นฐานความรู้พลังงาน
5. ใบงานที่ 3.3 เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

แบบทดสอบความเข้าใจ เรื่อง พลังงาน

1. พลังงานทดแทนโดยทั่วไปหมายถึงอะไร

ก. พลังงานที่มีอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติและสามารถมีทดแทนได้อย่างไม่จำกัด

ข. พลังงานที่มนุษย์สร้าง

ค. พลังงานที่เป็นที่จำเป็น

ง. พลังงานที่มีความจำเป็นในการดำรงชีวิต

2. พลังงานทดแทนที่สำคัญมีอะไรบ้าง

ก. พลังงานน้ำมัน พลังงานโปรตอล พลังงานดิน

ข. พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน

ค. พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานกล พลังงานศักย์

ง. พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ ไบโอฟิล พลังงานน้ำขึ้น - น้ำลง พลังงานคลื่น และความร้อนจากใต้ผิวโลก

3. ข้อใดคือพลังงานสิ้นเปลือง

ก. แสงอาทิตย์, ลม, ชีวมวล

ข. น้ำ, ก๊าซธรรมชาติ, นิวเคลียร์

ค. ถ่านหิน, ก๊าซธรรมชาติ, นิวเคลียร์

ง. ไฮโดรเจน, ก๊าซธรรมชาติ, หินน้ำมัน

4. การเชื่อมต่อระบบโซล่าเซลล์ “แผงโซล่าเซลล์” ทำหน้าที่อะไร

ก. เปลี่ยนรูปพลังงานแสงอทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า

ข. เก็บประจุไฟฟ้า

ค. ชาร์จแบตเตอรี่

ง. ดูดรังสีดวงอาทิตย์

5. การเปลี่ยนรูปพลังงานลมเป็นพลังงานไฟฟ้า ต้องอาศัยอุปกรณ์ใดในการเปลี่ยนรูปพลังงาน

ก. เทอร์โมมิเตอร์ ข. มอเตอร์

ค. อินเวอร์เตอร์ ง. ไดนาโม

6. ข้อใดต่อไปนี้ ไม่ใช่ชีวมวล

ก. แกลบ มูลสัตว์ กากน้ำตาล

ข. เปลือกและซังข้าวโพด น้ำมันสน วัชพืช

ค. วัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตร

ง. หินน้ำมัน ถ่านหิน ปุ๋ยเคมี

7. พลังงอาทิตย์เป็นพลังงานอะไร

ก. พลังงานสะอาด

ข. พลังงานสีขาว

ค. พลังงานสีฟ้า

ง. พลังงานประหยัด

8. พลังงานลมหมายถึงอะไร

ก. เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ

ข. ความกดดันของบรรยากาศ

ค. แรงจากการหมุนของโลก

ง. ถูกทุกข้อ

9. แหล่งพลังงานในข้อใดไม่ใช่แหล่งพลังงานหมุนเวียน

ก. แสงอาทิตย์

ข. ก๊าซธรรมชาติ

ค. ก๊าซชีวภาพ

ง. ลม

10. ข้อใดเป็นวิธีประหยัดพลังงานได้ดีที่สุด

ก. นายขวัญชัยเปิดแอร์ที่อุณหภูมิ 25 C

ข. นายแก้วใช้เครื่องซักผ้า ซักผ้าครั้งละมาก ๆ

ค. นายอ๊อฟขี่จักรยานไปทำงานแทนรถยนต์

ง. นายอุ้ยขับรถยนต์มาทำงานกับเพื่อน 2 คน

ใบความรู้ที่ 3.1
เรื่อง พลังงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**
เรื่อง พลังงาน **เวลา 30 นาที**

1. พลังงาน

พลังงานนั้นเป็นสิ่งจำเป็นบนโลกใบนี้ ถ้าคิดกันตามหลักการฟิสิกส์แล้ว **พลังงาน** คือ พลัง หรือกำลัง ที่ทำให้สิ่งใด ๆ ก็ตามเคลื่อนที่ เคลื่อนไหว ขยับหรือเกิดการเติบโต ถ้าหากไร้ซึ่งพลังงานแล้ว ก็จะไม่มีอะไรเกิดขึ้น ว่างเปล่า ไม่มีการกระทำให้เกิดงานใด ๆ ทั้งสิ้นและพลังงานเหล่านี้ อาจถูกกักเก็บไว้ได้

มนุษย์นำความรู้และอาศัยแรงงานที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาดัดแปลง เพื่อใช้พลังงานที่ได้จากธรรมชาติ เช่น เครื่องปิ้งขนมปังใช้พลังงานไฟฟ้าในการทำงาน กังหันลมใช้ลมในการทำงาน เป็นการเปลี่ยนรูปแบบพลังงานไปสู่พลังเปลี่ยนพลังไปสู่งาน หรือพูดได้อีกนัยหนึ่งว่า **พลังงาน คือ ความสามารถของสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ใช้ทำงาน**

1.1 ประเภทของพลังงาน

1.1.1 พลังงานลม

พลังงานลม คือ พลังงานตามธรรมชาติที่เกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลม เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าลมเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่มีอยู่ในตัวเอง ซึ่งในบางครั้งแรงที่เกิดจากลมอาจทำให้บ้านเรือนที่อยู่อาศัยพังทลายต้นไม้ หักโค่นลง สิ่งของวัตถุต่าง ๆ ล้มหรือปลิวลอยไปตามลม ฯลฯ ในปัจจุบันมนุษย์จึงได้ให้ความสำคัญและนำพลังงานจากลมมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เนื่องจากพลังงานลมมีอยู่โดยทั่วไป ไม่ต้องซื้อหา เป็นพลังงานที่สะอาดไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

1.1.2 พลังงานนิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ คือ พลังงานที่เกิดจากการแตกตัวหรือรวมตัวของนิวเคลียสของอะตอม หรือจากการไม่เสถียรของไอโซโทปของธาตุ โดยปฏิกิริยาแตกตัว เรียกว่า **ปฏิกิริยาฟิชชั่น** ปฏิกิริยารวมตัว เรียกว่า **ปฏิกิริยาฟิวชั่น** พลังงานนิวเคลียร์นี้เป็นพลังงานที่มีปริมาณมากเมื่อเทียบกับมวลที่ใช้ สามารถใช้เป็นพลังงานที่สำคัญในการผลิตความร้อนเพื่อใช้ในการผลิตกำลังไฟฟ้าได้ สำหรับพลังงานนิวเคลียร์ที่นำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันจะเป็นพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยาแตกตัวในเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์

1.1.3 พลังงานชีวมวล พลังงานชีวมวล คือ พลังงานเชื้อเพลิงที่มาจากชีวะหรือสิ่งมีชีวิต เช่น ไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย เศษไม้ เศษหญ้า เศษเหลือทิ้งจากการเกษตร เหล่านี้ใช้เผาให้ความร้อนได้ และความร้อนนี้แหละที่เอาไปปั่นไฟ นอกจากนี้ยังรวมถึงมูลสัตว์และของเสียจากโรงงานแปรรูปทางการเกษตร เช่น เปลือกสับปะรดจากโรงงานสับปะรดกระป๋อง หรือน้ำเสียจากโรงงานแป้งมัน ที่เอามาหมักและผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ โดยวิธีดังกล่าวแล้วจะช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานในประเทศสำหรับส่วนรวมได้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจจะรวมถึงการใช้ไม้ฟืนจากโครงการปลูกไม้โตเร็วในพื้นที่นับล้านไร่ สำหรับผลิตผลจากชีวมวลในลักษณะอื่นที่ยังใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ เช่น แอลกอฮอล์ จากมันสำปะหลัง ก๊าซจากฟืน (Gasifier) ก๊าซจากการหมักเศษวัสดุเหลือจากการเกษตร (Bio Gas) ขยะฯ หากมีความคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ก็อาจนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตไฟฟ้าได้เช่นกัน **ข้อเสีย** ของพลังงานชีวมวล แม้จะใช้เยอะแต่ได้พลังงานนิดเดียว ถ้าจะเอาไม้มาเป็นเชื้อเพลิงปั่นไฟ ก็ต้องใช้ป่าเป็นบริเวณหลายหมื่นหลายแสนไร่ จึงไม่เหมาะกับการผลิตไฟฟ้าเยอะๆ แต่เหมาะกับการใช้ในครัวเรือนและในชนบทห่างไกลมากกว่า

1.1.4 พลังงานน้ำ พลังงานน้ำ คือ พลังงานที่เกิดจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ให้ความร้อนแก่น้ำและทำให้น้ำกลายเป็นไอน้ำลอยตัวสูงขึ้น มวลน้ำที่อยู่สูงขึ้นจากจุดเดิม (พลังงานศักย์) เมื่อมวลไอน้ำกระทบความเย็นก็จะเปลี่ยนเป็นของเหลวอีกครั้ง และตกลงมาเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก (พลังงานจลน์) การนำเอาพลังงานน้ำมาใช้ประโยชน์ทำได้โดยการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำที่ไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำให้เป็นกระแสไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนนี้คือ กังหันน้ำ (Turbines) น้ำที่มีความเร็วสูงจะผ่านเข้าท่อแล้วถ่ายทอดพลังงานจลน์เข้าสู่กังหันน้ำ ซึ่งจะไปหมุนขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอีกทอดหนึ่ง ในปัจจุบันพลังงานที่ได้จากแหล่งน้ำที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือ พลังงานน้ำตก พลังงานน้ำขึ้นน้ำลง พลังงานคลื่น

1.1.5 พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์ คือ พลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง ในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบคือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน

2. เทคโนโลยีด้านพลังงาน

การนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการเปลี่ยนพลังงานต่าง ๆ ในธรรมชาติให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์แล้ว ความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ยังได้นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน วัสดุ อุปกรณ์ หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ช่วยกักเก็บพลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานหรือสามารถนำพลังงานที่ปล่อยทิ้งแล้วกลับมาใช้ประโยชน์อีกด้วย

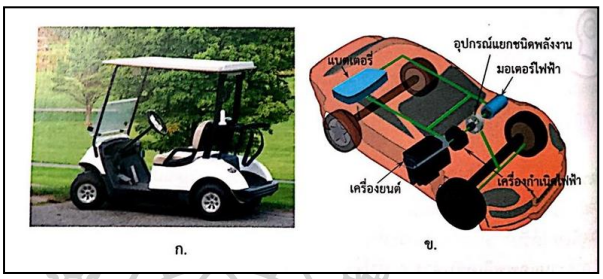
ตัวอย่างเทคโนโลยีด้านพลังงานที่มีบทบาทสำคัญกับการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน เช่น แบตเตอรี่ เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน และวัสดุฉนวนกันความร้อนในที่พักอาศัย

2.1 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่ใช้ในชีวิตประจำวันมีหลากหลายรูปแบบ ภาพที่ 1 โดยเราอาจแบ่งชนิดของแบตเตอรี่ได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดที่ไม่สามารถประจุหรือชาร์จได้ เรียกว่า **แบตเตอรี่แบบปฐมภูมิ (primary battery)** และชนิดที่สามารถประจุหรือชาร์จ (charge) เพื่อนำกลับมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง เรียกว่า **แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ (secondary battery)**

ภาพที่ 1 ตัวอย่างแบตเตอรี่ชนิดต่าง ๆ

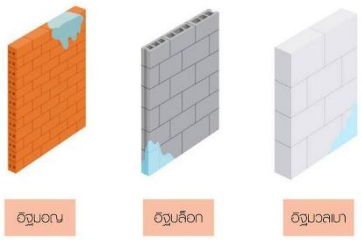
ถึงแม้แบตเตอรี่แต่ละชนิดจะได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับงานที่แตกต่างกัน แต่หลักการพื้นฐานของแบตเตอรี่ทุกชนิดเหมือนกัน คือ เปลี่ยนพลังงานเคมีที่สะสมไว้เป็นพลังงานไฟฟ้า แบตเตอรี่ยังได้รับการนำมาใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานในการขับเคลื่อนยานพาหนะ ทั้งยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากแบตเตอรี่เพียงอย่างเดียว ดังภาพที่ 2 ก. และยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานผสม (hybird vehicle) ดังภาพที่ 2 ข.



ภาพที่ 2 ก. รถสำหรับใช้ในการเดินทางใกล้ๆ ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากแบตเตอรี่เท่านั้น
ข. ระบบพลังงานภายในรถยนต์พลังงานผสม

2.2 เทคโนโลยีด้านพลังงานในอาคารและที่พักอาศัย

2.2.1 เทคโนโลยีวัสดุ



1) การใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนหรือวัสดุที่ไม่เก็บสะสมความร้อนสร้างผนังด้านนอก เช่น การใช้คอนกรีตมวลเบาสร้างผนังหรือการทำให้ผนังมีสองชั้นโดยมีช่องว่างตรงกลาง ดังภาพที่ 3

ภาพที่ 3 อิฐกันความร้อน

2) การใช้กระจกเขียวตัดแสงสำหรับช่วยดูดซับความร้อนจากแสงแดดไม่ให้ถ่ายโอนเข้ามาภายใน หรือการใช้ฟิล์มติดบนผิวกระจกเพื่อช่วยสะท้อนรังสีความร้อนจากภายนอก ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 กระจกเขียวตัดแสง

ภาพที่ 5 การใช้วัสดุที่เป็นฉนวนกันความร้อนที่หลังคา

3) การออกแบบและสร้างหลังคาด้วยวัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน เช่น ฉนวนใยแก้ว อะลูมิเนียมฟอยล์หรือการใช้วัสดุที่ช่วยสะท้อนรังสีความร้อนอย่างอะลูมิเนียมฟอยล์ ดังภาพที่ 5

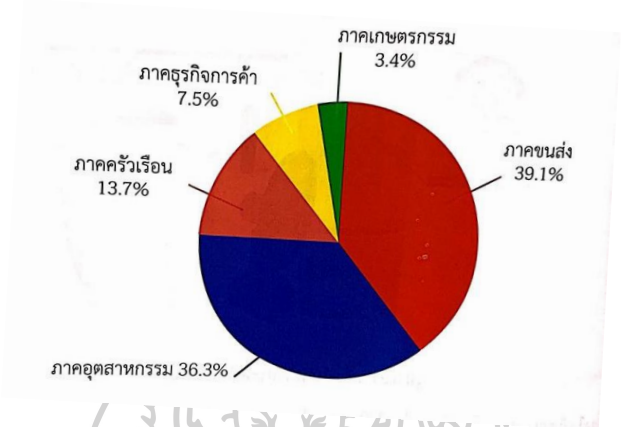
2.2.2 เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานน้อยกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบธรรมดา และทำงานได้ดีไม่แตกต่างกัน เช่น หลอดแอลอีดี เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ตู้เย็น แบบอินเวอร์เตอร์ โดยเครื่องไฟฟ้าแบบประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพในระดับดีมากจะมีเลข 5 ระบุบนฉลากของกระทวงพลังงานที่ติดไว้บนเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน

การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการประหยัดพลังงานไม่เพียงแต่ควรคำนึงถึงประสิทธิภาพการใช้งานเท่านั้น แต่ควรคำนึงถึงขนาดที่เหมาะสมและความจำเป็นต่อการใช้งานจริงด้วย เพื่อไม่ให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานในส่วนที่ไม่จำเป็น เช่น การเลือกซื้อหลอดไฟควรเลือกหลอดที่ให้แสงสว่างพอดีกับการใช้งาน หรือ การเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศควรเลือกซื้อขนาดที่พอดีกับขนาดของห้อง นอกจากนี้การติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษาที่ถูกวิธีล้วนมีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าดังนั้น จึงควรพิจารณาสิ่งเหล่านี้เพื่อใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและความคุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายที่ต้องเสีย

2.3 เทคโนโลยีด้านพลงงานในภาคอุตสาหกรรม

ภาคอุตสาหกรรม เป็นภาคที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานมากเป็นลำดับที่สอง รองจากภาคขนส่ง การประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมได้เพียงเล็กน้อยจึงสามารถช่วยลดการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศได้มาก



ภาพที่ 7 แผนภูมิวงกลมแสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานของแต่ละภาคส่วนในช่วงเดือนมกราคมถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2562 (ที่มา : กระทรวงพลังงาน)

ตัวอย่างเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพหรือลดความสูญเสียพลังงานในภาคอุตสาหกรรม เช่น

1) มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ที่มีการออกแบบและเลือกใช้วัสดุในการประกอบมอเตอร์ที่ดีขึ้นสามารถใช้งานได้ในลักษณะเดียวกับมอเตอร์มาตรฐาน แต่ลดการสูญเสียพลังงานได้ร้อยละ 25 - 30

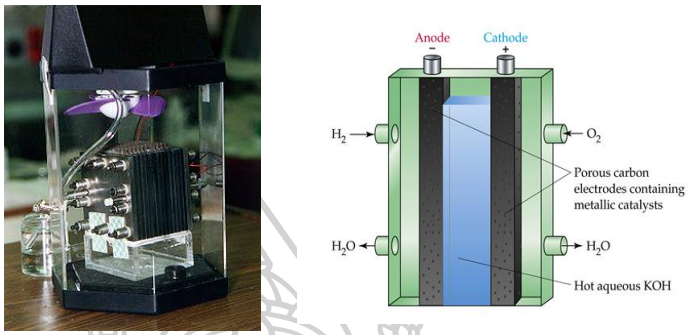
2) หลอดแอลอีดีที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงมากกว่าหลอดแบบดั้งเดิม ช่วยลดการใช้พลังงานมากกว่าร้อยละ 50 อีกทั้ง มีอายุการใช้งานนานกว่า

3) ระบบการนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ เป็นระบบที่สามารถนำความร้อนทิ้ง เช่น ไอเสียจากอุปกรณ์ที่มีการเผาไหม้ แก๊สหรือลมร้อนจากกระบวนการผลิต กลับมาใช้เพิ่มอุณหภูมิของน้ำและอากาศ เพื่อลดการใช้เชื้อเพลิงและลดอุณหภูมิของแก๊สหรือน้ำที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

4) การนำน้ำเสียหรือของเสียจากโรงงานมาหมักย่อยให้เกิดแก๊สชีวภาพ หรือเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลสำหรับการนำไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าใช้

เซลล์เชื้อเพลิง

เซลล์เชื้อเพลิงเป็นแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าคล้ายแบตเตอรี่แต่มีวิธีการและสารที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาเคมีแตกต่างกัน ตัวอย่างของเซลล์เชื้อเพลิงสาธิตขนาดเล็กดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 เซลล์เชื้อเพลิงสาธิต

การทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงต้องมีการจ่ายไฮโดรเจนเข้าไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (ที่ได้จากอากาศ) ตลอดเวลา ซึ่งแตกต่างจากแบตเตอรี่ที่มีสารเคมีพร้อมทำปฏิกิริยาอยู่ภายใน ทั้งนี้การทำปฏิกิริยาเคมีในเซลล์เชื้อเพลิงนอกจากจะให้พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้ประโยชน์ได้แล้ว ยังมีการปล่อยความร้อนและน้ำออกสู่สิ่งแวดล้อมซึ่งไม่เป็นมลพิษ เซลล์เชื้อเพลิงที่ให้พลังงานไฟฟ้ามากพอสำหรับขับเคลื่อนรถยนต์ทั่วไปมีขนาดไม่ใหญ่มาก มีน้ำหนักเบา และไม่ทำให้เกิดเสียงดัง อีกทั้งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าได้สูงถึง 75% หรือประมาณสองเท่าของเครื่องยนต์ที่ใช้ในรถยนต์ทั่วไป จึงได้มีการพยายามนำเซลล์เชื้อเพลิงมาเป็นแหล่งพลังงานสำหรับขับเคลื่อนยานพาหนะ ดังภาพที่ 9

ภาพที่ 9 ต้นแบบรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานจากเซลล์เชื้อเพลิง

ถึงแม้เซลล์เชื้อเพลิงจะมีข้อดีอยู่หลายด้าน แต่การนำเซลล์เชื้อเพลิงมาใช้ในชีวิตประจำวันยังไม่แพร่หลาย เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงขนาดที่สามารถให้พลังงานมากพอกับการใช้งานทั่วไปยังมีราคาสูงอีกทั้ง ยังมีปัญหาเรื่องการสึกกร่อนของเซลล์ และการไม่มีสถานีสำหรับเติมเชื้อเพลิงไฮโดรเจนในพื้นที่ต่าง ๆ เพียงพอ อย่างไรก็ตาม ได้มีการทำนายว่า ถ้าเทคโนโลยีด้านเซลล์เชื้อเพลิงได้รับการพัฒนามากขึ้น ไฮโดรเจนอาจเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งพลังงานหลักของการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ และระบบเศรษฐกิจจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นระบบที่ดำเนินการบนพื้นฐานของการใช้พลังงานจากไฮโดรเจน เรียกว่า **เศรษฐกิจไฮโดรเจน** (hydrogen economy) ที่มีความมั่นคงด้านพลังงานและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมของโลกอนาคต

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ใบงานที่ 3.1

เรื่อง ปัญหาคาใจ

@@

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง พลังงาน **เวลา 55 นาที**

<u>สถานการณ์ปัญหา</u>

ปัจจุบันโลกของเราประสบกับปัญหาภาวะโลกร้อน ซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากรถยนต์ การตัดไม้ทำลายป่า กระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรม ได้แก่ เครื่องทำความเย็นในตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ โฟม เป็นต้น ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งบ้านก็คือสถานที่นึงที่บุคคลในครอบครัวใช้ชีวิตอยู่ร่วมกันเป็นส่วนใหญ่ นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญและจำเป็นมากสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยในสภาวะโลกร้อนแบบนี้ การออกแบบบ้านให้ผู้อยู่อาศัยอยู่แบบมีความสุข และช่วยลดปัญหาที่จะทำให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ ก็ต้องคำนึงถึงวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาสร้าง และตัวช่วยในการทำให้บ้านประหยัดพลังงาน

<u>คำชี้แจง</u>

จากการศึกษาสถานการณ์เบื้องต้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจำลองตนเองเป็นวิศวกรออกแบบบ้านสมัยใหม่ ที่ช่วยลดภาวะโลกร้อน โดยช่วยกันคิดว่าจะนำความรู้ เรื่อง พลังงาน และความรู้ที่เกี่ยวข้อง มาออกแบบให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาเบื้องต้นได้อย่างไร และสามารถออกแบบสิ่งต่าง ๆ เพิ่มเติมได้อย่างเต็มที่ ตามความคิดของนักเรียน ให้บ้านนั้นมีความสวยงามยิ่งขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนออกแบบและสร้างโมเดลบ้านสมัยใหม่ออกมาเป็นชิ้นงานที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

ใบงานที่ 3.2

เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพลังงาน

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง พลังงาน **เวลา 55 นาที**

<u>คำชี้แจง</u> **ให้นักเรียนตอบคำถามและแสดงวิธีทำอย่างละเอียดตามกระบวนการทางฟิสิกส์**

กลุ่มที่ .....

สมาชิกกลุ่ม 1).....เลขที่.....

2).....เลขที่.....

3).....เลขที่.....

4).....เลขที่.....

5).....เลขที่.....

1. พลังงานที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา มีพลังงานอะไรบ้าง

.....

.....

.....

2. พลังงานลม หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

.....

3. พลังงานน้ำ หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

.....

4. พลังงานชีวมวล หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

5. พลังงานแสงอาทิตย์ หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

.....

6. พลังงานนิวเคลียร์ หมายถึงอะไร

.....

.....

.....

.....

7. แบตเตอรี่เปลี่ยนพลังงานชนิดใดเป็นพลังงานไฟฟ้า

.....

.....

.....

8. ให้นักเรียนยกตัวอย่างเทคโนโลยีที่ช่วยลดการถ่ายโอนความร้อนจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่ภายในอาคารหรือที่พักอาศัยมา 2 ชนิด

.....

.....

.....

9. ให้นักเรียนยกตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีด้านพลังงานในภาคอุตสาหกรรม พร้อมทั้งอธิบายว่าเทคโนโลยีนั้นช่วยแก้ปัญหาด้านพลังงานได้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

10. เซลล์เชื้อเพลิงเหมือนและแตกต่างจากแบตเตอรี่อย่างไร

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 3.3

เรื่อง ระดมความคิดพิชิตการออกแบบ

@@

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 **รายวิชา ว30101 ฟิสิกส์พื้นฐาน**

เรื่อง พลังงาน **เวลา 55 นาที**

กลุ่มที่ ....

สมาชิกกลุ่ม 1)..เลขที่..................................

2)..เลขที่..................................

3)..เลขที่..................................

4)..เลขที่..................................

5)..เลขที่..................................

1. ให้นักเรียนใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่ได้เรียน มาอธิบายสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

....

....

....

....

....

....

....

2. ให้นักเรียนระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานที่ได้จากการวิเคราะห์สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ โดยอาศัยแนวคิดทางฟิสิกส์เป็นหลัก (ระบุเป็นข้อ ๆ)

....

....

....

....

....

มหาวิทยาลัยศิลปากร

3. ร่างแบบชิ้นงานที่จะสร้าง (วาดให้ละเอียด) พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่สร้างชิ้นงานนี้ขึ้น โดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียนมา ซึ่งต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ขั้นตอนและวิธีการสร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

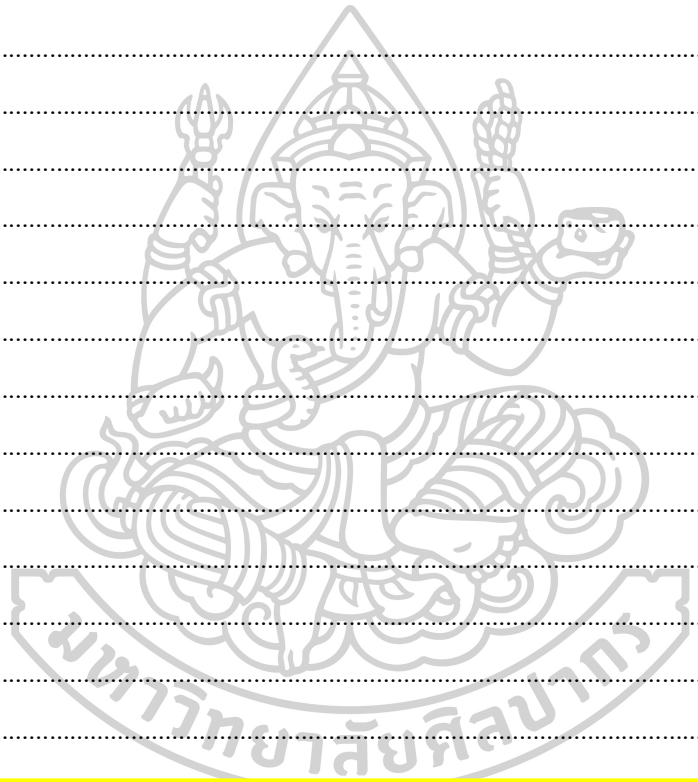
.....

.....

.....

.....

.....



5. วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หลักการประเมิน

1. การวัดและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

วัดความสามารถในการแก้ปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ ใน 5 ด้าน ได้แก่ ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย แนวคิดทางฟิสิกส์ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ กระบวนการทางฟิสิกส์ และความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา ซึ่งแบบประเมินเป็นแบบประเมินลักษณะมาตราประมาณค่า 4 ระดับ (Likert Five Rating Scales) และกำหนดเกณฑ์ในการประมาณค่าคำตอบในด้านต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	ระดับคุณภาพ			
	(ดีมาก) 4	(ดี) 3	(พอใช้) 2	(ควรปรับปรุง) 1
1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม ได้ถูกต้องมากกว่า 4 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง 3 – 4 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง 2 – 3 เหตุผล	ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์อธิบายเรื่องที่เรียนเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรมได้ถูกต้องน้อยกว่า 2 เหตุผล
2) แนวคิดทางฟิสิกส์	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 4 ข้อขึ้นไป	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 3 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 2 ข้อ	ใช้แนวคิดทางฟิสิกส์ที่ถูกต้อง วิเคราะห์ปัญหา ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 1 ข้อ

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	ระดับคุณภาพ			
	(ดีมาก) 4	(ดี) 3	(พอใช้) 2	(ควรปรับปรุง) 1
3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียนออกแบบชิ้นงาน จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 4 ข้อ ขึ้นไป	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียนออกแบบชิ้นงาน จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 3 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียนออกแบบชิ้นงาน จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ให้ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 2 ข้อ	ประยุกต์ใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ในเรื่องที่เรียนออกแบบชิ้นงาน จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนด ให้ลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ถูกต้อง 1 ข้อ
4) กระบวนการทางฟิสิกส์	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 8 - 10 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 5 - 7 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง 2 - 4 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยอาศัยกระบวนการแก้ปัญหาทางฟิสิกส์ได้ถูกต้อง น้อยกว่า 2 ข้อ
5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างมีองค์ประกอบครบ ดังนี้ 1. สามารถใช้งานได้จริง 2. มีความสวยงาม 3. ชิ้นงานแปลกใหม่ 4. ตรงตามหัวข้อและเสร็จตามเวลาที่กำหนด	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขาดไป 1 องค์ประกอบ	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขาดไป 2 องค์ประกอบ	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขาดไปมากกว่า 2 องค์ประกอบ

รายละเอียดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ ของความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
3.50 – 4.00	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับดีมาก
2.50 – 3.49	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับดี
1.50 – 2.49	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับพอใช้
1.00 – 1.49	ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

2. การวัดจิตวิทยาศาสตร์

การวัดเจตคติและการวัดจิตวิทยาศาสตร์ไม่อาจวัดได้โดยตรง แต่สามารถทำนายได้จากพฤติกรรมทางวาจาหรือทางกายอื่น ๆ โดยใช้วิธีการให้นักเรียนประเมินตนเอง ซึ่งเป็นการประเมินจิตวิทยาศาสตร์ในตัวนักเรียน โดยการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือความรู้สึกของตนเองต่อข้อความหรือสถานการณ์ที่กำหนดผ่านการตอบแบบสอบถามหรือแบบประเมินเชิงสถานการณ์ ข้อดี ของการประเมินตนเอง คือ นักเรียนสามารถตอบคำถามหรือมีการแสดงออกได้โดยอิสระ ทำให้ได้ข้อมูลความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่แท้จริงจากการรายงานตนเองของนักเรียน นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับการวัดจิตวิทยาศาสตร์ในนักเรียนกลุ่มใหญ่เนื่องจากใช้เวลาไม่มากนัก ส่วนข้อจำกัดของการประเมิน คือ การที่ผู้แปลความหมา หรือตัดสินผลไม่ได้เห็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือเห็นการแสดงออกของนักเรียนที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง ถ้าคำตอบที่นักเรียนตอบไม่ใช่คำตอบที่แท้จริงก็จะมีผลให้การแปลความหมาย หรือตัดสินการมีคุณลักษณะหรือพฤติกรรมทางจิตวิทยาศาสตร์ขาดความเที่ยงตรงได้วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ประเมินตนเอง มีดังนี้ การใช้แบบสอบถาม เป็นรูปแบบของเครื่องมือวัดจะมีลักษณะคล้ายเครื่องมือที่ใช้การสังเกต แต่ในแบบสอบถามประเมินตนเอง เป็นการสร้างข้อความหรือสถานการณ์คำถามเกี่ยวกับอารมณ์ความรู้สึกนึกคิดที่บ่งชี้พฤติกรรมที่ต้องการวัด แล้วให้ผู้ตอบพิจารณาว่าเห็นด้วย หรือไม่หรือมีความรู้สึกนึกคิดต่อข้อความหรือสถานการณ์นั้น ๆ ในระดับใด โดยแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์เป็นแบบสอบถามแบบมาตรประเมินค่า (Rating Scale) ของลิเคิร์ท มีตัวเลือก 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ โดยวัดได้จากระดับพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกถึงคุณลักษณะใน 10 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความมีเหตุมีผล 3) ความใจกว้าง 4) ความซื่อสัตย์ 5) ความพยายามมุ่งมั่น 6) ความรอบคอบ 7) ความรับผิดชอบ 8) ความร่วมมือช่วยเหลือ 9) ความสร้างสรรค์ และ 10) เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

เครื่องมือการประเมิน

แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์

ชื่อกลุ่ม.....

ชื่อกิจกรรม.....

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ เป็นเครื่องมือที่ใช้สังเกตพฤติกรรมในการปฏิบัติงาน 5 ด้าน ของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ได้แก่ 1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย 2) แนวคิดทางฟิสิกส์ 3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์ 4) กระบวนการทางฟิสิกส์ 5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา

2. แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ ใช้วัดหลังการใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยครูผู้สอนประเมินได้จากการตรวจใบงาน ใบกิจกรรมท้ายหน่วยการเรียนรู้ การนำเสนอชิ้นงาน และชิ้นงานการออกแบบ โดยจำแนกความสามารถออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

4 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับดีมาก

3 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับดี

2 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับพอใช้

1 หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์ อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาฟิสิกส์			
	(ดีมาก) 4	(ดี) 3	(พอใช้) 2	(ควรปรับปรุง) 1
1) ใช้ความรู้ในทางฟิสิกส์อธิบาย				
2) แนวคิดทางฟิสิกส์				
3) การประยุกต์ความรู้ทางฟิสิกส์				
4) กระบวนการทางฟิสิกส์				
5) ความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหา				
รวม				
ค่าเฉลี่ย/ระดับคุณภาพ				

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความคิดเห็นที่มีต่อลักษณะนิสัยของนักเรียนที่เกิดขึ้น จากการศึกษาหาความรู้ภายใต้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบ โดยวัดได้จากระดับพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกใน 10 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) ความอยากรู้อยากเห็น 2) ความมีเหตุมีผล 3) ความใจกว้าง 4) ความซื่อสัตย์ 5) ความพยายามมุ่งมั่น 6) ความรอบคอบ 7) ความรับผิดชอบ 8) ความร่วมมือช่วยเหลือ 9) ความสร้างสรรค์และ10) เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์

2. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ (Likert Five Rating Scales) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 15 ข้อ ใช้วัดหลังการจัดการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์ของตนเอง 10 คุณลักษณะ มีเกณฑ์การประเมินดังนี้

ชื่อผู้ประเมิน.....ชั้น ม.4/.....เลขที่.....

จงทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับคุณลักษณะที่นักเรียนแสดงออก โดยจำแนกระดับพฤติกรรมการแสดงออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง นักเรียนมีพฤติกรรมตามคุณลักษณะจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับน้อยที่สุด

พฤติกรรมที่แสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
- ความอยากรู้อยากเห็น					
1. นักเรียนซักถามจากครูหรือไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม เมื่อเกิดความสงสัยในเรื่องที่เรียนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำ วัน					
2. นักเรียนสนใจที่จะทดลองออกแบบชิ้นงานง่าย ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน					

พฤติกรรมที่แสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
- ความมีเหตุมีผล					
3. เมื่อนักเรียนมีหลักฐานข้อมูลยืนยันว่าความรู้เกี่ยวกับฟิสิกส์ที่เพื่อนนำเสนอไม่ถูกต้อง นักเรียนสามารถนำหลักฐานข้อมูลนั้นมาโต้แย้งได้อย่างมีเหตุผลและเป็นที่ยอมรับได้					
4. เมื่อนักเรียนได้รับข้อมูลข่าวสารใด ทางฟิสิกส์ จะทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะยอมรับและนำมาใช้เสมอ					
- ความใจกว้าง					
5. ในการสรุปผลการออกแบบชิ้นงานในกลุ่ม ถึงแม้ว่านักเรียนจะไม่เห็นด้วยแต่ก็ยอมรับผลของสมาชิกส่วนใหญ่					
6. เมื่อชิ้นงานที่นักเรียนตั้งใจและทุ่มเทออกแบบถูกตำหนิหรือโต้แย้ง นักเรียนจะไม่หมดกำลังใจ					
- ความซื่อสัตย์					
7. เมื่อครูมอบหมายให้ออกแบบชิ้นงาน นักเรียนจะไม่ออกแบบตามแบบที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ					
- ความพยายามมุ่งมั่น					
8. ถึงแม้งานออกแบบที่ทำอยู่มีโอกาสสำเร็จได้ยาก แต่นักเรียนจะยังคงมีพยายามออกแบบต่อไปให้สำเร็จ					
- ความรอบคอบ					
9. นักเรียนทำการทดลองชิ้นงานซ้ำ ๆ ก่อนที่จะสรุปผลว่าใช้งานได้					
10. นักเรียนตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนทำการสร้าต้นแบบ					

พฤติกรรมที่แสดงออก	ระดับพฤติกรรมการแสดงออก				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
- ความรับผิดชอบ					
11. เมื่อครูมอบหมายให้ห้องของนักเรียนดูแลความสะอาดห้องเรียน หลังจากทำการสร้างชิ้นงาน แม้ว่าครูจะไม่ได้เจาะจงตัวบุคคล แต่นักเรียนก็ทำตามที่ครูสั่ง					
- ความร่วมมือช่วยเหลือ					
12. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม					
- ความสร้างสรรค์					
13. เมื่อนักเรียนมีแนวคิดแตกต่างไปจากเพื่อนในกลุ่ม นักเรียนก็กล้าที่จะนำเสนอให้เพื่อนได้รับรู้					
- เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์					
14. นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอยู่เสมอ					
15. นักเรียนชอบทำกิจกรรมที่เกี่ยว ข้องกับวิทยาศาสตร์ด้วยความเต็มใจ					

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.* กรุงเทพฯ : คุรุสภาลาดพร้าว.

กรมวิชาการ. (2557). *กลับด้านชั้นเรียน (Flip Your Classroom).* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

นุชจรี กิจวรรณ. (2561). กระบวนการคิดเชิงออกแบบ : มุมมองใหม่ของระบบสุขภาพไทย. *วารสารสภาการพยาบาล,* 33(1), 5-14.

ปภิญญา ทองสมจิตร. (2556). *ระบบเทคโนโลยีขับเคลื่อนชุมชนสร้างสรรค์นวัตกรรมตามแนวทางการคิดเชิงออกแบบและการประเมินชุมชนแบบมีส่วนร่วม โดยนักพัฒนาชุมชนและนิสิตอาสา.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ. (2560). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวยด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย). มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์. (2559). *การพัฒนารูปแบบการสอน โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต.* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต). คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย วงษ์ใหญ่. (2541). โรงเรียนพัฒนากระบวนการคิด (Thinking School). *วารศาสตร์ศึกษาศาสตร์,* 21(พฤศจิกายน - ธันวาคม), 2-48.

สมาคมฟิสิกส์ไทย. (2551). เวลาเปลี่ยน..คะแนนฟิสิกส์เธอเปลี่ยน..ช่างกระไร ใครหนอใครทำ ? (ผลการเรียนฟิสิกส์ระดับมหาวิทยาลัยชั้นปีที่ 1 ในช่วงการเปลี่ยนแปลงระบบการเข้าศึกษามหาวิทยาลัย). *วารสารฟิสิกส์ไทย*, 25(3).

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564).* https://www.nesdb.go.th/ewt_dl_link.php?nid=6422. สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2562.

สิริลักษณ์ สาระชาติ. (2553). *ปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อรุณี วิริยะจิตรา และคณะ. (2555). *เหลียวหลังแลหน้า การสอนภาษาอังกฤษ.* กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์หน้าต่างสู่โลกกว้าง จำกัด.

ภาษาอังกฤษ

Carroll et al. (2010). Destination, Imagination and the Fires within : Design Thinking in a Middle School Classroom. *International Journal of Art and Design Education,* 29(1), 37-53.

Cross, N. (2011). *Design Thinking : Understanding How Designers Think and Work*. Oxford: Berg.

Schon, D. A. (1995). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Michigan: Arena.

Simon, A. (2009). *Understanding the Natural and Artificial Worlds. In H. B. Clark, D. E. (Ed.)*. Oxford: Berg.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ช

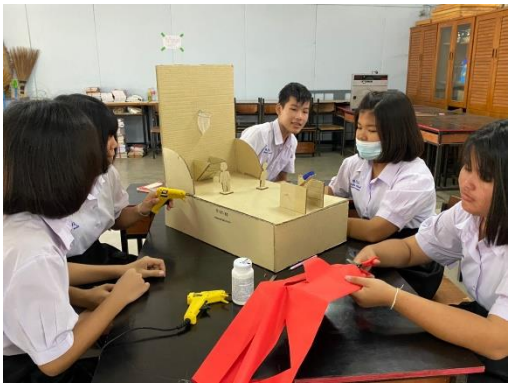
รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รูปภาพกิจกรรมการเรียนการสอน
หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การเคลื่อนที่และแรง

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาและออกแบบ

ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ



ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ

ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมินผล

มหาวิทยาลัยศิลปากร

รูปภาพกิจกรรมการเรียนการสอน
หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แรงในธรรมชาติ

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาและออกแบบ

ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ

ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ

ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมินผล

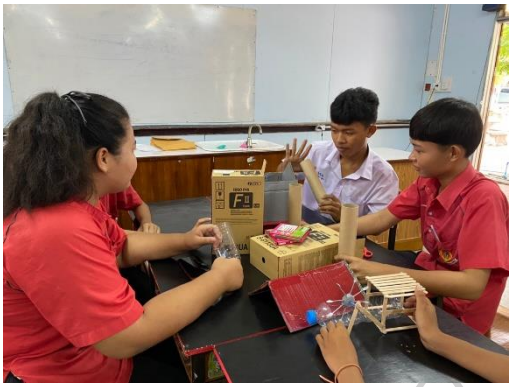
มหาวิทยาลัยศิลปากร

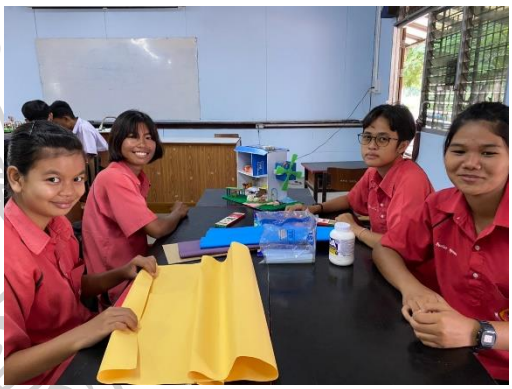
รูปภาพกิจกรรมการเรียนการสอน
หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พลังงาน

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 2 สร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาและออกแบบ

ขั้นที่ 3 สร้างต้นแบบ





ขั้นที่ 4 นำเสนอต้นแบบ

ขั้นที่ 5 สะท้อนคิดและประเมินผล

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวชุติมา พันธุมาตร์
วัน เดือน ปี เกิด	3 ธันวาคม 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดร้อยเอ็ด
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรีครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเอกฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 184 หมู่ 7 ตำบลศรีสมเด็จ อำเภอศรีสมเด็จ จังหวัดร้อยเอ็ด 45000