



การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วนรรษนันท์ เอียดเต็ม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วนรรษนันท์ เอียดเต็ม

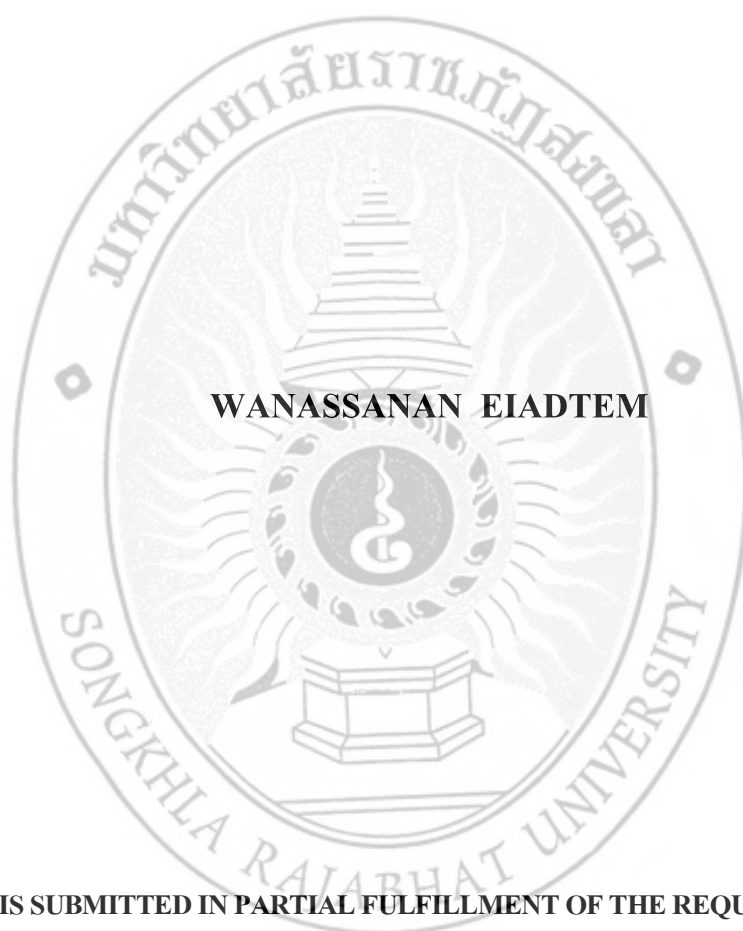
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

THESIS

**DEVELOPMENT OF E-BOOK FOR PHYSICS IN THE TOPIC OF
MECHANICAL WAVE FOR STUDENTS IN MATTAYOMSUKSA 5**



WANASSANAN EIADTEM

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION PROGRAM IN SCIENCE EDUCATION
OF GRADUATE SCHOOL SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY**

2014

COPYRIGHT OF SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ชื่อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	นางสาววรรณนันทน์ เอียดเต็ม ปีการศึกษา 2557
ปริญญา	ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.อนุมัติ เดชชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สชน เสนาสวัสดิ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 36 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล และแผนการจัดการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการทดสอบสมมติฐานด้วยค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.85/77.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล หลังเรียน ($\bar{X} = 23.14$, S.D. = 4.28) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 10.14$, S.D. = 4.03) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Thesis Title	Development of E-book for Physics in The Topic of Mechanical Wave for Students in Mattayomsuksa 5
Researcher	Miss Wanassanan Eiadtem Academic year: 2014
Degree	Master of Education Program in Science Education
Advisors	1. Dr.Anumust Deachana 2. Dr.Sathon Senasawat

Abstract

This present study aimed 1) develop a Physics E-book Chapter on Mechanical Waves for Mattayomsuksa 5 students; 2) evaluate the chapter's efficiency against the 75/75 standard; and 3) compare the learners' test scores before and after learning using the E-book chapter. Thirty-six students, selected by using cluster random sampling, were included as research subjects. They were studying in Mattayomsuksa 5 at Narasickalai School, Narathiwat Province during the 1st Semester of academic year 2015. Research instruments consisted of a Physics E-book Chapter on Mechanical Waves specifically developed for the present study, a lesson plan, and an achievement test. The statistics employed for data analysis included mean (\bar{X}), standard deviation (S.D.), and percentages. The hypothesis testing was performed using a series of t-tests. It was found that the efficiency of the E-book chapter was perceived satisfactorily, 78.85/77.13, which exceeded the expected criterion (75/75). The students' learning achievement test mean score after using the E-book chapter was found to be significantly higher ($\bar{X} = 23.14$, S.D. = 4.28) than before learning ($\bar{X} = 10.14$, S.D. = 4.03), at a statistically significant level of .01.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาช่วยเหลือและให้คำปรึกษาแนะแนวทางที่ถูกต้อง และการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องอย่างดียิ่งจาก ดร.อนุมัติ เดชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ดร.สชน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและประธานกรรมการหลักสูตร ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา จนทำให้งานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอกราบ ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบพระคุณอาจารย์ผู้สอนในทุก ๆ รายวิชา ในขณะที่ศึกษาระดับมหาบัณฑิตที่มหาวิทยาลัย ราชภัฏสงขลาทุก ๆ ท่าน ที่เป็นผู้ประสิทธิ์ ประศาสตร์ วิชาความรู้ สั่งสอน ให้ความรู้จนเกิด วิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้

ขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัยและ แนะนำให้คำปรึกษาอย่างละเอียดเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนาเครื่องมือวิจัยเป็นอย่างดี

ขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงเรียนนราสิกขาลัย จังหวัดนราธิวาส และครูอาจารย์ประจำ สาขาวิชาฟิสิกส์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกอย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิจัย และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ มัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียน นราสิกขาลัย จังหวัดนราธิวาส ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอบพระคุณ คุณพ่อสัมพันธ์ เอียดเต็ม คุณแม่วิชชุเวช เอียดเต็ม และพี่สาว นางสาวจิรันดา เอียดเต็ม รวมถึงครอบครัว “สายแก้ว” และ ครอบครัว “เอียดเต็ม” ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนทั้ง ด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ เจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาทุก ๆ คน ที่ คอยช่วยเหลือ สนับสนุน ชี้แนะและให้ความร่วมมือทุกครั้งเมื่อต้องการความช่วยเหลือ

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ที่อยู่เคียงข้างฟันฝ่าอุปสรรคต่าง ๆ มาด้วยกัน และกัลยาณมิตรต่างสาขาทุกท่าน ที่มีไมตรีจิตที่ดีต่อกันเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูคุณเวทิต์แต่ บิดามารดา บุรพาอาจารย์ ที่ให้ความรัก ความห่วงใย ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

วนรชนนท์ เอียดเต็ม

กรกฎาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(2)
กิตติกรรมประกาศ.....	(3)
สารบัญ.....	(4)
สารบัญตาราง.....	(7)
สารบัญภาพ.....	(10)
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	6
สมมติฐานการวิจัย.....	6
ขอบเขตการวิจัย.....	7
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	13
เอกสารที่เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน.....	17
เอกสารที่เกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.....	25
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนเพื่อการเรียนรู้.....	37
เอกสารที่เกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	52
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	60
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	63

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	68
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	68
แบบแผนการวิจัย.....	68
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	69
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	69
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	78
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล.....	83
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
บทที่ 5 สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	86
สรุป.....	86
อภิปรายผล.....	87
ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	91
ภาคผนวก.....	100
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	101
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	103
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	107
ภาคผนวก ง การหาคุณภาพเครื่องมือ และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	144

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก จ ตัวอย่างแผนจัดการเรียนรู้และตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	183
ภาคผนวก จ หนังสือตอบรับการนำเสนอบทความวิจัยในการประชุมระดับชาติ บทความวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติ.....	216
ประวัติผู้วิจัย.....	232



สารบัญญัตินำ

ตาราง	หน้า
1 แสดงแบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง	68
2 ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	84
3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	85
4 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล)	145
5 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล).....	145
6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวหน้า).....	146
7 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวหน้า).....	146
8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 3 การสะท้อนของคลื่น)	147
9 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 3 การสะท้อนของคลื่น)	147
10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 4 การสะท้อน).....	148
11 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 4 การสะท้อน).....	148
12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 5 การหักเห).....	149
13 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 5 การหักเห).....	149

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 6 การแทรกสอด)..... 150
15	แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 6 การแทรกสอด)..... 150
16	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 7 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง) 151
17	แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 7 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง)..... 151
18	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 8 การเลี้ยวเบน)..... 152
19	แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 8 การเลี้ยวเบน)..... 152
20	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล)..... 153
21	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวน้ำ)..... 155
22	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น)..... 157
23	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 4 เรื่องการสะท้อน)..... 159
24	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 5 เรื่องการหักเห)..... 161
25	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 6 เรื่องการแทรกสอด)..... 163

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
26	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 7 เรื่องคลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง)	165
27	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 8 การเลี้ยวเบน)	167
28	ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มย่อย (3: 3: 3)	169
29	ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาคสนาม กลุ่มตัวอย่าง 36 คน.....	170
30	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ จุดประสงค์การเรียนรู้.....	172
31	แสดงผลค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ.....	174
32	สัดส่วนของคนที่ตอบถูก (p) และสัดส่วนของคนที่ไม่ตอบผิด (q) เป็นรายชื่อของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ.....	176
33	คะแนนเพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์.....	177
34	คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้หนังสือ อิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	179
35	ผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล.....	182

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	9
2 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบสามัญ.....	20
3 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของคึกและแครี.....	23
4 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน.....	24
5 กรวยประสบการณ์ของเอดการ์ เดลและเปรียบเทียบกับลักษณะสำคัญในการเรียนรู้ ของบรุนเนอร์.....	41
6 แผนผังการดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้.....	69
7 แผนผังการดำเนินการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	71
8 แผนผังการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	76
9 ตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....	201



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 ถือเป็นยุคที่มนุษย์มีความใกล้ชิดเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศกันอย่างกว้างขวาง อาจกล่าวได้ว่าไม่มีใครไม่รู้จักเทคโนโลยีสารสนเทศที่เรียกว่า “คอมพิวเตอร์” โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนนักศึกษา ต้องยอมรับว่าปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโลกในหลาย ๆ ด้านทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคม อันนำไปสู่การปรับตัวเพื่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขันท่ามกลางกระแสโลกาภิวัตน์ ทุกประเทศทั่วโลกกำลังมุ่งสู่กระแสใหม่ของการเปลี่ยนแปลงที่เรียกว่า สังคมฐานความรู้ (Knowledge-Based Society) และเศรษฐกิจฐานความรู้ (Knowledge-Based Economy) ที่จะต้องให้ความสำคัญต่อการใช้ความรู้และนวัตกรรม (Innovation) ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทำให้ข้อมูลข่าวสารและความรู้ ซึ่งประกอบกันเป็น “สารสนเทศ” นั้น สามารถเคลื่อนไหลได้สะดวก รวดเร็ว จนสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง ตั้งแต่ระดับบุคคลขึ้นไปถึงระดับองค์กรอุตสาหกรรม ภาคสังคม ตลอดจนในระดับประเทศและระหว่างประเทศ ดังนั้นเทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นเครื่องมือที่สามารถนำประโยชน์มาสู่วงการศึกษได้อย่างเหมาะสมหากรู้จักใช้ให้เป็นประโยชน์และคุ้มค่าต่อการลงทุน (คณะกรรมการดำเนินงานโครงการหนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนในฝัน, 2548) และการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์จะทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ใหม่เพื่อพัฒนา การเรียนรู้ นับเป็นการศึกษาที่ให้ทั้งวิธีการเรียนรู้และความสุขในการเรียน (เป็รื่อง กุมุท, 2541)

สืบเนื่องจากในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 มาตรา 22 ได้กล่าวถึง การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพและมาตรา 24 ที่กล่าวถึงสถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน โดยให้ผู้สอนจัดบรรยากาศ สภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และจัดการเรียนการสอน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ

นอกจากนี้ในมาตรา 65 ยังส่งเสริมให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ความสามารถ และทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพอีกด้วย (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กล่าวในหัวข้อสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ บนพื้นฐานของหลักการและเหตุผล เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา มีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพและนักเรียนจะต้องมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ มีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2541: 6-7)

สภาพการณ์ปัจจุบันพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานหรือโอเน็ต (Ordinary National Educational Test: O-NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีค่าสถิติคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในปี พ.ศ. 2555-2557 คิดเป็นร้อยละ 33.10, 30.48 และ 32.57 ตามลำดับ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์โดยมีค่าสถิติคะแนนเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2556-2558 คิดเป็นร้อยละ 29.84, 28.29 และ 26.27 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) จะเห็นได้ว่า คะแนนผลการสอบโอเน็ต ซึ่งเป็นการสอบขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเฉพาะสาระวิชาฟิสิกส์มีผลคะแนนน้อยมากเมื่อเทียบกับ 100 คะแนน และยังคงลดลงตามลำดับในแต่ละปีการศึกษา

รายงานการดำเนินงาน โครงการวิจัยและพัฒนาการศึกษาเพื่อปฏิรูปการศึกษาสามจังหวัดชายแดนใต้ของ ลำดวน บัวหอม (2552) ได้กล่าวถึงปัญหาการเรียนการสอนที่พบมีหลายด้าน ส่วนหนึ่งมาจากปัญหาการขาดแคลนครูและบุคลากรทางการศึกษา ปัญหาการเดินทางมาปฏิบัติราชการอยู่ในพื้นที่ที่มีความเลี้ยสูง ปัญหาบุคลากรย้ายเข้าและย้ายออกจำนวนมาก สอดคล้องกับ พิเชษฐ เพียรเจริญ และอำนาจ สุคนธ์ (2554: 187) กล่าวว่า จากสถานการณ์ความไม่สงบในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนใต้ กลุ่มผู้ก่อความไม่สงบมุ่งเป้าไปยังโรงเรียนและครู เพื่อก่อสถานการณ์ความไม่สงบขึ้น เช่น เผาโรงเรียน ดักข่มทำร้ายครู เป็นต้น ทำให้ผู้บริหารโรงเรียนหรือผู้บริหารที่โรงเรียนนั้นสังกัดอยู่สั่งปิดการเรียนการสอน ส่งผลให้การสอนของครูไม่เต็มเวลาและนักเรียนก็ไม่สามารถเรียนได้เต็มเวลาเช่นกัน ทำให้การเรียนการสอนของโรงเรียนพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้มีความล่าช้าและนักเรียนมีมาตรฐานการเรียนที่ต่ำกว่าเกณฑ์ ปัญหาการศึกษาในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ในช่วงที่ผ่านมา ได้รับความสนใจจากทุกหน่วยงาน ตั้งแต่กระทรวงศึกษาธิการ หรือแม้แต่หน่วยงานด้านความมั่นคง

เนื่องด้วยเหตุผลสถานการณ์ความไม่สงบที่เกิดขึ้นในพื้นที่มาอย่างต่อเนื่องและยาวนาน มีการขยับลงไปดูการศึกษาของเยาวชนใน สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ ในช่วงที่ผ่านมาจนถึงวันนี้ พบว่ามีผลการเรียนที่อ่อนที่สุดในประเทศ และที่น่าตกใจกว่านั้น เมื่อปรากฏว่าเด็กที่จบจากในพื้นที่เมื่อได้สิทธิไปเรียนมหาวิทยาลัย เมื่อปี 2553 ถูกตัดสิทธิการเรียนเนื่องจากผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ ในชั้นปี 1 ถึง 3,000 คน (กรุงเทพมหานคร, 2554) จากคำกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนในสามจังหวัดชายแดนใต้ต้องพบกับปัญหาในการเรียนการสอนอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ความไม่สงบส่งผลให้เกิดการหยุดเรียน นักเรียนมีเวลาเรียนน้อยอาจได้รับเนื้อหาและประสบการณ์การเรียนรู้ด้านวิชาการน้อยกว่าภูมิภาคอื่น ๆ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำที่สุดในประเทศ สอดคล้องกับ เสริมศักดิ์ วิศาลภรณ์ (2552) กล่าวไว้ในข้อค้นพบจากการวิจัยและข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการจัดการศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้ด้านอุปสรรคเรื่องความปลอดภัย ปัญหาด้านความปลอดภัย ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ต่อนักเรียนทั้งทางตรง และทางอ้อม เนื่องจากผู้เรียนมีเวลาเรียนไม่เต็มเม็ดเต็มหน่วยเพราะต้องปิดโรงเรียนบ่อยครั้ง และถึงแม้ในช่วงเปิดเรียนเวลาในการจัดการเรียนการสอนก็น้อยกว่าปกติ เพราะการเดินทางไป-กลับโรงเรียนของครูอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 9.30-14.30 น. ตามที่หน่วยความปลอดภัยกำหนดให้เข้าออกจากพื้นที่

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่กล่าวไว้ข้างต้น สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องจัดเนื้อหาสาระกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดของผู้เรียน โดยเฉพาะวิชาชีพที่ผู้เรียนมีปรากฏการณ์ต่าง ๆ มากมายที่ต้องอาศัยสื่อการสอนเป็นตัวกลางที่จะช่วยอธิบายหลักการต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น เพราะการที่ผู้สอนใช้สื่ออย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงทำให้เกิดความคิดรวบยอดดีขึ้น ในเนื้อหาเกิดความรู้คงทน ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนดีขึ้นและการที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติฝึกทำผ่านสื่อส่งผลให้เกิดความเข้าใจด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมองเห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องไม่ยากเกินความเข้าใจ และทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (สาโรจน์ จ้องสละ, 2554 อ้างถึง พรณรัตน์ อภรณ์พิศาล, 2548) สอดคล้องกับทฤษฎีกรวยประสบการณ์ของเอดกา เดล ซึ่งได้แบ่งลำดับของโสตทัศนวัสดุตามประสบการณ์โดยเรียงลำดับประสบการณ์จากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ผู้เรียนจะเกิดประสบการณ์การเรียนรู้มากที่สุดเมื่อได้รับประสบการณ์ตรง รองลงมาคือประสบการณ์รองเป็นการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียน เรียนรู้จากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริง ซึ่งอาจเป็นของจำลอง หรือสถานการณ์จำลองก็ได้ (Dale, 1954) และจากหลักการเรียนการสอนตามทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเอง (Constructivism) ก็คือการจัดการศึกษาแนวหนึ่งที่เน้นตรงการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อาศัยประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน โดยครูผู้สอนเป็นผู้

จัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนที่เหมาะสม (พวงเพชร ศรีศิริพันธ์, 2552) และยังมีทฤษฎีที่สอดคล้องส่งเสริมกับทฤษฎีที่กล่าวไว้ข้างต้นอีกคือ ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructionism) มีสาระสำคัญที่ว่า ความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของครูหรือผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและสร้างขึ้น โดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้น ได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง ผู้เรียนจะเรียนรู้เองจากประสบการณ์ สิ่งแวดล้อมภายนอก แล้วนำข้อมูลเหล่านั้น กลับเข้าไปบันทึกในสมองผสมผสานกับความรู้ภายในที่มีอยู่ แล้วแสดงความรู้ออกมาสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เก่าและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา ซึ่งทั้งหมดจะอยู่ภายใต้ประสบการณ์และบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้นั่นเอง (สุรไกร หานะกุล, 2554)

ปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยในการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนในสามจังหวัดชายแดนใต้ต่ำก็คือการส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนการสอนผ่านกิจกรรมต่าง ๆ โดยสถานศึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ และหลักการทฤษฎีต่างๆ สามารถอธิบายหลักการต่าง ๆ ให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น นักเรียนสามารถเข้าใจได้โดยง่ายไม่ซับซ้อน และสามารถศึกษาทบทวนบทเรียนด้วยตนเองได้ตลอดเวลา แม้จะต้องหยุดการเรียนการสอนเนื่องจากปัจจัยความไม่สงบในสามจังหวัดชายแดนใต้ก็ตาม การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนระบบสารสนเทศ เช่น หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) หรือ คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์ (Simulation) สามารถทำเป็นสื่อการเรียนที่ตรงกับเนื้อหาในแต่ละวิชา มีแบบทดสอบถามนักเรียน นักเรียนสามารถทำและรู้คำตอบได้ทันทีเป็นการบริการเทคโนโลยีที่สามารถเข้ามาปฏิรูปการศึกษาไทยได้อย่างกว้างขวางและท้าทาย เป็นการเปิดโอกาสทางการศึกษาสำหรับทุกคนทุกสถานที่ และได้ทุกเวลา เป็นการศึกษาตลอดเวลา เพื่อต้องการให้คนเป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียนเกิดการเรียนรู้ เห็นจริงด้วยตนเอง มีเสรีภาพแห่งการเรียนรู้ (ปิยะวรรณ ประสันตสุข, 2555)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยด้านการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ของ นิกรณันท์ นิลพงษ์ (2555: บทคัดย่อ) วิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง คลื่นกล พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 76.59/75.58 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ สาคร นาจำปา (2556: บทคัดย่อ) วิจัยการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคลื่นกล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มเกม (TGT) กับเทคนิคการแบ่ง กลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD) พบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มด้วยเกม มีประสิทธิภาพ 77.62/78.07 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ และแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มสัมฤทธิ์ มี

ประสิทธิภาพ 77.02/77.78 ตามลำดับ และงานวิจัยในส่วนของพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้ เดือนเพ็ญ ภาณุรักษ์ (2553: บทคัดย่อ) เรื่องการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในโครงการศูนย์ทางไกล เพื่อพัฒนาการศึกษาและพัฒนาชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 89/85 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนิสากร แสงพงสานนท์ (2554: บทคัดย่อ) วิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 82.43/87.36 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับระดับมากที่สุด นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ กัญญาพร จันทร โสภณ (2554: บทคัดย่อ) วิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โปรแกรมการประมวลผลคำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โปรแกรมการประมวลผลคำที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.06/83.11 และนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง โปรแกรมการประมวลผลคำ ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นอกจากนี้แล้วยังมีในส่วนของงานวิจัยต่างประเทศที่สนับสนุนการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อยู่ โดยการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน Mathews et al. (2002: 97) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนา หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบการบันทึกไฟล์แบบ .exe ที่มีระบบอัจฉริยะ จากผลการวิจัย ได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีขั้นตอนที่สำคัญ ๆ และวิธีการที่เข้าใจง่าย มีคุณสมบัติในการควบคุมการป้องกันการเข้าโดยไม่ได้รับอนุญาต มีความสะดวกในการเรียนรู้ และง่ายในการเข้าใจ พบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือที่จะจัดการระบบฐานข้อมูลกับจุดเด่นที่มีลักษณะพิเศษนั้น สามารถใช้ในการสร้างหลักสูตรการเรียนรู้ที่ทันสมัยเพื่อการเรียนการสอนแบบกวดวิชาด้วยคอมพิวเตอร์ที่เฉลียวฉลาด สอดคล้องกับ Katona (2007) ได้ทำการศึกษาผลการใช้นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เนื้อหาเกี่ยวกับการฝึกทักษะด้านกีฬาพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้ศึกษาด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประสบความสำเร็จในการเรียนมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งศึกษาด้วยหนังสือปกติสอดคล้องกับ Nasser Saleh (2012: 52) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษที่มหาวิทยาลัยชิงชูด พบว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลการเรียนดีกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ

จากความสำคัญ สภาพปัญหาและการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่านักเรียนในสามจังหวัดชายแดนใต้ เป็นนักเรียนที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ความไม่สงบ ทำให้มีเวลาเรียนไม่พออันเนื่องมาจาก ความเสี่ยงในการเดินทางมาปฏิบัติราชการของข้าราชการครูในพื้นที่ หรือ ความเสี่ยงในการเดินทางมาเรียนของนักเรียนเอง ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำปัญหาดังกล่าวจึงมีความสำคัญ ควรได้รับการแก้ไขและพัฒนาโดยสถานศึกษาและสถาบันที่เกี่ยวข้องจะต้องพัฒนาสื่อ

อุปกรณ์การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ราคาถูก สะดวกต่อการใช้งาน และตรงตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้การจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาผลการวิจัยเกี่ยวกับสื่อเพื่อการเรียนการสอน พบว่าการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิตสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพเช่นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สามารถทำให้นักเรียนที่ใช้สื่อมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้ งานวิจัยนี้จึงเป็นงานวิจัยที่มุ่งเน้นการส่งเสริมการศึกษาให้นักเรียนในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ มีศักยภาพทางการศึกษาทัดเทียมภูมิภาคอื่น ๆ มุ่งเน้นการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนในพื้นที่ดังกล่าวให้สูงขึ้น โดยการแก้ปัญหาขาดเซกการขาดเรียน หรือการมีเวลาเรียนไม่พอของนักเรียนจากเหตุการณ์ความไม่สงบในสามจังหวัด โดยการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับนักเรียน เป็นสื่อการเรียนที่นักเรียนสามารถใช้ได้ที่สถานศึกษา ที่บ้าน หรือชุมชนของตนได้ทุกที่ทุกเวลา

วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

1. เพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75
2. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้ศึกษาวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ที่พัฒนาขึ้น

สมมติฐานการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75
2. นักเรียนที่ได้ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ โรงเรียนนราสิกขาลัย จังหวัดนราธิวาส จำนวน 3 ห้อง รวม 102 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนราสิกขาลัย จังหวัดนราธิวาส 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การเรียนการสอน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 8 บทเรียน ประกอบด้วย

2.1.1 บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

2.1.2 บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวหน้า

2.1.3 บทเรียนที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น

2.1.4 บทเรียนที่ 4 เรื่องการสะท้อน

2.1.5 บทเรียนที่ 5 เรื่องการหักเห

2.1.6 บทเรียนที่ 6 เรื่องการแทรกสอด

2.1.7 บทเรียนที่ 7 เรื่องคลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง

2.1.8 บทเรียนที่ 8 การเลี้ยวเบน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น

2.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ที่พัฒนาขึ้น

3. ขอบเขตด้านเนื้อหา

งานวิจัยในครั้งนี้เป็นการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสถานศึกษา พุทธศักราช 2558 โรงเรียนนราสิกขาลัย จังหวัดนราธิวาส ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาสาระจำนวน 8 บทเรียน ดังต่อไปนี้

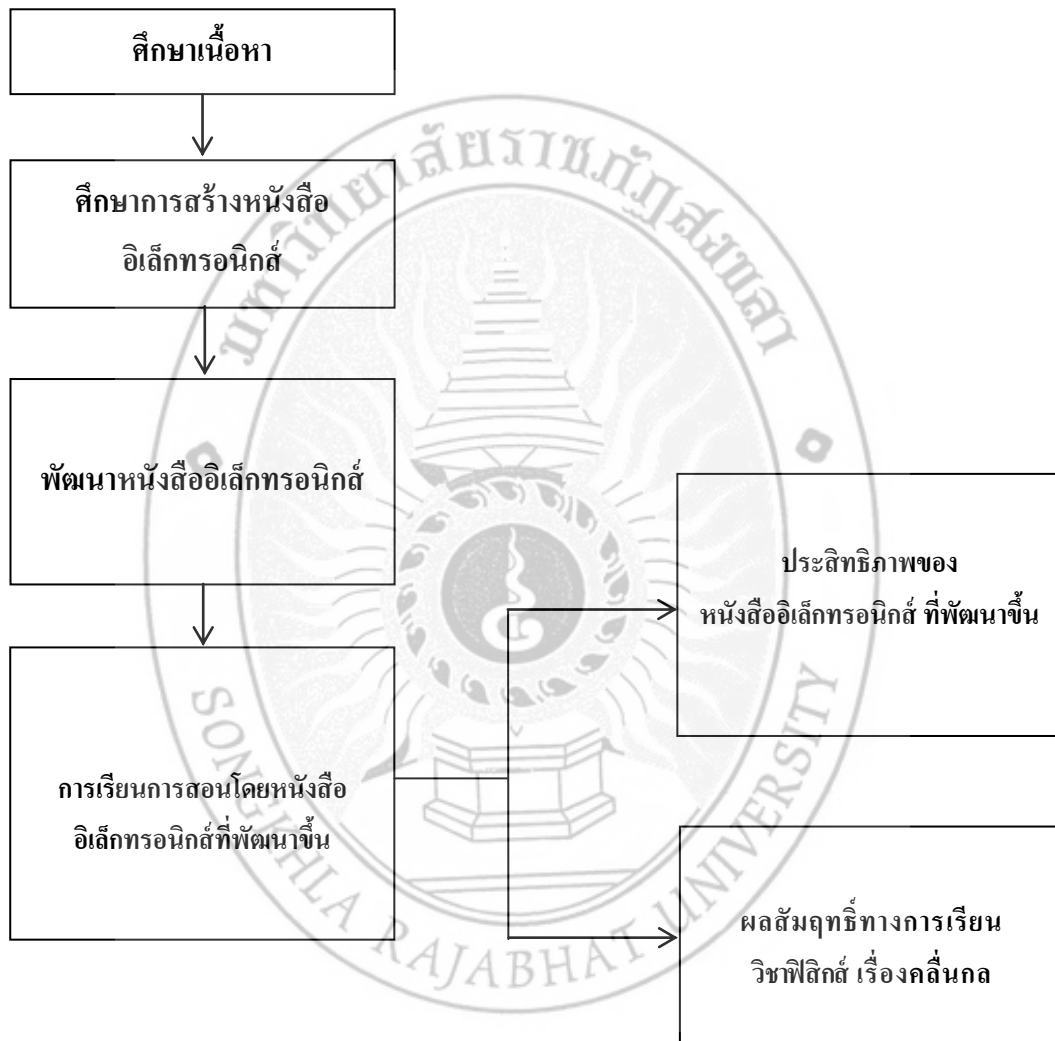
- 3.1 บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล
- 3.2 บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวน้ำ
- 3.3 บทเรียนที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น
- 3.4 บทเรียนที่ 4 เรื่องการสะท้อน
- 3.5 บทเรียนที่ 5 เรื่องการหักเห
- 3.6 บทเรียนที่ 6 เรื่องการแทรกสอด
- 3.7 บทเรียนที่ 7 เรื่องคลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง
- 3.8 บทเรียนที่ 8 การเลี้ยวเบน

4. ระยะเวลาในการทำวิจัย

ระยะเวลาในการทำวิจัย ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ระยะเวลาในการสอนทั้งสิ้น 19 คาบ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ โดยไม่รวมเวลาทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยดังนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง หนังสือที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นแฟ้มข้อมูลที่สามารถอ่านเอกสารผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทั้งในระบบออฟไลน์และออนไลน์และมีคุณลักษณะคือเป็นหนังสือที่สามารถแทรก ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว และแบบทดสอบ สามารถสั่งพิมพ์เอกสารที่ต้องการออกทางเครื่องพิมพ์ได้ข้อสำคัญ เป็นหนังสือที่สามารถปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา และนอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงไปยังส่วนต่างๆของหนังสือหรือเว็บไซต์ต่างๆ ตลอดจนมีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับผู้เรียนได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะเรียกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ว่า “อีบุ๊ก (e-book)”
2. สื่อการเรียนการสอน หมายถึง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
3. ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน หมายถึง ระดับคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น วัดได้จากอัตราส่วนคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) ต่อผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2) และสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ที่ 75/75 เนื่องจากวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกลเป็นวิชาที่มีเนื้อหาที่ค่อนข้างยากเน้นทักษะปฏิบัติ หรือคิดคำนวณชั้นสูง
4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวความคิดหลัก เรื่อง คลื่นกล ที่สามารถวัดได้จากคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบปรนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นข้อสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
5. นักเรียนกลุ่มเก่ง หมายถึง นักเรียนที่ได้เกรด 3.0, 3.5 และ 4.0 ในรายวิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
6. นักเรียนกลุ่มปานกลาง หมายถึง นักเรียนที่ได้เกรด 2.0 และ 2.5 ในรายวิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
7. นักเรียนกลุ่มอ่อน หมายถึง นักเรียนที่ได้เกรด 0.0, 1.0 และ 1.5 ในรายวิชา ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยในครั้งนี้มีประโยชน์และความสำคัญ ดังนี้

1. ได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องคลื่นกล ได้จริง
2. สามารถลดปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำอันเนื่องมาจากการไม่มีเวลาเรียนเพราะเหตุการณ์ความไม่สงบในสามจังหวัดชายแดนใต้ได้
3. เป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์หรือวิชาอื่น ๆ ต่อไป



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2546 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวดที่ 9 เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา มาตรา 64 รัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิต และพัฒนาแบบเรียนตำราเรียน หนังสือทางวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์อื่น วัสดุอุปกรณ์ และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาอื่น โดยเร่งรัดพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต จัดให้มีเงินสนับสนุนในการผลิตและมีการให้แรงจูงใจแก่ผู้ผลิต และพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา และมาตราที่ 65 ก็ยังมีใจความสำคัญให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ความสามารถและทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้เลือกที่จะพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
2. เอกสารที่เกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน
 - 2.1 ความรู้พื้นฐานการออกแบบการเรียนการสอน
 - 2.2 หลักการพื้นฐานในการออกแบบการเรียนการสอน
 - 2.3 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน
3. เอกสารที่เกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 3.1 ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructionism)
 - 3.2 ทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเอง (Constructivism)
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนเพื่อการเรียนรู้
 - 4.1 ความหมายของสื่อการสอน
 - 4.2 การจำแนกสื่อการสอน
 - 4.2.1 เดอ คีฟเฟอร์ (De Kieffer)
 - 4.2.2 อีลี (Ely)
 - 4.2.3 เอดการ์ เดล (Cone of Experience)
 - 4.3 การออกแบบสื่อการเรียนการสอน
 - 4.4 ประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอน
5. เอกสารที่เกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยภายในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

เพื่อให้งานวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จึงต้องมีการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในส่วนของ หลักการ จุดมุ่งหมาย สมรรถนะสำคัญและสื่อการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 4) มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 1.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดมุ่งหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมาย สำหรับพัฒนาเด็กและ เยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 1.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ
- 1.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
- 1.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
- 1.5 เป็นหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 1.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

2. จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 5) มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ไว้ดังนี้

- 2.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง
- 2.2 มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 2.3 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
- 2.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
- 2.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 6-7) มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

3.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

3.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้

ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

3.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตเป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

3.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

4. สื่อการเรียนรู้

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 27) ได้กล่าวถึงสื่อการเรียนรู้ไว้ว่าสื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนรู้มีหลากหลายประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และเครือข่ายการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการและลีลาการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน

ในการจัดหาสื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาขึ้นเองหรือปรับปรุงเลือกใช้อย่างมีคุณภาพจากสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัว เพื่อนำมาใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมและสื่อสารให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาควรจัดให้มีอย่างพอเพียง เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้มีหน้าที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรดำเนินการดังนี้

4.1 จัดให้มีแหล่งการเรียนรู้ ศูนย์สื่อการเรียนรู้ ระบบสารสนเทศการเรียนรู้ และเครือข่ายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพทั้งในสถานศึกษาและในชุมชน เพื่อการศึกษาค้นคว้าและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ระหว่างสถานศึกษา ท้องถิ่น ชุมชน สังคมโลก

4.2 จัดทำและจัดหาสื่อการเรียนรู้สำหรับการศึกษาค้นคว้าของผู้เรียน เสริมความรู้ให้ผู้สอนรวมทั้งจัดหาสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้

4.3 เลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ มีความเหมาะสม มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ ธรรมชาติของสาระการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน

4.4 ประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ที่เลือกใช้อย่างเป็นระบบ

4.5 ศึกษาค้นคว้าวิจัยเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

4.6 จัดให้มีการกำกับติดตามประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพเกี่ยวกับสื่อและการใช้สื่อการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ และสม่ำเสมอ

ในการจัดทำ การเลือกใช้ และการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในสถานศึกษาควรคำนึงถึงหลักการสำคัญของสื่อการเรียนรู้ เช่น ความสอดคล้องกับหลักสูตร วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เนื้อหาที่มีความถูกต้องและทันสมัย ไม่กระทบความมั่นคงของชาติ ไม่ขัดต่อศีลธรรม มีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง รูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานนั้น คือการเรียนการสอนจะต้องยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ เกิดสมรรถนะ ทั้ง 5 ด้าน คือความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตและความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานก็ให้ความสำคัญกับสื่อการเรียนรู้ว่าเป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

นอกจากเรื่องของการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาแล้วงานวิจัยในครั้งนี้เรายังต้องศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของเอกสารที่เกี่ยวกับการออกแบบและการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งมีเนื้อหารายละเอียดทั้งในส่วนหลักการพื้นฐานในการออกแบบการเรียนการสอน ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หลักการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ทฤษฎีการสอน การวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอน ศึกษาเอกสารดังกล่าวเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัยเรื่องการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เสริมคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์วิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยในครั้งนี้จะช่วยส่งเสริมกระบวนการเรียนการสอนให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา มีความสุขในการเรียนและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน

สมจิต จันทรฉาย (2557:1) กล่าวว่า คุณภาพของนักเรียนเป็นผลที่เกิดจากคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนของคุณ คุณภาพของการจัดการเรียนการสอนมาจากความสามารถในการออกแบบการเรียนการสอนและการนำแผนการเรียนการสอนที่ออกแบบไว้ดีแล้วไปใช้กับนักเรียน การจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งหวังผลการเรียนรู้จึงมิใช่ สิ่งที่เกิดขึ้นตามยถากรรมหรือ โดยความบังเอิญ แต่ต้องอาศัยการออกแบบการเรียนการสอนเป็นอย่างดี การออกแบบการเรียนการสอนจึงเป็นสมรรถภาพที่สำคัญของผู้ประกอบวิชาชีพครู

1. ความรู้พื้นฐานการออกแบบการเรียนการสอน

ความหมายของการออกแบบการเรียนการสอน นักการศึกษาด้านการออกแบบการเรียนการสอนได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Dick และ Carey (1985: 4 อ้างถึงใน สมจิต จันทรฉาย, 2557: 6) ให้ความหมาย การออกแบบการเรียนการสอน คือกระบวนการวางแผนการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนการสอนที่ต้องการ โดยตอบคำถามให้ได้ว่าจะสอนอะไรและสอนอย่างไรจึงจะบรรลุเป้าหมาย และจะทราบได้อย่างไรว่าบรรลุเป้าหมายแล้ว

Seels และ Glasgow (1990: 5 อ้างถึงใน สมจิต จันทรฉาย, 2557: 7) ให้ความหมาย การออกแบบการเรียนการสอน คือกระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบที่นำเอาทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎี การสอนมาทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ

Smith และ Ragan (1999: 2 อ้างถึงใน สมจิต จันทรฉาย, 2557: 7) ให้ความหมาย การออกแบบการเรียนการสอนคือ กระบวนการที่เป็นระบบในการนำหลักการเรียนรู้และหลักการสอนไปวางแผน สื่อ วัสดุ อุปกรณ์การเรียนการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

จากแนวคิดของนักศึกษาดังกล่าว สรุปได้ว่า การออกแบบการเรียนการสอนมีลักษณะที่สำคัญ คือ เป็นกระบวนการที่เป็นระบบที่นำมาใช้ในการศึกษาความต้องการของผู้เรียนและปัญหาการเรียนการสอนเพื่อแสวงหาแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอน ซึ่งอาจเป็นการปรับปรุงสิ่งที่มียู่หรือสร้างสิ่งใหม่โดยนำหลักการเรียนรู้และหลักการสอนมาใช้ในการดำเนินการเป้าหมายของการออกแบบการเรียนการสอนคือการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนนั่นเอง

มนชัย เทียนทอง (2548: 95) ได้กล่าวว่า การออกแบบระบบการสอน (ISD: Instructional System Design หรือ ID: Instructional Design) หมายถึง การจัดระบบการสอนอย่างมีระบบ โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งรวบรวมองค์ประกอบและปัจจัยต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่กระบวนการ

ตัดสินใจออกแบบระบบ แล้วจึงทำการทดลองและปรับปรุงแก้ไขจนได้ผล เป็นการนำไปสู่ความสำเร็จของการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ กระบวนการออกแบบระบบการสอน จะประกอบไปด้วยหลักฐานพื้นฐาน 4 ส่วน ดังต่อไปนี้ 1) วัตถุประสงค์ เป็นส่วนกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของผู้เรียน 2) ผู้เรียน โดยพิจารณาคุณสมบัติของผู้เรียนเพื่อการออกแบบระบบการสอนให้เหมาะสม 3) วิธีการและกิจกรรม กำหนดวิธีการและกำหนดกิจกรรมในกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ 4) การวัดและประเมินผล เป็นการกำหนดวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์

2. หลักการพื้นฐานในการออกแบบการเรียนการสอน

ในการออกแบบการเรียนการสอน มีหลักการพื้นฐานที่ผู้ออกแบบการเรียนการสอนควรคำนึงถึงเพื่อช่วยให้ การออกแบบการเรียนการสอนมีคุณภาพ ดังนี้ (Gagné, Wager, Golas, and Keller, 2005: 2-3; Smith and Ragan, 1999: 18 อ้างถึงใน สมจิต จันทรฉาย, 2557: 8)

2.1 คำนึงถึงผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นเป้าหมายสำคัญ การออกแบบการเรียนการสอนมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ มากกว่ากระบวนการสอน ผู้ออกแบบการเรียนการสอนจะต้องพิจารณาผลการเรียนรู้อย่างชัดเจน เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับการเลือกกระบวนการเรียน การสอน กิจกรรมการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 คำนึงถึงปัจจัยที่ ส่งผลต่อการเรียนรู้ ได้แก่ การอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เวลาที่ใช้ คุณภาพการสอน เจตคติและความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน ปัจจัยเหล่านี้ควรนำมาพิจารณาในการออกแบบการเรียนการสอน

2.3 รู้จักประยุกต์ใช้หลักการเรียนการสอน วิธีสอน รูปแบบการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับระดับวัยของผู้เรียนและ เนื้อหาสาระ เพื่อให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ และมีส่วนร่วมทั้งทางด้านร่างกาย สติปัญญาและจิตใจในกิจกรรมการเรียนการสอน

2.4 ใช้วิธีการและสื่อที่หลากหลาย ผู้ออกแบบการเรียนการสอนควรเลือกใช้สื่อที่ช่วยให้ การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น

2.5 มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง การเรียนการสอนที่มีคุณภาพควรได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เริ่มจากการวางแผน การนำไปทดลองใช้ จริง และนำผลการทดลองและข้อเสนอแนะจากผู้เรียน มาปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีคุณภาพมากขึ้น การพัฒนาอย่างต่อเนื่องเช่นนี้จะทำให้การเรียนการสอนมีคุณภาพ

2.6 มีการประเมินผลครอบคลุมทั้งกระบวนการเรียนการสอนและการประเมินผลผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อนำผลการประเมินไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และน่าสนใจมากขึ้น การประเมินผลผู้เรียนไม่ควรมีจุดมุ่งหมายเพียงเพื่อทราบผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ควรให้ได้ข้อมูลที่น่าไปพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้

2.7 องค์ประกอบการเรียนการสอนมีความสัมพันธ์กัน องค์ประกอบการเรียนการสอน เช่น จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล ควรมีความ สัมพันธ์ สอดคล้องกัน และเหมาะสมกับผู้เรียนและบริบทการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ต้องการหลักการพื้นฐานในการออกแบบการเรียนการสอนที่นำมากล่าวข้างต้นนี้เป็นแนวทาง ทัวไป สำหรับนักออกแบบการเรียนการสอนที่เริ่มต้นการทำงานในด้านนี้ได้นำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม กับสภาพและบริบทการเรียนการสอน

3. รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน

การเรียนการสอนจะใช้รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือหรือ แนวทางในการปฏิบัติงานเพื่ออธิบายองค์ประกอบของการทำงานหรือความสัมพันธ์ของ องค์ประกอบเหล่านั้นให้ผู้ที่เกี่ยวข้องหรือทีมงานมีความเข้าใจขั้นตอนกระบวนการทำงานและใช้ ตรวจสอบการดำเนินงานในที่นี้จะขอกกล่าวถึงรูปแบบการออกแบบการสอนแบบสามัญและรูปแบบ การออกแบบการเรียนการสอนของดิกและแคร์ ดังนี้

3.1 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบสามัญ รูปแบบนี้พัฒนาจากแนวคิด ของเมเจอร์ (Mager, 1975: 2) ที่ได้ตั้งคำถามพื้นฐานสำหรับนักออกแบบการเรียนการสอนที่จะต้องหา คำตอบ ดังนี้

3.1.1 เรากำลังจะไปไหน (อะไรคือเป้าหมายของการเรียนการสอน)

3.1.2 เราจะบรรลุเป้าหมายได้อย่างไร (อะไรคือกลยุทธ์และสื่อกลาง)

3.1.3 เราจะรู้ได้อย่างไรว่าบรรลุเป้าหมายแล้ว (เครื่องมือการประเมินเป็นอย่างไร เราจะประเมินและปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์การสอนอย่างไร)

จากคำถามข้างต้นนำมากำหนดเป็นกิจกรรมที่จะต้องปฏิบัติ ในกระบวนการออกแบบ การเรียนการสอน เป็น 3 ขั้นตอน ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์การเรียนการสอน เพื่อกำหนดเป้าหมายที่จะไป สิ่งที่คุณประเมินควร วิเคราะห์ ได้แก่ สภาพแวดล้อมหรือบริบทในการเรียนรู้ (learning contexts) ตัวผู้เรียน (learner) และภาระงาน (learning task) หรือสิ่งที่คุณผู้เรียนควรรู้และควรทำได้

ขั้นที่ 2 การออกแบบการเรียนการสอน เพื่อตอบคำถามว่าเราจะไปถึงเป้าหมายได้อย่างไรขั้นนี้เป็นขั้นที่ผู้ออกแบบการเรียนการสอนจะต้องพิจารณาถึงสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ใช้สร้างประสบการณ์ให้กับผู้เรียน นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงการลำดับก่อนหลังของการนำเสนอกิจกรรมและการบริหารชั้นเรียน เช่น จะจัดให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างไร เช่น การเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย หรือการเรียนเป็นรายบุคคล เป็นต้น ขั้นนี้จึงเป็นขั้นที่ผู้ออกแบบต้องพิจารณาว่าจะดำเนินการเรียนการสอนอย่างไร

ขั้นที่ 3 การประเมินผลการเรียนการสอน เพื่อตอบคำถามว่าจะรู้ได้อย่างไรว่าไปถึงเป้าหมายแล้วขั้นนี้เป็นการประเมินทั้งการเรียนการสอนและผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น การประเมินผลสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือการประเมินระหว่างดำเนินการหรือการประเมินความก้าวหน้า (formative evaluation) และการประเมินผลสรุป (summative evaluation) คือ การประเมินหลังเสร็จสิ้นการดำเนินการ การประเมินความก้าวหน้ามีจุดมุ่งหมายเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงการเรียนการสอน ส่วนการประเมินผลสรุปมีจุดมุ่งหมายเพื่อตัดสินผลการดำเนินการและตัดสินผลการเรียนรู้ว่าได้บรรลุเป้าหมายอย่างไร ขั้นตอนการดำเนินการทั้งสามมีความสัมพันธ์ดังแสดงในภาพที่ 2 ดังนี้



ภาพ 2 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบสามัญ

ที่มา: Smith & Ragan (1999: 11 อ้างถึงใน สมจิต จันทรฉาย, 2557)

รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนแบบสามัญนี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ในระดับการศึกษาต่าง ๆ ทั้งในระดับโรงเรียนและระดับท้องถิ่น และการออกแบบการฝึกอบรมในภาคธุรกิจ จึงเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง

3.2 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของดิกและแคร์ ได้เสนอขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน และเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง

เพราะมีขั้นตอนที่แน่นอน ชัดเจน ในการออกแบบการเรียนการสอนตามรูปแบบของคิดและแคร์ มี 10 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ประเมินความต้องการเพื่อใช้ในการกำหนดเป้าหมาย ขั้นตอนแรกของการออกแบบการเรียนการสอนคือการพิจารณาเป้าหมายของการเรียนรู้ ว่าต้องการให้ผู้เรียนทำอะไรได้ ภายหลังจากที่ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้นแล้ว การกำหนดเป้าหมาย การเรียนรู้ สามารถนำข้อมูลจากการประเมินความต้องการของผู้เรียน ปัญหาในการเรียนรู้ของผู้เรียน ข้อมูลจากผู้ทำงานในด้านที่เรียนมาและการวิเคราะห์บทเรียนใหม่ที่ต้องการให้ ผู้เรียนมีความรู้และทักษะในด้านใด

3.2.2 วิเคราะห์การเรียนการสอน ในขั้นตอนนี้ครูต้องพิจารณาถึงลำดับขั้นตอนการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนบรรลุ เป้าหมายการเรียนรู้ ที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงพิจารณาว่าทักษะความรู้และเจตคติ ซึ่งเป็นพฤติกรรมพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในการเรียนคืออะไร

3.2.3 วิเคราะห์ผู้เรียนและบริบทการเรียนรู้ นอกจากการวิเคราะห์เป้าหมายในการเรียนรู้แล้วสิ่งที่จะต้องวิเคราะห์ คือ ผู้เรียน ได้แก่ ทักษะ ความชอบ และ เจตคติของผู้เรียน และสภาพของสิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอน และการนำทักษะที่เรียนไปใช้ ข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์ต่อการสร้างยุทธศาสตร์การสอน

3.2.4 เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์การเรียนการสอน การวิเคราะห์ผู้เรียน และบริบทการเรียนรู้ จะนำมาใช้ในการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ซึ่งเป็นข้อความที่ต้องเขียนอย่างชัดเจนว่าภายหลังที่ ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนการสอนแล้ว ผู้เรียนต้องมีทักษะใด เงื่อนไขในการแสดงทักษะเป็นอย่างไร และระบุเกณฑ์ ของการปฏิบัติที่วัดความสำเร็จของผู้เรียนเป็นอย่างไร

3.2.5 พัฒนาเครื่องมือในการ ประเมินผล การประเมินความสามารถในการปฏิบัติของผู้เรียนหลังจากได้ รับการจัดการเรียนการสอนในบทเรียนแล้ว จะต้องเป็นการประเมินตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ได้กำหนดไว้ เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลต้องวัดการปฏิบัติของผู้เรียนได้

3.2.6 พัฒนากลยุทธ์การเรียนการสอน จากข้อมูลทั้ง 5 ขั้นตอน ดังกล่าวข้างต้น นำไปใช้ในการกำหนดขั้นตอนในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุจุดประสงค์ ปลายทางที่ตั้งไว้ ขั้นตอนการเรียนการสอนโดยทั่วไป ประกอบด้วย กิจกรรมก่อนการเรียน การนำเสนอข้อมูล การฝึกฝนและ ให้ข้อมูลย้อนกลับ การทำแบบทดสอบและกิจกรรมหลังการเรียน การสร้างกลยุทธ์การเรียนการสอนอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ งานวิจัยด้านการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน เนื้อหาที่เรียน และลักษณะของผู้เรียน ข้อมูลเหล่านี้นำมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน และการสร้างปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนในการเรียนรู้

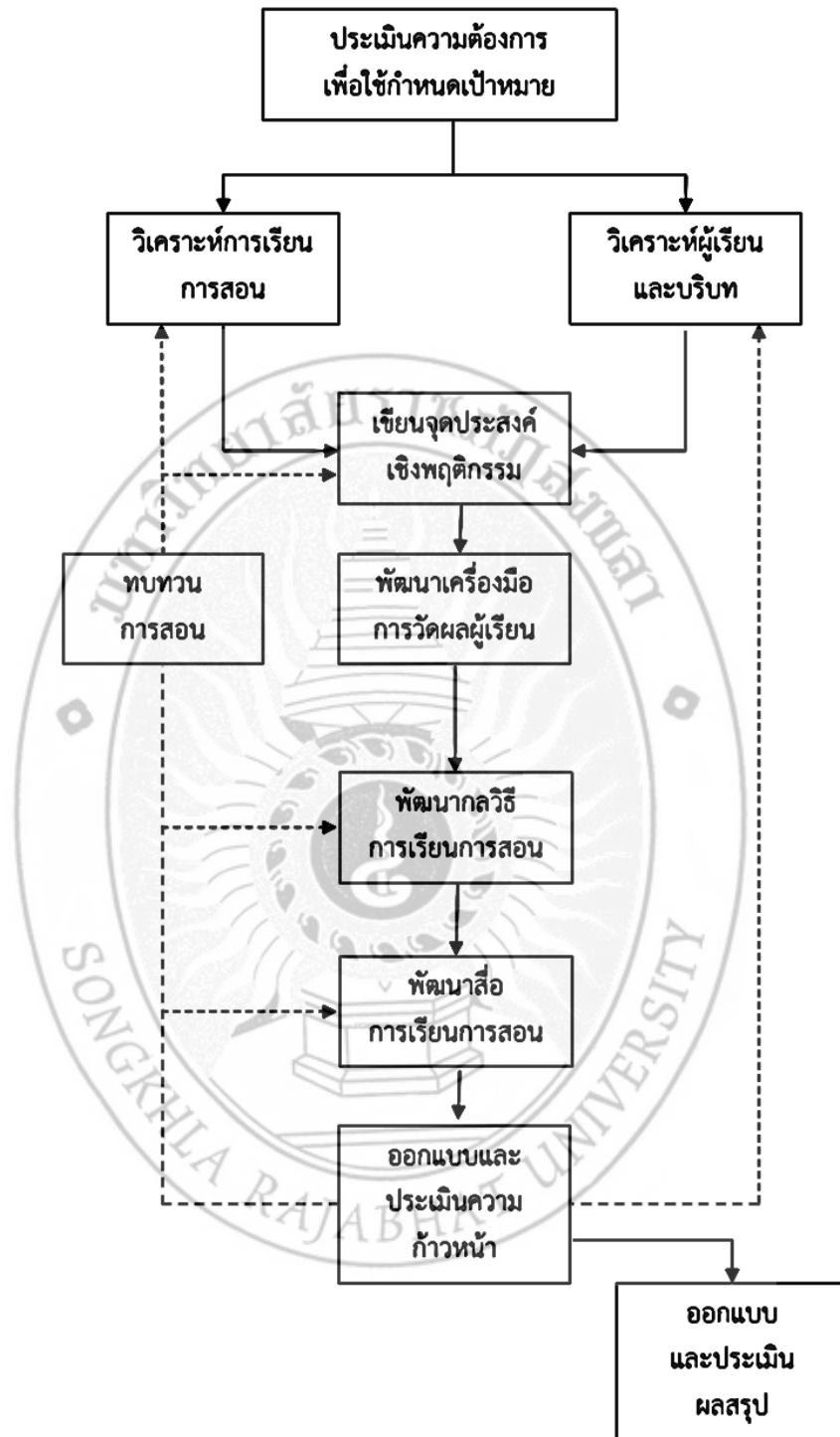
3.2.7 พัฒนาและเลือกสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ การเรียนการสอน ในขั้นนี้ครูจะใช้กลยุทธ์ การเรียนการสอนเป็นแนวทาง ในการจัดการเรียนการสอน และสื่อการเรียนการสอนที่รวมถึง สื่อ การเรียนรู้ของผู้เรียนและสื่อที่ครูใช้ในการสอน เช่น ใบงาน ชุดการเรียน เครื่องฉายสไลด์ วีดีโอเทปและสื่อที่ ใช้ผ่านคอมพิวเตอร์ การที่ครูจะตัดสินใจว่าควรพัฒนาสื่อการเรียน การสอน ใหม่หรือไม่ ขึ้นอยู่กับประเภทของบทเรียน สื่อการเรียนการสอนที่มีอยู่แล้ว และทรัพยากรที่หาได้ ในโรงเรียน

3.2.8 ออกแบบและประเมินความก้าวหน้า หมายถึงการประเมินในระหว่างการเรียน การสอน มีจุดประสงค์เพื่อรวบรวมข้อมูล ไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน การประเมิน ความก้าวหน้า แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ การประเมินผู้เรียนเป็นรายบุคคล แบบตัวต่อตัว การประเมิน ผู้เรียนเป็นกลุ่มย่อยและการประเมินภาคสนาม แต่ละวิธีทำให้ได้ข้อมูลที่นำไปใช้ในการพัฒนาการเรียน การสอนเป็นลำดับ

3.2.9 การปรับปรุงการสอน ข้อมูลจากการประเมิน ความก้าวหน้า นำมาใช้ประโยชน์ ในการปรับปรุงการเรียนการสอน ข้อมูลเหล่านี้ ทำให้ทราบอุปสรรคของผู้เรียนที่ประสบในระหว่าง การเรียนซึ่งทำให้ผู้เรียนไม่สามารถบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ได้ นอกจากนำข้อมูลจาก การประเมินมาปรับปรุงการเรียนการสอนแล้ว ข้อมูลดังกล่าวยังช่วยในการตรวจสอบความถูกต้อง ของการวิเคราะห์พฤติกรรมและคุณลักษณะของผู้เรียนที่จำเป็นต้องมีก่อนเริ่ม การเรียนอีกด้วย ซึ่ง นำไปสู่การปรับปรุงจุดประสงค์การเรียนรู้ เชิงปฏิบัติให้มีความเหมาะสมมากขึ้นทำให้การเรียน การสอนมีประสิทธิภาพ

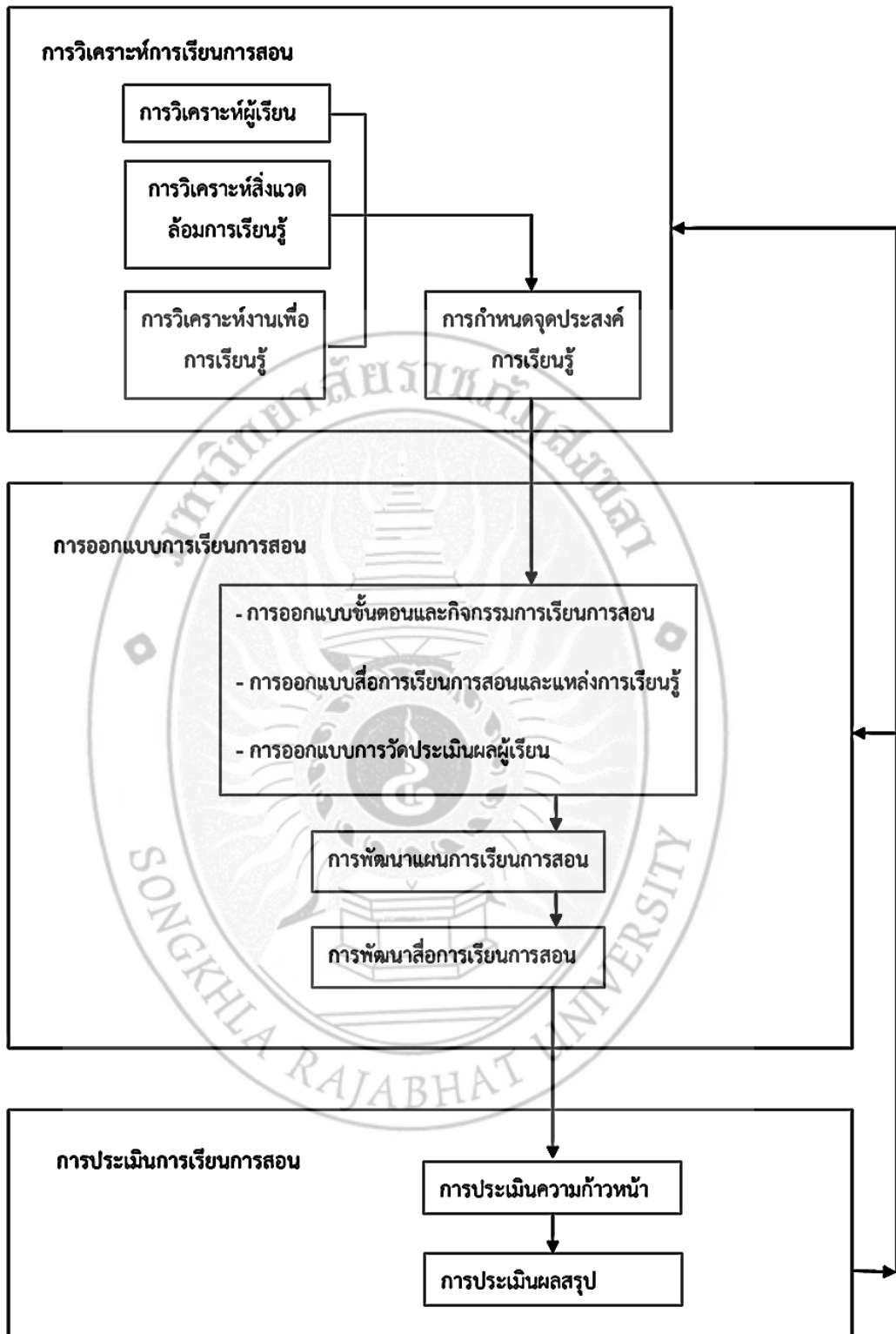
3.2.10 การประเมินผลสรุป หมายถึงการประเมินภายหลังสิ้นสุดการเรียนการสอนซึ่ง เป็นการประเมินประสิทธิภาพและคุณภาพโดยรวมของการเรียนการสอนทั้งหมด การประเมินผล สรุปไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการออกแบบการสอน ขั้นตอนการออกแบบการเรียนการสอน จะสิ้นสุดเมื่อได้มีการพัฒนาปรับปรุงจากผลการประเมินความก้าวหน้า โดยทั่วไปการประเมิน ผลสรุปนี้ มักเป็นการประเมินจากผู้ประเมินอิสระจากภายนอก ไม่เกี่ยวข้องกับผู้ออกแบบการเรียน การสอน

องค์ประกอบของกิจกรรมทั้ง 10 ประการ มีความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบในเชิงเส้นตรง ดังแสดงในภาพที่ 3 และในเอกสารงานวิจัยฉบับนี้จะนำรูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนสามัญ และรูปแบบการเรียนการสอนของดิกและแคร์ มาผสมผสานดังแสดงในภาพที่ 4 (สมจิต จันทรฉาย, 2557: 17) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอน ในงานวิจัยต่อไป



ภาพ 3 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอนของคิกและแคร์รี

ที่มา: ดัดแปลงจาก Dick, Carey, & Carey (2001: 2-3 อ้างถึงใน สมจิต จันทร์ฉาย, 2557)



ภาพ 4 รูปแบบการออกแบบการเรียนการสอน

ที่มา: สมจิต จันทรฉาย (2557: 17)

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1. ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructionism)

1.1 Constructionism คืออะไร

Constructionism เป็นทฤษฎีทางการศึกษาที่พัฒนาขึ้นโดย Professor Seymour Papert แห่ง M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) ทฤษฎี Constructionism หรือทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สุไรกร หานะกุล , 2554) ได้กล่าวถึงทฤษฎี Constructionism ไว้ดังนี้

ทฤษฎี Constructionism มีสาระสำคัญที่ว่า ความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของครูหรือผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by doing) นอกจากนั้นมองถึงการพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนรู้ซึ่งจะมีมากกว่าการได้ลงมือปฏิบัติสิ่งใดสิ่งหนึ่งเท่านั้น แต่ยังรวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในตัวของผู้เรียนเอง ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมภายนอกหมายความว่า ผู้เรียนจะสามารถเก็บข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมภายนอกและเก็บเข้าไปเป็นโครงสร้างของความรู้ภายในสมองของตนเอง ขณะเดียวกันก็สามารถเอาความรู้ภายในที่ตนเองมีอยู่แล้วแสดงออกมาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมภายนอกได้ ซึ่งจะเกิดเป็นวงจรต่อไปเรื่อย ๆ ได้ คือ ผู้เรียนจะเรียนรู้เองจากประสบการณ์ สิ่งแวดล้อมภายนอก แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นกลับเข้าไปบันทึกในสมองผสมผสานกับความรู้ภายในที่มีอยู่ แล้วแสดงความรู้ออกมาสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ดังนั้นในการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจะได้ผลดีถ้าหากว่าผู้เรียนเข้าใจในตนเอง มองเห็นความสำคัญในสิ่งที่เรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เก่า (รู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไรบ้าง) และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา ซึ่งทั้งหมดจะอยู่ภายใต้ประสบการณ์และบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้นั่นเอง

ซีมัวร์ เพปเพิร์ต (Seymour Papert) ได้ให้ความเห็นว่า ทฤษฎีการศึกษาการเรียนรู้ ที่มีพื้นฐานอยู่บนกระบวนการการสร้าง 2 กระบวนการด้วยกัน สิ่งแรก คือ ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นด้วยตนเอง ไม่ใช่รับแต่ข้อมูลที่หลั่งไหลเข้ามาในสมองของผู้เรียนเท่านั้น โดยความรู้จะเกิดขึ้นจากการแปลความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ สิ่งที่สอง คือ กระบวนการการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด หากกระบวนการนั้นมีความหมายกับผู้เรียนคนนั้น

การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อได้รับประสบการณ์ตรงหรือลงมือทำด้วยตนเอง ได้มีส่วนร่วมในการสร้างที่มีความหมายกับตนเอง ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงผสมผสานความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา การลงมือทำด้วยตนเอง โดยการได้ทำสิ่งที่ตนเองชอบหรือสนใจ ซึ่งในขณะที่ทำสิ่งที่ตนเองสนใจหรือชอบก็จะได้รับความรู้

จากกระบวนการที่ทำไปพร้อมๆกัน จากสาระสำคัญดังกล่าว เมื่อเราสังเกตตัวเองขณะที่เข้าร่วมอบรม จะเห็นว่ามีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ตามทฤษฎี Constructionism กล่าวคือ เราได้เรียนรู้โดยการลงมือทำด้วยตนเอง เราทำสิ่งที่เราสนใจอยากจะทำและทำในสิ่งที่เราเป็นผู้คิดเองว่าจะทำอะไร (ไม่มีใครบังคับ) ในขณะที่ทำเราก็จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่เป็นความรู้ไปพร้อมๆกันเราได้จัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางที่เหมาะสมของเราเอง เราเกิดความใส่ใจกับงานของเรา เกิดความสุขในการทำงาน เกิดความภาคภูมิใจเมื่อทำสำเร็จในการทำสิ่งต่าง ๆ ที่เราคิดเอง แม้บางครั้งเมื่อเกิดปัญหาขึ้นเราก็จะพยายามหาวิธีการแก้ไขปัญหาคตามแนวทางที่เราถนัดและเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับตัวเราเอง สังเกตว่าในขณะที่เราสนใจทำอะไรสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่อย่างตั้งใจเราจะไม่ลดละความพยายามเราจะคิดหาวิธีการแก้ไขปัญหานั้นจนได้

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ทฤษฎี Constructionism หรือทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองทฤษฎี Constructionism มีสาระสำคัญที่ว่า ความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของครูหรือผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง มีพื้นฐานอยู่บนกระบวนการการสร้าง 2 กระบวนการด้วยกัน

สิ่งแรก คือ ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นด้วยตนเอง ความรู้จะเกิดขึ้นจากการแปลความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ หากเป็นประสบการณ์ตรงที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำด้วยตนเองจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย

สิ่งที่สอง คือ กระบวนการการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด หากกระบวนการนั้นมีความหมายกับผู้เรียนคนนั้น

ดังนั้นในกระบวนการสอนของครูจึงควรให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่เขาได้อยู่และพัฒนาต่อยอดไปด้วยตัวของเขาเอง การสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางควรจะต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นหลัก การสอนแบบยึดยึดความรู้อาจทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้น้อยกว่าการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง

1.2 บทบาทของครู

ในการดำเนินกิจกรรมการสอน ครูควรรู้จักบทบาทของตนเองอย่างแจ่มแจ้ง ครูนับว่าเป็นบุคคลสำคัญที่จะทำให้การสอนสำเร็จผล ดังนั้นจึงควรรู้จักบทบาทของตน ดังนี้ คือ

1.2.1 จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยควบคุมกระบวนการการเรียนรู้ให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้และคอยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนดำเนินงานไปได้อย่างราบรื่น

1.2.2 แสดงความคิดเห็นและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่ผู้เรียนตามโอกาสที่เหมาะสม(ต้องคอยสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนและบรรยากาศการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา)

1.2.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแนวทางของทฤษฎี Constructionism โดยเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นผู้จุดประกายความคิดและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้โดยทั่วถึงกัน ตลอดจนรับฟังและสนับสนุนส่งเสริมให้กำลังใจแก่ผู้เรียนที่จะเรียนรู้เพื่อประจักษ์แก่ใจด้วยตนเอง

1.2.4 ช่วยเชื่อมโยงความคิดเห็นของผู้เรียนและสรุปผลการเรียนรู้ ตลอดจนส่งเสริมและนำทางให้ผู้เรียนได้รู้วิธีวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อผู้เรียนจะได้นำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

1.3 คุณสมบัติที่ครูควรมีในการสอนแบบ Constructionism

1.3.1 มีความเข้าใจทฤษฎี Constructionism และพร้อมที่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามแนวทางของทฤษฎี Constructionism

1.3.2 มีความรู้ในเนื้อหาที่สอนอย่างดี

1.3.3 มีความเข้าใจมนุษย์ มีจิตละเอียดพอที่จะสามารถตรวจสอบความคิดของผู้เรียน และดึงความคิดของผู้เรียนให้แสดงออกมามากที่สุด

1.3.4 มีการพัฒนาตนเอง ทางร่างกาย สติปัญญาและจิตใจอยู่เสมอ ครูควรรู้จักตนเอง และพัฒนาความรู้ บุคลิกภาพ ของตนให้ดีขึ้น มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียน ไม่ถือว่าความคิด ตนถูกต้องเสมอ เข้าใจและยอมรับว่าบุคคลมีความแตกต่างกัน ไม่ด่วนตัดสินผู้เรียนอย่างผิวเผิน

1.3.5 ควรมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีกับผู้เรียน เพราะการมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีของครูจะทำให้บรรยากาศในการเรียนการสอนเกิดความเป็นกันเองและมีความเป็นมิตรที่ดีต่อกัน

1.3.6 ครูควรมีทักษะในการสื่อความหมายกับผู้เรียน ในการสอนนั้นครูมักจะมี การสื่อความหมายกับผู้เรียนเสมอ จึงควรสื่อความหมายให้ชัดเจน ไม่คลุมเครือ รู้จักใช้วาทศิลป์ให้เหมาะสมกับกาลเทศะ และเหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน(การสื่อความหมายให้กับผู้เรียนแต่ละคนจะไม่เหมือนกัน เพราะผู้เรียนมีการรับรู้และเรียนรู้ได้ไม่เท่ากัน)

1.3.7 มีทักษะในการใช้วิจารณญาณตัดสินใจและแก้ไขปัญหา ทักษะด้านนี้ทำให้ครูดำเนินงานได้สะดวกราบรื่น เนื่องจากการสอนแบบ Constructionism นั้นผู้สอนจะต้องคอยสังเกตบรรยากาศการเรียนที่เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา และจะต้องคอยแก้ไขปัญหาในแต่ละช่วงให้เหมาะสม ดังนั้นผู้สอนจึงต้องมีทักษะในการใช้วิจารณญาณตัดสินใจและแก้ไขปัญหาที่ดี

1.3.8 มีทักษะในการช่วยเหลือผู้เรียน บ่อยครั้ง ครูต้องคอยช่วยแก้ปัญหาให้ผู้เรียน ครูจึงควรมีความเป็นมิตรเป็นกันเองกับนักเรียนเสมอ หากครูไม่มีทักษะทางด้านนี้แล้ว การช่วยเหลืออาจไม่บรรลุผล

1.3.9 จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเป็นคุณสมบัติที่ครูควรมีเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงมนุษยสัมพันธ์ ในการเรียนการสอนและการดำเนินชีวิตประจำวันให้ดีขึ้น นอกจากนั้นสิ่งที่สำคัญมาก

ก็คือครูควรมีพื้นฐานของความรักในวิชาชีพครู พยายามเข้าใจผู้เรียนแต่ละคนให้มาก ๆ โดยยึดหลักที่ว่า คนเรามีความแตกต่างกัน (ไม่นำคนหนึ่งมาเปรียบเทียบกับอีกคนหนึ่ง) ครูควรรู้จักเคารพความคิดของตนเองและผู้อื่น (โดยเฉพาะผู้เรียน) และควรรักษาสุขภาพร่างกายและจิตใจของครูเองให้สมบูรณ์ และแจ่มใสอยู่เสมอ

1.4 ทศนคติที่ครูควรเปลี่ยนและสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง

ในการเรียนการสอนตามทฤษฎี Constructionism ครูควรเปลี่ยนแปลงทัศนคติให้เหมาะสมเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น ทศนคติที่ครูควรเปลี่ยนแปลงไปและสิ่งทีครูควรคำนึงถึงมีดังนี้

1.4.1 ครูต้องไม่ถือว่า ครูเป็นผู้รู้แต่ผู้เดียว ผู้เรียนต้องเชื่อตามที่ครูบอกโดยไม่มีเงื่อนไข แต่ครูต้องตระหนักว่าตนเองมีความรู้ที่จะช่วยเหลือนักเรียนเท่าที่จะช่วยได้ ดังนั้นครูจึงไม่อับอายผู้เรียนที่จะพูดว่า “ครูก็ยังไม่ทราบ พวกเรามาช่วยกันหาคำตอบดูซิ” ฯลฯ

1.4.2 ครูต้องพยายามช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ ต้องอดทนและปล่อยให้ นักเรียนประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง อย่าด่วนไปชิงบอกคำตอบเสียก่อน ควรช่วยเหลือแนะนำผู้เรียนที่เรียนช้าและเรียนเร็วให้สามารถเรียนไปตามความสามารถของตนเองด้วยตนเองให้มากที่สุด

1.4.3 ไม่ควรถือว่า “ผู้เรียนที่ดีต้องเงียบ” แต่ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พูดคุยกันในเนื้อหาหรือได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นหรือความรู้กันได้

1.4.4 ครูต้องไม่ถือว่าการที่ผู้เรียนเดินไปเดินมาเพื่อประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ นั้นเป็นการแสดงถึงความไม่มีระเบียบวินัย แต่ต้องคิดว่าการเดินไปเดินมาเป็นกระบวนการหนึ่งที่ช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และช่วยทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายต่อการเรียน

1.4.5 ครูต้องลดบทบาทตัวเองลง (ทำตัวให้เล็กที่สุด) พุดในสิ่งที่จำเป็น เลือกสรรคำพูดให้แน่ใจว่าผู้เรียนมีความต้องการฟังในสิ่งที่ครูพูด ก่อนที่จะพูดครูจึงควรเร้าความสนใจของผู้เรียนเสียก่อน

1.4.6 ขณะที่ผู้เรียนประกอบกิจกรรมครูต้องอยู่ดูแลเอาใจใส่พัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน ต้องไม่คิดว่า เมื่อผู้เรียนสามารถเรียนได้เองแล้วครูก็เอาเวลาทำอย่างอื่นได้

1.4.7 ครูควรมีใจกว้างและชมเชยนักเรียนที่ทำได้หรือประสบความสำเร็จแม้เพียงเล็กน้อย ไม่ตำหนิหรือลงโทษเมื่อผู้เรียนทำผิดพลาด หรือทำไม่ถูกต้อง

1.4.8 ครูไม่ควรจะเอาตนเองไปยึดติดกับหลักสูตรมากจนเกินไป ไม่ควรจะยึดยึดเนื้อหาที่ไม่จำเป็นให้กับผู้เรียน ควรคิดว่า การให้เนื้อหาที่จำเป็นแม้จะน้อยอย่างก็ดีกว่าสอนหลาย ๆ อย่าง แต่ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้้น้อยมาก (รู้แบบงู ๆ ปลา ๆ) หรือนำความรู้ที่เรียนไปประยุกต์ใช้ไม่ได้

1.4.9 การจัดตารางสอนควรจัดให้ยืดหยุ่นเหมาะสมกับเวลาทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมครูต้องพยายามเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมภายในเวลาที่เหมาะสม ไม่มากหรือน้อยไป

1.5 บทบาทของผู้เรียน

ในการเรียนตามทฤษฎี Constructionism ผู้เรียนจะมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อมๆกันด้วยตัวของเขาเอง(ทำไปและเรียนรู้ไปพร้อม ๆ กัน) บทบาทที่คาดหวังจากผู้เรียน คือ

- 1.5.2 มีความยินดีร่วมกิจกรรมทุกครั้งด้วยความสมัครใจ
- 1.5.3 เรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง
- 1.5.3 ตัดสินปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
- 1.5.4 มีความรู้สึกและความคิดเป็นของตนเอง
- 1.5.5 วิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้
- 1.5.6 ให้ความช่วยเหลือกันและกัน รู้จักรับผิดชอบงานที่ตนเองทำอยู่และที่ได้รับ

มอบหมาย

- 1.5.7 นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้นั้น

1.6 เครื่องมือ

เรื่องนี้หลาย ๆ ท่านคงคิดอยู่ในใจว่าเครื่องมือที่จะนำมาใช้ควรมีลักษณะอย่างไร ถ้าเรามองที่หลักการของทฤษฎี Constructionism ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติหรือสร้างสิ่งที่มีความหมายกับตนเอง ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ก็ควรจะมีลักษณะที่เอื้อต่อการที่จะให้ผู้เรียนนำมาสร้างเป็นชิ้นงานที่สำเร็จได้และตอบสนองความคิดและจินตนาการของผู้เรียนได้ หรือถ้ากล่าวอย่างง่าย ๆ ก็คือ เครื่องมือแทบทุกชนิดที่สามารถให้ผู้เรียนสร้างงานได้ หรือสามารถลงมือปฏิบัติด้วยตนเองได้นั้นเอง กิจกรรมต่าง ๆ ที่สามารถสร้างงานได้ เช่น การปั้น ดินน้ำมัน การแกะสลัก การทอผ้า การทำอาหาร การเขียนเรื่องราว/แต่งคำราม งานหัตถกรรม การเขียนโปรแกรม การวาดรูป การสร้างโจทย์คำถาม การทดลองทางวิทยาศาสตร์ หรือการสร้างงานอื่น ๆ อีกมากมาย

นอกจากนี้ในบางครั้งเทคนิควิธีการสอนก็อาจเป็นเครื่องมือหนึ่งในการสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ได้ เช่น การสอนแบบสั่งงานหรือการสอนแบบมอบหมายงาน เป็นการเรียนที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ซึ่งอาจจะเป็นงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มก็ได้แต่ควรจัดบรรยากาศการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าเทคโนโลยีมีบทบาทมากโดยเฉพาะเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ ดังนั้นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนสำหรับการสร้างคนให้เรียนรู้เท่านั้นเทคโนโลยีนั้นมีความจำเป็นมาก

คอมพิวเตอร์นั้นเป็นเครื่องมือที่ดีและง่ายต่อการเรียนรู้หลักการของทฤษฎี Constructionism เนื่องจากเอื้อต่อการที่จะให้ผู้เรียนสร้างงานที่สำเร็จได้ในตัวเองและยังตอบสนองความคิดและจินตนาการของผู้เรียนได้ดี โดยไม่ต้องใช้ทรัพยากรภายนอกมากนัก สามารถแสดงให้เห็นลำดับความคิดได้ เช่น โปรแกรม Microworld และนอกจากนั้นคอมพิวเตอร์ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงกับระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย ดังนั้นถ้าผู้เรียนได้สร้างงานจากเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยี นอกจากจะเรียนรู้เนื้อหาที่สร้างแล้วผู้เรียนก็จะเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีไปในตัวด้วย เมื่อเรียนรู้ไประดับหนึ่งก็จะเกิดความคล่องในเทคโนโลยีนั้นและก่อให้เกิดความมั่นใจที่เพียงพอสำหรับการนำไปใช้ในการทำงานหรือพัฒนางานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามแม้ว่าคอมพิวเตอร์จะเป็นเครื่องมือที่ดีและทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้ แต่การนำ Constructionism ไปใช้ในการสอนนั้นไม่จำเป็นเสมอไปที่จะต้องใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพียงอย่างเดียว อาจจะใช้เทคโนโลยีอย่างอื่น ทั้งนี้ครูผู้สอนเองควรพิจารณาว่าควรจะใช้เครื่องมือใดในการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและกลุ่มผู้เรียนของตนเอง

1.7 สรุป

ทฤษฎี Constructionism เป็นทฤษฎีหนึ่งที่ขอเสนอให้เป็นทางเลือกอีกทาง ในการนำมาใช้พัฒนาการเรียนการสอน เพราะ หลักการการเรียนการสอนตามทฤษฎี Constructionism เป็น การเรียนการสอนที่ผู้เรียน เรียนรู้จากการสร้างงาน ผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการลงมือปฏิบัติหรือสร้างงานที่ตนเองสนใจ ในขณะที่เดียวกันก็เปิดโอกาสให้สัมผัสและแลกเปลี่ยนความรู้กับสมาชิกในกลุ่มผู้เรียนจะสร้างองค์ความรู้ขึ้นด้วยตนเองจากการปฏิบัติงานที่มีความหมายต่อตนเอง ครูผู้สอนจะต้องสร้างให้กิจกรรมประกอบครบทั้ง 3 ประการ คือ 1) ให้ผู้เรียน ได้ลงมือประกอบกิจกรรมด้วยตนเอง (ได้สร้างงาน) ตามความสนใจ ตามความชอบหรือความถนัดของแต่ละบุคคล 2) ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้บรรยากาศและสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ที่ดี 3) มีเครื่องมืออุปกรณ์ในการประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม

2 ทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยผู้เรียนเอง (Constructivism)

2.1 ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม

ครุณณา นาชัยฤทธิ์ (2550: 26) ได้ให้คำจำกัดความของ แนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่ม ว่าหมายถึง เป็นการเรียนรู้จากการกระทำของตนเอง ซึ่งมีหลักที่คิดว่าบุคคลเรียนรู้โดยปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการต่าง ๆ กันโดยอาศัยประสบการณ์เดิม โครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่และ

แรงจูงใจภายในเป็นพื้นฐาน โดยอาศัยแต่เพียงการรับรู้ข้อมูลจากสิ่งแวดล้อมหรือการสอนจากภายนอกเท่านั้น

พวงเพชร ศรีศิริรินทร์ (2552: 25) ได้ให้คำจำกัดความแนวคิดคอนสตรัคติวิซึ่มว่าเป็นแนวคิดในการจัดการศึกษาแนวหนึ่งที่เน้นตรงการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อาศัยประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน โดยครูผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนที่เหมาะสม

Martin (1994: 44) กล่าวว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม เป็นกระบวนการทางความคิด เน้นถึงความคิด จากการผสมผสานระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน ซึ่งถูกสร้างขึ้นเอง โดยตัวผู้เรียนเอง โดยเชื่อว่ากุญแจสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ก็คือตัวผู้เรียนควรจะสร้างแนวความคิดด้วยตนเองเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลใหม่กับความรู้เดิม

Krogh (1994: 556) ได้กล่าวไว้ว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม เป็นปรัชญาที่เกี่ยวกับพัฒนาการในการสร้างองค์ความรู้ สติปัญญา และจริยธรรมขึ้นมาด้วยตัวของเด็กเอง ซึ่งพัฒนาการนั้นเป็นผลมาจากการดูดซึมเข้าสู่โครงสร้าง (Assimilation) การปรับตัวเข้าสู่โครงสร้าง (Accommodation)

จากความหมายดังกล่าวข้างต้นจึงสรุปได้ว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม หมายถึงกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการดูดซับทางปัญญาและการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่จนเกิดการปรับขยายโครงสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.2 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิซึ่ม (Constructivism)

การเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยผู้เรียนสร้างเสริมกระบวนการเรียนรู้ผ่านทางจิตวิทยาด้วยตนเองผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดสถานะไม่สมดุลขึ้น ซึ่ง วรธนทิพา รอดแรงคำ (2540: 1) กล่าวถึง Constructivism ว่าเป็นทฤษฎีความรู้ที่ใช้อธิบายว่าเรารู้ได้อย่างไร และเรารู้อะไรบ้าง Constructivism จึงเป็นวิธีคิดเกี่ยวกับเรื่องของความรู้และการเรียนรู้

2.3 หลักการของ Constructivism

Constructivism เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญาจิตวิทยาและการศึกษา เกี่ยวกับการสื่อความหมายและการควบคุมกระบวนการสื่อความหมายในตัวตน ทฤษฎีความรู้นี้อ้างถึงหลักการ 2 ข้อ ดังนี้ (Glaserfeld, 1989)

2.3.1 ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้น โดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ

2.3.2 หน้าที่ของการรับรู้คือการปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมดแต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

2.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้

2.4.1 บทบาทของครูตามแนว Constructivism

การเรียนการสอนตามแนว Constructivism ถือว่าครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนมโนคติ ซึ่ง วรรณทิพา รอดแรงคำ (2540: 109) กล่าวถึงการใช้วิธีการสอนที่เน้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครู (Interactive teaching approach) ด้วยวิธีการสอนแบบนี้ถือว่าครูมีบทบาทเป็น “ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้” เป็น “ทรัพยากรบุคคล” เป็น “ผู้สืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เคยมีความรู้หรือไม่เคยมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้มาก่อน” เป็น “ผู้ท้าทายความคิดของนักเรียน” ในฐานะที่เป็น “ผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน” ครูพยายามที่จะนำนักเรียนและแหล่งทรัพยากรให้มาพบกันในฐานะที่เป็น “ทรัพยากรบุคคล” ครูต้องจัดหาข้อมูลให้นักเรียนมากกว่าการถามคำถามกลับไปให้กับนักเรียนในฐานะที่เป็น “สืบเสาะหาความรู้ที่ไม่เคยมีความรู้หรือไม่เคยมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้มาก่อน” ครูจะทำเป็นไม่รู้เกี่ยวกับคำอธิบายหรือไม่รู้เกี่ยวกับสถานการณ์นั้นเพื่อช่วยให้นักเรียนหาคำตอบด้วยตนเองและในฐานะที่เป็น “ผู้ท้าทายความคิดของนักเรียน” ครูจะทำท้าทายความคิดของนักเรียน โดยเฉพาะความคิดที่ไม่เป็นตามพยานหลักฐานที่ได้ หรือไม่มีประโยชน์หรือไม่ชัดเจน

2.4.2 แนวการสอนตามแนวคิด Constructivism

Yager ได้เสนอแนวการสอนตามแนว Constructivism ไว้ดังนี้

- 1) ให้นักเรียนถามคำถาม แล้วใช้คำถามและถามความคิดเห็นของนักเรียน ในการวางแผนการสอน
- 2) ยอมรับและสนับสนุนความคิดเห็นของนักเรียน
- 3) ส่งเสริมความเป็นผู้นำ ความร่วมมือ การหาแหล่งข้อมูลข่าวสาร และการนำความคิดเห็นไปปฏิบัติ อันเป็นผลเนื่องมาจากกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน
- 4) ใช้ความคิดเห็น ประสบการณ์ และความสนใจของนักเรียน เพื่อเป็นบทเรียนดำเนินไปอย่างมีความหมาย
- 5) สนับสนุนให้นักเรียนเสนอแนะสิ่งที่เป็นสาเหตุของเหตุการณ์หรือสถานการณ์และสนับสนุนให้นักเรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้น
- 6) สนับสนุนให้นักเรียนทดสอบความคิดเห็นของตนเอง เช่น ตอบคำถามที่ตนเองตั้งขึ้น เดาว่าอะไรเป็นสาเหตุ และทำนายผลที่ตามมา

- 7) ค้นหาความคิดเห็นของนักเรียนก่อนนำเสนอความคิดเห็นของครูก่อนศึกษาความคิดเห็นจากหนังสือเรียน หรือจากแหล่งอื่น
- 8) สนับสนุนให้นักเรียนท้าทายความคิดเห็นของกันและกัน
- 9) ใช้ยุทธวิธีการเรียนแบบร่วมมือ (Cooperative learning) ซึ่งเน้นความร่วมมือการนับถือซึ่งกันและกัน และใช้กลยุทธ์ในการแบ่งงานกันทำ
- 10) สนับสนุนให้มีการสะท้อนความคิดและการวิเคราะห์วิจารณ์ความคิดเห็นของกันและกัน แสดงความเคารพและใช้ทุกความคิดเห็นที่นักเรียนสร้างขึ้น
- 11) สนับสนุนให้มีการวิพากษ์วิจารณ์ตนเอง รวบรวมพยานหลักฐานที่สนับสนุนความคิดเห็น และสร้างความคิดใหม่อันเนื่องมาจากประสบการณ์และพยานหลักฐานใหม่

2.4.3 ขั้นตอนการสอนตามแนว Constructivism

Yager ได้เสนอขั้นตอนการสอนตามแนว Constructivism แบบ The constructivism learning model (CLM) ไว้ 4 ขั้นตอนดังนี้

- 1) ชั้นเชิญชวน ได้แก่
 - 1.1) สังเกตสิ่งรอบตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น
 - 1.2) ถามคำถาม
 - 1.3) พิจารณาคำตอบที่เป็นไปได้ของคำถามที่ตั้งขึ้น
 - 1.4) จัดบันทึกปรากฏการณ์ที่ไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเกิดขึ้นแต่ไม่เกิดขึ้น
 - 1.5) ชี้สถานการณ์ที่การรับรู้ของนักเรียนแตกต่างกัน
- 2) ชั้นสำรวจ ได้แก่
 - 2.1) ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม
 - 2.2) ระดมพลังสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้
 - 2.3) มองหาสารสนเทศ
 - 2.4) ทำการทดลองโดยใช้วัสดุอุปกรณ์
 - 2.5) สังเกตปรากฏการณ์ที่เฉพาะเจาะจง
 - 2.6) ออกแบบโมเดล
 - 2.7) รวบรวมและจัดกระทำข้อมูล
 - 2.8) ใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหา
 - 2.9) เลือกทรัพยากรที่เหมาะสม
 - 2.10) อภิปรายการแก้ปัญหา
 - 2.11) ออกแบบและดำเนินการทดลอง

- 2.12) ประเมินทางเลือกที่หลากหลาย
- 2.13) มีส่วนรวมในการแสดงความคิดเห็นที่ไม่ตรงกัน
- 2.14) การเสี่ยงและผลที่ตามมา
- 2.15) ขอบเขตของการสืบเสาะหาความจริง
- 2.16) วิเคราะห์ข้อมูล
- 3) ชี้แนะเสนอคำอธิบายและคำตอบของปัญหา ได้แก่
 - 3.1) สื่อความหมายข้อมูลและความคิดเห็น
 - 3.2) สร้างและอธิบายโมเดล
 - 3.3) สร้างคำอธิบายใหม่
 - 3.4) ทบทวนและวิจารณ์คำตอบของปัญหา
 - 3.5) ให้เพื่อนประเมินผลการเสนอคำตอบ
 - 3.6) รวบรวมคำตอบที่หลากหลาย
 - 3.7) ชี้ให้เห็นคำตอบที่เหมาะสม
 - 3.8) บูรณาการคำตอบที่ได้รับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่
- 4) ชี้แนะไปปฏิบัติได้
 - 4.1) การตัดสินใจ
 - 4.2) นำความรู้และทักษะไปใช้
 - 4.3) ถ่ายโยงความรู้และทักษะ
 - 4.4) แลกเปลี่ยนสาระสนเทศและความคิดเห็น
 - 4.5) ถามคำถามใหม่
 - 4.6) นำผลที่ได้จากการเรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็น
 - 4.7) ใช้โมเดลและความคิดเห็นเพื่อให้เกิดการอภิปรายและการยอมรับจาก

เพื่อนๆ

2.4.4 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ Constructivism ของ Vygotsky

Vygotsky นักจิตวิทยาชาวรัสเซียที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญา และนำเสนอแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ Constructivism ไว้ดังนี้ (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2541: 61)

1) แนวคิด

Vygotsky (1962: 84-91) เน้นความสำคัญของความแตกต่างระหว่างบุคคลและการให้ความช่วยเหลือผู้เรียนเพื่อให้ก้าวหน้าจากระดับพัฒนาการที่เป็นอยู่ไปถึงระดับพัฒนาการที่เด็กที่ศักยภาพจะไปถึงได้ วัสดุที่ ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับ “Zone of proximal development” ว่าปกติเมื่อมีการวัดพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาของเด็ก เรามักจะใช้แบบทดสอบมาตรฐานในการวัดเพื่อตรวจสอบว่าเด็กมีเชาวน์ปัญญาอยู่ในระดับใด โดยพิจารณาว่าสิ่งที่เด็กทำได้นั้นเป็นเด็กในระดับอายุใดโดยทั่วไปสามารถทำได้ดังนั้นผลการวัด จึงเป็นการบ่งบอกถึงสิ่งที่เด็กทำได้อยู่แล้ว คือ เป็นระดับพัฒนาการของเด็กจึงเท่ากับเป็นการตอกย้ำให้เด็กยังอยู่พัฒนาการเดิม ไม่ได้ช่วยให้เด็กพัฒนาขึ้น ซึ่งเด็กทุกคนมีระดับพัฒนาการทางเชาวน์ปัญญาที่ตนเป็นอยู่และมีระดับพัฒนาการที่ตนมีศักยภาพจะเจริญเติบโตนี้เองที่เรียกว่า “Zone of proximal development” ซึ่งช่วงห่างนี้จะมี ความแตกต่างกันในแต่ละบุคคล แนวคิดนี้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับการสอน ซึ่งเคยมีลักษณะเป็นเส้นตรง (linear) หรืออยู่ในแนวเดียวกันหรือเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในลักษณะที่เหลื่อมกัน โดยการสอนจะต้องนำหน้าระดับพัฒนาการเสมอ

2) แนวทางการจัดการเรียนรู้

การนำทฤษฎีการสร้างความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ทำได้หลายประการดังนี้

2.1) ผู้เรียนได้ปฏิบัติงานจริง (authentic tasks) ด้วยตนเอง ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ผลการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริงผู้สอนจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2.2) เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัว ไปสู่กระบวนการสาธิตกระบวนการแปรและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

2.3) ผู้เรียนจะเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (active) ในการเรียนการสอนผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่า ผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไปแต่เป็นการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อวัสดุอุปกรณ์สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สืบค้น วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจกับสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการจัดการกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น

2.4) การจัดการเรียนรู้ผู้สอนจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคมจริยธรรม (socio moral) ให้เกิดขึ้นด้วยผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้

2.5) ในการเรียนการสอน ต้องให้ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553 อ้างถึง Davies and Zen, 1992: 1-2) โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกตงกันเอง เมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นแตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

2.6) การเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ผู้สอนจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553 อ้างถึง Davies and Zen, 1992: 3-6) คือการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือ การเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็นการให้ผู้เรียน “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” บทบาทของผู้สอนจะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้ไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษาแนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ผู้สอนยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

2.7) การประเมินผลการเรียนรู้มีความยืดหยุ่นและใช้วิธีการหลากหลาย เนื่องจากการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้น ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้น จึงลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจึงควรมีลักษณะที่ยืดหยุ่นไปในแต่ละบุคคล โดยใช้วิธีการหลากหลายซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนี้การวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการการเรียนรู้ ที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่จำเป็นต้องจำลองของจริงมาก็สามารถทำได้ แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง (real world criteria) ด้วย

จึงอาจสรุปได้ว่า ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมนั้น ผู้เรียนเป็นผู้เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่สามารถช่วยผู้เรียนปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาได้ ด้วยการจัดสถานการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลหรือก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา โดยได้จากสิ่งแวดล้อมและการปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น

จากการศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนการสอนและการออกแบบสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมีครูเป็นเหมือนผู้ช่วย ผู้สังเกต ผู้กระตุ้นผลักดันส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนเพื่อการเรียนรู้

สื่อการสอนนับว่าเป็นสิ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการเรียนการสอนนับแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นตัวกลางที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจความหมายของเนื้อหาบทเรียนได้ตรงกับที่ผู้สอนต้องการไม่ว่าสื่อนั้นจะเป็นสื่อในรูปแบบใดก็ตาม ล้วนแต่เป็นทรัพยากรที่สามารถอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น ในการใช้สื่อการสอนนั้นผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะเฉพาะ และคุณสมบัติของสื่อแต่ละชนิดเพื่อเลือกสื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์การสอนและสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบในการใช้สื่อด้วย ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543)

1. ความหมายของสื่อการสอน

สื่อการเรียนการสอน คือ สิ่งที่เป็นตัวกลางที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนได้รับรู้ข่าวสารซึ่งกันและกัน สื่อการสอน เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้รวดเร็วขึ้น สื่อการเรียน เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งทั้งสื่อการเรียนและสื่อการสอนผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ด้านการรับรู้การเรียนรู้การสื่อความหมาย ความสำคัญและความหมายของสื่อในขั้นพื้นฐานก่อนเพื่อเลือกสื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาของวิชาเพื่อการใช้สื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับการรับรู้ของผู้เรียนและเพื่อการผลิตสื่อการเรียนการสอนที่ต้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่คาดหวังด้วย (สถาพร ไมตรีจิตร, ม.ป.ป.)

2. การจำแนกสื่อการสอน

นักการศึกษาท่าน ต่าง ๆ ได้จำแนกสื่อการสอนตามประเภท ลักษณะ และวิธีการใช้ดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง, 2543)

2.1 เดอ คีฟเฟอร์ (De Kieffer)

เดอ คีฟเฟอร์ ได้แบ่งสื่อออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะที่ใช้ เรียก “โสตทัศนูปกรณ์” (Audio-Visual Aids) ได้แก่

2.1.1 สื่อประเภทใช้เครื่องฉาย (Projected Aids) เช่น เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส เป็นต้น

2.1.2 สื่อประเภทไม่ใช้เครื่องฉาย (Nonprojected Aids) เช่น รูปภาพ แผ่นสถิติของจริง ของจำลอง เป็นต้น

2.1.3 สื่อประเภทเครื่องเสียง (Audio aids) เช่น เทปเสียง แผ่นซีดี เครื่องบันทึกเสียงวิทยุ เป็นต้น

2.2 อีลาย (Ely)

อีลาย (Ely) ได้จำแนกสื่อการสอนตามทรัพยากรการเรียนรู้ (Learning Resources) เป็น 5 รูปแบบ โดยแบ่งได้เป็นสื่อที่ออกแบบขึ้นเพื่อจุดมุ่งหมายทางการศึกษา (by design) และสื่อที่มีอยู่ทั่วไปแล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน (by utilization) ได้แก่

2.2.1 คน (People) ในทางการศึกษาโดยตรงนั้น หมายรวมถึง บุคลากรที่อยู่ในระบบของโรงเรียน ได้แก่ ครู ผู้บริหาร หรือผู้ที่อำนวยความสะดวกด้านต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ส่วน “คน” ตามความหมายของการประยุกต์ใช้นั้น ได้แก่ คนที่ทำงาน หรือมีความชำนาญในแต่ละสาขา คนเหล่านี้นับเป็น “ผู้เชี่ยวชาญ” ซึ่งถึงแม้จะไม่ใช่นักการศึกษา แต่ก็สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการให้ความรู้ในแต่ละด้าน เช่น ศิลปิน นักการเมือง นักธุรกิจ ฯลฯ

2.2.2 วัสดุ (Materials) วัสดุในการศึกษาโดยตรงจะเป็นประเภทที่บรรจุเนื้อหาบทเรียน โดยรูปแบบของวัสดุมีใช้สิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง เช่น หนังสือ สไลด์ แผนที่ ฯลฯ ส่วนวัสดุที่นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนนั้น จะมีลักษณะเช่นเดียวกับวัสดุที่ใช้ในการศึกษาดังกล่าวข้างต้น เพียงแต่เนื้อหาที่บรรจุอยู่ในวัสดุนั้นส่วนมากจะอยู่ในรูปของการให้ความบันเทิง เช่น เกม คอมพิวเตอร์ หรือภาพยนตร์สารคดีชีวิตสัตว์

2.2.3 อาคารสถานที่ (Settings) หมายถึง ตัวตึก ที่ว่าง สิ่งแวดล้อม ฯลฯ สถานที่สำคัญในการศึกษา ได้แก่ ตึกเรียน และสถานที่อื่นๆที่ออกแบบมาเพื่อการเรียนการสอนโดยส่วนรวม เช่น ห้องสมุด หอประชุม สนามเด็กเล่น ฯลฯ

2.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ (Tools and Equipment) เป็นทรัพยากรทางการเรียนรู้ เพื่อช่วยในการผลิตหรือใช้ร่วมกับทรัพยากรอื่น ส่วนมากมักเป็นเครื่องมือด้านโสตทัศนูปกรณ์ หรือเครื่องมือเครื่องใช้ ต่าง ๆ เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือแม้แต่ตะปู ไขควง เป็นต้น

2.2.5 กิจกรรม (Activities) โดยทั่วไปแล้วกิจกรรมที่กล่าวถึง มักเป็นการดำเนินงานที่จัดขึ้นเพื่อกระทำร่วมกับทรัพยากรอื่นๆ หรือเป็นเทคนิคพิเศษเพื่อการเรียนการสอน เช่น การสอนแบบโปรแกรม เกมส์และการจำลอง การจัดทัศนศึกษา เป็นต้น

2.3 เอ็ดการ์ เดล (Edgar Dale)

2.3.1 ลักษณะของกรวยประสบการณ์

เอ็ดการ์ เดล ได้จัดแบ่งประเภทของสื่อการสอน โดยพิจารณาจากลักษณะของประสบการณ์ที่ได้รับจากสื่อการสอนประเภทนั้น โดยยึดถือเอาความเป็นนามธรรมและรูปธรรมเป็นหลักในการจัดแบ่งประเภท เอ็ดการ์ เดล ได้เขียนให้เห็นความเกี่ยวพันของประสบการณ์จากสื่อต่าง ๆ เอาไว้ด้วย เรียกว่า กรวยประสบการณ์ (Cone of Experience) ซึ่งกรวยประสบการณ์ ของ เอ็ดการ์ เดล จะมีลักษณะดังนี้คือ

1) ประสบการณ์ตรง จะอยู่ในส่วนของฐาน เป็นส่วนที่กว้างที่สุด เป็นประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม ผู้เรียนที่ได้รับประสบการณ์โดยตรงจากของจริงสถานการณ์จริง หรือการปฏิบัติจริง จะเกิดการรับรู้ และเรียนรู้ได้ดีที่สุด

2) ประสบการณ์รอง เป็นการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ จากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริง ซึ่งอาจเป็นของจำลอง หรือสถานการณ์จำลองก็ได้ เช่น หุ่นจำลองอวัยวะภายในร่างกาย หุ่นจำลองโลกและดาวเคราะห์ เป็นต้น

3) ประสบการณ์นาฏกรรมหรือการแสดง เป็นการจัดบทบาทสมมติ หรือการแสดงในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในหัวข้อหรือบทเรียนที่มีข้อจำกัดในยุคสมัย กาลเวลา หรือสถานการณ์ เช่น เหตุการณ์สงครามโลกครั้งที่ 2 เรื่องราวของชาติภพต่าง ๆ ที่เป็นนามธรรม

4) การสาธิต เป็นการยกตัวอย่างหรือการกระทำกิจกรรมประกอบคำอธิบาย เพื่อให้ผู้เรียนเห็นลำดับขั้นตอนของการทำกิจกรรมในงานชิ้นนั้น ๆ

5) การศึกษานอกสถานที่ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้และเรียนรู้ประสบการณ์ภายนอกสถานที่เรียน เช่น การเยี่ยมชมพระบรมมหาราชวัง การสัมภาษณ์บุคคลสำคัญ ฯลฯ

6) นิทรรศการ เป็นการจัดสิ่งของ จัดป้ายนิเทศหรือการนำประสบการณ์หลาย ๆ อย่างผสมผสานกันมาแสดง เนื้อหาที่น่าสนใจอาจเป็นภาพถ่าย ภาพวาดพร้อมคำบรรยาย หรือใช้เทคโนโลยี วิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง ให้ผู้เรียนร่วมกิจกรรม ตอบปัญหา หรือสัมผัสสื่อที่แสดงก็ได้

7) โทรทัศน์ เป็นการให้ประสบการณ์กับผู้เรียนโดยผ่านช่องทาง คือ ทัศน หู ฟัง ผู้เรียนสามารถหาชมได้ภายในห้องเรียน ศูนย์การเรียนรู้ หรือภายในบ้านก็ได้การสอนอาจเป็น รายการสดหรือเป็น รายการที่บันทึกลงเทปวีดิทัศน์ ซีดี

8) ภาพยนตร์ เป็นการบันทึกภาพเรื่องราว ภาพเหตุการณ์ต่าง ๆ ลงบน แผ่นฟิล์ม เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จากการได้เห็น และการได้ยิน เช่นเดียวกับโทรทัศน์และ วีดิทัศน์

9) เทปบันทึกเสียง วิทยุ ภาพนิ่ง แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ สื่อที่ให้เฉพาะเสียง และสื่อที่ให้เฉพาะภาพ วิทยุและแถบบันทึกเสียง (Cassette tape) เป็นสื่อเสียง ส่วนภาพนิ่งเป็นสื่อที่ ให้เพียงการมองเห็นภาพโดยไม่มีเสียงประกอบ เช่น รูปภาพ สไลด์ แผ่นภาพ โปร่งใส ภาพวาด ภาพ ล้อภาพถ่าย การรับรู้ของผู้เรียนในขั้นนี้จะต้องใช้เวลา ใช้ประสบการณ์เดิมมากกว่าข้อ 1-8 จึง สามารถเข้าใจเนื้อหาเรื่องราวที่น่าเสนอได้

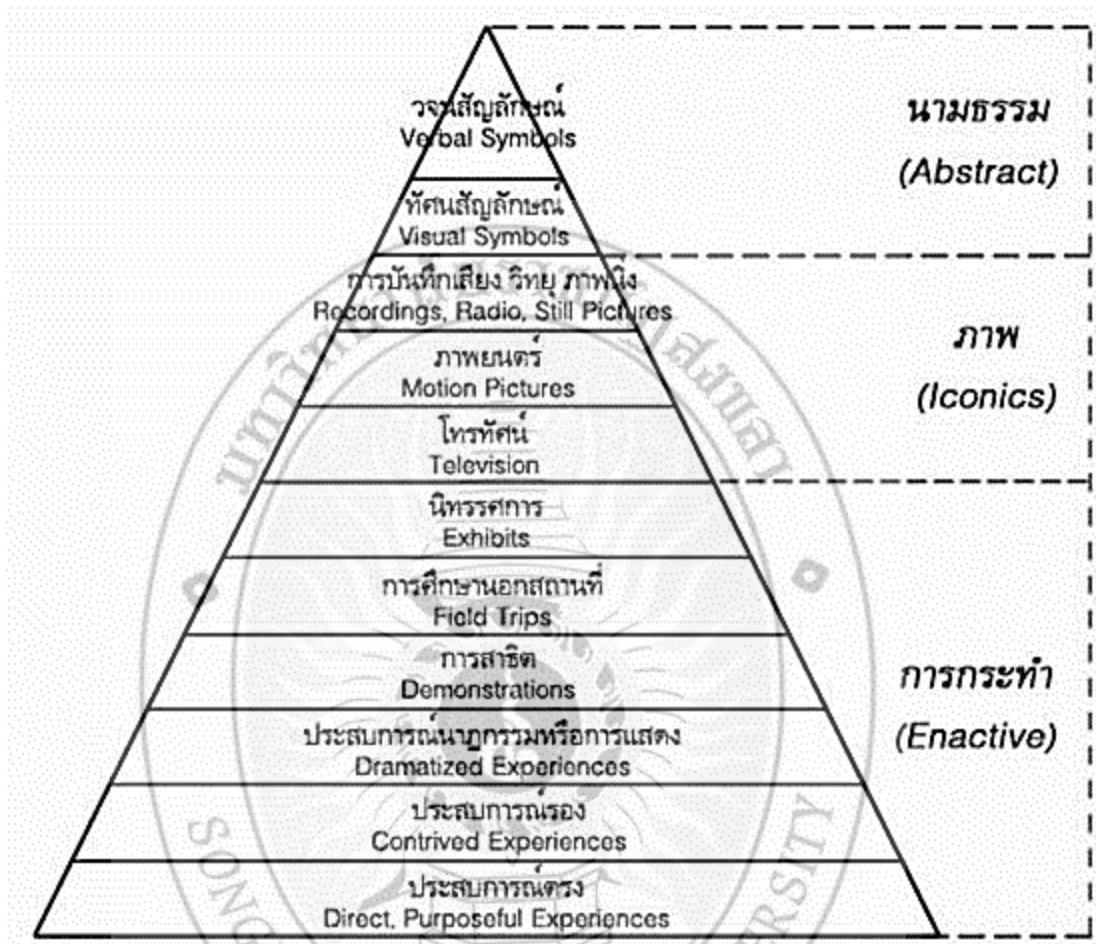
10) ทัศนลักษณ์ เป็นสื่อที่เฉพาะการเห็น โดยใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ แทนความ เป็นจริงของข้อมูลหรือสิ่งของ เช่น แผนที่ แผนที่ภูมิ แผนที่สถิติ เครื่องหมายต่าง ๆ

11) วจนลักษณ์ เป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนรับรู้ที่น้อยที่สุด ได้แก่ ตัวหนังสือใน ภาษาเขียน คำพูดในภาษาพูด

การใช้กรวยประสบการณ์ของเดลจะเริ่มต้นด้วยการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอยู่ใน เหตุการณ์หรือการกระทำจริงเพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงเกิดขึ้นก่อน แล้วจึงเรียนรู้โดยการเฝ้า สังเกตในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไปของการได้รับประสบการณ์รอง ต่อจากนั้นจึงเป็น การเรียนรู้ด้วยการรับประสบการณ์โดยการผ่านสื่อต่าง ๆ และท้ายที่สุดเป็นการให้ผู้เรียน เรียนจาก สัญลักษณ์ซึ่งเป็นเสมือนตัวแทนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

นักจิตวิทยาท่านหนึ่ง คือ เจโรม บรุนเนอร์ (Jerome Bruner) ได้ออกแบบ โครงสร้างของกิจกรรมการสอนไว้รูปแบบหนึ่ง โดยประกอบด้วยมโนทัศน์ด้านการกระทำโดยตรง (Enactive) การเรียนรู้ด้วยภาพ (Iconic) และการเรียนรู้ด้วยนามธรรม (Abstract) เมื่อเปรียบเทียบ กรวยประสบการณ์ของเดลกับลักษณะสำคัญ 3 ประการ ของการเรียนรู้ของบรุนเนอร์แล้วจะเห็น ได้ว่ามีลักษณะที่ใกล้เคียงและเป็นคู่ขนานกัน เมื่อพิจารณาจากกรวยประสบการณ์ของเดลแล้วจากฐาน ของกรวยขึ้นไป 6 ขั้นตอน จะเป็นการที่ผู้เรียน เรียนโดยการได้รับประสบการณ์ด้วยตนเองจากการกระทำ การมีส่วนร่วมในรูปแบบต่าง ๆ ของประสบการณ์ที่เป็นจริง และการสังเกตจากของจริงหรือเหตุการณ์ ที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งเปรียบเทียบได้กับการเรียนรู้ด้วยการกระทำ ในขั้นตอนที่ 7-9 เป็นการที่ผู้เรียน สังเกตเหตุการณ์หรือรับประสบการณ์จากการถ่ายทอดโดยสื่อประเภทภาพ และใน 2 ขั้นตอนสุดท้าย

เป็นขั้นตอนของการที่ผู้เรียนที่ได้รับประสบการณ์จากสัญลักษณ์ ในรูปแบบของตัวอักษร เครื่องมือ หรือคำพูด ซึ่งมีลักษณะเป็นนามธรรมมากที่สุด



ภาพ 5 กรวยประสบการณ์ของเอดการ์ เดลและเปรียบเทียบกับลักษณะสำคัญในการเรียนรู้ของบรุนเนอร์

อย่างไรก็ตาม การแบ่งขั้นตอนของกรวยประสบการณ์มิใช่เป็นการแบ่งตามลำดับความยากง่าย แต่เป็นการแบ่งลำดับขั้นความแตกต่างของประสบการณ์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกัน ตัวอย่างเช่น ในรายการโทรทัศน์เพื่อการสอน ซึ่งเป็นขั้นตอนการจัดประสบการณ์ภาพและเสียงให้แก่ผู้เรียน รายการโทรทัศน์ที่จัดขึ้นจะประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ หลายอย่าง เช่น วจนสัญลักษณ์ ทัศนสัญลักษณ์ ประสบการณ์รอง การสาธิต ฯลฯ อยู่รายการนั้นด้วย ดังนั้นเป็นต้น

2.3.2 ประเภทสื่อการสอน

จากกรวยประสบการณ์นี้ เดลได้จำแนกสื่อการสอนออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) สื่อประเภทวัสดุ (Software) หมายถึง สื่อที่เก็บความรู้ไว้ในตัวเองซึ่งจำแนกย่อยได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1) ประเภทสามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตนเองโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผ่นที่ ลูกโลก รูปภาพ หุ่นจำลอง

1.2) วัสดุประเภทไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตนเองจำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผ่นซีดี ฟิล์มภาพยนตร์ สไลด์ ฯลฯ

2) สื่อประเภทอุปกรณ์ (Hardware) หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวกลางหรือตัวผ่านที่ทำให้ข้อมูลหรือความรู้ที่บันทึกในวัสดุสามารถถ่ายทอดออกมาให้เห็นหรือได้ยิน เช่น เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องเล่นแผ่นซีดี เป็นต้น

3) สื่อประเภทเทคนิคและวิธีการ (Techniques and Method) หมายถึง สื่อที่มีลักษณะเป็นแนวความคิดหรือรูปแบบขั้นตอนในการเรียนการสอน โดยสามารถนำสื่อวัสดุและอุปกรณ์มาช่วยในการสอนได้ เช่น เกมและการจำลอง การสอนแบบจุดภาค การสาธิต เป็นต้น

ดังนั้นสรุปได้ว่า สื่อการสอนสามารถแบ่งได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการจัดแบ่งที่สำคัญและน่าสนใจก็คือการแบ่งสื่อตามประสบการณ์เรียนรู้ของเอดการ์ เดล เมื่อพิจารณากรวยประสบการณ์จะเห็นได้ว่า เเดลใช้ประสบการณ์ตรงเป็นฐานของกรวยประสบการณ์ เนื่องจากเห็นว่าคนเราจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดด้วยการกระทำของตนเองซึ่งเป็นรูปธรรมมากที่สุด แต่ถ้าไม่สามารถให้ประสบการณ์ตรงแก่ผู้เรียนได้จึงจะพิจารณาขั้นต่อไป (กิดานันท์ มลิทอง, 2543: 105) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีจึงควรเริ่มด้วยการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอยู่ในเหตุการณ์จริงหรือได้รับประสบการณ์ตรงเกิดขึ้นก่อน แต่หากไม่สามารถจัดประสบการณ์ตรงได้ เช่น ประสบการณ์ตรงบางอย่างอันตรายหรือซับซ้อนมากเกินไป จึงควรพิจารณาประสบการณ์รองซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด

3. การออกแบบสื่อการเรียนการสอน

สมจิต จันทรฉาย (2557: 156) กล่าวว่า องค์ประกอบการเรียนการสอน หนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบการเรียนการสอน คือ สื่อการเรียนการสอนซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด ครูไม่จำเป็นต้องสร้างสื่อการเรียนการสอนขึ้นมาใหม่ เพียงแต่ต้องรู้จักพิจารณา คัดเลือก ปรับปรุง และออกแบบการใช้สื่อให้เหมาะสม กับเนื้อหา ผู้เรียนและบริบทในการเรียนการสอน

Heinich, Molenda, Russell and Smaldino. (1996: 5 อ้างถึงใน สมจิต จันทรฉาย, 2557: 157) ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอน คือ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้เป็นตัวกลาง หรือเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน

Newby et al. (1999: 91 อ้างถึงใน สมจิต จันทรฉาย, 2557: 157) ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอน คือเครื่องมือที่ใช้ในการส่งผ่านความรู้จากครูไปยังผู้เรียน โดยเครื่องมือต้องมีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ ๆ และสามารถเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนได้มากยิ่งขึ้น

กรมวิชาการ (2545: 6) ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอน คือ เครื่องมือของการเรียนรู้ ที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก ตลอดจนทักษะและประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียน อีกทั้งช่วยสร้างสถานการณ์การเรียนรู้ ที่กระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการพัฒนาศักยภาพทางความคิด การสร้างเสริมคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมให้แก่ผู้เรียน สื่อการเรียนการสอนในยุคปัจจุบันมีอิทธิพลสูงต่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง

นิยามของสื่อการเรียน การสอนดังกล่าวข้างต้นมีความสอดคล้องกัน โดยเห็นว่าสื่อการเรียนการสอนคือเครื่องมือในการเรียนรู้ที่เป็นตัวกลางที่ใช้ส่งผ่านความรู้และประสบการณ์การเรียนรู้ จากครูสู่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหาของบทเรียนมากขึ้น นอกจากนี้สื่อการเรียนการสอน ในปัจจุบันยังได้รับการพัฒนาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.1 ประเภทของสื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอน สามารถแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2545: 7-9)

3.1.1 สื่อสิ่งพิมพ์ หมายถึง หนังสือและเอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ โดยใช้หนังสือที่เป็นตัวเขียนหรือตัวพิมพ์เป็นสื่อเพื่อแสดงความหมาย สื่อสิ่งพิมพ์มีหลายประเภท เช่น เอกสาร หนังสือ ตำราหนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร จุลสาร จดหมาย จดหมายเหตุด่วน บันทึกรายงาน วิทยานิพนธ์ เป็นต้น สื่อสิ่งพิมพ์นั้นมีประโยชน์คือสะดวกในการพกพา สื่อสิ่งพิมพ์ เช่น แบบเรียน ตำรา เป็นสื่อที่เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ เพราะมีกระบวนการในการผลิตอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นที่เชื่อถือและยอมรับให้เป็นแหล่งข้อมูลความรู้ที่สำคัญ ในปัจจุบันได้มีการใช้สื่อเทคโนโลยีมาใช้แทนสื่อสิ่งพิมพ์มากขึ้น เช่น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) แต่การใช้ประโยชน์ยังต่างกัน

3.1.2 สื่อเทคโนโลยี หมายถึง สื่อการเรียนการสอนที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ควบคู่กับเครื่องมือโสตทัศนวัสดุ หรือเครื่องมือที่เป็นเทคโนโลยี สารสนเทศ เช่น แลบบันทึกรูปภาพพร้อมเสียง (วีดิทัศน์) สไลด์แลบบันทึกรูปภาพ สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากนี้สื่อเทคโนโลยี ยังหมายรวมถึงกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน สื่อเทคโนโลยีที่สำคัญและเป็นที่นิยมในปัจจุบันคือสื่อคอมพิวเตอร์ เนื่องจากสื่อคอมพิวเตอร์สามารถตอบสนองความต้องการการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้อย่างรวดเร็วและค่อนข้างมีประสิทธิภาพ การใช้อินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอนต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ผู้เรียน สามารถหาความรู้ผ่านอินเทอร์เน็ตได้อย่างรวดเร็วและเรียนรู้ด้วยตัวเองนอกห้องเรียน

3.1.3 สื่ออื่น ๆ นอกจากสื่อสิ่งพิมพ์และสื่อเทคโนโลยีแล้วยังมีสื่ออื่น ๆ ที่ส่งเสริมการเรียนการสอน ซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าสื่อ 2 ประเภทดังกล่าวข้างต้น ได้แก่

1) สื่อธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือสภาพที่อยู่รอบตัวผู้เรียน เช่น พืชผัก ผลไม้ สัตว์ชนิดต่าง ๆ ปรากฏการณ์แผ่นดินไหว สภาพดินฟ้าอากาศห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ แหล่งวิทยาการหรือแหล่งการเรียนรู้ ห้องสมุด ชุมชน สังคม วัฒนธรรม เป็นต้น (กรมวิชาการ, 2545: 8) จะเห็นว่าสื่อในกลุ่มนี้ได้รวมเอาสิ่งที่เรียกว่าแหล่งเรียนรู้และบุคคลที่เป็นภูมิปัญญาไว้ด้วยกัน การนำสื่อธรรมชาติมาใช้ใน การจัดการเรียนการสอนนั้นทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ทำให้เกิดการจดจำได้เป็นอย่างดี เช่น เมื่อครูสอนเรื่องธรรมชาติ ครูอาจนำตัวอย่างใบไม้ ดอกไม้ ก้อนหินมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในห้องเรียน สิ่งเหล่านั้นเป็นสิ่งที่ผู้เรียนจับต้องได้ จึงช่วยเพิ่มความเข้าใจต่อเนื้อหาของเรื่องที่สอนได้อย่างชัดเจน

2) สื่อกิจกรรมหรือกระบวนการ หมายถึง สื่อที่อยู่ในรูปแบบของการนำเสนอ ซึ่งต้องอาศัยกิจกรรมหรือกระบวนการเป็น ตัวกลางในการนำเสนอความรู้และประสบการณ์ ดังนั้นจึงเรียกสื่อประเภทนี้ว่า สื่อประเภทวิธีการ เช่น การบรรยาย การอภิปราย การสาธิต กิจกรรมการแก้ปัญหา การเล่นเกม การฝึกฝน การนำเสนองาน และการเรียนเสริมนอกเวลา ครูสามารถใช้สื่อกิจกรรมแต่ละประเภท มาใช้ ร่วมกันได้ในห้องเรียน ตามความเหมาะสมของเนื้อหาของบทเรียน และขนาดของกลุ่มผู้เรียน เช่นกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดเล็ก และผู้เรียนกล้าโต้ตอบกับครู การใช้สื่อกิจกรรมแบบร่วมมือและแก้ปัญหานั้นค่อนข้างเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนในลักษณะนี้ สำหรับกิจกรรมประเภทที่ครูเป็นผู้นำเสนอความรู้ และสาธิตความรู้ต่าง ๆ เหมาะกับกลุ่มผู้เรียนที่มีขนาดใหญ่ เป็นต้น

3) สื่อวัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ หมายถึง สื่อรูปธรรมที่ผู้เรียนสามารถจับต้องได้และสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน สื่อเหล่านี้เป็นตัวกลางที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ใหม่ และให้ประสบการณ์การเรียนรู้ต่อผู้เรียน ตัวอย่างของสื่อวัสดุ เช่น หุ่นจำลอง แผนภูมิ สถิติ กราฟ เป็นต้น สื่อที่เป็นเครื่องมือและ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นในการปฏิบัติงานเช่น อุปกรณ์ทดลองทางวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ในการปลูกต้นไม้ เครื่องครัว อุปกรณ์การกีฬา เป็นต้น

3.2 กระบวนการออกแบบสื่อการเรียนการสอน

การออกแบบสื่อการเรียนการสอน มีกระบวนการในการดำเนินงาน แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 การวิเคราะห์สื่อการเรียนการสอน การวิเคราะห์สื่อการเรียนการสอนมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าไปตัดสินใจในการออกแบบสื่อ เนื่องจากสื่อการเรียนการสอนมีหลากหลายประเภทการวิเคราะห์สื่อจะช่วย ให้ครูทราบว่าสื่อประเภทใดที่เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจของนักเรียนต่อบทเรียนได้ดีที่สุด และมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ การวิเคราะห์สื่อจะ

ช่วยให้ครูหรือผู้ออกแบบตัดสินใจเกี่ยวกับสื่อว่า ควรเลือกใช้สื่อที่มีอยู่ หรือปรับปรุงสื่อที่มีอยู่อย่างไร หรือ จำเป็นต้องสร้างสื่อขึ้นใหม่ หลักการที่ควรนำมาใช้ในการพิจารณาสื่อการเรียนการสอน ได้แก่

1) สื่อการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาการเรียนรู้อันนี้ เพราะสื่อแต่ละประเภทมีประสิทธิภาพในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเหมาะสำหรับจุดประสงค์ การเรียนการสอนที่เป็น การพัฒนาผู้เรียนเป็นรายบุคคล มีจุดมุ่งหมายเพื่อซ่อมเสริมหรือส่งเสริมความสามารถเฉพาะบุคคล การใช้สื่อสิ่งพิมพ์เหมาะสำหรับการศึกษาค้นคว้า การใช้สื่อของจริง ในธรรมชาติ เหมาะสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นสิ่งแวดลอมในธรรมชาติ เป็นต้น ผู้สอนจึงต้องรู้จักคุณสมบัติของสื่อและเลือกให้เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่สอน

2) สื่อการเรียนการสอนต้องเหมาะสมกับผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทั้งใน ด้านพัฒนาการของร่างกาย สติปัญญา อารมณ์และสังคม ในแต่ละช่วงวัย ซึ่งเกี่ยวข้องอย่างมาก กับความสามารถในการเรียนรู้ นอกจากนี้ ยังมีความแตกต่างกันในด้านของวิธีการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนบางคนชอบการเรียนรู้ผ่านการลงมือ ปฏิบัติ บางคนชอบการเรียนรู้ผ่านการ บอกเล่าและอธิบาย บางคนชอบศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เป็นต้น ผู้สอนจึงควรศึกษาความแตกต่างของผู้เรียนเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการเลือกสื่อการเรียนการสอนให้ เหมาะสมพัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละช่วงวัย และวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียน

3) สื่อการเรียนการสอนต้องเหมาะสมกับวิธีสอนหรือรูปแบบการเรียนการสอน ที่ใช้เนื่องจากวิธีสอน และรูปแบบการเรียนการสอนแต่ละรูปแบบมีลักษณะเฉพาะเพื่อตอบสนอง จุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องอาศัยสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับ วิธีสอนหรือรูปแบบการเรียนการสอน อย่างเหมาะสม เช่น การใช้อุปกรณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ในการสอนด้วยวิธีการสอนแบบทดลอง การใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAD) สำหรับการฝึกฝน การเรียนทางไกลผ่านดาวเทียม ซึ่งใช้โทรทัศน์ และวิทยุ เป็นอุปกรณ์ เพื่อการศึกษา เหมาะสำหรับการเรียนด้วยตนเอง เป็นต้น

4) สื่อการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับสภาพของการนำไปใช้และค่าใช้จ่าย มีสื่อหลายชนิดที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้เดียวกันได้ ผู้สอนสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของการนำไปใช้ และค่าใช้จ่าย ตัวอย่าง เช่น การนำผู้เรียน ไปเรียนรู้ ในสถานที่จริงเป็นการสร้างประสบการณ์ตรงซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ดีที่สุด แต่ถ้ามีข้อจำกัด ด้านค่าใช้จ่ายและด้านความปลอดภัยในการเดินทาง ก็ควรพิจารณานำสื่อการเรียนการสอนอื่น ๆ ที่ให้ผลการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันมากนัก เช่นเลือกใช้สื่อภาพยนตร์ หรือ การนำเสนอด้วยแผ่นภาพเลื่อน (power point) แทนการเดินทางไปยังสถานที่จริง เป็นต้น

5) สื่อการเรียนการสอนต้องมีความสะดวกใช้และสอดคล้องกับความสามารถของผู้ใช้ สื่อการเรียนรู้อาจเป็นสื่อสมัยใหม่ที่ผู้ใช้อาจไม่มีความชำนาญในการใช้ดีพอ เช่น สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ผู้ใช้จะต้องศึกษาและใช้สื่อเหล่านั้น ๆ ให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ หรือขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญสื่อบางชนิด เช่น สื่อที่เป็นภาพยนตร์ สไลด์มัลติวิชัน มีความยุ่งยากในการจัดหา และต้องอาศัยทักษะและเทคนิคการใช้ อาจจำเป็นต้องเลือกใช้สื่อชนิดอื่นที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี เช่นเดียวกันแทนได้ นอกจากนี้สื่อบางชนิดต้องใช้เวลามากในการเตรียมและจัดทำ ซึ่งอาจให้ผลไม่คุ้มค่ากับเวลาที่เสียไป เช่น การนำเสนอบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรมพาวเวอร์พอยท์ แทนการสร้างบทเรียน CAI ซึ่งมีกระบวนการสร้างยุ่งยากมากกว่า อย่างไรก็ตามในกรณีที่พิจารณาเห็นว่าสื่อเหล่านั้น แม้มีวิธีการจัดทำ ที่ยุ่งยาก แต่ให้ผลการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงก็สมควรจัดทำและเผยแพร่ให้มีการใช้อย่างคุ้มค่า

6) สื่อการเรียนการสอนต้องทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สื่อการเรียนการสอนที่นำมาใช้นั้นควรทำหน้าที่ได้อย่างคุ้มค่า คุ้มค่า และสร้างความพึงพอใจให้กับผู้เรียน สื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสื่อที่มีลักษณะดึงดูดความสนใจของผู้เรียน สามารถสร้างความเข้าใจเนื้อหาสาระให้กับผู้เรียน ได้ถูกต้องตรงตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยไม่เสียเวลามาก จากหลักการเลือกสื่อที่กล่าวมานี้จะเห็นว่า การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ชัดเจนจะช่วยให้ครูสามารถคัดเลือกสื่อการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม ในการเลือกสื่อควรคำนึงถึงความสนใจและความต้องการของผู้เรียน คำนึงถึงค่าใช้จ่าย ความสะดวกในการใช้และความคุ้มค่าในการทำหน้าที่ของสื่อ

3.2.2 การออกแบบสื่อการเรียนการสอน การออกแบบสื่อการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน ครูจึงต้องตอบคำถามสี่ข้อดังต่อไปนี้ที่ครูต้องตอบให้ได้เพื่อการออกแบบสื่อที่มีประสิทธิภาพ

- 1) สื่อการเรียนการสอนที่เลือกมานั้นสามารถใช้ได้จริงในห้องเรียนหรือไม่
- 2) การใช้สื่อต่าง ๆ สอดคล้องกับโครงสร้างเนื้อหาที่วางแผนไว้หรือไม่
- 3) สื่อการเรียนการสอนที่จะใช้มีความสมบูรณ์เพียงพอหรือไม่ ยังมีความจำเป็นต้องปรับปรุงหรือพัฒนาบางส่วนให้สมบูรณ์มากขึ้นหรือไม่

4) สื่อการเรียนการสอนนี้จะให้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดีต่อผู้เรียนอย่างเต็มที่หรือไม่หากคำตอบของคำถามทั้งสี่ข้อนี้เป็นไปในทางบวกก็แสดงว่าสื่อการเรียนการสอนที่ครูจะใช้เป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพและสามารถเสริมสร้างความรู้ที่ครบครันให้แก่ผู้เรียน

3.2.3 การประเมินสื่อการเรียนการสอน ภายหลังจากนำสื่อไปใช้ ควรมีการประเมินว่าสื่อการเรียนการสอนที่ใช้นั้นตอบสนองจุดมุ่งหมายในการใช้สื่อครบถ้วนหรือไม่ โดยใช้คำถามต่อไปนี้ เป็นแนวทางในการตรวจสอบ

- 1) สื่อการเรียนการสอนตอบสนองจุดมุ่งหมายการใช้สื่อการเรียนการสอนของครู หรือไม่
- 2) สื่อที่ใช้มีคุณภาพดีหรือไม่
- 3) สื่อที่ใช้ช่วยให้ผู้เรียนเรียนเข้าใจในเนื้อหาและมีผลการเรียนรู้ตามที่คาดหวังหรือไม่

คำถามข้างต้นสามารถนำไปใช้ในการประเมินสื่อโดยทั่วไป สำหรับการประเมินสื่อการเรียนการสอนที่เป็นการสร้างขึ้นมาใหม่ มีขั้นตอนและกระบวนการประเมินสื่อการเรียนการสอน แบ่งได้เป็น 2 ระยะ คือ การประเมินความก้าวหน้า (formative evaluation) และการประเมินผลสรุป (summative evaluation)

การประเมิน ความก้าวหน้า เป็นการประเมินในระหว่างการนำสื่อการเรียนการสอนที่ออกแบบ ไปทดลองใช้ จุดมุ่งหมายเพื่อประเมินสื่อการเรียนการสอนว่าเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาของบทเรียน หรือไม่ คุณภาพทางเทคนิคของสื่อ และความสามารถทางการเรียนรู้ของผู้เรียนเมื่อใช้สื่อเป็นอย่างไร ผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาจะเป็นผู้ประเมินความสอดคล้องของบทเรียนกับประเภทของสื่อที่ใช้ และคุณภาพทางเทคนิคของสื่อ ส่วนผู้เรียนจะเป็นผู้ประเมินตัวสื่อว่ามีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้นหรือไม่ การประเมินโดยผู้เรียนสามารถทำได้จากการสอบถามนักเรียนรายบุคคล หรือประเมินแบบกลุ่มย่อย ครูยังสามารถประเมินจากการตอบสนองของนักเรียนต่อสื่อการเรียนการสอนที่ใช้และผลการเรียนของนักเรียนหลังจากที่มีการนำสื่อการเรียนการสอนเข้ามาใช้ ผลการประเมินนี้นำไปใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้มากขึ้น

การประเมินผลสรุปเป็นการประเมินภายหลังจากการนำสื่อการเรียนการสอนที่ออกแบบและพัฒนาแล้วไปใช้กับผู้เรียน จุดมุ่งหมายของการประเมินสรุป เป็นการประเมินประสิทธิภาพและความน่าสนใจของสื่อ ผู้เชี่ยวชาญและครูจะเป็นผู้ประเมินประสิทธิภาพของสื่อเพื่อหาข้อบกพร่องของสื่อการเรียนการสอน เพื่อนำไปปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป ส่วนนักเรียนจะเป็นผู้ประเมินว่าสื่อดึงดูดความน่าสนใจมากน้อยเพียงใด

กระบวนการในการออกแบบการเรียนการสอนทั้ง 3 ขั้นตอนคือการวิเคราะห์การออกแบบ และการประเมินผลเป็นขั้นตอนที่นำไปใช้ได้กับการออกแบบสื่อการเรียนการสอนที่

สร้างใหม่ สำหรับครูในโรงเรียนอาจนำกระบวนการดังกล่าวไปปรับใช้ ให้เหมาะกับการคัดเลือกสื่อที่มีอยู่แล้วมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน

4. ประสิทธิภาพสื่อการเรียนการสอน

การผลิตสื่อหรือชุดการสอนนั้น ก่อนนำไปใช้จริงจะต้องนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพเพื่อดูว่าสื่อหรือชุดการสอนทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพียงใด มีความสัมพันธ์กับผลลัพธ์หรือไม่และผู้เรียน มีความพึงพอใจต่อการเรียนจากสื่อหรือชุดการสอน ในระดับใด ดังนั้นผู้ผลิตสื่อการสอนจำเป็นจะต้องนำ สื่อหรือชุดการสอนไปหาคุณภาพ เรียกว่าการทดสอบประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตสื่อและชุดการสอน การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิต ออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 7)

4.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

4.1.1 ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดจำกัดที่จะยอมรับว่าสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้ การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียวเพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง

อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้นหากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 หรืออนุโลมให้มีความคลาดเคลื่อน ต่ำหรือสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่า ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบ ประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึง เกณฑ์ที่กำหนด ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็น ระดับที่ผลิตสื่อหรือชุดการสอนจะพึงพอใจว่าหากสื่อหรือชุดการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วสื่อหรือชุดการสอนนั้นก็มีความค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวน

มาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่า ประสิทธิภาพเป็น $E_1 = \text{Efficiency of Process}$ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น $E_2 = \text{Efficiency of Product}$ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

1) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบ กิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำโครงการ หรือทำรายงาน เป็นกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่ มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2) ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือประเมินผลลัพธ์(Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบได้

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอน คาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน และการประกอบ กิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด นั่น คือ $E_1/E_2 =$ ประสิทธิภาพ ของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียน จากสื่อหรือชุดการสอนแล้ว ผู้เรียน จะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติหรืองาน ได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมิน หลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผล เฉลี่ย 80% (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 9)

ประสิทธิภาพของสื่อหรือวัตกรรมนั้น อิศร ก้อนคำ (2552) กล่าวว่า ถ้าเราเปิดงาน วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา หรือ สาขาอื่นที่เน้นทำวิจัย วิทยานิพนธ์เกี่ยวกับ การสร้างสื่อ นวัตกรรมมาใช้ หรือแม้กระทั่งการส่งผลงาน เพื่อประเมินเลื่อนวิทยฐานะของครู เราก็มักจะพบตัวเลข ที่แสดงประสิทธิภาพของสื่อหรือวัตกรรมนั้น เช่น 80/80 70/70 75/75 90/90 ตัวเลขที่กำหนดนั้นหมายถึง E_1/E_2 โดยตัวเลขนั้นการกำหนดขึ้นอยู่กับ ผู้วิจัยเป็นคนกำหนด โดยจะต้องคำนึง ถึงองค์ประกอบดังนี้ 1) ธรรมชาติของรายวิชา หรือเนื้อหา ความยากง่ายของรายวิชาหรือเนื้อหานั้น ถ้าง่ายก็ตั้งสูง เพราะผู้เรียนอาจจะสามารถผ่านได้ง่าย ถ้าเนื้อหายากก็ตั้งต่ำๆ หน่อย เช่น คณิตศาสตร์จะตั้งประมาณ 70/70 หรือ 75/75 เพราะธรรมชาติของวิชา นั้นเอง 2) สมรรถภาพของผู้เรียน ว่าผู้เรียนมีเก่งกี่คน ปานกลางกี่คน อ่อนกี่คน ประเมินโดยภาพรวม ว่าอยู่ระดับไหน อันนี้ถ้าในห้องเรียนนั้น มีนักเรียนที่เรียนเก่งอยู่มาก ประสิทธิภาพของสื่อของเรา ก็ต้องสามารถช่วยยกระดับความรู้ให้เข้าใกล้ 100 ให้มากที่สุดตามไปด้วยนั่นเอง

4.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 10)

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้ 2 วิธีคือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณ

ธรรมดา

โดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum x}{N} \times 100 \text{ หรือ } \frac{\bar{x}}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียนหรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_1 = \frac{\sum F}{N} \times 100 \text{ หรือ } \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น กระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติหรือผลงานในขณะที่ประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณ หาค่า E_1 / E_2

โดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 11)

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนก็สามารถใช้วิธีการคำนวณ ธรรมดาหาค่า E_1 และ E_2 ได้ด้วยวิธีการคำนวณ ธรรมดาสำหรับ E_1 คือค่าประสิทธิภาพของงาน และแบบฝึกปฏิบัติกระทำได้โดยการนำคะแนนงาน ทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรมแต่ละคนมารวม กัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ สำหรับค่า E_2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุด การสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจาก

การสอบ หลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียน ทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบ ส่วนร้อย เพื่อ หาค่าร้อยละ

4.3 การตีความหมายผลการคำนวณ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556: 11)

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้แล้ว ผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของ ผลลัพธ์โดยยึดหลักการและแนวทางดังนี้

4.3.1 ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวน ของผลลัพธ์ ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงค่าไปสูง $= \pm 2.5$ นั้นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ไม่เกิน 2.5% และ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% หากคะแนน E_1 หรือ E_2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่ากิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียน ไม่สอดคล้องกันเช่น ค่า E_1 มากกว่า E_2 แสดงว่า งานที่มอบหมายอาจจะง่ายกว่าการสอบ หรือ หากค่า E_2 มากกว่าค่า E_1 แสดงว่า การสอบง่ายกว่าหรือไม่สอดคล้อง กับงานที่มอบหมายให้ทำ จำเป็นที่จะต้องปรับแก้

หากสื่อหรือชุดการสอนได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างมีคุณภาพ ค่า E_1 หรือ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่า นักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับ ชั้นหรือไม่ก่อนที่จะ มีการเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริง ไม่ใช่ทำ กิจกรรมหรือทำสอบได้เพราะการเดา การประเมินในอนาคตจะเสนอผลการประเมินเป็นเลขสองตัว คือ E_1 คู่ E_2 เพราะจะทำให้ ผู้อ่านผลการประเมินทราบลักษณะนิสัยของผู้เรียน ระหว่างนิสัยในการทำงาน อย่างต่อเนื่อง คงเส้นคงวา หรือไม่ (ดูจากค่า E_1 คือกระบวนการ) กับการทำงานสุดท้ายว่ามีคุณภาพ มากน้อยเพียงใด (ดูจากค่า E_2 คือกระบวนการ) เพื่อประโยชน์ของการถ่วงดุล บุคลากรเข้าทำงาน

ตัวอย่าง นักเรียนสองคนคือเกษมกับปรีชา เกษมได้ผลลัพธ์ $E_1/E_2 = 78.50/82.50$ ส่วนปรีชาได้ ผลลัพธ์ $82.50/78.50$ แสดงว่านักเรียนคนแรกคือ เกษม ทำงานและแบบฝึกปฏิบัติทั้งปี ได้ 78% และ สอบไล่ได้ 83% จะเห็นว่าจะมีลักษณะนิสัยที่เป็นกระบวนการผู้เรียนคนที่สองคือ ปรีชาที่ได้ผลลัพธ์ $E_1/E_2 = 82.50/78.50$ ไม่ได้

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบสื่อมัลติมีเดีย แต่มีลักษณะการนำเสนอเป็นรูปแบบคล้ายหนังสือ ซึ่งมีทั้งข้อความที่เป็นตัวหนังสือสำหรับอ่าน โดยอาจมีเสียงอธิบายหรือเสียง อ่านข้อความ นอกจากนี้ยังอาจมีภาพเคลื่อนไหวในรูปแบบของวิดีโอประกอบในหนังสือได้อีกด้วย

1. ความเป็นมาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ในยุคสารสนเทศที่มีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีวิวัฒนาการเบก้าวกระโดดจนเกิดยุคแห่งข้อมูล (Data) ข่าวสาร (Information) หรือความรู้ (Knowledge) ที่เรียกว่า “ไร้พรมแดน” ซึ่งบุคคลสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลข่าวสารได้ทุกที่ ทุกเวลา การนำเสนอข้อมูล ต่าง ๆ มาจัดหมวดหมู่เพื่อจะนำเสนอองค์ความรู้เพิ่มเติมเสริมแต่งสิ่งที่น่าสนใจ ทั้งภาพเคลื่อนไหว แสงเสียง จึงเป็นสิ่งที่มีความประสงค์ในการส่งเสริมให้มีการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทในฐานะเครื่องมืออย่างหนึ่งในการสื่อสารความรู้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet) ทำให้เกิดการเชื่อมโยงกันได้ง่ายและส่งผ่านข้อมูลข่าวสารไปทั่วโลกทั้งในรูปแบบ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว โดยที่ระยะทางไม่ได้เป็นอุปสรรคในการเข้าถึงข้อมูลซึ่งเห็นได้จากระบบเครือข่ายเวิลด์ไวด์เว็บ (World wide web) สถาบันการศึกษาต่าง ๆ จึงส่งเสริมพัฒนาระบบการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น หรืออีกชื่อหนึ่งที่ได้ยินมากขึ้นว่า E-Learning ดังนั้นหนังสือพิมพ์ ตำราวิชาการ หรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญในการเรียนรู้จึงมีแนวโน้มที่จะถูกพัฒนาให้ถูกจัดทำในรูปแบบนี้เช่นกัน

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ปรากฏขึ้นเป็นครั้งแรกในยุคทศวรรษที่ 40 เมื่อครั้งเป็นยุคทองของนิยายวิทยาศาสตร์ และในช่วงสิบปีที่ผ่านมาเริ่มมีการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบเอกสาร PDF (PDF file) สามารถดาวน์โหลดผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ต่อมาบริษัทต่าง ๆ ได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นมาจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยตรง โดยตรง ซึ่งสามารถเพิ่มภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวเสียง วิดีโอต่าง ๆ ได้ และสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ และที่สำคัญสามารถเผยแพร่หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นี้บนเครือข่ายได้อย่างสมบูรณ์ ตัวอย่างโปรแกรมสำเร็จรูปเหล่านี้ ได้แก่ Desktop Author, Flip Album, Flash เป็นต้น จึงทำให้หนังสือเคยเป็นสิ่งที่น่าเบื่อ กลับมามีคุณค่า มีชีวิตชีวา เป็นที่ดึงดูดใจของผู้อ่าน ส่งผลให้มีการส่งเสริมให้อ่านหนังสือมากขึ้น (สมปอง ตระวรณ์, 2554)

2. ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

มีผู้ให้ความหมายของ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไว้หลายความหมายได้แก่

บุปผาชาติ ทัพทิกธน์ (2540) ได้ให้ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า หนังสือที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยปกติมักจะเป็นแฟ้มข้อมูลที่สามารถอ่านเอกสารผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทั้งในระบบออฟไลน์ และออนไลน์

เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ (2545) ได้ให้ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง รูปแบบการนำเสนอข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต ที่สามารถเชื่อมต่อข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วตามทั่วทุกมุมโลกเป็นการถ่ายทอดที่เปิดโลกสังคมแห่งการเรียนรู้แบบใหม่พร้อมด้วยข้อมูลที่สามารถนำเสนอข้อมูลได้ทั้งตัวอักษรหรือตัวเลขเรียกว่า ไฮเปอร์เท็กซ์ (hypertext) และถ้าหากข้อมูลนั้นรวมถึงภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหวด้วยเรียกว่า ไฮเปอร์มีเดีย (hypermedia) โดยการเชื่อมโยงสัมพันธ์ในรูปแบบใด ซึ่งผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนได้ตามความต้องการไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

สุภาภรณ์ สิปปเวสม์ (2545) ได้ให้ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง เอกสารในรูปแบบดิจิทัล ที่นำเสนอข้อมูลในลักษณะข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงต่าง ๆ ที่จัดเก็บในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่สัมพันธ์ของเนื้อหาถึงกัน ได้ผ่านจอคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าเนื้อหานั้นจะอยู่ในแฟ้มเดียวกันหรืออยู่คนละแฟ้ม หากเป็นการเชื่อมโยงข้อความที่เป็นตัวอักษรหรือตัวเลข เรียกว่า ข้อความหลายมิติ (hypertext) และหากข้อมูลนั้นเป็นการเชื่อมโยงลักษณะภาพ เสียง และภาพเคลื่อนไหว เรียกว่าสื่อหลายมิติ (hypermedia)

อัครเดช ศรีมณีพันธ์ (2547) ได้ให้ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง รูปแบบ การนำเสนอข้อมูลผ่านสื่อที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน การติดต่อสื่อสารระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือข้อมูลในลักษณะ e-Content เป็นสื่อการถ่ายทอดที่เปิดโลกการเรียนรู้แบบใหม่ที่สามารถเสนอข้อมูลตัวอักษรจากการคลิกเปิดเอกสารในรูปแบบไฮเปอร์เท็กซ์ (hypertext) และข้อมูลภาพนิ่ง เสียง และรวมถึงภาพเคลื่อนไหว เรียกว่า ไฮเปอร์มีเดีย (hypermedia) การประสานและการเชื่อมโยงสัมพันธ์เนื้อหาอย่างไร้รอยต่อของข้อมูลที่อยู่ในแฟ้มเดียวกันหรืออยู่คนละแฟ้มเข้าด้วยกันเป็นหนึ่งเดียว ซึ่งผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนได้ตามความต้องการไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ทำให้ค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

นwor แจ่มขา (2547: 11) ได้ให้ความหมายว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์หมายถึง สื่ออยู่ในรูปแบบดิจิทัล โดยแสดงให้เห็นบนจอคอมพิวเตอร์ เป็นหนังสือถูกนำมาจัดพิมพ์ในรูปแบบดิจิทัล

ไม่บังคับการพิมพ์ และการเข้าเล่มแผ่นซีดีรอมสามารถจัดเก็บข้อมูลได้จำนวนมากในรูปแบบของตัวอักษร ทั้งลักษณะภาพ ดิจิตอล ภาพอนิเมชัน วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหวต่อเนื่อง คำพูด เสียงดนตรี และเสียงอื่น ๆ ที่ประกอบตัวอักษรเหล่านั้น

ดังนั้นจากความหมายที่กล่าวมา หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง การนำหนังสือหนึ่งเล่มหรือหลาย ๆ เล่มมาออกแบบใหม่ ให้อยู่ในรูปของอิเล็กทรอนิกส์ สามารถนำเสนอข้อมูลได้ทั้งตัวอักษรหรือตัวเลข รวมถึงภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยการประสานเชื่อมโยงสัมพันธ์ของเนื้อหาที่อยู่ในแฟ้มเดียวกันหรืออยู่คนละแฟ้มเข้าด้วยกันทำให้ผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนสามารถที่จะเลือกเรียนได้ตามความต้องการไม่จำกัดเวลาและสถานที่

3. ประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

Baker and Giller Suasn (1985 อ้างถึงใน กฤษณา มณีเศรษฐา, 2550: 10-12) ได้แบ่งประเภทหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามประเภทของสื่อที่ใช้ในการนำเสนอและองค์ประกอบของเครื่องอำนวยความสะดวกภายในเล่มไว้ ดังนี้

3.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทบรรจุข้อมูล เนื้อหาสาระเป็นหมวดวิชาหรือวิชา โดยเฉพาะเป็นหลัก

3.2 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทบรรจุ ข้อมูลเนื้อหาสาระเป็นหัวเรื่องหรือเรื่องเฉพาะ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้จะมีเนื้อหาใกล้เคียงกับประเภทแรกแต่ ขอบข่าย แคบกว่า จะหรือจำเพาะเจาะจงมากกว่า

3.3 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทบรรจุข้อมูล เนื้อหาสาระ และเทคนิคการนำเสนอขั้นสูงที่มุ่งเน้นเพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนที่การสอนหรือฝึกอบรม

3.4 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทบรรจุข้อมูล เนื้อหาสาระ เพื่อการทดสอบหรือสอบวัดผลเพื่อให้ผู้อ่านศึกษาและการตรวจสอบวัดระดับความรู้ หรือความสามารถของตน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประเภทนี้แบ่งตามชนิดของข้อมูล ออกเป็น 10 ประเภท

3.4.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือหรือแบบตำรา (Textbooks) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้เน้นการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือ และภาพประกอบในรูปแบบหนังสือปกดีที่พบเห็นทั่วไป หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้ สามารถกล่าวได้ว่าเป็นการแปลงหนังสือจากสภาพสิ่งพิมพ์ปกติเป็นสัญญาณดิจิตอล เพิ่มศักยภาพเดิมการนำเสนอ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อ่านการสืบค้น การคัดลอก เป็นต้น

3.4.2 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือเสียงอ่าน เป็นหนังสือมีเสียงคำอ่านเมื่อเปิดหนังสือจะมีเสียงอ่าน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้ เหมาะสำหรับเด็กเริ่มเรียนหรือสำหรับฝึกออกเสียง หรือฝึกพูดเป็นต้น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้ เป็นการเน้นคุณลักษณะด้านการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นตัวอักษรและเสียง เป็นลักษณะหลักนิยมใช้กับกลุ่มผู้อ่านที่มีระดับภาษา ด้านการฟัง หรือการอ่านค่อนข้างต่ำ เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนภาษาของเด็ก ๆ หรือที่กำลังฝึกภาษาที่สอง หรือฝึกภาษาใหม่ เป็นต้น

3.4.3 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพนิ่ง หรือ อัลบั้มภาพ เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณลักษณะหลักเน้นจัดเก็บข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล และการนำเสนอในรูปแบบภาพนิ่ง หรืออัลบั้ม ภาพเป็นหลัก เสริมด้วยการนำศักยภาพของคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเสนอ เช่นการเลือก ภาพที่ต้องการ การขยายหรือย่อขนาดของภาพตัวอักษร

3.4.4 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพเคลื่อนไหว เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เน้นการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพวิดิทัศน์ หรือภาพยนตร์สั้น ๆ ผนวกกับข้อมูลสนเทศที่ในรูปแบบตัวหนังสือ ผู้อ่านสามารถเลือกชมศึกษาข้อมูลได้ ส่วนใหญ่นิยมนำเสนอข้อมูลเหตุการณ์ประวัติศาสตร์ หรือเหตุการณ์สำคัญ ๆ เช่น ภาพเหตุการณ์สงครามโลก เป็นต้น

3.4.5 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อประสม เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เน้นเสนอข้อมูลเนื้อหาสาระในลักษณะแบบสื่อผสมระหว่างสื่อจอภาพ ที่เป็นทั้งภาพนิ่งภาพเคลื่อนไหว กับสื่อประเภทเสียง ในลักษณะต่าง ๆ ผนวกกับศักยภาพของคอมพิวเตอร์อื่นเช่นเดียวกันกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่กล่าวมา

3.4.6 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อประสมหลากหลาย เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อประสม แต่ มีความหลากหลายในคุณลักษณะความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลภายในเล่มที่ บันทึกในลักษณะต่าง ๆ เช่น ตัวหนังสือ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ดนตรี เป็นต้น

3.4.7 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบหนังสือเชื่อมโยง เป็นหนังสือที่มีลักษณะสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสาระภายในเล่ม ซึ่งอ่านสามารถคลิกเพื่อเชื่อมไปสู่เนื้อหาสาระที่ออกแบบแตกกิ่ง นอกจากนี้ ยังสามารถเชื่อมโยงกับแหล่งเอกสารภายนอกเมื่อเชื่อมต่อเชื่อมระบบอินเทอร์เน็ตหรืออินทราเน็ต

3.4.8 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แบบหนังสืออิสระ เป็นหนังสือสื่อประสม แต่มีการใช้โปรแกรมขั้นสูงที่สามารถมีปฏิกริยา หรือปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่านเสมือนกับหนังสือมีสติปัญญา ในการไตร่ตรอง หรือคาดคะเนในการโต้ตอบ หรือมีปฏิกริยากับผู้อ่าน

3.4.9 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อหนังสือทางไกล เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีคุณลักษณะหลัก ๆ คล้ายกับ Hypermedia Electronic Book แต่เน้นการเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลภายนอกผ่านระบบเครือข่าย ทั้งที่เป็นเครือข่ายเปิด และเครือข่ายเฉพาะสมาชิกของเครือข่าย

3.4.10 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือไฮเบอร์สเปซ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้มีลักษณะเหมือนกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลาย ๆ แบบที่กล่าวมาแล้วมาผสมกัน สามารถเชื่อมโยงข้อมูลทั้งจากแหล่งภายในและที่แหล่งภายนอก สามารถนำเสนอข้อมูลในระบบสื่อที่หลากหลายสามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่านได้หลากหลายมิติ

4. ประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ (2545) ได้รวบรวมคุณประโยชน์ที่หลากหลายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ ดังนี้

4.1 ช่วยให้ผู้เรียนสามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนบทเรียนหากไม่เข้าใจและสามารถเลือกเรียนได้ตามเวลาสถานที่ที่ตนเองสะดวก

4.2 การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ที่ให้ทั้งสี สัน ภาพ และเสียงทำให้เกิดความตื่นเต้นและไม่เบื่อหน่าย

4.3 ช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีประสิทธิภาพในแง่ที่ลดเวลาลดค่าใช้จ่ายสนองความต้องการและความสามารถของบุคคล มีประสิทธิผลในแง่ทำให้ผู้เรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย

4.4 ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหัวข้อที่สนใจข้อใดก่อนก็ได้ และสามารถย้อนกลับไปที่กลับมาในเอกสารหรือกลับมาเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นใหม่ ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

4.5 สามารถแสดงทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงได้พร้อมกัน หรือจะเลือกให้แสดงเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4.6 การจัดเก็บข้อมูลสามารถจัดเก็บเป็นไฟล์แยกระหว่างตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยใช้เท็กซ์ไฟล์เป็นศูนย์กลางแล้วเรียกมาใช้ร่วมกันได้โดยการเชื่อมโยงข้อมูลจากสื่อต่าง ๆ ที่อยู่คนละที่เข้าด้วยกัน

4.7 สามารถปรับเปลี่ยน แก้ไข เพิ่มเติมข้อมูลได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว ทำให้สามารถปรับปรุงบทเรียนให้ทันสมัยกับเหตุการณ์ได้เป็นอย่างดี

4.8 ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันกับเรื่องที่กำลังศึกษา จากแฟ้มเอกสารอื่น ๆ ที่เชื่อมโยงอยู่ได้อย่างไม่จำกัดจากทั่วโลก

4.9 เสริมสร้างให้ผู้เรียนเป็นผู้มีเหตุผล มีความคิดและมีทักษะที่เป็น logical เพราะการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้เรียนจะต้องทำอย่างมีขั้นตอน มีระเบียบ และมีเหตุผลพอสมควร เป็นการฝึกลักษณะนิสัยที่ดีให้กับผู้เรียน

4.10 ผู้เรียนสามารถบูรณาการการเรียน การสอนในวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้อย่างเกี่ยวเนื่อง และมีความหมาย

4.11 ครูมีเวลาติดตามและตรวจสอบความก้าวหน้าของผู้เรียนแต่ละคนได้มากขึ้น

4.12 ครูมีเวลาศึกษาดำรง และพัฒนาความสามารถของตนเองได้มากขึ้น

4.13 ช่วยพัฒนาทางวิชาการ

นอกจากนี้แล้วประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หากกล่าวตามเป้าประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้คือ นักเรียนในเขตพื้นที่เสี่ยงภัยในสามจังหวัดชายแดนใต้ สามารถใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนเสริมหรือทบทวนบทเรียน ในกรณีที่โรงเรียนต้องปิดการเรียนการสอน อันเกิดจากเหตุการณ์ไม่สงบในสามจังหวัดชายแดนใต้อีกด้วย

5. โครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ลักษณะโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะมีความคล้ายคลึงกับหนังสือทั่วไปที่เป็นรูปเล่ม หากจะมีความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนก็คือกระบวนการผลิต รูปแบบ และวิธีการอ่านหนังสือ โดยโครงสร้างทั่วไปของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย หน้าปก คำนำ สารบัญ สารระของหนังสือแต่ละหน้า อ้างอิง ดัชนี ปกหลัง

5.1 หน้าปก หมายถึง ปกด้านหน้าของหนังสือซึ่งจะอยู่ส่วนแรก เป็นตัวบ่งบอกว่าหนังสือเล่มนี้ ชื่ออะไร ใครเป็นคนแต่ง

5.2 คำนำ หมายถึง คำบอกกล่าวของผู้เขียนเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูล และเรื่องราวต่าง ๆ ของหนังสือเล่มนั้น

5.3 สารบัญ หมายถึง ตัวบ่งบอกหัวเรื่องสำคัญที่อยู่ภายในเล่มว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง อยู่ที่หน้าใดของหนังสือ สามารถเชื่อมโยงไปหา หน้า ต่าง ๆ ภายในเล่มได้

5.4 สารระของหนังสือแต่ละหน้า หมายถึง ส่วนประกอบสำคัญในแต่ละหน้าที่ปรากฏภายในเล่ม ประกอบด้วย

5.4.1 หน้าหนังสือ (Page Number)

5.4.2 ข้อความ (Texts)

5.4.3 ภาพประกอบ (Graphics) .jpg, .gif, .bmp, .png, .tiff

5.4.4 เสียง (Sounds) .mp3, .wav, .midi

5.4.5 ภาพเคลื่อนไหว (Video Clips, flash) .mpeg, .wav, .avi

5.4.6 จุดเชื่อมโยง (Links)

5.5 อ้างอิง หมายถึง แหล่งข้อมูลที่ใช้นำมาอ้างอิง อาจเป็นเอกสาร ตำรา หรือ เว็บไซต์ก็ได้

5.6 ดัชนี หมายถึง การระบุคำสำคัญหรือคำหลักต่าง ๆ ที่อยู่ ภายในเล่ม โดยเรียงลำดับตัวอักษร ให้สะดวกต่อการค้นหา พร้อมระบุเลขหน้าและจุดเชื่อมโยง ปกหลัง หมายถึง ปกด้านหน้าของหนังสือซึ่งจะอยู่ส่วนท้ายเล่ม (ไพฑูริย์ ศรีฟ้า, 2550: 34-37)

6. โปรแกรมจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ในการศึกษาพัฒนาการเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทั่ว ๆ ไปนั้น เริ่มมีการพัฒนาการมาพร้อม ๆ กับวิวัฒนาการของเครื่องคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่ต้นทศวรรษ 1996 ในสหรัฐอเมริกา เป็นต้นมา การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์สมัยนั้น จัดทำด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูง ซึ่งผู้พัฒนาจะต้องมีความรู้อย่างดีในภาษา โปรแกรมนั้น เช่น ภาษาเบสิก ซึ่งยุ่งยากซับซ้อน จึงได้มีการพัฒนา

ภาษาหรือโปรแกรมให้ใช้ง่ายขึ้น เพื่อให้ครูหรือนักวิชาการ สามารถพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ ซึ่งพอจะสรุปให้เห็นถึงการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ตามลำดับ ดังนี้

6.1 ภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูง (high-level language) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง ผู้ใช้จะต้องมีความรู้เป็นอย่างดีในภาษานั้น เหมาะสมที่จะใช้ในการพัฒนาบทเรียนที่มีความซับซ้อนรูปแบบของบทเรียนมีการออกแบบโดยเฉพาะ ข้อเสียของการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูงในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ก็คือ หากครูหรือนักวิชาการผู้นั้นมีความรู้ทางด้านภาษาคอมพิวเตอร์ไม่ดีนัก ก็ทำให้การพัฒนามีประสิทธิภาพน้อย หรือค่อนข้างจำกัดในความสามารถของบทเรียน ตัวอย่างของภาษาคอมพิวเตอร์ระดับสูง เช่น ภาษา Basic, ภาษา Pascal, ภาษา Logo และภาษา C

6.2 ภาษาช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ (authoring language) ภาษาช่วยสร้างบทเรียนนี้พัฒนาจากภาษาคอมพิวเตอร์ การทำงานใช้คำสั่งเฉพาะเพื่อให้ทำงานตามลักษณะที่ต้องการ การใช้ภาษาที่ช่วยสร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์นี้สามารถใช้ได้ง่ายและสะดวกกว่าภาษาระดับสูง ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องรู้ภาษาคอมพิวเตอร์ก็สามารถพัฒนาบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้ เพียงแต่ ใช้คำสั่งในโปรแกรมเท่านั้น แต่ มีข้อจำกัดและรูปแบบของโปรแกรมช่วยสอนไม่ดีเท่าการใช้ภาษาระดับสูง ตัวอย่างของภาษา ได้แก่ ภาษา Coursewrite , ภาษา Pilot และภาษา Tuter

6.3 โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ (authoring system) โปรแกรมประเภทนี้ส่วนใหญ่ใช้ชุดคำสั่ง ซึ่งอาจจะเป็นเมนูคำสั่ง สัญลักษณ์ (icon) เพื่อใช้ สำหรับเขียนโปรแกรมโดยไม่ต้องอาศัยความรู้ความสามารถทางภาษาคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบัน โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนมี

การปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น โปรแกรม สามารถเชื่อมโยงกับภาษาคอมพิวเตอร์หรือสื่ออื่น ๆ เพื่อให้การทำงานมีรูปแบบมากขึ้น เช่น วิดีโอ หรือเครื่องเล่นแผ่นเลเซอร์ หรือการบันทึกเสียงเข้ามาในบทเรียนได้ ซึ่งในส่วนนี้ช่วยให้ผู้พัฒนาได้เพิ่มสิ่งเร้าต่าง ๆ ให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น มีการใช้จอภาพแบบสัมผัส ในการป้อนข้อมูลหรือปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนได้ เป็นต้น ตัวอย่างของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียน ได้แก่ Phonix, Info Window, LS1, Decal, Author Professinoal, Icon Author, CAICMU, ไทยทัศน์ ฯลฯ

6.4 โปรแกรมโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ (authoring shell) เป็นภาษาที่ใช้งานง่ายที่สุดในบรรดาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ และมีข้อจำกัดมากที่สุด ได้ออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้ ใช้เป็นรูปแบบ (template) ในการสร้างบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ โดยใช้คำสั่งขบวนการและการปฏิสัมพันธ์ที่ได้ออกแบบไว้แล้ว ผู้ใช้เพียงออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับรูปแบบของโปรแกรมเท่านั้นในบรรดาการเขียนโปรแกรมเพื่อการพัฒนาบทเรียนทางคอมพิวเตอร์นั้น อาจกล่าวได้ว่าโปรแกรมประเภทโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียน (authoring system) จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพราะปัจจุบันได้มีการพัฒนาความสามารถของคอมพิวเตอร์ในลักษณะมัลติมีเดียได้ด้วย โดยเฉพาะโปรแกรม authorware ซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษในการทำงานระบบมัลติมีเดียได้ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.4.1 คุณสมบัติสำคัญ 3 ประการของโปรแกรม authorware

1) ใช้เทคนิค object authoring ในการออกแบบโปรแกรม กล่าวคือเป็นการเขียนโปรแกรมโดยใช้สัญลักษณ์ (icon) แทนคำสั่ง ทำให้ผู้พัฒนาสร้างโปรแกรมได้ง่าย

2) มี multimedia tools ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สนับสนุนการสร้างงานระบบมัลติมีเดียได้แก่

- 2.1) ข้อความ (text)
- 2.2) ภาพเคลื่อนไหว (animation)
- 2.3) ภาพ (graphic)
- 2.4) วิดีโอ (video)
- 2.5) เสียง (sound)
- 2.6) Effects

3) สามารถใช้งานได้หลายระบบไม่ว่าจะเป็นบนเครื่อง macintosh หรือระบบ Microsoft Windows ที่อยู่บนเครื่องพีซี (สมศักดิ์ ลิมเกิด, 2536: 1)

เมื่ออินเทอร์เน็ตได้รับความนิยมมากยิ่งขึ้น บริษัทไมโครซอฟต์ ได้ผลิตเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาเพื่อคอยแนะนำในรูปแบบ HTML Help ขึ้นมา มีรูปแบบของไฟล์เป็น .CHM

โดยมีตัวอ่านคือ Microsoft Reader (.LIT) หลังจากนั้นต่อมาบริษัทผู้ผลิตโปรแกรมคอมพิวเตอร์จำนวนมากได้พัฒนาโปรแกรมจนกระทั่งสามารถผลิตเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ออกมา

เป็นลักษณะเหมือนกับหนังสือทั่วไปได้ เช่น สามารถแทรกข้อความ แทรกภาพ จัดหน้าหนังสือได้ตามความต้องการของผู้ผลิต และที่พิเศษกว่านั้นคือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เหล่านี้สามารถสร้างจุดเชื่อมโยงเอกสาร (hypertext) ไปยังเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกได้ อีกทั้งสามารถแทรกเสียง ภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ ลงไปในหนังสือได้ โดยคุณสมบัติเหล่านี้ไม่สามารถทำได้ในหนังสือทั่วไป ซึ่งคุณสมบัติอีกประการหนึ่งของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญก็คือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ จะไม่เหมือนหนังสือธรรมดาทั่วไป

7. โปรแกรมที่นิยมใช้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

โปรแกรมที่นิยมใช้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีอยู่หลายโปรแกรม แต่ที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันได้แก่

7.1 โปรแกรมชุด Flip Album

7.2 โปรแกรม DeskTop Author

7.3 โปรแกรม Flash Album Deluxe

โดยชุดโปรแกรมทั้ง 3 จะต้องติดตั้งโปรแกรมสำหรับอ่าน e-book ด้วย เพราะฉะนั้นแล้วจะไม่สามารถเปิดเอกสารได้โดยโปรแกรมสำหรับอ่าน e-book จะต้องประกอบด้วย โปรแกรมชุด Flip Album ตัวอ่านคือ Flip Viewer, โปรแกรม DeskTop Author ตัวอ่านคือ DNL Reader และโปรแกรม Flash Album Deluxe ตัวอ่านคือ Flash Player

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่ได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้าน ต่าง ๆ และประสบการณ์อันเป็นผลจากการเรียนการสอน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบและแนวทางในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งนัก การศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

ชาวาล แพร์ตกุล (2517: 15) ได้กล่าวถึงวัตถุประสงค์ทางการเรียน หมายถึงผลสัมฤทธิ์ทางด้านความรู้ ทักษะและสมรรถภาพทางด้าน ต่าง ๆของสมอง ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนควรประกอบด้วยสิ่งสำคัญอย่างน้อย 3 อย่าง คือ ความรู้ ทักษะและความสามารถ

บุญชม ศรีสะอาด (2537: 5) กล่าวว่าไว้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ทักษะและสมรรถภาพสมอง ต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ ได้จากการเรียนรู้ การศึกษา การค้นคว้า การอบรม การสั่งสอนหรือได้จากการประกอบการที่ ได้รับจากทางโรงเรียน และที่บ้าน รวมทั้งจากแหล่งอื่นๆ

ภพ เลหาไพบูลย์ (2542: 57) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดที่ได้จากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อย ก่อนที่จะมีการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่วัดได้

เรวัต ศุภมั่งมี (2542: 37) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยจะครอบคลุมทั้งพฤติกรรมทั้งด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และการนำไปใช้

สถาปนา เกษมศิลป์ (2546: 69) การผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การตรวจสอบความรู้ความสามารถของนักเรียนในสิ่งที่เรียนไปแล้วว่าตรงตามวัตถุประสงค์ที่ครูตั้งไว้หรือไม่ เพื่อนำไปได้นำมาปรับปรุงด้านการเรียนการสอนของครูต่อไป

ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม (2550: 33) สรุปความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงความรู้ด้านวิชาการและทักษะที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนภายหลังได้ศึกษาอบรมในเรื่องนี้มาแล้วและเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

นันทกา แสนคำภา (2550: 33) กล่าวสรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอนทั้งด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

จากการศึกษาสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้เนื่องมาจากผลการตรวจสอบพฤติกรรมแสดงออกด้านความรู้ ความสามารถของนักเรียนในสิ่งที่ เรียนไปแล้วว่าตรงตามวัตถุประสงค์ด้านการวัดผล ด้านพุทธิพิสัย ด้านทักษะพิสัย ด้านจิตพิสัย ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษามีผู้ให้ความหมาย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้
 ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2539: 146-150) ได้กล่าวถึง ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ของนักเรียนที่เรียนไปแล้ว ซึ่งมักจะเป็นข้อคำถาม ให้นักเรียนตอบด้วยกระดาษและดินสอกับให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง โดยแบ่งแบบทดสอบเป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบของครู 2) แบบทดสอบมาตรฐาน

สมนึก ภัททิยธนี (2546: 73-82) ได้กล่าวถึง ความหมายของแบบ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้าน ต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 แบบดังนี้

2.1 แบบอัตนัยหรือความเรียง (subjective or essay test) ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม ให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้ และข้อคิดเห็นของตนเอง

2.2 แบบกาถูก-ผิด (true-false test) มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่ และมีความหมายตรงกันข้าม เช่น ถูก-ผิด, ใช่-ไม่ใช่, จริง-ไม่จริง, เหมือนกัน-ต่างกัน เป็นต้น

2.3 แบบเติมคำ (completion test) มีลักษณะเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ ให้นักเรียนเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้ นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

2.4 แบบตอบสั้น ๆ (short answer test) ลักษณะทั่วไปของข้อสอบประเภทนี้คล้ายกับข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบแบบเติมคำเป็นประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์) ให้นักเรียนเป็นคนเขียนตอบคำตอบที่ต้องการสั้นๆ และกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์

2.5 แบบจับคู่ (matching test) มีลักษณะเป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีข้อความแยกเป็น 2 ชุด ให้นักเรียนเลือกจับคู่ว่า แต่ละข้อความในชุดหนึ่งจะคู่กับคำหรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง ตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

2.6 แบบเลือกตอบ (multiple choice test) มีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบโดยทั่วไปจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ คำถาม (stem) และตัวเลือก (choice) ในตัวเลือกนี้จะประกอบไปด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูก และตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่กำหนดให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่นๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน

ภัทรพร เกษสังข์ (2549: 103) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้และความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ และทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียนไปแล้ว

สรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะมีรูปแบบในการทดสอบที่หลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับผู้สร้างแบบทดสอบและการนำไปใช้ในการทดสอบกับผู้เรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศ

เดือนเพ็ญ ภาณุรักษ์ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในโครงการศูนย์ทางไกลเพื่อพัฒนาการศึกษาและพัฒนาชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 89/85 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เข้าอบรมมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด และผู้เข้าอบรมมีความคงทนทางการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

รรมยา สายัณเณาะ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง สารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 87.39/85.00 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดัชนีประสิทธิผลการเรียนรู้มีค่า 0.7033 หรือร้อยละ 70.33 ผู้เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดและความคงทนของผู้เรียนอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหลังจากผ่านไป 7 วันและ 30 วัน

วรรณี ศรีวิสัย และวิรดา อรรถเมธากุล (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง กายวิภาคศาสตร์ของระบบหัวใจ หลอดเลือดและระบบไหลเวียนน้ำเหลือง ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพ 73.67/75.89 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 และ นักศึกษามีความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56

ไกรรพ เจริญโสภา (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) วิชาการพิมพ์ดิจิทัลสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งานวิจัยนี้ ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ย 4.53 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 อยู่ในระดับคุณภาพดี คุณภาพด้านการนำเสนอของบทเรียนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ย 4.20 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 อยู่ในระดับ

คุณภาพดี คุณภาพส่วนของแบบทดสอบของบทเรียนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ย 4.20 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 อยู่ในระดับคุณภาพดี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .0 5 และ ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนออนไลน์ของกลุ่มทดลอง ที่มีต่อ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่าค่าเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

กัญญาพร จันทรโสภา (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โปรแกรมการประมวลผลคำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โปรแกรมการประมวลผลคำที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.06/83.11 และนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โปรแกรมการประมวลผลคำ ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นิศากร แสงพงสานนท์ (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.43/87.36 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับระดับมากที่สุด

วัชรวิ ไกรการ (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.40/80.11 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมากที่สุด

สุทัศน์ ไชยปัญญา (2554: บทคัดย่อ) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพ 85.31/89.56 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมากที่สุด

จันจิรา อินภิไชย (2555: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สมการและอสมการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนดาราวิทยาลัยจังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัยค้นพบว่านักเรียนพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในระดับมาก เพราะหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีคำอธิบายที่ชัดเจน โดยการอธิบายเป็นไปอย่างช้า ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการอธิบายวิธีหาคำตอบ

ของสมการและอสมการ นอกจากนี้ สามารถศึกษาเนื้อหาได้อย่างอิสระ โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาและสถานที่

จุฑามาศ ทรงช่วย (2556: บทคัดย่อ) การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.57/85.57 ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.62 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบภาพเคลื่อนไหวอยู่ในระดับมาก

เขมณัญญ์ มิ่งศิริธรรม และศุภนิดา สุธสวาท (2556: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกอบรมออนไลน์ เพื่อการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับครูในเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 3 การวิจัยนี้ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมออนไลน์เพื่อการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับครูมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก และค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการ ฝึกอบรม พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เข้ารับการฝึกอบรมที่มีต่อชุดฝึกอบรมออนไลน์ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

พจนา ศรีกระจำง (2556: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า หนังสือ อิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพ 83.54/86.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มี ต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมาก

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้น ทำให้พบว่า การพัฒนาสื่อนวัตกรรม เช่น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีประสิทธิภาพนั้น สามารถส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนผ่านสื่อสูงขึ้น ได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และข้อสังเกตอีกประการหนึ่ง คือการกำหนดค่าประสิทธิภาพของสื่อนวัตกรรม ซึ่งเป็นค่าที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น จะขึ้นอยู่กับระดับ ความยากง่ายของรายวิชา ที่ใช้ทำสื่อ ซึ่งบางรายวิชาจะเน้นใน ส่วน ความรู้ความจำ ความเข้าใจ ก็จะ ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อที่ 80/80 แต่บางรายวิชาที่เป็นลักษณะ การคิดวิเคราะห์ การคำนวณ ชั้นสูงที่มีความซับซ้อนมากขึ้น เช่น งานวิจัยของ (วรรณิ ศิริวิสัย และวิรดา อรรถเมธากุล, 2553) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง กายวิภาคศาสตร์ของระบบหัวใจ หลอดเลือด และระบบไหลเวียนน้ำเหลือง ได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ 75/75 เป็นต้น

2. งานวิจัยต่างประเทศ

Mathews et al. (2002: 97) ได้ศึกษาเรื่องราวการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบการบันทึกไฟล์แบบ .exe ที่มีระบบ อัจฉริยะ จากผลการวิจัยได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีขั้นตอนที่สำคัญๆ และวิธีการที่เข้าใจง่าย มีฟังก์ชันในการควบคุมการป้องกันการเข้าโดยไม่ได้รับอนุญาต มีความสะดวกในการเรียนรู้ และง่ายในการเข้าใจงาน พบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือที่จะจัดการระบบฐานข้อมูลกับจุดเด่นที่มีลักษณะพิเศษนั้นสามารถใช้ในการสร้างหลักสูตรการเรียนรู้ที่ทันสมัยเพื่อการเรียนการสอนแบบกวดวิชาด้วยคอมพิวเตอร์ที่เฉลียวฉลาด

Katona (2007: Abstract) ได้ทำการศึกษาผลการใช้น้ำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เนื้อหาเกี่ยวกับการฝึกทักษะด้านกีฬาพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้ศึกษาด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประสบความสำเร็จในการเรียนมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งศึกษาด้วยหนังสือปกติ

Malathi Letchumanan, Rohani Ahmad Tarmizi (2010: 580-587) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการใช้ประโยชน์จากรูปแบบ e-book ในหมู่นักเรียนคณิตศาสตร์ของ University Putra Malaysia (UPM) การวิจัยครั้งนี้ adopts ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายในการเก็บรวบรวมโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี 35 คน ผลศึกษาครั้งนี้พบว่า มีนักศึกษาเพียง 37.1% ของผู้ตอบแบบสอบถามเท่านั้นที่ได้ใช้ e-book โดยเหตุผลของการใช้ e-books คือประหยัดเวลาในการใช้ และช่วยอำนวยความสะดวก บรรดาผู้ที่ไม่เคยใช้ e-books ระบุว่าพวกเขาไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่ของผู้ตอบแบบสอบถามต้องการใช้ e-book สำหรับการหาข้อมูลสำหรับการทำงานที่ได้รับมอบหมายของพวกเขา

Sládek, Pawera and Válek (2011: 164-167) ได้พัฒนาห้องปฏิบัติการระยะไกลเพื่อแก้ปัญหาจำนวนนักเรียนและเทคนิคทางวิทยาศาสตร์-ธรรมชาติที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งห้องปฏิบัติการระยะไกลจะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าถึงห้องปฏิบัติการที่นำเสนอการทดลองทางกายภาพและสิ่งแวดล้อมตลอด 24 ชั่วโมงผ่านเว็บอินเทอร์เน็ตเฟสกับคอมพิวเตอร์

Nasser Saleh Al-Mansour (2012: 52) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษที่มหาวิทยาลัยคิงซูด พบว่านักศึกษาที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลการเรียนดีกว่านักศึกษาที่เรียนแบบปกติ

Nico Rutten, et al. (2012: 136-153) การวิจัยเชิงทดลองของทศวรรษที่ผ่านมาเกี่ยวกับผลการเรียนรู้เรื่องการใช้อุปกรณ์จำลองสถานการณ์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ จากผลการศึกษาพบว่าคอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งลดความกังวลของกิจกรรมในห้องปฏิบัติการที่มีความเสี่ยงได้อีกด้วย

Fathi M. Ihmeideh (2014: 40-48) วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาผลของ e-books กับการเสริมสร้างพัฒนาการเด็กก่อนวัยเรียน โดยเปรียบเทียบระหว่างเด็ก (กลุ่มทดลอง) ที่ใช้ e-book กับเด็ก (กลุ่มควบคุม) ที่ใช้หนังสือที่ตีพิมพ์ปกติ โดยมีประชากรทั้งสิ้นทั้งสิ้น 92 คนได้รับมอบหมายให้ทั้งกลุ่มทดลอง (n = 48) และกลุ่มควบคุม (n = 44) ผลการศึกษาพบว่าเด็กในกลุ่มทดลองดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญได้ดีกว่าเด็กในกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญตามเพศเป็นเด็กผู้หญิงแสดงทักษะความรู้ดีกว่าเด็กผู้ชาย เกี่ยวกับทักษะความรู้ที่แตกต่างกัน โผล่ออกมาเด็กในกลุ่มทดลองประสบความสำเร็จในการปรับปรุงที่ดีขึ้นในพื้นที่ของการรับรู้การพิมพ์และคำศัพท์

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศก็จะเห็นว่าการพัฒนาสื่อหรือการนำสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมาใช้ในการเรียนการสอนจะทำให้ ผู้เรียนมีพัฒนาการหรือมีระดับผลการเรียนที่ดีว่าการเรียนแบบปกติ นั้นแสดงให้เห็นว่าสื่อนวัตกรรมหรือสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนมากขึ้น



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ได้ ผู้วิจัยได้ศึกษาและดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนราสิกขาลัย จังหวัดนราธิวาส จำนวน 3 ห้อง รวม 102 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนนราสิกขาลัย จังหวัดนราธิวาส 1 ห้องเรียน จำนวน 36 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยเรื่องนี้อยู่ในรูปแบบการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) แบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลังเรียน (The One Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัยดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงแบบแผนการวิจัยกึ่งทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
R	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

R แทน	กลุ่มตัวอย่างประชากรที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม
X แทน	การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สื่อการเรียนที่พัฒนาขึ้น
T ₁ แทน	ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนด้วยสื่อที่พัฒนาขึ้น
T ₂ แทน	ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนด้วยสื่อที่พัฒนาขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย เครื่องมือที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

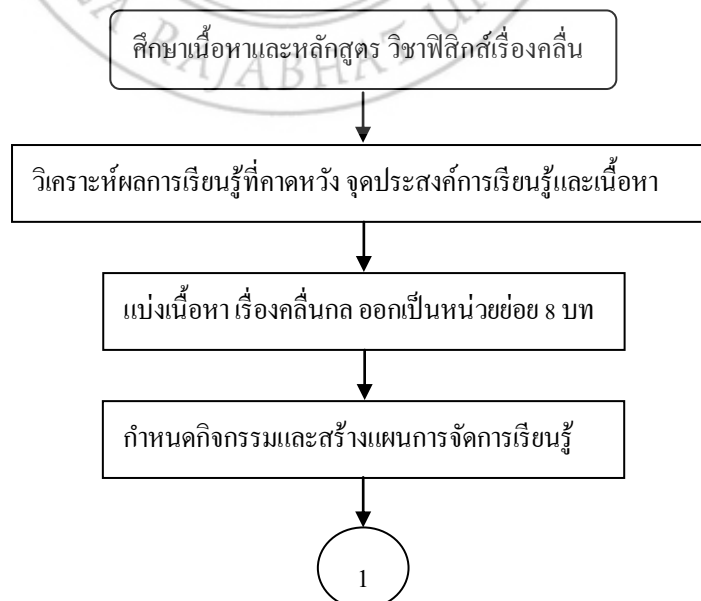
1. แผนการจัดการเรียนรู้
2. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

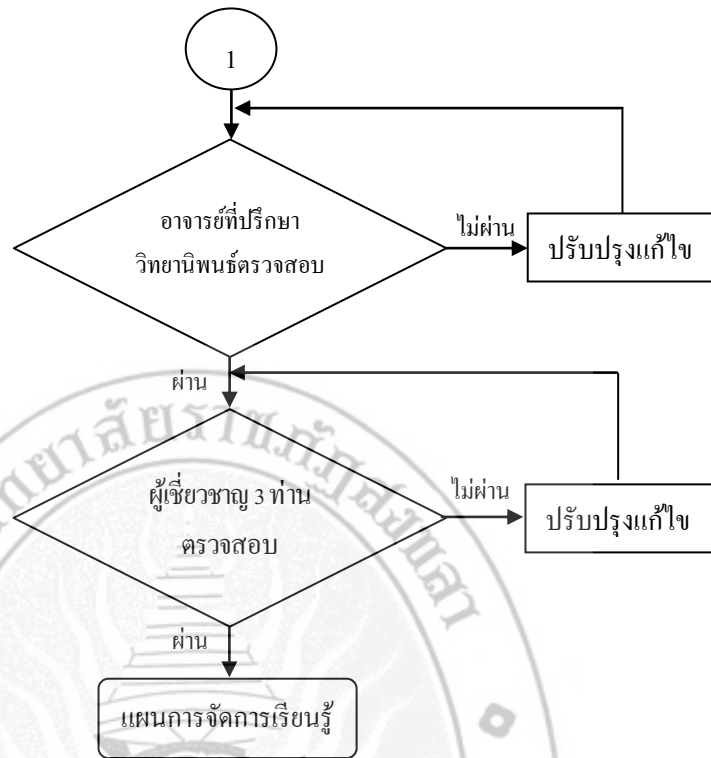
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้

ในขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้สามารถเขียนเป็นแผนผังการดำเนินการได้ดังนี้





ภาพ 6 แผนผังการดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.1 ศึกษาเนื้อหาและหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน 2551 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง คลื่นกล

1.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา

1.3 แบ่งเนื้อหา เรื่องคลื่นกล ออกเป็นหน่วยย่อย 8 บท ดังนี้

บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวน้ำ

บทเรียนที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น

บทเรียนที่ 4 เรื่องการสะท้อน

บทเรียนที่ 5 เรื่องการหักเห

บทเรียนที่ 6 เรื่องการแทรกสอด

บทเรียนที่ 7 เรื่องคลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง

บทเรียนที่ 8 การเลี้ยวเบน

1.4 กำหนดกิจกรรมและสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล จำนวน 8 แผน ระยะเวลาในการสอน 19 คาบ คาบละ 50 นาที

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมทั้งหมดของแผนการจัดการเรียนรู้

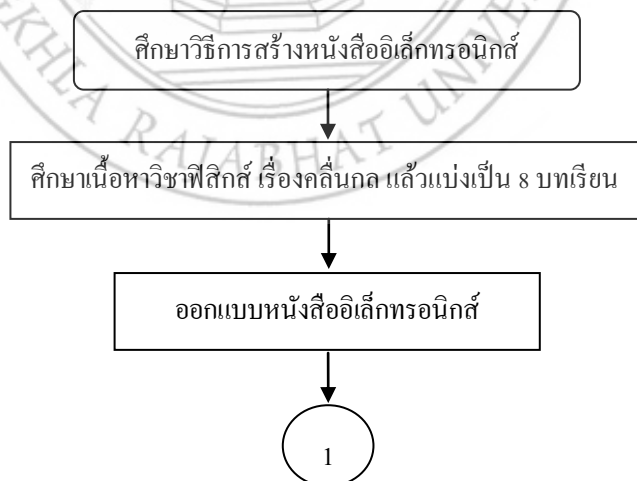
1.6 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

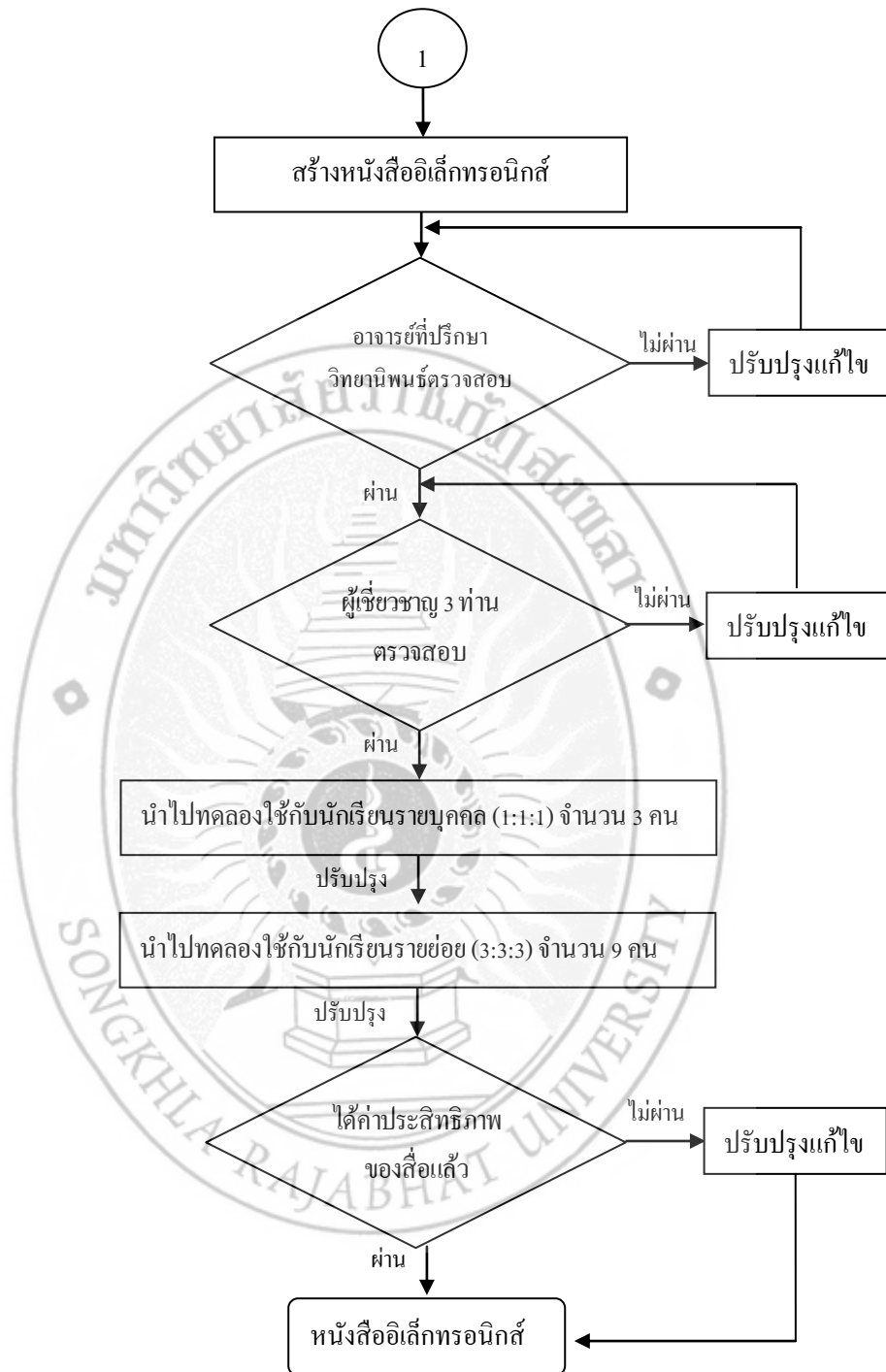
1.7 ตั้งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (ดังรายนามในภาคผนวก ก หน้า 102) ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และทำการประเมินความสอดคล้อง ของแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบฟอร์ม (ดังภาคผนวก ค หน้า 108-110) ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีค่าตั้งแต่ 0.67-1.00 สามารถนำไปใช้ได้จริง มีคุณภาพและความเหมาะสมอยู่ที่ระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 แต่ต้องปรับปรุงเรื่องจุดประสงค์การเรียนรู้บ้างบทเรียนควรเพิ่มในส่วนของการคำนวณหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ และตรวจสอบมาตรฐานการเรียนรู้ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น (ดังภาคผนวก ง หน้า 145-152)

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล มีวิธีการสร้างดังนี้





ภาพ 7 แผนผังการดำเนินการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.1 ศึกษาวิธีการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรม Desktop Author Pro 5.6.1 จากแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น คู่มือการใช้งาน โปรแกรม Desktop Author 5.6.1 โดย อาจารย์จันทน์ อุมล

วิดีโอสอนการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จาก www.youtube.com และทำการลงผิดตองถูกจนเข้าใจ กระบวนการสร้าง

2.2 ศึกษาเนื้อหาวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 เรื่องคลื่นกล ตามหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง คลื่นกลให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยเนื้อหาแบ่งออกเป็น 8 บทดังนี้

บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล	จำนวน 4 คาบ
บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวน้ำ	จำนวน 3 คาบ
บทเรียนที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น	จำนวน 2 คาบ
บทเรียนที่ 4 สมบัติของคลื่น เรื่องการสะท้อน	จำนวน 2 คาบ
บทเรียนที่ 5 สมบัติของคลื่น เรื่องการหักเห	จำนวน 2 คาบ
บทเรียนที่ 6 สมบัติของคลื่น เรื่องการแทรกสอด	จำนวน 2 คาบ
บทเรียนที่ 7 สมบัติของคลื่น เรื่องคลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง	จำนวน 2 คาบ
บทเรียนที่ 8 สมบัติของคลื่น การเลี้ยวเบน	จำนวน 2 คาบ

2.3 เขียนรายการ ที่จะแทรกสื่อมัลติมีเดียทั้งภาพ เสียงและวิดีโอต่างๆในแต่ละเนื้อหาย่อย

2.4 ตรวจสอบเนื้อหาในหนังสือหลักสูตร สสวท. ในส่วนของปฏิบัติการฟิสิกส์ว่ามีปฏิบัติการอะไรบ้าง

2.5 ออกแบบสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้นำสนใจและเข้าใจง่ายสอดแทรกสื่อมัลติมีเดียต่างๆ เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ง่ายขึ้น เห็นเป็นรูปธรรม

2.6 ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม หากมีข้อผิดพลาดให้ปรับแก้จนสมบูรณ์

2.7 นำสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและภาษาที่ใช้

2.8 ปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนการสอนตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.9 ตั้งผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (ดังรายนามในภาคผนวก ก 102) ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมทั้งหมดและประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ใช้ลักษณะการประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยกำหนดค่าระดับ
ความคิดเห็นแต่ละช่วงคะแนนมีความหมายดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533: 131)

ระดับ 5	หมายถึง	ดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	ดี
ระดับ 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับ 1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

และให้ความหมายโดยใช้ค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.50-5.00	หมายถึง	ใช้ได้ดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	3.50-4.49	หมายถึง	ใช้ได้ดี
คะแนนเฉลี่ย	2.50-3.49	หมายถึง	ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50-2.49	หมายถึง	พอใช้
คะแนนเฉลี่ย	1.00-1.49	หมายถึง	ควรปรับปรุง

จากการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมทุกบท 8 บทเรียน เท่ากับ 4.71 ซึ่งอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก (ภาคผนวก ง หน้า 153-168) และผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ดังต่อไปนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นต่อไป คือการบรรยายภาพบ้างภาพควรละเอียดกว่านี้ ข้อความที่บรรยายควรกล่าวอ้างถึงภาพทุกครั้ง ควรมีเสียงหรือดนตรีประกอบเบา ๆ ตลอดเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งประกอบภาพเคลื่อนไหวทั้งหลาย และควรปรับปรุงจุดประสงค์ในแต่ละหัวข้อให้ครอบคลุมการคำนวณ

2.10 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่แก้ไขตามข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนรายบุคคล (1:1:1) จำนวน 3 คน ที่มีระดับการเรียนวิชาฟิสิกส์ เก่ง ปานกลาง อ่อน เพื่อตรวจสอบภาษา สำนวน ความยากง่ายและความเข้าใจในการใช้บทเรียน พบว่ามีข้อบกพร่องที่พบในการทดลอง คือ ภาษาบางคำยังเขียนผิดหรือตกหล่นเช่น วินาทีเป็น นาที่ และวิดิทัศน์ในบางบทเรียนเสียงยังไม่ชัดเจนเป็นต้น หลังจากทดลองใช้กับนักเรียนรายบุคคลแล้ว พบข้อบกพร่องต่าง ๆ ก็นำไปปรับแก้เพื่อให้สื่อที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.11 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มย่อย (3:3:3) จำนวน 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน ซึ่งจากการทดลองก็ได้ค่าประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เท่ากับ 75.50/75.57 (ภาคผนวก ง หน้า169) ค่าดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

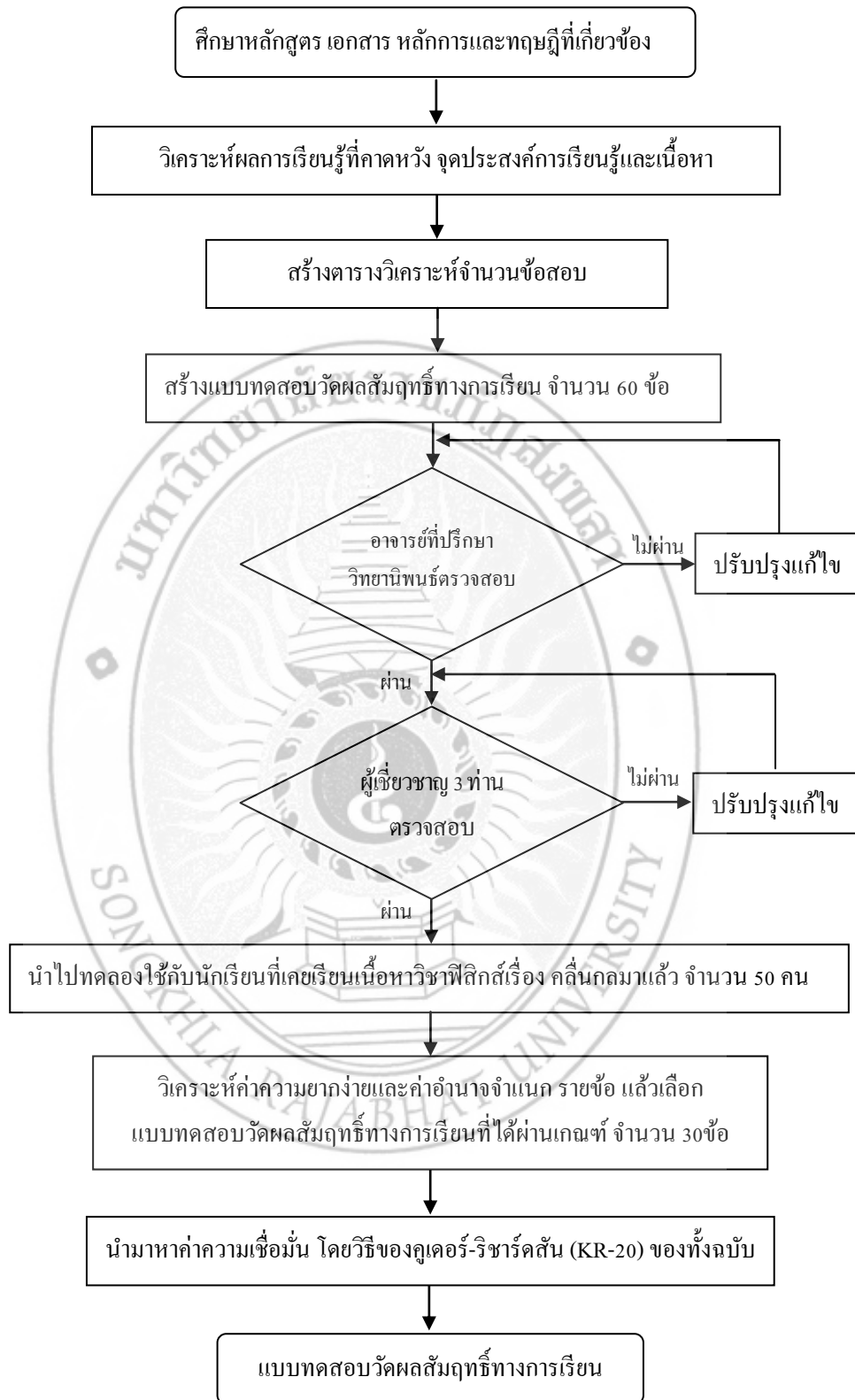
หมายความว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ แต่ในการทดลองครั้งนี้ก็ยังมีข้อบกพร่องอยู่คือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีอาการค้างบ่อย เนื่องจากใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีไฟล์นามสกุล .exe ที่สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องโดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมอ่าน แต่ข้อจำกัดคือ หนังสือทำงานช้า อืด และค้างบ่อย จึงต้องหาแนวทางปรับปรุงแก้ไข

2.12 ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจากการทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มย่อยโดย ปรับใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีไฟล์ นามสกุล .dml และทำการติดตั้ง DNLReader ซึ่งเป็นโปรแกรมอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในคอมพิวเตอร์ที่นักเรียนกลุ่มตัวอย่างใช้ประกอบการทดลองทุกเครื่อง พบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างราบรื่น มีประสิทธิภาพขึ้นอย่างชัดเจน

2.13 นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (ภาคผนวก จ หน้า 201-215) ไปทดลองใช้กับนักเรียนภาคสนาม จำนวน 36 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มในการวิจัยครั้งนี้ พร้อมหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน พบว่า ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 78.85/77.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 (ภาคผนวก ง หน้า 170-171)

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล มีหลักการสร้างแบบทดสอบตามแนวทางของ สาคกร แลว โนนจิว (2548: 80-86) ซึ่งสามารถอธิบายได้จากแผนผังการดำเนินการสร้างดังต่อไปนี้



ภาพ 8 แผนผังการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ศึกษาหลักสูตร เอกสาร หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์แสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ของเนื้อหากับ

วัตถุประสงค์ในการสอบ

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ตามตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

3.5 นำแบบทดสอบเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3.6 นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของตัวเลือก และความเหมาะสมของตัวเลือก (ภาคผนวก ค หน้า 115-136)

3.7 นำแบบทดสอบที่ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบพิจารณาแล้วมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence; IOC) ซึ่งการหาค่า IOC มีเกณฑ์ประเมินดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้ไม่สอดคล้องตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.8 คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไปไว้ใช้

3.9 นำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกลมาแล้ว จำนวน 50 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าความยากง่าย (Difficulty; P) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination; r) ราชข้อ และความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability; α) โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) ใช้เทคนิค 50% เกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้คือ ข้อสอบที่มีค่าระดับความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.10 เลือกแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์จากข้อ 3.9 จำนวน 30 ข้อ (ภาคผนวก ง หน้า 174-175)

3.11 นำมาหาค่าความเชื่อมั่น ทั้งฉบับ (Reliability; α) โดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR-20) ใช้เทคนิค 50% เพื่อตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจำนวน 30 ข้อ ที่ได้เลือกจากการผ่านเกณฑ์ ค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนกมาแล้ว พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 30 ข้อที่เลือกมานั้น มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.87 ถือว่ามีความเชื่อมั่นได้อยู่ในระดับสูง (ภาคผนวก ง หน้า 177-178)

3.12 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านเกณฑ์ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ระยะเวลาการวิจัย

การทดลองใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 5 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที รวม 19 คาบ

2. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

- 2.1 ดำเนินการติดต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 2.2 ดำเนินการติดต่อผู้บริหารโรงเรียนและผู้เกี่ยวข้อง เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัย
- 2.3 ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนประจำวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัยและจัดการด้านตารางสอนและเวลาเรียนของนักเรียน
- 2.4 ชี้แจงรายละเอียด ข้อตกลงเบื้องต้น และวัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อให้นักเรียนทราบและให้การเรียนการสอนดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย
- 2.5 ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ทดสอบกลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน ก่อนทำกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น
- 2.6 ดำเนินการทดลอง โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง เก็บคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ท้ายบทระหว่างเรียนแล้วหาค่าร้อยละของคะแนนรวมเพื่อใช้เป็นค่า E_1
- 2.7 ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทดสอบกลุ่มตัวอย่างหลังจบกิจกรรมการเรียนการสอนทุกกิจกรรม เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและหาค่าร้อยละของคะแนนรวมเพื่อใช้เป็นค่า E_2 เมื่อได้ค่า E_1/E_2 ก็จะทราบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น
- 2.8 เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนและก่อนเรียนเพื่อทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ t-test

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 1.1 การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้
 - 1.1.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ

- 1.1.2 วิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก
 1.1.3 หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสัน
 1.2 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
 หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E_1/E_2)

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลการเรียนรู้ด้านความรู้ ต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 73)

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

กำหนดค่าตามสูตร ดังนี้

\bar{X}	แทน	ค่าคะแนนเฉลี่ย
$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

2.2.1 หาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหาที่นำมาพัฒนาเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence: IOC) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 209-211)

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

กำหนดค่าตามสูตรดังนี้

IOC	แทน	ความสอดคล้องของคำถามกับจุดประสงค์
$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2.2 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 130)

สูตรที่ใช้คือ
$$p = \frac{R}{N}$$

กำหนดค่าตามสูตรดังนี้

P แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.2.3 สถิติที่ใช้ในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 196)

สูตรที่ใช้คือ
$$r = \frac{R_H - R_L}{N}$$

กำหนดค่าตามสูตรดังนี้

r แทน ค่า อำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

R_L แทน จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

N แทน จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

2.2.4 สถิติที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์ ริชาร์ดสัน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2540: 125)

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

$$S_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

กำหนดค่าตามสูตรดังนี้

r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p	แทน	สัดส่วนของคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
q	แทน	สัดส่วนของคนที่ตอบผิดในแต่ละข้อ หรือ $q = 1-p$
S_t^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ
N	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

2.3 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น

คำนวณหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยใช้สูตร E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์,

2520: 136)

สูตรที่ใช้คือ

$$E_1 = \frac{\sum X_1}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum X_2}{B} \times 100$$

กำหนดค่าตามสูตรดังนี้

E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
X_1	แทน	คะแนนของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
X_2	แทน	คะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
B	แทน	คะแนนเต็มแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
N	แทน	จำนวนผู้เรียน

2.4 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ก่อนเรียนและหลังเรียน (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2544: 196)

สูตรที่ใช้คือ

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

$$df = n - 1$$

กำหนดค่าตามสูตรดังนี้

t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D แทน ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ
ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับในการวิเคราะห์ข้อมูล มีการใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- | | | |
|-----------|-----|--|
| n | แทน | จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง |
| \bar{X} | แทน | ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน |
| S.D. | แทน | ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |
| E_1 | แทน | ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ |
| E_2 | แทน | ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่เกิดจากการจัดการเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ |
| t | แทน | ค่าสถิติที่ใช้วิเคราะห์ในการแจกแจงแบบที (t-distribution) |
| ** | แทน | มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ |

ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การทดสอบหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 75/75 ได้ดำเนินการทดลองโดยกำหนดขั้นตอนดังต่อไปนี้ คือทดลองใช้กับนักเรียนรายบุคคล (1:1:1) จำนวน 3 คน ทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนกลุ่มย่อย (3:3:3) จำนวน 9 คน และทดลองใช้กับนักเรียนภาคสนาม จำนวน 36 คน ผลการวิเคราะห์สามารถจำแนกได้ดังนี้

ตาราง 2 ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การทดลองครั้งที่	เครื่องมือที่ใช้วัด	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (คน)	คะแนนเต็ม (ทั้งฉบับ)	คะแนนเต็ม(ทุกคน)	คะแนนรวมที่ได้(ทุกคน)	ประสิทธิภาพ (E)
1	-	3	-	-	-	-
2	แบบทดสอบระหว่างเรียน	9	34	306	231	$E_1=75.50$
	แบบทดสอบหลังเรียน	9	30	270	204	$E_2=75.57$
3	แบบทดสอบระหว่างเรียน	36	34	1224	965	$E_1=78.85$
	แบบทดสอบหลังเรียน	36	30	1080	833	$E_2=77.13$

จากตาราง 2 พบว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน/คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลองครั้งที่ 2 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 75.50/75.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน/คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนในการทดลองครั้งที่ 3 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 78.85/77.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75

ดังนั้นผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีดังนี้

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (n=36)

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	\bar{X}	S.D.	df	t
ก่อนเรียน	30	10.14	4.03	35	31.11**
หลังเรียน	30	23.14	4.28		

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ($\bar{X} = 23.14$, S.D. = 4.28) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 10.14$, S.D. = 4.03) โดยค่า t-test ที่ได้จากการคำนวณ (ภาคผนวก ง หน้า 178-180) มีค่า เท่ากับ 31.11 ซึ่งสูงกว่าค่า t-test ที่ได้จากการเปิดตาราง t-Distribution การทดสอบสมมติฐานแบบทางเดียว (One-tailed test) ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ df = 35 มีค่า t เท่ากับ 2.4377 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียน โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

สรุป

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนราสิกขาลัย จังหวัดนราธิวาส จำนวน 102 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 36 คนที่กำลังศึกษาวิชาฟิสิกส์เรื่อง คลื่นกล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล แผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และสถิติที่ (t-test) แบบ Dependent sample สำหรับทดสอบสมมติฐาน

ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถนำมาใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ตามวัตถุประสงค์เพราะประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเท่ากับ 78.85/77.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่วางไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังจากทีเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สรุปได้ว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเท่ากับ 78.85/77.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผล

จากการวิจัยผลการใช้นั่งสื่ออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 ตามสมมติฐานข้อที่ 1 ซึ่งผลการวิจัยมีค่าประสิทธิภาพ 78.85/77.13 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ถือว่าเป็นสื่อที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในกระบวนการจัดการเรียนการสอนได้ ที่เป็นเช่นนั้น เนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีขั้นตอนการสร้างอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนการวิจัย คือ ขั้นการวิเคราะห์ ขั้นการออกแบบ ขั้นการพัฒนา ขั้นการนำไปใช้ และขั้นการประเมิน มาใช้ในการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ

เริ่มจากขั้นการวิเคราะห์ การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะต้องคำนึงถึงความถูกต้องชัดเจนของเนื้อหาวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 เรื่องคลื่นกลตามหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ทำการจัดแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อยให้สอดคล้องกับแนวคิด หลักการสำคัญ และกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ศึกษาหลักการสร้างบทเรียนและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด

ขั้นตอนการออกแบบ ทำการจัดลำดับเนื้อหาการเรียนจากง่ายไปหายาก ออกแบบโครงสร้างหนังสือให้มีความน่าสนใจ ประกอบด้วยภาพที่มีสีสัน มีการเคลื่อนไหวของปรากฏการณ์ได้อย่างต่อเนื่อง สื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย เนื้อหาบทเรียนมีการใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายกระชับ และองค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะเป็นลักษณะแบบสื่อประสม คือจะมีการแทรกวิดีโอที่มีภาพเคลื่อนไหวแบบสามมิติ เพื่อให้มองเห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของคลื่นกลได้อย่างชัดเจน มีระบบการประเมินผลท้ายบทเรียนแต่ละการเรียนรู้ย่อย ซึ่งผู้เรียนสามารถทำและส่งคำตอบเพื่อตรวจสอบและเฉลยผ่านทางหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้เลย ทำให้ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนได้ด้วยตนเองและประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียนได้ทันที หลังจากนั้นเข้าสู่ขั้นการพัฒนา

ขั้นการพัฒนาเริ่มจากศึกษาหลักการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้มีคุณภาพดีตามศักยภาพ โปรแกรมที่ใช้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทำการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามที่ได้มีการออกแบบไว้ แล้วให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมทั้งหมดปรับปรุงแก้ไขตามความเห็นของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ หลังจากนั้นนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินคุณภาพ ทั้งด้านส่วนประกอบของบทเรียน ด้าน

ภาพและกราฟิก ด้านสื่อและวีดิทัศน์ ด้านตัวอักษร ด้านปฏิสัมพันธ์ ด้านเนื้อหา ด้านภาษาที่ใช้ ด้านการออกแบบระบบการเรียน และด้านการประเมินผล และได้คะแนนเฉลี่ยจากการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก ทั้งยังได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะอีกด้วย ซึ่งจากการประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ จะเห็นว่าสื่อการเรียนที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติที่สามารถกระตุ้นการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองของนักเรียนได้ สอดคล้องกับ Constructionism หรือทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง คือ ความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของครูหรือผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและถูกสร้างขึ้น โดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง ดังนั้นในกระบวนการสอนของครูจึงควรให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้จากสิ่งที่มีอยู่และพัฒนาต่อยอดไปด้วยตัวของเขาเอง การสอนแบบครูเป็นศูนย์กลางควรจะต้องปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและเน้นที่ตัวผู้เรียนเป็นหลัก การสอนแบบยึดเหยียดความรู้จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้น้อยกว่าการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ ทฤษฎี Constructivism ซึ่ง พวงเพชร ศรีภรินทร์ (2552: 25) ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่าเป็นแนวคิดในการจัดการศึกษาแนวหนึ่งที่เน้นตรงการสร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อาศัยประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน โดยครูผู้สอนเป็นผู้จัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนที่เหมาะสม

นอกจากการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว ก่อนนำไปทดลองใช้กับกลุ่มอย่าง ยังมีการหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อย่างเป็นขั้นเป็นตอน ตั้งแต่การนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปทดลองใช้กับนักเรียนรายบุคคล (1:1:1) จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบภาษา สำนวน ความยากง่ายและความเข้าใจในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องจากการทดลอง จากนั้นนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มย่อย (3:3:3) จำนวน 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนวิชาฟิสิกส์ เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน ซึ่งจากการทดลองก็ได้ค่าประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เท่ากับ 75.50/75.57 ค่าดังกล่าวสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้ง และสุดท้ายทดลองใช้กับนักเรียนภาคสนาม จำนวน 36 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มในการวิจัยครั้งนี้ พร้อมหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน พบว่า ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 78.85/77.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 จะเห็นได้ว่ามีการพัฒนาปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่อง อยู่หลายครั้งอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ได้จริง

จากการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลงานการวิจัยของ ไกรรพ เจริญโสภา (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัย เรื่องหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) วิชาการพิมพ์ดิจิทัลสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งานวิจัยนี้ ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ย 4.53 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 อยู่ในระดับคุณภาพดี คุณภาพด้านการนำเสนอของบทเรียนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ย 4.20 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 อยู่ในระดับคุณภาพดี คุณภาพส่วนของแบบทดสอบของบทเรียนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีค่าเฉลี่ย 4.20 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.41 อยู่ในระดับคุณภาพดี และวรรณิ ศรีวิไล และ วิรดา อรรถเมธากุล (2553: บทคัดย่อ) การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง กายวิภาคศาสตร์ของระบบหัวใจ หลอดเลือดและระบบไหลเวียนน้ำเหลืองซึ่งผลการวิจัยคือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น มีค่าประสิทธิภาพ 73.67/75.89 และงานวิจัยนิสากร แสงพงสานนท์ (2554: บทคัดย่อ) วิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.43/87.36 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 แสดงว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกลมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Katona (2007) ที่ได้ทำการศึกษาผลการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เนื้อหาเกี่ยวกับการฝึกทักษะด้านกีฬาพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้ศึกษาด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประสบผลสำเร็จในการเรียนมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งศึกษาด้วยหนังสือปกติ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของกาญญาพร จันทโรโสภณ (2554) วิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โปรแกรมการประมวลผลคำ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ไกรรพ เจริญโสภา (2554) เรื่องหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) วิชาการพิมพ์ดิจิทัลสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชา การพิมพ์ดิจิทัล พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวโดยสรุป จากการวิจัยครั้งนี้ทราบว่าการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ทำให้ได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ระหว่างดำเนินงานวิจัยก็พบอุปสรรคปัญหา ที่ต้องแก้ไข หรือ ได้รับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ หรือคณาจารย์และนักเรียนที่ปฏิบัติงานหรือเรียนอยู่ในพื้นที่สามจังหวัดชายแดนภาคใต้ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

- 1.1 ควรมีการจัดอบรมการสร้างหรือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับบุคลากรทางการศึกษาในพื้นที่ 3 จังหวัดชายแดนใต้ เพื่อให้ครูมีความถนัด และมีความมั่นใจในการใช้งานสื่อ
- 1.2 โรงเรียนควรมีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เพียงพอต่อผู้เรียน คือ 1 คน 1 เครื่อง และต้องมีอุปกรณ์การฟัง เช่น หูฟัง เพื่อป้องกันเสียงรบกวนผู้อื่น
- 1.3 นักเรียนควรนำไปศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองที่บ้านได้ และนำมาอภิปรายผลการเรียนรู้ร่วมกันกับครูและเพื่อนๆที่โรงเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 ควรมีการวัดความคงทนในการเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อจะให้เห็นผลการทดลองจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ว่ามีผลทำให้มีความคงทนในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่
- 2.2 การทำแบบทดสอบในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ควรที่จะสามารถเก็บบันทึกและรายงานผลความก้าวหน้าของนักเรียนได้
- 2.3 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนโดยใช้ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับการสอนวิธีอื่น ๆ



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544: คู่มือพัฒนาสื่อการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544: คู่มือพัฒนาสื่อการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2553). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กฤษณา มณีเศรษฐา. (2550). การสร้างสื่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง “หนูอยากให้คนอื่นได้รับรู้” เพื่อพัฒนาความรู้สึกรู้คุณค่าของตนเอง ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน โรงเรียนศึกษาสงเคราะห์จิตต์อารี จังหวัดลำปาง. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ .
- กิดานันท์ มลิทอง. (2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์.
- ไกรรพ เจริญโสภา (2554). หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) วิชาการพิมพ์ดิจิทัลสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญญาพร จันทร์โสภณ. (2554). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง โปรแกรมการประมวลผลคำสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เขมณัญญ์ มิ่งศิริธรรม และศุภนิดา สูดสว่าง. (2556). “การพัฒนาชุดฝึกอบรมออนไลน์ เพื่อการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับครูในเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 3.” กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 5(กันยายน-ธันวาคม), 282-290.
- คณะกรรมการดำเนินงานโครงการหนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนในฝัน. (2548). เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาและการสื่อสาร ICT / คณะกรรมการดำเนินงานโครงการหนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนในฝัน. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.

- จิราภรณ์ ศิริทวี. (2541). “เทคนิคการจัดกิจกรรมให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ (Constructivism)”.
วารสารวิชาการ. 1 (กันยายน), 37-52.
- จิระเดช ฟ้าเลิศ. (2552). ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง แรง มวล และการเคลื่อนที่ ของ
นักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้คอมพิวเตอร์จำลองสถานการณ์เสริมการสอน. วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จันจิรา อินภิไชย (2555). การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสมการและอสมการสำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนครวิทยาลัยจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- จุฑามาศ ทรงช่วย (2556) การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบเคลื่อนไหว กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- ชวาล แพร์ตกุล. (2517). เทคนิคการวัดผล. กรุงเทพมหานคร: วัฒนาพานิช
- ชัยณรงค์ แก้วสุก. (2550). ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาโดยใช้รูปแบบ ED3U ร่วมกับคอมพิวเตอร์
สถานการณ์จำลองที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2556). “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน”. ศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. 5
(มกราคม - มิถุนายน 2556), 7-20.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพมหานคร:
แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตปอเรชั่น.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2544). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: เทพนิมิต
การพิมพ์.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. (2533). เทคโนโลยีการออกแบบและการพัฒนา. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- ดร.ณนภา นาชัยฤทธิ. (2550). ผลการเรียนรู้จากบทเรียนมัลติมีเดียบนระบบเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว
คอนสตรัคติวิสต์เรื่องการใช้เทคโนโลยีการศึกษาในห้องเรียนของนิสิตปริญญาตรี
สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี
การศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- เดือนเพ็ญ ภาณุรักษ์. (2553). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในโครงการศูนย์ทางไกลเพื่อพัฒนาการศึกษาและพัฒนาชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2541). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร: วงศ์กมลโปรดักชั่น.
- นwor แจ่มขา. (2547). มือใหม่หัดใช้ Dreamweaver 8. กรุงเทพมหานคร : โปรวีชั่น.
- นิกรณ์ นิลพงษ์ (2555). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E เรื่อง คลื่นกล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- นิสากร แสงพงสานนท์. (2554). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- นันทกา แสนคำภา. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่าง การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบค่าย เรียนรู้วิทยาศาสตร์จากธรรมชาติกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยสาส์น.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. (2540). “เครือข่ายใยแมงมุมโลกใน โลกของการศึกษา”. *ครุวิทยา* 18 (มกราคม-มิถุนายน), 18-23.
- ปาริสา ผ่องพันธุ์งาม. (2550). ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. รายงานการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยะวรรณ ประสันตสุข. (2555). ปฏิรูปการเรียนรู้ด้วยระบบเทคโนโลยี (Online). http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=29763&Key=news_research, 10 ตุลาคม 2555.
- เป็รื่อง กุมุท. (2541). “เทคโนโลยีการเรียนการสอนในยุคสารสนเทศ”. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*. 12(มกราคม), 18-20.
- พจนา ศรีกระจ่าง. (2556). “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4”. *วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม*. 9(พฤษภาคม-ตุลาคม), 154-165.

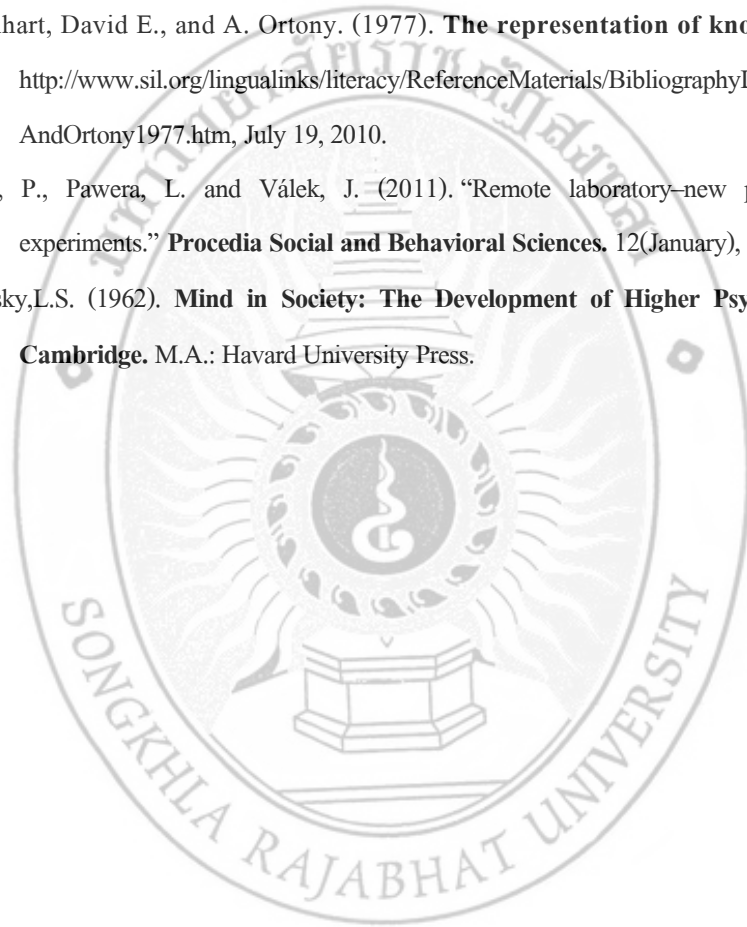
- พรรณรัตน์ อารมณ์พิศาล (2548). การพัฒนาชุดทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดนครปฐม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : สำนักทดสอบทางการศึกษาจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พวงเพชร ศรีศิริรินทร์. (2552). การพัฒนามัลติมีเดียตามแนวคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่าย เรื่องงานและพลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พิเชษฐ เพียรเจริญ และอำนาจ สุคนเขตร์. (2554). “ผลการดำเนินงาน โครงการ การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มัลติมีเดียด้วย โปรแกรม Desktop Author สำหรับโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนภาคใต้.” วารสารวิทยบริการ, 22(กันยายน-ธันวาคม), 186-192.
- ไพจิตร สะดวกการ. (2543). เรียนผูกเรียนแก้ภูมิปัญญาไทยที่สอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม. ปฏิรูปการศึกษา (Online). <http://ednet.kku.ac.th/~sumcha/cles/ref.html>, 19 กันยายน 2557.
- ไพฑูริย์ ศรีฟ้า. (2550). E-Book หนังสือพูดได้. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฐานบุ๊คส์ .
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทรพร เกษสังข์. (2549). การวิจัยทางการศึกษา. เลข: มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2548). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- รมยา สายัณเภาณะ. (2553). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สารที่ใช้ในชีวิตประจำวัน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- เรวัต สุขมั่งมี. (2542). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามวงจรการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- ลำดวน บัวหอม. (2552). รายงานการดำเนินงานโครงการวิจัยและพัฒนการศึกษาเพื่อปฏิรูปการศึกษาสามจังหวัดชายแดนใต้. เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

- วรรณทิพา รอดแรงคำ. (2540). **Constructivism**. กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณิ ศรีวิสัย และวิรดา อรรถเมธากุล. (2553). **การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง กายวิภาคศาสตร์ของระบบหัวใจ หลอดเลือดและระบบไหลเวียนน้ำเหลือง**. รายงานการวิจัย วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ราชบุรี.
- วาริ ธีระจิตร. (2534). **การศึกษาสำหรับเด็กพิเศษ**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คุรุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชาญ คงธรรม. (2547). **การใช้วงจรสืบเสาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลังในการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรุษย์บัณฑิต สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วัชรวิ ไกรการ (2554). **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์คุรุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). **การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ**. กรุงเทพมหานคร: เลิฟแอนด์เพรส.
- ศูนย์ข่าวภาคใต้. (2554). “เร่งแก่นักศึกษา 3 จังหวัดใต้ไว้ไต่กว่า 3,000 คน เสี่ยงถูกดึงออกนอกระบบเข้าสู่ขบวนการ.” **กรุงเทพธุรกิจ**. (20 กุมภาพันธ์ 2554), 5.
- สมจิต จันทร์ฉาย. (2557). **การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน**. นครปฐม: เพชรเกษมพรีนติ้ง กรุ๊ป.
- สมนึก ภักดิ์ยธนี (2546). **การวัดผลทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กทม. สันธิ: ประสานการพิมพ์.
- สมปอง ตรูวรรณิ . (2554). **รายงานผลการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชา ง 31102 คอมพิวเตอร์ เรื่อง การใช้โปรแกรม Microsoft Word เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1** (Online). http://www.trueplookpanya.com/true/blog_diary_detail.php?diary_id=3998&friend_blog_id=24780, 19 กันยายน 2557.
- สมศักดิ์ ลิ้มเกิด. (2536). **เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการพัฒนา CAI มัลติมีเดีย**. ชลบุรี: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). **ผลการวิเคราะห์คะแนนสอบ O-NET ม.6 ระดับประเทศ**. (Online). <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx>, 16 เมษายน 2558.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2542). **คู่มือครูวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: คุรุสภาลาดพร้าว.

- สถาปนา เกษมศิลป์. (2546). การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ใน วิชาเรื่องสารและการเปลี่ยนแปลงกับการสอนตามคู่มือครู. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาพร ไมตรีจิตร์. (ม.ป.ป.) สื่อการเรียนการสอนนวัตกรรมการศึกษาสู่...มาตรฐานอาชีพศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.
- สาคร แถวโนนจิว. (2548). การพัฒนาชุดทดลองและการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องเพาเวอร์เซ-มิคอนดักเตอร์และไทรสเตอร์. ปรินญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สาคร นาจำปา. (2556). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง คลื่นกล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการเรียนแบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแข่งขันระหว่างกลุ่มเกม (TGT) กับเทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ (STAD). ปรินญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- สารโรจน์ จ้องสละ. (2554). “การใช้ชุดทดลองทัศนศาสตร์เพื่อเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องเลนส์และทัศนอุปกรณ์”. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ (Veridian E-Journal) มหาวิทยาลัยศิลปากร. 4(พฤษภาคม – สิงหาคม), 410-418
- สุคนธ์ ดินพานนท์. (2552). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- สุภาภรณ์ สิปปเวสม์ (2545). ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เขียนจากโปรแกรม Adobe Acrobat. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุทัศน์ ไชยปัญญา (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2541). จิตวิทยาการศึกษา. ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุไรกร หานะกุล. (2554). Constructionism. ศูนย์การจัดการความรู้ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Online). <http://km.obec.go.th/main/?name=research&file=readresearch&id=38>, 9 ธันวาคม 2554.

- เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ. (2545). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง นวัตกรรมการสอนที่ยืดผู้เรียน เป็นสำคัญ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เสริมศักดิ์ วิชาลาภรณ์. (2552). สภาพการจัดการศึกษาในจังหวัดชายแดนภาคใต้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: วี.ที.ซี. คอมมิวนิเคชั่น .
- อดิศร ก้อนคำ. (2552). การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม. (Online). <http://www.kroobannok.com/8099>, 28 มกราคม 2558.
- อักรเดช ศรีมณีพันธ์ (2547). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบสื่อประสม เรื่องการใช้สื่อการสอน สำหรับบุคลากรมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. วิทยานิพนธ์วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Dale, Edgar. (1954). **Audio-Visual Method in Teaching**. New York: The Dryden Press.
- Fathi M. Ihmeideh. (2014). "The effect of electronic books on enhancing emergent literacy skills of pre-school children." **Computers & Education**. 79(October), 40-48.
- Glaserfeld, V.E. (1989). **Constructivism in Education in the International Encyclopedia of Education : Research and Studies**. New York: Pergamen Press.
- Katona G. (2007). The use of digital materials for instruction n sport topics at the University of West Hungary. **International Journal of Education and Development** (Online) <http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=275&layout=html>, May 9, 2010.
- Knapp, Linda R. and Glenn. (1996). **Restructuring Schools with Technology**. Boston: Allyn and Bacon.
- Krogh Suzanne Lowell. (1994). **Educating Young Children Infancy International**. New York: McGraw- Hill.
- Mager, R. F. (1975). **Preparing instructional objectives**. 2nd ed. Belmont, CA: FearonPitman.
- Malathi Letchumanan, Rohani Ahmad Tarmizi. (2010). "Utilization of e-book among University Mathematics Students." **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. 8 (December), 580-587.
- Martin, Ralph E. (1994). **Teaching science for all Children**. Boston: Allyn and Bacon.
- Mathews, E., Graesser, A., Hu, X. & Susarla, S. (2002). **Ebook.EXE : A Desktop Authoring Tool For HURAA**. Canada: Univercity of Memphis.

- Nasser Saleh Al-Mansour. (2012). "The effect of computer-assisted instruction on Saudi University students' learning of English." **Journal of King Saud University–Languages and Translation.** 24 (October), 51-56.
- Nico Rutten, et al. (2012). "The learning effects of computer simulations in science education." **Computers & Education.** 58 (January), 136-153.
- Roberts, N., g. Blakeslee and W. Barowy. (1996). "The Dynamics of Learning in a Computer Simulation Environment." **Journal of Science Teacher Education.** 7(July): 41-58.
- Rumelhart, David E., and A. Ortony. (1977). **The representation of knowledge in memory.**
<http://www.sil.org/lingualinks/literacy/ReferenceMaterials/BibliographyLiteracy/RumelhartDAndOrtony1977.htm>, July 19, 2010.
- Sládek, P., Pawera, L. and Válek, J. (2011). "Remote laboratory–new possibility for school experiments." **Procedia Social and Behavioral Sciences.** 12(January), 164-167.
- Vygotsky,L.S. (1962). **Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes.** Cambridge, M.A.: Havard University Press.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาตรวจสอบประเมินความสอดคล้อง และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือวิจัยทั้ง 3 ส่วน คือแผนการจัดการเรียนรู้ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนสำหรับงานวิจัย เรื่องการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่รายนามดังต่อไปนี้

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|--|
| 1. นายวัฒนา เชนะ | ตำแหน่ง
สถานที่ทำงาน | ผู้ช่วยศาสตราจารย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
อ.เมือง จ.สงขลา |
| 2. นายสุวิทย์ คงภักดี | ตำแหน่ง
สถานที่ทำงาน | อาจารย์
มหาวิทยาลัยทักษิณ
อ.เมือง จ.สงขลา |
| 3. นางสุภาพ สิทธิศักดิ์ | ตำแหน่ง
สถานที่ทำงาน | ครูชำนาญการพิเศษ วิชาฟิสิกส์
โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย
อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา |



ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ



ที่ ศธ ๐๕๖๐.๐๖ / ว ๐๐๓๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ๙๐๐๐๐

๒๐ เมษายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

ด้วย นางสาวนรชนันท์ เอียดเต็ม รหัส ๕๓G๐๙๒๑๐๐๗ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ๑. ดร.อนุมัติ เดชชนะ | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก |
| ๒. ดร.สธน เสนาสวัสดิ์ | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม |

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่า **ดร.สุวิทย์ คงภักดี** บุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องคุณภาพเครื่องมือการวิจัย (IOC: Index of Congruence) ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระพรรณ จุลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดี

โทรศัพท์/โทรสาร ๐ ๗๔๓๓ ๖๙๔๘

<http://bundit.skru.ac.th/>

www.facebook.com/gsskru



ที่ ศธ ๐๕๖๐.๐๖ / ว ๐๐๓๔

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ๙๐๐๐๐

๒๐ เมษายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย

ด้วย นางสาวนรชนันท์ เอียดเต็ม รหัส ๕๓G๐๙๒๑๐๐๗ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ๑. ดร.อนุมัติ เดชชนะ | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก |
| ๒. ดร.สธน เสนาสวัสดิ์ | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม |

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่า อาจารย์สุภาพ สิทธิศักดิ์ บุคลากรในสังกัดของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องคุณภาพเครื่องมือการวิจัย (IOC: Index of Congruence) ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระพรรณ จุลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดี

โทรศัพท์/โทรสาร ๐ ๗๔๓๓ ๖๙๔๘

<http://bundit.skru.ac.th/>

www.facebook.com/gsskru



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๔๖

ที่ บวล. ๐๒๙๖ / ๒๕๕๘

วันที่ ๒๐ เมษายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัฒนา เดชชนะ

ด้วย นางสาวนรชนันท์ เอียดเต็ม รหัส ๕๓G๑๙๒๑๐๐๗ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้ดำเนินการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕”

โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|-----------------------|---------------------------------|
| ๑. ดร.อนุมัติ เดชชนะ | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก |
| ๒. ดร.สธน เสนาสวัสดิ์ | อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม |

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องคุณภาพเครื่องมือการวิจัย (IOC: Index of Congruence) ของนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หวังว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระพรรณ จุลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ภาคผนวก ค
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตัวอย่าง

แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้
 วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล (บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล)
 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง

+ 1	ถ้าแน่ใจว่า	หัวข้อในแผนนั้นมีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา
0	ถ้าไม่แน่ใจว่า	หัวข้อในแผนนั้นมีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา
-1	ถ้าแน่ใจว่า	หัวข้อในแผนนั้นไม่มีความสอดคล้องเชิงเนื้อหา

แผนการจัดการ เรียนรู้เรื่อง	องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
การถ่ายโอน พลังงานของคลื่น กล	1. มาตรฐานการเรียนรู้				
	2. ผลการเรียนรู้				
	3. จุดประสงค์การเรียนรู้				
	4. สาระการเรียนรู้				
	5. กระบวนการจัดการเรียนรู้				
	6. สื่อการเรียนการสอน				
	7. การวัดและประเมินผล				

แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้บทเรียนที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

คำชี้แจง กา ✓ ในช่อง ระดับคุณภาพ 5 หมายถึง ดีมาก
 4 หมายถึง ดี
 3 หมายถึง ปานกลาง
 2 หมายถึง พอใช้
 1 หมายถึง ปรับปรุง

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1.	มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกัน อย่างเหมาะสม					
2.	ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กับ จุดประสงค์การเรียนรู้					
3.	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง					
4.	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้					
5.	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้					
6.	ความเหมาะสมของหลักฐานการเรียนรู้กับเป้าหมาย					
7.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/ กระบวนการ และคุณลักษณะ ครบตามผลการเรียนรู้เน้น สมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร					
8.	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้					
9.	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการ เรียนรู้					

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
10.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และการประเมินผล การเรียนรู้					
11.	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียน					
12.	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้ จริง					
13.	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 -12)					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณในความกรุณาอย่างสูง

นางสาวนรชนันท์ เอียดเต็ม

นักศึกษาปริญญาโท

หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตัวอย่าง แบบประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล)
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินผลนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาระดับความคิดเห็นของท่านผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์เรื่องคลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ระดับที่ 1	หมายถึง	ควรปรับปรุง
ระดับที่ 2	หมายถึง	พอใช้
ระดับที่ 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับที่ 4	หมายถึง	ดี
ระดับที่ 5	หมายถึง	ดีมาก

เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านมัลติมีเดีย					
1. ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน					
1.1 เทคนิคการนำเสนอ
1.2 การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม
1.3 การออกแบบหน้าจอเป็นมาตรฐานเดียวกัน
1.4 ความสมบูรณ์ของบทเรียน
1.5 ความสะดวกในการใช้บทเรียน

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
2. ด้านภาพและกราฟิก					
2.1 ความชัดเจนของภาพ
2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาพ
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา
2.4 รูปภาพมีความเร้าใจ
2.5 ความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ
2.6 มีความคิดสร้างสรรค์
3. ด้านสื่อวีดิทัศน์					
3.1 ความชัดเจนของเสียง
3.2 ความเหมาะสมของเสียง
3.3 ความชัดเจนของสื่อวีดิทัศน์
3.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อวีดิทัศน์
3.5 ความสมดุลของการจัดวางสื่อวีดิทัศน์
4. ด้านตัวอักษร					
4.1 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา
4.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร
4.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน
4.4 ความหนาแน่นของข้อความแต่ละกรอบ
4.5 ความเด่นชัดของหัวข้อ
5. ด้านปฏิสัมพันธ์					
5.1 ให้ผลย้อนกลับทันที
5.2 สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน
5.3 ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม
5.4 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้
5.5 ความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา					
1. ด้านเนื้อหา					
1.1 เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร
1.2 เนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์
1.3 เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยผู้เรียน
1.4 เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก
1.5 เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์
2. ด้านภาษา					
2.1 เขียนด้วยภาษาที่ อ่านแล้วเข้าใจง่าย
2.2 ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา
2.3 สื่อความหมายได้ชัดเจน
3. ด้านการออกแบบระบบการเรียน					
3.1 ออกแบบระบบดี เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง
3.2 กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาน่าสนใจ
3.3 ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม
4. ด้านการประเมินผล					
4.1 คำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์
4.2 มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวม
4.3 การออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะโดยสรุปของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์เรื่องคลื่นกล

ข้อดี	ข้อเสีย
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้และด้านอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณในความกรุณาอย่างสูง

นางสาวนรชนันท์ เอียดเต็ม

นักศึกษาปริญญาโท

หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตารางการพิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง

- | | | |
|----|----------------|---|
| +1 | ถ้าแน่ใจว่า | แบบทดสอบวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง |
| 0 | ถ้าไม่แน่ใจว่า | แบบทดสอบวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง |
| -1 | ถ้าแน่ใจว่า | แบบทดสอบไม่ได้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง |

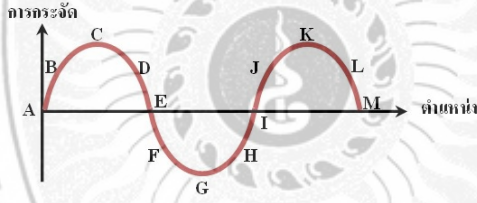
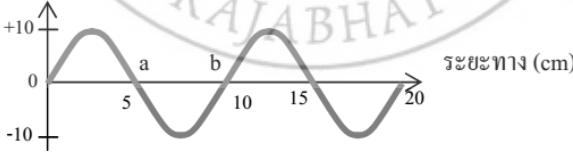


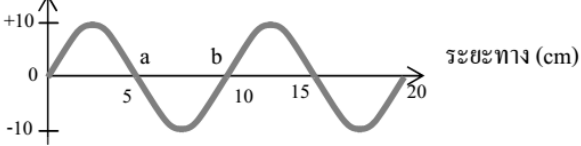
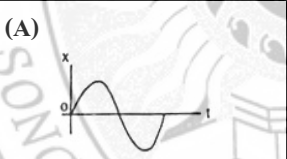
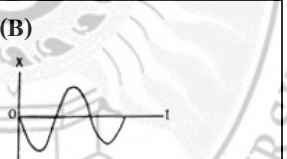

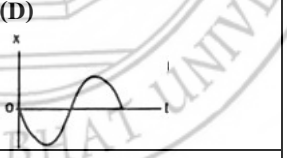
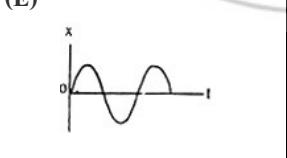

แบบประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน

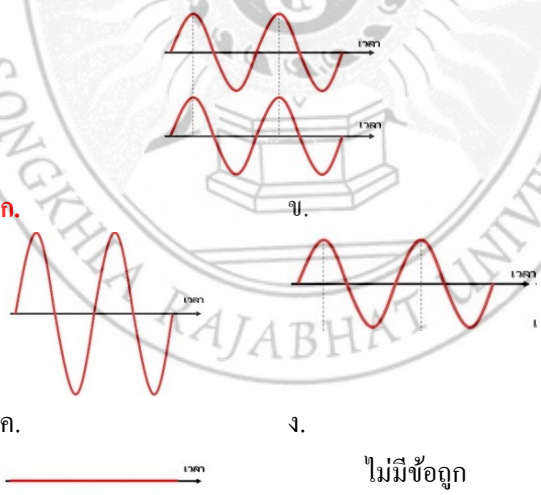
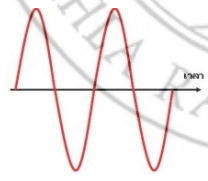



วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5






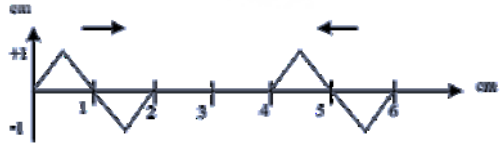
วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
1. อธิบาย ความหมายของ คลื่นกล และ และจำแนก ชนิดของคลื่น ได้	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความรู้ความจำ</p> <p>1. คลื่นคืออะไร</p> <p>ก. การทำให้ตัวกลางสั่นสะเทือน</p> <p>ข. ผลของการรบกวนที่แผ่ กระจายออกไปจากแหล่งกำเนิด</p> <p>ค. ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นรูปกราฟทางตรีโกณมิติ</p> <p>ง. ลักษณะการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วและความเร่งไปพร้อมๆ กัน</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความรู้ความจำ</p> <p>2. คลื่นที่เกิดจากการสลับของเส้นเชือก เป็นคลื่นชนิดใด</p> <p>1) คลื่นกล 2) คลื่นตามยาว 3) คลื่นตามขวาง</p> <p>ก. ข้อ 1, 2 และ 3</p> <p>ข. ข้อ 1 และ 3</p> <p>ค. ข้อ 2 และ 3</p> <p>ง. ข้อ 1 และ 2</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>3. ข้อใดกล่าวผิด</p> <p>ก. คลื่นที่ทิศทางการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางขนานกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นเรียกว่า คลื่นตามยาว</p> <p>ข. คลื่นตามยาวอาจเป็นคลื่นกลหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้</p> <p>ค. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ คลื่นตามขวาง</p> <p>ง. คลื่นตามขวางอาจเป็นคลื่นกลหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้</p>				

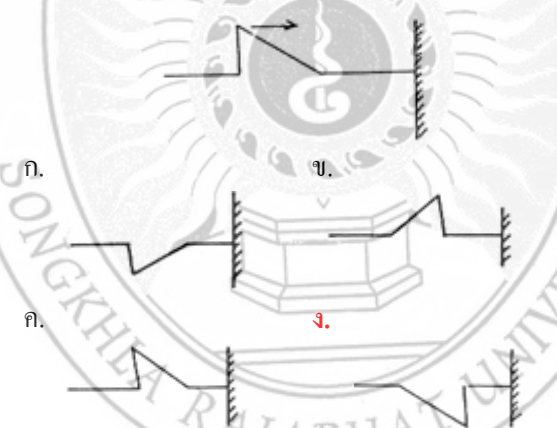
วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
1. อธิบาย ความหมายของ คลื่นกล และ จำแนกชนิด ของคลื่นได้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ 4. เหตุการณ์ใดทำให้เกิดคลื่นดล ก. โยนแอปเปิ้ล 1 ลูก ลงในสระน้ำ ข. โยนหินลงคลอง 15 ก้อน ต่อเนื่องกัน ค. ปล่ายลูกปิงปองให้กระดอนขึ้นลงในน้ำจนหยุด ง. ฝนตกต่อเนื่อง นำภาชนะบรรจุน้ำอยู่ 5 ลิตร ไปรอง น้ำฝนจากรูรั่วบนหลังคาบ้าน				
2. อธิบายการ เคลื่อนที่แบบ ฮาร์มอนิก อย่างง่ายของ อนุภาคตัวกลาง และความถี่ ธรรมชาติและ คำนวณปริมาณ ที่เกี่ยวข้องได้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ 5. ลั่นโยนก้อนหินลงไปในน้ำที่มีใบไม้ลอยน้ำอยู่ห่างจาก หินที่ลั่นโยนพอสมควร อยากทราบว่าใบไม้จะเคลื่อนที่ อย่างไร ก. ใบไม้ไม่เคลื่อนไหว นิ่งอยู่กับที่ ข. ใบไม้เคลื่อนที่เข้าหาจุดที่โยนหินลงไป ค. ใบไม้เคลื่อนที่ห่างออกไปจากจุดที่โยนหิน ง. ใบไม้ขยับ ขึ้นลงและอยู่กับที่โดยไม่ได้เคลื่อนที่ไป ไหน				
	6. พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ จากสมการความสัมพันธ์ ความถี่ธรรมชาติของลูกตุ้มนาฬิกา แสดงให้เห็นว่าความถี่ธรรมชาติของลูกตุ้มนาฬิกาจะมีค่า มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับตัวแปรใด ก. ความยาวคลื่น ข. ความยาวเชือก ค. มวลของวัตถุ ง. คาบ				
	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้ 7. สปริงมีค่าคงตัวของสปริง $k=15$ นิวตันต่อเมตร วางอยู่ใน แนวระดับบนโต๊ะซึ่งไม่มีแรงเสียดทาน ที่ปลายสปริงติด วัตถุมวล m 0.7 กิโลกรัม เมื่อดึงวัตถุให้ยืดออก 10 เซนติเมตร จากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยวัตถุจะเคลื่อนที่ แบบซิมเปิลฮาร์มอนิก จงหา คาบภายหลังจากที่ปล่อยวัตถุ ก. 1.30 วินาที ข. 1.36 วินาที ค. 1.40 วินาที ง. 1.66 วินาที				




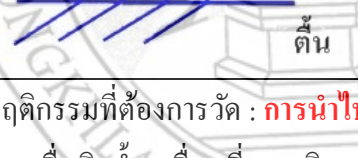
วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
2. อธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของอนุภาคตัวกลางและความถี่ธรรมชาติ	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้</p> <p>8. ลูกตุ้มนาฬิกาอันหนึ่งมีสายแขวนยาว 2.5 เมตร ใช้เวลาในการสั้นครบรอบ 2 วินาที ถ้าเปลี่ยนสายแขวนยาว 1.5 เมตร ลูกตุ้มจะสั้นได้กี่รอบต่อวินาที</p> <p>ก. 0.64 รอบ/วินาที ข. 1.41 รอบ/วินาที ค. 1.34 รอบ/วินาที ง. 1.55 รอบ/วินาที</p>				
3. อธิบายความหมายของสันคลื่น ท้องคลื่น แอมพลิจูด ความยาวคลื่น อัตราเร็วคลื่น ความถี่ คาบ เฟส หน้าคลื่นและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>9. ปริมาณใดของคลื่นที่ใช่บอกค่าพลังงานบนคลื่น</p> <p>ก. ความถี่ ข. ความยาวคลื่น ค. แอมพลิจูด ง. ถูกทุกข้อ</p> <p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>10. จากรูปจุดใดมีเฟสต่างกับจุด F เท่ากับ 180°</p>  <p>ก. B, J ข. C, K ค. C, I ง. D, H</p> <p>จากรูปคลื่นดังต่อไปนี้ ใช้ตอบตามข้อ 11, 12</p> <p>การกระจัด (cm)</p>  <p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>11. จงหา ความยาวคลื่น λ และแอมพลิจูด A ตามลำดับ</p> <p>ก. ความยาวคลื่น 0.05 เมตร, แอมพลิจูด 0.10 เมตร ข. ความยาวคลื่น 0.01 เมตร, แอมพลิจูด 0.10 เมตร ค. ความยาวคลื่น 0.01 เมตร, แอมพลิจูด 5 เซนติเมตร ง. ความยาวคลื่น 0.15 เมตร, แอมพลิจูด 10 เซนติเมตร</p>				

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
3. อธิบาย ความหมายของ สันคลื่น ท้อง คลื่น แอมพลิจูด ความยาว คลื่นอัตราเร็ว คลื่น ความถี่ คาบ เฟส หน้า คลื่นและ จำนวนหา ปริมาณที่ เกี่ยวข้องได้	จากรูปคลื่นดังต่อไปนี้ ใช้ตอบตามข้อ 11, 12 การกระจัด (cm)  พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ 12. จากรูป จงหา มุมเฟสของจุด a และจุด b ก. $\frac{\pi}{4}$ เรเดียน และ $\frac{\pi}{2}$ เรเดียนตามลำดับ ข. $\frac{4\pi}{2}$ เรเดียน และ π เรเดียนตามลำดับ ค. π เรเดียน และ 2π เรเดียนตามลำดับ ง. 2π เรเดียน และ 4π เรเดียนตามลำดับ				
	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้ 13. กราฟต่อไปนี้ เป็นกราฟของคลื่นในฟังก์ชันของเวลา t จะมีกราฟคู่หนึ่งแสดงถึงคลื่นที่มีความยาวคลื่นเท่ากันและเฟสต่างกัน 90 องศา กราฟคู่ นั้น คือ <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>(A)</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>(B)</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>(C)</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>(D)</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>(E)</p>  </div> <div style="width: 50%; text-align: center;"> <p>(F)</p>  </div> </div> ก. A และ B ข. B และ E ค. A และ C ง. E และ F				

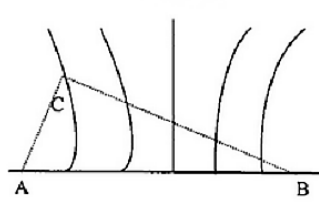
วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
<p>5. อธิบายการซ้อนทับของคลื่น เขียนภาพคลื่นที่เกิดจากการซ้อนทับของคลื่นสองคลื่นได้ และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้</p>	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>20. ข้อใดกล่าวเกี่ยวกับหลักการรวมกัน ได้ของคลื่นถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. เมื่อคลื่นเคลื่อนที่มารวมกันการกระจัดของคลื่นรวมเท่ากับผลบวกของการกระจัดของแต่ละคลื่นที่มาพบกัน</p> <p>ข. เมื่อคลื่นสองคลื่นมาพบกันแล้วหลังจากที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันไปแล้วรูปร่างของคลื่นจะเปลี่ยนไปแต่ยังคงมีทิศเดิม</p> <p>ค. เมื่อคลื่นสองคลื่นมาพบกันแล้วหลังจากที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านพ้นกันไปแล้วรูปร่างของคลื่นจะคงเดิมแต่ทิศทางเปลี่ยนไป</p> <p>ง. ไม่มีข้อใดถูก</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>21. จากรูป คลื่นลัพธ์ที่เกิดจากการซ้อนทับกันของทั้ง 2 คลื่นจะเป็นเช่นไร</p>  <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p> <p>ไม่มีข้อถูก</p>				

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
5. อธิบายการ ซ้อนทับของ คลื่น เขียนภาพ คลื่นที่เกิดจาก การซ้อนทับ ของคลื่นสอง คลื่นได้และ คำนวณหา ปริมาณที่ เกี่ยวข้องได้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ 22. จากรูป เมื่อกคลื่นสองขบวนเคลื่อนที่เข้าหากันอยากทราบ ว่าเมื่อเคลื่อนผ่านกันไปแล้ว จะเป็นอย่างไร  ก.  ข.  ค.  ง. 				
	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้ 23. หลักการซ้อนทับสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์คลื่นใด ได้บ้าง ก. การสะท้อน ข. การหักเห ค. การแทรกสอด ง. การเลี้ยวเบน				
	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์ 24. คลื่นคล 2 ขบวน เคลื่อนที่เข้าหากันด้วยความเร็ว 1 cm/s ตามรูป จะใช้เวลานานเท่าไร คลื่นรวมจึงจะมีสันคลื่นสูง ที่สุด และมีขนาดแอมพลิจูดเท่าใด  ก. 2 วินาที แอมพลิจูดสูงสุด 2 เมตร ข. 1 วินาที แอมพลิจูดสูงสุด 2 เซนติเมตร ค. 2 วินาที แอมพลิจูดสูงสุด 2 เซนติเมตร ง. 3 วินาที แอมพลิจูดสูงสุด 2 เซนติเมตร				

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
6. ทำการ ทดลองการ สะท้อนของ คลื่นผิวน้ำและ สรุปผลการ ทดลองเป็น กฎ การสะท้อน	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ 25. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. คลื่นสะท้อนจะมีเฟสเดียวกับคลื่นตกกระทบเสมอ ข. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน ค. ความถี่ของคลื่นหักเหมีค่าน้อยกว่าความถี่ของคลื่นตก กระทบ ง. มุมที่หน้าคลื่นหักเหกับแนวรอยต่อของตัวกลางมีค่าเท่ากับ มุมหักเห				
	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ 26. จากรูปแสดงถึงคลื่นตกกระทบในเส้นเชือก ซึ่งปลายข้าง หนึ่งของเชือกผูกติดอยู่กับกำแพง เมื่อคลื่นตกกระทบกับ กำแพง แล้วจะเกิดคลื่นสะท้อนขึ้นดังข้อใด 				

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
7. ทดลองการหักเหของคลื่นผิวน้ำอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างไซน์ของมุมตกกระทบกับไซน์ของมุมหักเหและนำความสัมพันธ์นี้ไปแก้ปัญหาคำหนดได้	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ 32. เมื่อคลื่นหน้าตรงเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อระหว่างน้ำลึกและน้ำตื้น จะมีลักษณะดังข้อใด ก.  ข.  ค.  ง. 				
	พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้ 33. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่จากบริเวณน้ำตื้น ด้วยความเร็ว 2 m/s เข้าสู่บริเวณน้ำลึก ถ้าความยาวคลื่นบริเวณน้ำตื้น และเป็นน้ำลึก 0.50 m และ 1.0 m ตามลำดับ จงหาความเร็ว และความถี่ของคลื่นน้ำลึก ก. 1 m/s , 1 Hz ตามลำดับ ข. 2 m/s , 2 Hz ตามลำดับ ค. 3 m/s , 3 Hz ตามลำดับ ง. 4 m/s , 4 Hz ตามลำดับ				

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
9. อธิบาย ความหมายของ บัพ ปฏิบัติ และเส้น บัพ	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การเข้าใจ</p> <p>43. ในการทดลองการแทรกสอดของคลื่น โดยใช้ถาดคลื่น เมื่อพิจารณาจุดที่เกิดบัพ แสดงว่าจุดนี้</p> <p>ก. คลื่นจะเกิดการแทรกสอดแบบเสริมกัน</p> <p>ข. ผลต่างระหว่างระยะทางจากแหล่งกำเนิดคลื่นทั้งสองไปยังจุดนี้เท่ากับจำนวนเต็มเท่ากับจำนวนเต็มของความยาวคลื่น</p> <p>ค. สันคลื่นของคลื่นหนึ่งจะซ้อนทับกับสันคลื่นของอีกคลื่นหนึ่งพอดี</p> <p>ง. มุมเฟสของคลื่นทั้งสองจะต่างกัน 180°</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้</p> <p>44. แหล่งกำเนิดอาพันธ์สองแหล่งที่มีเฟสตรงกันสร้างคลื่นผิวน้ำที่มีความยาวคลื่น 5 cm ณ ที่ตำแหน่งหนึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดทั้งสอง 15 cm และ 20 cm ตามลำดับ จะเกิดการแทรกสอดแบบใด</p> <p>ก. บัพ ข. ปฏิบัพ</p> <p>ค. แบบหักล้าง ง. ยังสรุปไม่ได้</p>				
10. อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างความ ยาวคลื่นและ ความต่าง ระยะทาง ของ ตำแหน่งบัพ และปฏิบัติ และนำ ความสัมพันธ์ ดังกล่าวไป แก้ปัญหา ที่ กำหนดได้	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้</p> <p>45. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นน้ำ อยู่ห่างกัน 18 ซม. ให้คลื่นเฟสตรงกัน มีความถี่และแอมพลิจูดเท่ากัน ความยาวคลื่น 4 ซม. ระหว่าง S_1 และ S_2 จะให้แนวบัพกี่แนว</p> <p>ก. 4 แนว ข. 5 แนว</p> <p>ค. 8 แนว ง. 9 แนว</p>				

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
10. อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างความ ยาวคลื่นและ ความต่าง ระยะทาง ของ ตำแหน่งบัพ และปฏิบัพ และนำ ความสัมพันธ์ ดังกล่าวไป แก้ปัญหา ที่ กำหนดได้	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้</p> <p>46. ต้นกำเนิดคลื่น S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ให้ คลื่น ความยาวคลื่น 0.5 เมตร ที่จุด P ซึ่งอยู่ห่างจาก S_1 เท่ากับ 5 เมตร และอยู่ห่าง S_2 เท่ากับ 4 เมตร จะเป็นจุดบัพหรือปฏิ บัพที่เท่าไร</p> <p>ก. จุดปฏิบัพที่ 2 ข. จุดปฏิบัพที่ 3 ค. จุดบัพที่ 2 ง. ยังสรุปไม่ได้</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้</p> <p>47. แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์เฟสตรงกัน 2 อัน วางห่างกัน 6 ซม. ความเร็วคลื่น 40 ซม/วินาที ขณะนั้นคลื่นมีความถี่ 20 Hz จงหาว่าแนวปฏิบัพที่ 3 จะเบนออกจากแนวกลางเท่าไร</p> <p>ก. 30° ข. 45° ค. 60° ง. 90°</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์</p> <p>48. แหล่งกำเนิดคลื่นน้ำสร้างคลื่นน้ำที่สองตำแหน่ง A และ B มีความยาวคลื่น 1.5 cm และได้แนวของเส้นปฏิบัพดัง แสดงในรูป อยากรทราบว่ AC และ BC มีความยาวต่างกัน เท่าใด</p>  <p>ก. 1.5 cm ข. 3 cm ค. 4.5 cm ง. 6 cm</p>				

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
11. อธิบายการ เกิดคลื่นนิ่งของ คลื่นผิวน้ำและ คลื่นนิ่งในเส้น เชือกพร้อม คำนวณหา ปริมาณที่ เกี่ยวข้อง	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>49. คุณสมบัติหรือปรากฏการณ์ข้อใดที่ใช้อธิบายการเกิดคลื่นนิ่ง</p> <p>ก. การแทรกสอด ข. การรวมกันได้ของคลื่น ค. แหล่งกำเนิดคาบผัน ง. ถูกทุกข้อ</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>50. ระยะห่างระหว่างบัพที่อยู่ติดกันของคลื่นนิ่งคือข้อใด</p> <p>ก. $\frac{\lambda}{4}$ ข. $\frac{\lambda}{2}$ ค. λ ง. $\frac{3\lambda}{2}$</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้</p> <p>51. ลวดเส้นหนึ่งยาว 40 cm ปลายทั้ง 2 ถูกขึงตึง เมื่อดีดลวดตรงกลางทำให้เส้นลวดสั่นขึ้นด้วยความถี่ 20 Hz จงหาอัตราเร็วของคลื่นในลวดเส้นนี้</p> <p>ก. 8 m/s ข. 16 m/s ค. 20 m/s ง. 22 m/s</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การนำไปใช้</p> <p>52. ลวดเส้นหนึ่งตึงปลายทั้งสองให้ตึงขึงเข้ากับจุดตรึงแน่น 2 จุด ซึ่งห่างกัน 40 ซม. ดีดตรงกลางของลวดให้สั่นพบว่ามี การสั่นขึ้นลง 60 รอบในเวลา 5 วินาที จงหาอัตราเร็วของคลื่นที่เกิดในลวดเส้นนี้ใน หน่วยเมตร/วินาที</p> <p>ก. 4.8 m/s ข. 7.5 m/s ค. 9.6 m/s ง. 24.0 m/s</p>				

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
12. ทดลองการ เลี้ยวเบนของ คลื่นผิวน้ำ	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>53. คลื่นที่เลี้ยวเบนสิ่งที่เปลี่ยนไปคือ</p> <p>ก. ความถี่ ข. อัตราเร็วคลื่น ค. แอมพลิจูด ง. ความยาวคลื่น</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : ความเข้าใจ</p> <p>54. ถ้าให้คลื่นน้ำมีความยาวคลื่นเท่ากับ λ เมตร เคลื่อนที่ผ่านช่องแคบที่มีความกว้างของช่องเท่ากับ d เมตร ถ้า $\lambda > d$ คลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านช่องแคบ d แล้ว จะพบว่าเป็นไปตามข้อใด</p> <p>ก. มีการเลี้ยวเบน และเห็นแนวบัพ ปฏิบัพ ข. มีการเลี้ยวเบน แต่ไม่เห็นแนวบัพ ปฏิบัพ ค. ไม่มีการเลี้ยวเบน แต่เห็นแนวบัพ ปฏิบัพ ง. ไม่มีการเลี้ยวเบน และไม่เห็นแนวบัพ ปฏิบัพ</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การประเมิน</p> <p>55. เมื่อกล่าวถึงการเลี้ยวเบนของคลื่น ข้อใดถูก</p> <ol style="list-style-type: none"> เมื่อปล่อยคลื่นผ่านช่องแคบเล็กๆ ที่กว้างน้อยกว่าความยาวคลื่น จะเห็นแนวการแทรกสอด เมื่อปล่อยคลื่นหน้าตรงกระทบสิ่งกีดขวาง, สามารถเกิดการสะท้อนและเลี้ยวเบนได้พร้อมๆ กัน เมื่อปล่อยคลื่นผ่านช่องแคบที่สามารถทำให้เห็นแนวการแทรกสอดได้ แนวกลางของการรวมกันของคลื่นเป็นแนวปฏิบัติ <p>ก. 1, 2 ข. 2, 3 ค. 1, 3 ง. ถูกทุกข้อ</p>				

วัตถุประสงค์	ข้อสอบ	+1	0	-1	ข้อ เสนอแนะ
13. อธิบาย หลักการของ ฮอยเกนส์ และ ใช้หลักการฮอย เกนส์อธิบาย การเลี้ยวเบน ของคลื่นได้	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์</p> <p>59. ปรากฏการณ์การหักเหและการเลี้ยวเบนของคลื่นมีหลาย อย่างที่แตกต่างกัน อย่างหนึ่งนั่นคือ</p> <p>ก. การเลี้ยวเบนจะให้พลังงานมากกว่าการหักเห</p> <p>ข. การหักเหไม่เกี่ยวข้องกับความเร็วของคลื่น แต่การ เลี้ยวเบนเกี่ยวข้องกับความเร็วของคลื่น</p> <p>ค. การหักเหจะเกิดต้องมีตัวกลางต่างชนิดกัน แต่การ เลี้ยวเบนจะไม่เกิดถ้ามีตัวกลางต่างชนิดกัน</p> <p>ง. การเลี้ยวเบนเกิดขึ้นได้ในตัวกลางเดียวกัน แต่การหักเหจะ เกิดขึ้นได้ต้องมีตัวกลางต่างกัน</p>				
	<p>พฤติกรรมที่ต้องการวัด : การวิเคราะห์</p> <p>60. การเลี้ยวเบนของคลื่นน้ำ ซึ่งมีความยาวคลื่น 1 เซนติเมตร ผ่านช่องเดี่ยว 2 เซนติเมตร จะเกิดแนวบัพที่เส้น</p> <p>ก. 1 เส้น</p> <p>ข. 2 เส้น</p> <p>ค. 3 เส้น</p> <p>ง. 4 เส้น</p>				

ขอขอบพระคุณในความกรุณาอย่างสูง

นางสาวนรชนันท์ เอียดเต็ม

นักศึกษาปริญญาโท

หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์
เรื่อง คลื่นกล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบชุดนี้มีจำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน เวลา 60 นาที
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ โดยเลือกข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ฉนวนกันความร้อนในน้ำที่มีใบไม้ออยน้ำอยู่ห่างจากหินที่ฉนวนพอสมควร อยากทราบว่าใบไม้จะเคลื่อนที่อย่างไร

- ก. ใบไม้ไม่เคลื่อนไหว นิ่งอยู่กับที่
- ข. ใบไม้เคลื่อนที่เข้าหาจุดที่โยนหินลงไป
- ค. ใบไม้เคลื่อนที่ห่างออกไปจากจุดที่โยนหิน
- ง. ใบไม้ขยับ ขึ้นลงและอยู่กับที่โดยไม่ได้เคลื่อนที่ไปไหน

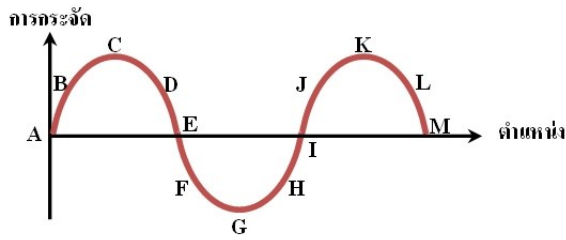
2. ลูกตุ้มนาฬิกาอันหนึ่งมีสายแขวนยาว 2.5 เมตร ใช้เวลาในการสั่นครบรอบ 2 วินาที ถ้าเปลี่ยนสายแขวนยาว 1.5 เมตร ลูกตุ้มจะสั่นได้กี่รอบต่อวินาที

- ก. 0.64 รอบ/วินาที ข. 1.34 รอบ/วินาที ค. 1.41 รอบ/วินาที ง. 1.55 รอบ/วินาที

3 ปริมาณใดของคลื่นที่ใช้บอกค่าพลังงานบนคลื่น

- ก. ความถี่
- ข. ความยาวคลื่น
- ค. แอมพลิจูด
- ง. ถูกทุกข้อ

4. จากรูปจุดใดมีเฟสต่างกับจุด F เท่ากับ 180°



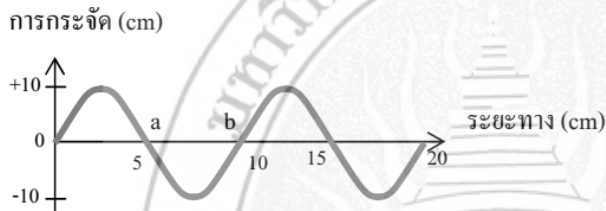
ก. B, J

ข. C, K

ค. C, I

ง. D, H

จากรูปคลื่นดังต่อไปนี้ ใช้ตอบถามข้อ 11, 12



5. จงหา ความยาวคลื่น λ และแอมพลิจูด A ตามลำดับ

ก. ความยาวคลื่น 0.05 เมตร, แอมพลิจูด 0.10 เมตร

ข. ความยาวคลื่น 0.10 เมตร, แอมพลิจูด 0.10 เมตร

ค. ความยาวคลื่น 0.01 เมตร, แอมพลิจูด 5 เซนติเมตร

ง. ความยาวคลื่น 0.15 เมตร, แอมพลิจูด 10 เซนติเมตร

6. จุด 2 จุด บนคลื่นขบวนหนึ่งอยู่ห่างกัน 3 เมตร มีเฟสต่างกัน 240° แสดงว่าคลื่นขบวนนี้มีความยาวคลื่น

ก. 1.5 เมตร

ข. 3.0 เมตร

ค. 4.5 เมตร

ง. 6.0 เมตร

7. คลื่นผิวน้ำกำลังเคลื่อนที่ไปบนผิวน้ำ สังเกตเห็นยอดคลื่นเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 200 เซนติเมตร ขณะที่ผิวน้ำเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวตั้งได้ครบ 10 รอบ จากข้อมูลที่ได้ สรุปได้ว่า

1. ความยาวของคลื่นน้ำเป็น 200 เซนติเมตร

2. ความถี่ของคลื่นน้ำเป็น 10 รอบ/วินาที

3. ความเร็วของคลื่นน้ำเป็น 200 เซนติเมตร/วินาที

ข้อความใดกล่าวถูกต้อง

ก. 1 ถูก

ข. 2 ถูก

ค. 1 และ 2 ถูก

ง. 2 และ 3 ถูก

8. การซ้อนทับของคลื่นสองขบวนจะทำให้เกิดคลื่นใหม่ที่มีค่าตัวแปรใดเป็นผลรวมของคลื่นทั้งสองบวกกันแบบเวกเตอร์

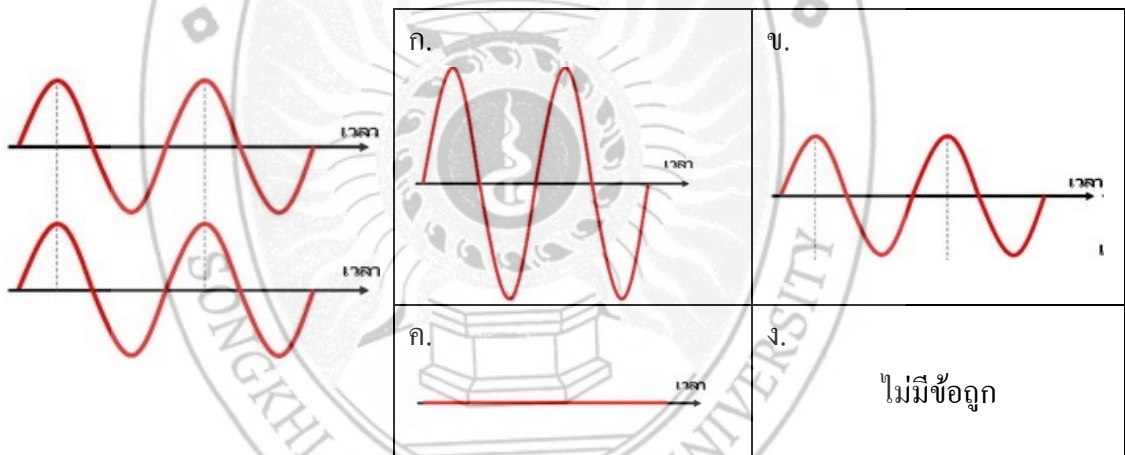
ก. ความถี่

ข. การกระจัด

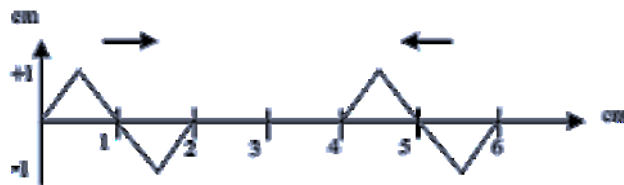
ค. ความยาวคลื่น

ง. ทุกค่าตัวแปรของคลื่นใหม่คือผลบวกแบบเวกเตอร์ของคลื่นทั้งสอง

9. จากรูป คลื่นลัพธ์ที่เกิดจากการซ้อนทับกันของทั้ง 2 คลื่น จะเป็นเช่นไร



10. คลื่นคล 2 ขบวน เคลื่อนที่เข้าหากันด้วยความเร็ว 1 cm/s ตามรูป จะใช้เวลานานเท่าไร คลื่นรวมจึงจะมีสันคลื่นสูงสุด และมีขนาดแอมพลิจูดเท่าใด



ก. 2 วินาที แอมพลิจูดสูงสุด 2 เมตร

ข. 1 วินาที แอมพลิจูดสูงสุด 2 เซนติเมตร

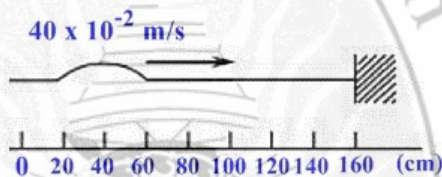
ค. 2 วินาที แอมพลิจูดสูงสุด 2 เซนติเมตร

ง. 3 วินาที แอมพลิจูดสูงสุด 2 เซนติเมตร

11. ข้อความต่อไปนี้ข้อใดกล่าวถูก

- ก. มุมตกกระทบเท่ากับมุมสะท้อน
- ข. คลื่นสะท้อนจะมีเฟสเดียวกับคลื่นตกกระทบเสมอ
- ค. ความถี่ของคลื่นหักเหมีค่าน้อยกว่าความถี่ของคลื่นตกกระทบ
- ง. มุมที่หน้าคลื่นหักเหกับแนวรอยต่อของตัวกลางมีค่าเท่ากับมุมหักเห

12. คลื่นคลในเส้นเชือกเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว 40×10^{-2} เมตรต่อวินาที โดยปลายเส้นเชือกตรึงอยู่ที่ตำแหน่ง 160 เซนติเมตร ดังรูป ที่เวลาเริ่มต้น ส่วนหน้าคลื่นคลอยู่ที่ตำแหน่ง 60 เซนติเมตรดังรูป เมื่อเวลาผ่านไป 1 วินาที และ 5 วินาทีคลื่นจะอยู่ที่ตำแหน่งใด



- ก. 80 cm และ 160 cm ตามลำดับ
- ข. 100 cm และ 60 cm ตามลำดับ
- ค. 120 cm และ 40 cm ตามลำดับ
- ง. 140 cm และ 20 cm ตามลำดับ

13. คลื่นในเส้นเชือกสองลูกดังรูป ปลายเชือกอิสระ เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 1 cm/s อยากทราบว่า นานเท่าไรจะเห็นเชือกเป็นเส้นตรง ถ้าความยาวคลื่นมีค่า 2 cm



- ก. 2 s
- ข. 4 s
- ค. 6 s
- ง. 8 s

14. คลื่นซึ่งมีหน้าคลื่นเป็นเส้นตรงคลื่นที่จากบริเวณน้ำลึกไปสู่บริเวณน้ำตื้น โดยมีหน้าคลื่นขนานกับแนวเขตน้ำลึกน้ำตื้น ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ความเร็วคลื่นจะมากขึ้น
- ข. ความถี่จะมากขึ้น
- ค. ความยาวคลื่นจะน้อยลง
- ง. ความถี่จะน้อยลง

15. คลื่นผิวน้ำ เคลื่อนที่จากบริเวณน้ำตื้น ด้วยความเร็ว 2 m/s เข้าสู่บริเวณน้ำลึก ถ้าความยาวคลื่นบริเวณน้ำตื้น และเป็นน้ำลึก 0.50 m และ 1.0 m ตามลำดับ จงหาความเร็ว และความถี่ของคลื่นน้ำลึก

ก. 1 m/s , 1 Hz ตามลำดับ

ข. 2 m/s , 2 Hz ตามลำดับ

ค. 3 m/s , 3 Hz ตามลำดับ

ง. 4 m/s , 4 Hz ตามลำดับ

16. คลื่นน้ำเคลื่อนที่จากน้ำตื้นเข้าสู่ น้ำลึก ทำมุม ตกกระทบ 30 องศา และมุมหักเห 45 องศา ถ้าความยาวคลื่นในน้ำตื้นวัดได้ 2 เซนติเมตร ความยาวคลื่นในน้ำตื้นเป็นเท่าใด?

ก. $1/\sqrt{2}$

ข. $\sqrt{2}$

ค. $\sqrt{2}/2$

ง. $\sqrt{3}$

17. คลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่จากน้ำตื้นเข้าสู่ น้ำลึก พบว่าอัตราเร็วของคลื่นเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของเดิม ถ้ามุมตกกระทบมีขนาด 30° จงหามุมหักเหที่เกิดขึ้น

ก. 30°

ข. 45°

ค. 60°

ง. 90°

18. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. การสะท้อนของคลื่นผิวน้ำ ความยาวคลื่นเปลี่ยน
2. การสะท้อนของคลื่นเชือกปลายอิสระ เฟสไม่เปลี่ยน
3. การหักเหของคลื่นผิวน้ำ อัตราเร็วเปลี่ยน
4. คลื่นผิวน้ำเป็นคลื่นตามขวาง

ข้อความที่ถูกต้องคือ

ก. 1 และ 2

ข. 2, 3 และ 4

ค. 1, 2 และ 3

ง. 1, 2, 3 และ 4

19. คลื่นน้ำที่เกิดในภาตทดลองคลื่นส่วนที่เห็นเป็นแถบมืดคือ

ก. สันคลื่น

ข. ท้องคลื่น

ค. ไม่มีคลื่น

ง. สันคลื่นสลับท้องคลื่น

20. แหล่งกำเนิดอาพันธ์ 2 แหล่ง ให้เฟสตรงกัน ห่างกัน 6 cm ปรากฏว่าแนวเสริมกันครั้งแรกเบนออกจากแนวกลาง 30 องศา จงหาความยาวคลื่นจากแหล่งกำเนิดทั้งสอง

- ก. 1 cm ข. 2 cm ค. 2.5 cm ง. 3 cm

21. S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดที่มีความยาวคลื่น 2 cm ให้ความถี่เดียวกันเฟสตรงกัน อยู่ห่างกัน 6 cm จงหาจำนวนบัพระหว่าง S_1 และ S_2

- ก. 4 ข. 6 ค. 8 ง. 10

22. แหล่งกำเนิดอาพันธ์สองแหล่งที่มีเฟสตรงกันสร้างคลื่นผิวน้ำที่มีความยาวคลื่น 5 cm ณ ตำแหน่งหนึ่งห่างจากแหล่งกำเนิดทั้งสอง 15 cm และ 20 cm ตามลำดับ จะเกิดการแทรกสอดแบบใด

- ก. บัพ ข. ปฏิบัพ ค. แบบหักล้าง ง. ยังสรุปไม่ได้

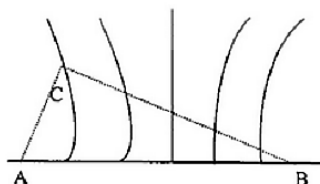
23. ต้นกำเนิดคลื่น S_1 และ S_2 เป็นแหล่งกำเนิดอาพันธ์ ให้คลื่น ความยาวคลื่น 0.5 เมตร ที่จุด P ซึ่งอยู่ห่างจาก S_1 เท่ากับ 5 เมตร และอยู่ห่าง S_2 เท่ากับ 4 เมตร จะเป็นจุดบัพหรือปฏิบัพที่เท่าไร

- ก. จุดปฏิบัพที่ 2 ข. จุดปฏิบัพที่ 3 ค. จุดบัพที่ 2 ง. จุดบัพที่ 3

24. แหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์เฟสตรงกัน 2 อัน วางห่างกัน 6 ซม. ความเร็วคลื่น 40 ซม./วินาที ขณะนั้นคลื่นมีความถี่ 20 Hz จงหาว่าแนวปฏิบัพที่ 3 จะเบนออกจากแนวกลางเท่าไร

- ก. 30° ข. 45° ค. 60° ง. 90°

25. แหล่งกำเนิดคลื่นน้ำสร้างคลื่นน้ำที่สองตำแหน่ง A และ B มีความยาวคลื่น 1.5 cm และได้แนวของเส้นปฏิบัพดังแสดงในรูป ยกาทราบว่า AC และ BC มีความยาวต่างกันเท่าใด



1.5 cm 3 cm

4.5 cm 6 cm

26. ระยะห่างระหว่างบัพที่อยู่ติดกันของคลื่นนิ่งคือข้อใด

- ก. $\frac{\lambda}{4}$ ข. $\frac{\lambda}{2}$ ค. λ ง. $\frac{3\lambda}{2}$



ภาคผนวก ง

การหาคุณภาพเครื่องมือและแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 4 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล)

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	(คนที่)				
	1	2	3		
1. มาตรฐานการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. สารการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 5 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
1.	มาตรฐานการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	3	5	4.33	1.15
2.	ความสอดคล้องของสารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00
3.	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	4	5	4.67	0.58
4.	ความครบถ้วนของสารการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58
5.	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58
6.	ความเหมาะสมของหลักฐานการเรียนรู้กับเป้าหมาย	4	4	4	4.00	0.00
7.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะ ครอบคลุมผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	5	4.33	0.58
8.	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58
9.	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
10.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
11.	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียน	4	5	5	4.67	0.58
12.	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	4	5	5	4.67	0.58
13.	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 -12)	3	5	5	4.33	1.15
ค่าเฉลี่ย					4.46	0.33

ตาราง 6 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวน้ำ)

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	(คนที่)				
	1	2	3		
1. มาตรฐานการเรียนรู้	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
2. ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
4. สารการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 7 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวน้ำ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
1.	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	3	5	4.33	1.15
2.	ความสอดคล้องของสารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
3.	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	4	5	4.67	0.58
4.	ความครบถ้วนของสารการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
5.	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58
6.	ความเหมาะสมของหลักฐานการเรียนรู้กับเป้าหมาย	4	4	4	4.00	0.00
7.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะ ครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	5	4.33	0.58
8.	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58
9.	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
10.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
11.	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียน	4	5	5	4.67	0.58
12.	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	4	4	5	4.33	0.58
13.	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 -12)	3	5	5	4.33	1.15
ค่าเฉลี่ย					4.51	0.37

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น)

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	(คนที่)				
	1	2	3		
1. มาตรฐานการเรียนรู้	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
2. ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
4. สารการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 9 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
1.	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	3	5	4.33	1.15
2.	ความสอดคล้องของสารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
3.	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	3	5	4.33	1.15
4.	ความครบถ้วนของสารการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
5.	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00
6.	ความเหมาะสมของหลักฐานการเรียนรู้กับเป้าหมาย	4	4	5	4.33	0.58
7.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะ ครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	5	5	5	5.00	0.00
8.	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58
9.	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
10.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
11.	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียน	4	5	5	4.67	0.58
12.	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	4	4	5	4.33	0.58
13.	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 -12)	4	4	5	4.33	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.51	0.37

ตาราง 10 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 4 การสะท้อน)

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	(คนที่)				
	1	2	3		
1. มาตรฐานการเรียนรู้	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
2. ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
4. สารการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 11 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 4 การสะท้อน)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
1.	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันเหมาะสม	5	3	5	4.33	1.15
2.	ความสอดคล้องของสารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
3.	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	4	3	5	4.00	1.00
4.	ความครบถ้วนของสารการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
5.	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00
6.	ความเหมาะสมของหลักฐานการเรียนรู้กับเป้าหมาย	5	5	5	5.00	0.00
7.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะ ครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	5	5	5	5.00	0.00
8.	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	3	5	4.00	1.00
9.	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
10.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
11.	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียน	4	5	5	4.67	0.58
12.	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	4	4	5	4.33	0.58
13.	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 -12)	4	5	5	4.67	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.51	0.37

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 5 การหักเห)

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	(คนที่)				
	1	2	3		
1. มาตรฐานการเรียนรู้	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
2. ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
4. สาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 13 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 5 การหักเห)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
1.	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	3	5	4.33	1.15
2.	ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
3.	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	3	3	5	3.67	1.15
4.	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
5.	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00
6.	ความเหมาะสมของหลักฐานการเรียนรู้กับเป้าหมาย	4	4	5	4.33	0.58
7.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะ ครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	5	4.33	0.58
8.	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
9.	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
10.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
11.	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียน	4	5	5	4.67	0.58
12.	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	4	4	5	4.33	0.58
13.	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 -12)	4	4	5	4.33	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.36	0.28

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์
เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 6 การแทรกสอด)

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	(คนที่)				
	1	2	3		
1. มาตรฐานการเรียนรู้	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
2. ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
4. สาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 15 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล
(บทเรียนที่ 6 การแทรกสอด)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
1.	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	3	5	4.33	1.15
2.	ความสอดคล้องของสาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
3.	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	4	3	5	4.00	1.00
4.	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58
5.	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00
6.	ความเหมาะสมของหลักฐานการเรียนรู้กับเป้าหมาย	4	4	5	4.33	0.58
7.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะ ครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	5	4.33	0.58
8.	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
9.	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
10.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
11.	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียน	4	5	5	4.67	0.58
12.	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	4	4	5	4.33	0.58
13.	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 -12)	4	4	5	4.33	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.44	0.31

ตาราง 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 7 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง)

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	(คนที่)				
	1	2	3		
1. มาตรฐานการเรียนรู้	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
2. ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
4. สารการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 17 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 7 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
1.	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	3	5	4.33	1.15
2.	ความสอดคล้องของสารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
3.	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	4	3	5	4.00	1.00
4.	ความครบถ้วนของสารการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58
5.	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00
6.	ความเหมาะสมของหลักฐานการเรียนรู้กับเป้าหมาย	4	4	5	4.33	0.58
7.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะ ครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	5	4.33	0.58
8.	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
9.	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
10.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
11.	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียน	4	5	5	4.67	0.58
12.	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	4	4	5	4.33	0.58
13.	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 -12)	4	4	5	4.33	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.44	0.31

ตาราง 18 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์
เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 8 การเลี้ยวเบน)

องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	คะแนนผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ผลการพิจารณา
	(คนที่)				
	1	2	3		
1. มาตรฐานการเรียนรู้	+1	0	+1	0.67	สอดคล้อง
2. ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	0.67	สอดคล้อง
4. สารการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. สื่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 19 แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล
(บทเรียนที่ 8 การเลี้ยวเบน)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
1.	มาตรฐานการเรียนรู้และผลเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันเหมาะสม	5	3	5	4.33	1.15
2.	ความสอดคล้องของสารการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	0.00
3.	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	4	3	5	4.00	1.00
4.	ความครบถ้วนของสารการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58
5.	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0.00
6.	ความเหมาะสมของหลักฐานการเรียนรู้กับเป้าหมาย	4	4	5	4.33	0.58
7.	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการ และคุณลักษณะ ครบตามผลเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	5	4.33	0.58
8.	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58
9.	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
10.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัด และการประเมินผล การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58
11.	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัด และประเมินผลการเรียน	4	5	5	4.67	0.58
12.	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	4	4	5	4.33	0.58
13.	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 -12)	4	4	5	4.33	0.58
ค่าเฉลี่ย					4.44	0.31

ตาราง 20 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย						
1.	ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน					
	1.1 เทคนิคการนำเสนอ	5	5	4	4.67	0.58
	1.2 การออกแบบหน้าจามีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 การออกแบบหน้าจอเป็นมาตรฐานเดียวกัน	5	5	5	5.00	0.00
	1.4 ความสมบูรณ์ของบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	1.5 ความสะดวกในการใช้บทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
2.	ด้านภาพและกราฟิก					
	2.1 ความชัดเจนของภาพ	5	5	5	5.00	0.00
	2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58
	2.4 รูปภาพมีความเร้าใจ	5	5	4	4.67	0.58
	2.5 ความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.6 มีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.72	0.48
3.	ด้านสื่อวีดิทัศน์					
	3.1 ความชัดเจนของเสียง	4	5	5	4.67	0.58
	3.2 ความเหมาะสมของเสียง	4	5	4	4.33	0.58
	3.3 ความชัดเจนของสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.5 ความสมดุลของการจัดวางสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.60	0.58
4.	ด้านตัวอักษร					
	4.1 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	4.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	4	4.00	0.00
	4.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	4.4 ความหนาแน่นของข้อความแต่ละกรอบ	5	5	4	4.67	0.58
	4.5 ความเด่นชัดของหัวข้อ	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.53	0.46

ตาราง 20 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย						
5.	ด้านปฏิสัมพันธ์					
5.1	ให้ผลย้อนกลับทันที	5	5	4	4.67	0.58
5.2	สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน	5	5	5	5.00	0.00
5.3	ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
5.4	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้	5	5	4	4.67	0.58
5.5	ความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.87	0.23
ด้านเนื้อหา						
1.	ด้านเนื้อหา					
1.1	เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร	5	5	4	4.67	0.58
1.2	เนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	0.00
1.3	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
1.4	เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	5	5	4	4.67	0.58
1.5	เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.80	0.35
2	ด้านภาษา					
2.1	เขียนด้วยภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58
2.2	ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
2.3	สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
3.	ด้านการออกแบบระบบการเรียน					
3.1	ออกแบบระบบดี เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	0.58
3.2	กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.58
3.3	ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
4.	ด้านการประเมินผล					
4.1	คำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
4.2	มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวม	5	5	4	4.67	0.58
4.3	การออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ยรวม				4.70	0.48

ตาราง 21 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 2 คลื่นผิวน้ำ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย						
1.	ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน					
	1.1 เทคนิคการนำเสนอ	5	5	5	5.00	0.00
	1.2 การออกแบบหน้าจามีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 การออกแบบหน้าจอเป็นมาตรฐานเดียวกัน	5	5	4	4.67	0.58
	1.4 ความสมบูรณ์ของบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	1.5 ความสะดวกในการใช้บทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
2.	ด้านภาพและกราฟิก					
	2.1 ความชัดเจนของภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00
	2.4 รูปภาพมีความเข้าใจ	5	5	4	4.67	0.58
	2.5 ความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.6 มีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.72	0.48
3.	ด้านสื่อวีดิทัศน์					
	3.1 ความชัดเจนของเสียง	5	5	5	5.00	0.00
	3.2 ความเหมาะสมของเสียง	5	5	4	4.67	0.58
	3.3 ความชัดเจนของสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.5 ความสมดุลของการจัดวางสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
4.	ด้านตัวอักษร					
	4.1 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	4.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	4	4.00	0.00
	4.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	4.4 ความหนาแน่นของข้อความแต่ละกรอบ	5	5	4	4.67	0.58
	4.5 ความเด่นชัดของหัวข้อ	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.53	0.46

ตาราง 21 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
<u>ด้านมัลติมีเดีย</u>						
5.	ด้านปฏิสัมพันธ์					
5.1	ให้ผลย้อนกลับทันที	5	5	4	4.67	0.58
5.2	สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน	5	5	5	5.00	0.00
5.3	ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
5.4	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้	5	5	4	4.67	0.58
5.5	ความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.80	0.35
<u>ด้านเนื้อหา</u>						
1.	ด้านเนื้อหา					
1.1	เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร	5	5	4	4.67	0.58
1.2	เนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
1.3	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
1.4	เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	5	5	4	4.67	0.58
1.5	เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
2	ด้านภาษา					
2.1	เขียนด้วยภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58
2.2	ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
2.3	สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
3.	ด้านการออกแบบระบบการเรียน					
3.1	ออกแบบระบบดี เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	0.58
3.2	กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.58
3.3	ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
4.	ด้านการประเมินผล					
4.1	คำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
4.2	มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวม	5	5	5	5.00	0.00
4.3	การออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
	ค่าเฉลี่ยรวม				4.71	0.47

ตาราง 22 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย						
1.	ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน					
	1.1 เทคนิคการนำเสนอ	5	5	4	4.67	0.58
	1.2 การออกแบบหน้าจามีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 การออกแบบหน้าจอเป็นมาตรฐานเดียวกัน	5	5	4	4.67	0.58
	1.4 ความสมบูรณ์ของบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	1.5 ความสะดวกในการใช้บทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
2.	ด้านภาพและกราฟิก					
	2.1 ความชัดเจนของภาพ	4	5	5	4.67	0.58
	2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58
	2.4 รูปภาพมีความเร้าใจ	5	5	4	4.67	0.58
	2.5 ความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.6 มีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
3.	ด้านสื่อวีดิทัศน์					
	3.1 ความชัดเจนของเสียง	3	5	5	4.33	1.15
	3.2 ความเหมาะสมของเสียง	3	4	4	3.67	0.58
	3.3 ความชัดเจนของสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.5 ความสมดุลของการจัดวางสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.40	0.69
4.	ด้านตัวอักษร					
	4.1 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	4.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	4	4.00	0.00
	4.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	4.4 ความหนาแน่นของข้อความแต่ละกรอบ	5	5	4	4.67	0.58
	4.5 ความเด่นชัดของหัวข้อ	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.53	0.46

ตาราง 22 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
<u>ด้านมัลติมีเดีย</u>						
5.	ด้านปฏิสัมพันธ์					
5.1	ให้ผลย้อนกลับทันที	5	5	5	5.00	0.00
5.2	สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน	5	5	5	5.00	0.00
5.3	ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
5.4	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้	5	5	4	4.67	0.58
5.5	ความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.87	0.23
<u>ด้านเนื้อหา</u>						
1.	ด้านเนื้อหา					
1.1	เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร	5	5	4	4.67	0.58
1.2	เนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
1.3	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
1.4	เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	5	5	4	4.67	0.58
1.5	เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
2	ด้านภาษา					
2.1	เขียนด้วยภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58
2.2	ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
2.3	สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
3.	ด้านการออกแบบระบบการเรียน					
3.1	ออกแบบระบบดี เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	0.58
3.2	กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.58
3.3	ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
4.	ด้านการประเมินผล					
4.1	คำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
4.2	มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวม	5	5	5	5.00	0.00
4.3	การออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
	ค่าเฉลี่ยรวม				4.68	0.48

ตาราง 23 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 4 เรื่องการสะท้อน)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย						
1.	ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน					
	1.1 เทคนิคการนำเสนอ	5	5	4	4.67	0.58
	1.2 การออกแบบหน้าจามีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 การออกแบบหน้าจอเป็นมาตรฐานเดียวกัน	5	5	4	4.67	0.58
	1.4 ความสมบูรณ์ของบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	1.5 ความสะดวกในการใช้บทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
2.	ด้านภาพและกราฟิก					
	2.1 ความชัดเจนของภาพ	5	5	5	5.00	0.00
	2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58
	2.4 รูปภาพมีความเข้าใจ	5	5	4	4.67	0.58
	2.5 ความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.6 มีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.72	0.48
3.	ด้านสื่อวีดิทัศน์					
	3.1 ความชัดเจนของเสียง	5	5	5	5.00	0.00
	3.2 ความเหมาะสมของเสียง	5	4	4	4.33	0.58
	3.3 ความชัดเจนของสื่อวีดิทัศน์	4	5	4	4.33	0.58
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.5 ความสมดุลของการจัดวางสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.60	0.46
4.	ด้านตัวอักษร					
	4.1 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	4.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	4	4	4.33	0.58
	4.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	4.4 ความหนาแน่นของข้อความแต่ละกรอบ	5	5	4	4.67	0.58
	4.5 ความเด่นชัดของหัวข้อ	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.60	0.58

ตาราง 23 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
<u>ด้านมัลติมีเดีย</u>						
5.	ด้านปฏิสัมพันธ์					
5.1	ให้ผลย้อนกลับทันที	5	5	5	5.00	0.00
5.2	สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน	5	5	5	5.00	0.00
5.3	ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
5.4	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้	5	5	4	4.67	0.58
5.5	ความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.87	0.23
<u>ด้านเนื้อหา</u>						
1.	ด้านเนื้อหา					
1.1	เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร	5	5	4	4.67	0.58
1.2	เนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
1.3	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
1.4	เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	5	5	4	4.67	0.58
1.5	เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
2	ด้านภาษา					
2.1	เขียนด้วยภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย	4	5	4	4.33	0.58
2.2	ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
2.3	สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.56	0.58
3.	ด้านการออกแบบระบบการเรียน					
3.1	ออกแบบระบบดี เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	0.58
3.2	กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.58
3.3	ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
4.	ด้านการประเมินผล					
4.1	คำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
4.2	มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวม	5	5	5	5.00	0.00
4.3	การออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
	ค่าเฉลี่ยรวม				4.70	0.46

ตาราง 24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 5 เรื่องการหักเห)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย						
1.	ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน					
	1.1 เทคนิคการนำเสนอ	5	5	5	5.00	0.00
	1.2 การออกแบบหน้าจามีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 การออกแบบหน้าจอเป็นมาตรฐานเดียวกัน	5	5	4	4.67	0.58
	1.4 ความสมบูรณ์ของบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	1.5 ความสะดวกในการใช้บทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
2.	ด้านภาพและกราฟิก					
	2.1 ความชัดเจนของภาพ	5	5	5	5.00	0.00
	2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาพ	5	5	5	5.00	0.00
	2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58
	2.4 รูปภาพมีความเข้าใจ	5	5	5	5.00	0.00
	2.5 ความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.6 มีความคิดสร้างสรรค์	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.89	0.19
3.	ด้านสื่อวีดิทัศน์					
	3.1 ความชัดเจนของเสียง	5	5	4	4.67	0.58
	3.2 ความเหมาะสมของเสียง	5	5	4	4.67	0.58
	3.3 ความชัดเจนของสื่อวีดิทัศน์	4	5	4	4.33	0.58
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.5 ความสมดุลของการจัดวางสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.60	0.58
4.	ด้านตัวอักษร					
	4.5 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	4.6 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	4	4	4.00	0.00
	4.7 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	4.8 ความหนาแน่นของข้อความแต่ละกรอบ	5	5	4	4.67	0.58
	4.5 ความเด่นชัดของหัวข้อ	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.53	0.46

ตาราง 24 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
<u>ด้านมัลติมีเดีย</u>						
5.	ด้านปฏิสัมพันธ์					
5.1	ให้ผลย้อนกลับทันที	5	5	5	5.00	0.00
5.2	สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน	5	5	4	4.67	0.58
5.3	ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
5.4	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้	5	5	5	5.00	0.00
5.5	ความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.87	0.23
<u>ด้านเนื้อหา</u>						
1.	ด้านเนื้อหา					
1.1	เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร	5	5	4	4.67	0.58
1.2	เนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
1.3	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
1.4	เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	5	5	5	5.00	0.00
1.5	เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.80	0.35
2	ด้านภาษา					
2.1	เขียนด้วยภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58
2.2	ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
2.3	สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
3.	ด้านการออกแบบระบบการเรียน					
3.1	ออกแบบระบบดี เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	0.58
3.2	กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.58
3.3	ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
4.	ด้านการประเมินผล					
4.1	คำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
4.2	มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวม	5	5	5	5.00	0.00
4.3	การออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.89	0.19
	ค่าเฉลี่ยรวม				4.74	0.40

ตาราง 25 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 6 เรื่องการแทรกสอด)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย						
1.	ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน					
	1.1 เทคนิคการนำเสนอ	5	5	4	4.67	0.58
	1.2 การออกแบบหน้าจามีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 การออกแบบหน้าจอเป็นมาตรฐานเดียวกัน	5	5	4	4.67	0.58
	1.4 ความสมบูรณ์ของบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	1.5 ความสะดวกในการใช้บทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
2.	ด้านภาพและกราฟิก					
	2.1 ความชัดเจนของภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00
	2.4 รูปภาพมีความเร้าใจ	5	5	4	4.67	0.58
	2.5 ความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.6 มีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.72	0.48
3.	ด้านสื่อวีดิทัศน์					
	3.1 ความชัดเจนของเสียง	5	5	5	5.00	0.00
	3.2 ความเหมาะสมของเสียง	5	5	4	4.67	0.58
	3.3 ความชัดเจนของสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.5 ความสมดุลของการจัดวางสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
4.	ด้านตัวอักษร					
	4.1 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	4.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	5	4	4.67	0.58
	4.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	4.4 ความหนาแน่นของข้อความแต่ละกรอบ	5	5	4	4.67	0.58
	4.5 ความเด่นชัดของหัวข้อ	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58

ตาราง 25 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
<u>ด้านมัลติมีเดีย</u>						
5.	ด้านปฏิสัมพันธ์					
5.1	ให้ผลย้อนกลับทันที	5	5	4	4.67	0.58
5.2	สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน	5	5	5	5.00	0.00
5.3	ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
5.4	ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้	5	5	4	4.67	0.58
5.5	ความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.80	0.35
<u>ด้านเนื้อหา</u>						
1.	ด้านเนื้อหา					
1.1	เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร	5	5	4	4.67	0.58
1.2	เนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
1.3	เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
1.4	เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	5	5	5	5.00	0.00
1.5	เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.80	0.35
2	ด้านภาษา					
2.1	เขียนด้วยภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58
2.2	ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
2.3	สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
3.	ด้านการออกแบบระบบการเรียน					
3.1	ออกแบบระบบดี เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	0.58
3.2	กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.58
3.3	ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
4.	ด้านการประเมินผล					
4.1	คำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
4.2	มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวม	5	5	5	5.00	0.00
4.3	การออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
	ค่าเฉลี่ยรวม				4.74	0.45

ตาราง 26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 7 เรื่องคลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย						
1.	ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน					
	1.1 เทคนิคการนำเสนอ	5	5	4	4.67	0.58
	1.2 การออกแบบหน้าจามีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 การออกแบบหน้าจที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน	5	5	5	5.00	0.00
	1.4 ความสมบูรณ์ของบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	1.5 ความสะดวกในการใช้บทเรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
2.	ด้านภาพและกราฟิก					
	2.1 ความชัดเจนของภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58
	2.4 รูปภาพมีความเร้าใจ	5	5	4	4.67	0.58
	2.5 ความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.6 มีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
3.	ด้านสื่อวีดิทัศน์					
	3.1 ความชัดเจนของเสียง	5	5	5	5.00	0.00
	3.2 ความเหมาะสมของเสียง	5	5	4	4.67	0.58
	3.3 ความชัดเจนของสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.5 ความสมดุลของการจัดวางสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.73	0.46
4.	ด้านตัวอักษร					
	4.1 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	4.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	5	4	4.33	0.58
	4.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	4.4 ความหนาแน่นของข้อความแต่ละกรอบ	5	5	4	4.67	0.58
	4.5 ความเด่นชัดของหัวข้อ	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.60	0.58

ตาราง 26 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
<u>ด้านมัลติมีเดีย</u>						
5.	ด้านปฏิสัมพันธ์					
	5.1 ให้ผลย้อนกลับทันที	5	5	4	4.67	0.58
	5.2 สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน	5	5	5	5.00	0.00
	5.3 ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
	5.4 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้	5	5	4	4.67	0.58
	5.5 ความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.80	0.35
<u>ด้านเนื้อหา</u>						
1.	ด้านเนื้อหา					
	1.1 เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร	5	5	4	4.67	0.58
	1.2 เนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
	1.4 เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	5	5	4	4.67	0.58
	1.5 เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	5	5	3	4.33	1.15
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
2	ด้านภาษา					
	2.1 เขียนด้วยภาษาที่ อ่านแล้วเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58
	2.2 ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	2.3 สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
3.	ด้านการออกแบบระบบการเรียน					
	3.1 ออกแบบระบบดี เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	0.58
	3.2 กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	4	4.67	0.58
	3.3 ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
4.	ด้านการประเมินผล					
	4.1 คำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
	4.2 มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวม	5	5	5	5.00	0.00
	4.3 การออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
	ค่าเฉลี่ยรวม				4.70	0.50

ตาราง 27 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล (บทเรียนที่ 8 การเลี้ยวเบน)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย						
1.	ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน					
	1.1 เทคนิคการนำเสนอ	5	5	4	4.67	0.58
	1.2 การออกแบบหน้าจามีความเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 การออกแบบหน้าจอเป็นมาตรฐานเดียวกัน	5	5	5	5.00	0.00
	1.4 ความสมบูรณ์ของบทเรียน	5	5	5	5.00	0.00
	1.5 ความสะดวกในการใช้บทเรียน	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.87	0.23
2.	ด้านภาพและกราฟิก					
	2.1 ความชัดเจนของภาพ	5	5	5	5.00	0.00
	2.2 ความเหมาะสมของการใช้ภาพ	5	5	5	5.00	0.00
	2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหา	5	5	4	4.67	0.58
	2.4 รูปภาพมีความเข้าใจ	5	5	5	5.00	0.00
	2.5 ความสมดุลของการจัดวางรูปภาพ	5	5	4	4.67	0.58
	2.6 มีความคิดสร้างสรรค์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.83	0.29
3.	ด้านสื่อวีดิทัศน์					
	3.1 ความชัดเจนของเสียง	5	5	4	4.67	0.58
	3.2 ความเหมาะสมของเสียง	5	5	4	4.67	0.58
	3.3 ความชัดเจนของสื่อวีดิทัศน์	4	4	4	4.00	0.00
	3.4 ความเหมาะสมในการใช้สื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	3.5 ความสมดุลของการจัดวางสื่อวีดิทัศน์	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.53	0.46
4.	ด้านตัวอักษร					
	4.1 ความถูกต้องของข้อความตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	4.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	4	5	4	4.33	0.58
	4.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษร อ่านง่าย ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	4.4 ความหนาแน่นของข้อความแต่ละกรอบ	5	5	4	4.67	0.58
	4.5 ความเด่นชัดของหัวข้อ	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.60	0.58

ตาราง 27 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			\bar{X}	S.D.
		1	2	3		
<u>ด้านมัลติมีเดีย</u>						
5.	ด้านปฏิสัมพันธ์					
	5.1 ให้ผลย้อนกลับทันที	5	5	4	4.67	0.58
	5.2 สามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน	5	5	5	5.00	0.00
	5.3 ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
	5.4 ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้	5	5	4	4.67	0.58
	5.5 ความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.80	0.35
<u>ด้านเนื้อหา</u>						
1.	ด้านเนื้อหา					
	1.1 เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร	5	5	4	4.67	0.58
	1.2 เนื้อหาสาระครอบคลุมวัตถุประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
	1.3 เนื้อหาสาระเหมาะสมกับวัยผู้เรียน	5	5	5	5.00	0.00
	1.4 เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	5	5	5	5.00	0.00
	1.5 เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์	4	4	3	3.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.60	0.35
2	ด้านภาษา					
	2.1 เขียนด้วยภาษาที่ อ่านแล้วเข้าใจง่าย	5	5	4	4.67	0.58
	2.2 ภาษาได้ถูกต้องตามหลักภาษา	5	5	4	4.67	0.58
	2.3 สื่อความหมายได้ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.67	0.58
3.	ด้านการออกแบบระบบการเรียน					
	3.1 ออกแบบระบบดี เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง	5	5	4	4.67	0.58
	3.2 กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ	5	5	5	5.00	0.00
	3.3 ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00
	ค่าเฉลี่ย				4.89	0.19
4.	ด้านการประเมินผล					
	4.1 คำถามครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์	5	5	4	4.67	0.58
	4.2 มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวม	5	5	5	5.00	0.00
	4.3 การออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล	5	5	4	4.67	0.58
	ค่าเฉลี่ย				4.78	0.38
	ค่าเฉลี่ยรวม				4.73	0.38

ตาราง 28 ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สาขาฟิสิกส์ กลุ่มย่อย (3: 3: 3)

กลุ่ม	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน								คะแนน แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ หลังเรียน (30)	
	บทเรียนที่ 1 (5)	บทเรียนที่ 2 (5)	บทเรียนที่ 3 (3)	บทเรียนที่ 4 (5)	บทเรียนที่ 5 (5)	บทเรียนที่ 6 (5)	บทเรียนที่ 7 (3)	บทเรียนที่ 8 (3)		คะแนน รวม (34)
เก่ง	5	5	3	5	5	5	3	3	34	28
	5	5	3	4	5	5	3	3	33	28
	5	5	3	4	4	5	2	2	30	26
ปานกลาง	4	4	3	3	4	4	2	2	26	25
	5	4	2	3	3	4	2	2	25	26
	4	4	3	4	4	3	2	2	25	22
อ่อน	4	3	2	3	4	3	1	2	22	20
	3	4	2	2	3	3	2	1	20	18
	3	3	2	2	2	1	1	1	15	11
รวม									231	204
คะแนนเฉลี่ย									25.67	22.67
ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ									75.50	75.57

หมายเหตุ (E₁/E₂) เท่ากับ 75.50/75.57

ตาราง 29 ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ ภาคสนาม กลุ่มตัวอย่าง 36 คน

ลำดับ	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน								คะแนน แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ หลังเรียน (30)	
	บทเรียนที่ 1 (5)	บทเรียนที่ 2 (5)	บทเรียนที่ 3 (3)	บทเรียนที่ 4 (5)	บทเรียนที่ 5 (5)	บทเรียนที่ 6 (5)	บทเรียนที่ 7 (3)	บทเรียนที่ 8 (3)		คะแนน รวม (34)
1	4	3	3	4	4	3	1	2	24	23
2	4	4	2	3	3	3	1	2	22	25
3	4	3	2	3	3	3	1	2	21	19
4	5	5	3	4	4	5	3	3	32	28
5	4	3	2	3	3	3	1	1	20	20
6	5	4	2	3	3	4	2	2	25	16
7	4	3	2	3	4	3	1	2	22	16
8	5	5	3	4	4	5	2	2	30	29
9	5	4	3	4	4	4	2	2	28	25
10	5	5	3	4	5	5	3	3	33	29
11	5	4	3	4	5	4	2	3	30	29
12	5	4	3	4	5	5	3	3	32	26
13	5	5	3	5	5	5	3	3	34	28
14	5	5	3	5	5	5	3	3	34	29
15	5	5	3	4	4	5	2	2	30	24
16	5	5	3	5	3	4	3	2	30	28
17	4	4	3	3	4	4	2	3	27	25
18	4	3	3	3	4	3	2	3	25	20
19	3	4	2	5	3	3	2	1	22	18
20	4	4	3	3	4	5	3	1	25	19
21	4	3	2	3	4	3	3	2	24	20
22	3	4	2	2	3	3	2	1	20	18
23	4	3	2	3	4	3	2	2	23	25
24	3	4	3	2	3	3	3	1	22	18
25	5	4	3	3	4	4	2	2	25	25
26	4	4	3	3	4	4	2	2	26	21
27	5	5	3	4	4	5	2	2	30	26

ตาราง 29 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน								คะแนนรวม (34)	คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (30)
	บทเรียนที่ 1 (5)	บทเรียนที่ 2 (5)	บทเรียนที่ 3 (3)	บทเรียนที่ 4 (5)	บทเรียนที่ 5 (5)	บทเรียนที่ 6 (5)	บทเรียนที่ 7 (3)	บทเรียนที่ 8 (3)		
28	5	4	3	4	4	5	2	1	28	25
29	4	5	3	5	4	5	2	2	30	27
30	3	4	2	2	3	3	2	3	22	18
31	4	4	3	3	4	5	2	2	25	17
32	4	4	3	3	4	4	2	3	25	21
33	4	3	2	3	3	4	2	2	23	19
34	5	5	2	4	4	5	3	2	30	22
35	5	5	3	4	5	5	3	2	32	26
36	5	5	3	5	5	5	3	3	34	29
รวม									965	833
คะแนนเฉลี่ย									26.81	23.14
ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ									78.85	77.13

หมายเหตุ (E₁/E₂) เท่ากับ 78.85/77.13

ตาราง 30 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา	
	ข้อที่	คนที่1	คนที่2				คนที่3
1		+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
2		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
4		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
5		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
6		+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
7		+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
8		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
9		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
10		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
11		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
12		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
13		+1	0	+0	1	0.33	ปรับปรุง
14		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
15		+1	0	+0	1	0.33	ปรับปรุง
16		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
17		0	0	+0	0	0.00	ตัดทิ้ง
18		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
19		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
20		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
21		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
22		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
23		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
24		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
25		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
26		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
27		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
28		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
29		+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
30		+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง

ตาราง 30 (ต่อ)

ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	ผลการพิจารณา
	ข้อที่	คนที่ 1	คนที่ 2			
31	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
37	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
38	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
42	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
43	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
44	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
45	+1	+1	+1	3	1.00	ปรับปรุง
46	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
47	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
48	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
49	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
50	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
51	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
52	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
53	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
54	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
55	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
56	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
57	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
58	+0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
59	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
60	+0	0	0	0	0.00	ตัดทิ้ง

ตาราง 31 แสดงผลค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก		ค่า p	ค่า r	ผลการพิจารณา	ได้ข้อสอบข้อที่
	กลุ่มสูง (N=25)	กลุ่มต่ำ (N=25)				
1	25	25	1.00*	0.00*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
2	3	0	0.06*	0.12*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
3	2	3	0.10*	-0.04*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
4	3	7	0.20	-0.16*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
5	20	14	0.68	0.24	ใช้ได้	เลือกใช้ 1
6	18	16	0.68	0.08*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
7	14	2	0.32	0.48	ใช้ได้	แต่คัดออก
8	16	9	0.50	0.28	ใช้ได้	เลือกใช้ 2
9	15	4	0.38	0.44	ใช้ได้	เลือกใช้ 3
10	18	6	0.48	0.48	ใช้ได้	เลือกใช้ 4
11	14	4	0.36	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้ 5
12	16	10	0.52	0.24	ใช้ได้	เลือกใช้
13	10	13	0.46	-0.12*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
14	20	10	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้ 6
15	14	4	0.36	0.40	ใช้ได้	แต่คัดออก
16	13	7	0.40	0.24	ใช้ได้	เลือกใช้ 7
17	8	8	0.32	0.00*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
18	7	3	0.20	0.16*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
19	14	6	0.40	0.32	ใช้ได้	เลือกใช้ 8
20	10	10	0.40	0.00*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
21	17	10	0.54	0.28	ใช้ได้	เลือกใช้ 9
22	14	15	0.58	-0.04*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
23	18	12	0.60	0.24	ใช้ได้	แต่คัดออก
24	18	7	0.50	0.44	ใช้ได้	เลือกใช้ 10
25	21	16	0.74	0.20	ใช้ได้	เลือกใช้ 11
26	9	8	0.34	0.04	ใช้ได้	แต่คัดออก
27	15	8	0.46	0.28	ใช้ได้	เลือกใช้ 12
28	20	14	0.68	0.24	ใช้ได้	เลือกใช้ 13
29	3	4	0.14*	-0.04*	ใช้ไม่ได้	คัดออก
30	2	6	0.16*	-0.16*	ใช้ไม่ได้	คัดออก

ตาราง 31 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูก		ค่า p	ค่า r	ผลการพิจารณา	ข้อที่ ได้ข้อสอบ	
	กลุ่มสูง (N=25)	กลุ่มต่ำ (N=25)					
31	15	6	0.42	0.36	ใช้ได้	เลือกใช้	14
32	11	14	0.50	-0.12*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
33	18	7	0.50	0.44	ใช้ได้	เลือกใช้	15
34	15	8	0.46	0.28	ใช้ได้	เลือกใช้	16
35	25	25	1.00*	0.00*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
36	21	4	0.50	0.68	ใช้ได้	เลือกใช้	17
37	25	8	0.66	0.68	ใช้ได้	เลือกใช้	18
38	6	6	0.24	0.00*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
39	20	10	0.60	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้	19
40	16	13	0.58	0.12*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
41	17	12	0.58	0.20	ใช้ได้	เลือกใช้	20
42	20	11	0.62	0.36	ใช้ได้	เลือกใช้	21
43	12	3	0.30	0.36	ใช้ได้	เลือกใช้	
44	17	11	0.56	0.24	ใช้ได้	เลือกใช้	22
45	6	8	0.28	-0.08*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
46	17	4	0.42	0.52	ใช้ได้	เลือกใช้	23
47	11	4	0.30	0.28	ใช้ได้	เลือกใช้	24
48	14	5	0.38	0.36	ใช้ได้	เลือกใช้	25
49	5	12	0.34	-0.28*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
50	21	14	0.70	0.28	ใช้ได้	เลือกใช้	26
51	3	2	0.10*	0.04*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
52	2	4	0.12*	-0.08*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
53	14	8	0.44	0.24	ใช้ได้	เลือกใช้	27
54	15	5	0.40	0.40	ใช้ได้	เลือกใช้	28
55	4	0	0.08*	0.16*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
56	11	3	0.28	0.32	ใช้ได้	เลือกใช้	29
57	18	18	0.72	0.00*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
58	6	7	0.26	-0.04*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	
59	18	2	0.40	0.64	ใช้ได้	เลือกใช้	30
60	17	17	0.68	0.00*	ใช้ไม่ได้	คัดออก	

ตาราง 32 สัดส่วนของคนที่ตอบถูก (p) และสัดส่วนของคนที่ตอบผิด (q) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ

ข้อที่	P	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.68	0.32	0.22	16	0.46	0.54	0.25
2	0.50	0.50	0.25	17	0.50	0.50	0.25
3	0.38	0.62	0.24	18	0.66	0.34	0.22
4	0.48	0.52	0.25	19	0.60	0.40	0.24
5	0.36	0.64	0.23	20	0.58	0.42	0.24
6	0.60	0.40	0.24	21	0.62	0.38	0.24
7	0.40	0.60	0.24	22	0.56	0.44	0.25
8	0.40	0.60	0.24	23	0.42	0.58	0.24
9	0.54	0.46	0.25	24	0.30	0.70	0.21
10	0.50	0.50	0.25	25	0.38	0.62	0.24
11	0.74	0.26	0.19	26	0.70	0.30	0.21
12	0.46	0.54	0.25	27	0.44	0.56	0.25
13	0.68	0.32	0.22	28	0.40	0.60	0.24
14	0.42	0.58	0.24	29	0.28	0.72	0.20
15	0.50	0.50	0.25	30	0.40	0.60	0.24
			$\sum pq$				7.07

ตาราง 33 คะแนนเพื่อหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

คนที่	คะแนน(X)	X ²	คนที่	คะแนน(X)	X ²
1	28	784	26	17	289
2	28	784	27	17	289
3	28	784	28	16	256
4	27	729	29	15	225
5	27	729	30	15	225
6	27	729	31	15	225
7	26	676	32	15	225
8	26	676	33	14	196
9	25	625	34	13	169
10	25	625	35	13	169
11	25	625	36	12	144
12	24	576	37	12	144
13	23	529	38	11	121
14	23	529	39	11	121
15	22	484	40	11	121
16	22	484	41	10	100
17	21	441	42	10	100
15	21	441	43	10	100
19	21	441	44	9	81
20	20	400	45	9	81
21	20	400	46	8	64
22	19	361	47	8	64
23	19	361	48	8	64
24	18	324	49	7	49
25	17	289	50	5	25
		$\sum X = 873$			$\sum X^2 = 17,473$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบจากสูตร

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

$$S_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่น
	n	แทน	จำนวนข้อในแบบทดสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ตอบผิดในแต่ละข้อ หรือ $q = 1-p$
	S_t^2	แทน	ค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนข้อมูล หรือคะแนนทั้งหมด

สูตรหาค่าความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมดจากสูตร

$$S_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$$S_t^2 = \frac{50(17,473) - (873)^2}{50(50)}$$

$$S_t^2 = 44.61$$

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

$$r_{tt} = \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{7.07}{44.61} \right]$$

$$r_{tt} = 1.0344[1 - 0.1585]$$

$$r_{tt} = 1.0344[0.8415]$$

$$r_{tt} = 0.87$$

ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 0.87

ตาราง 34 คะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้หนังสือ
อิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน (30)	คะแนนสอบ หลังเรียน (30)	ผลต่าง (D)	ผลต่างกำลังสอง (D ²)
1	8	23	15	225
2	10	25	15	225
3	8	19	11	121
4	13	28	15	225
5	6	20	14	196
6	5	16	11	121
7	3	16	13	169
8	16	29	13	169
9	9	25	16	256
10	14	29	15	225
11	15	29	14	196
12	11	26	15	225
13	14	28	14	196
14	15	29	14	196
15	10	24	14	196
16	15	28	13	169
17	14	25	11	121
18	7	20	13	169
19	4	18	14	196
20	6	19	13	169
21	7	20	13	169
22	6	18	12	144
23	7	25	18	324
24	6	18	12	144
25	7	25	18	324
26	12	21	9	81
27	12	26	14	196
28	17	25	8	64
29	17	27	10	100
30	8	18	10	100

ตาราง 34 (ต่อ)

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบ ก่อนเรียน (30)	คะแนนสอบ หลังเรียน (30)	ผลต่าง (D)	ผลต่างกำลังสอง (D ²)
31	4	17	13	169
32	13	21	8	64
33	11	19	8	64
34	10	22	12	144
35	10	26	16	256
36	15	29	14	196
รวม	365	833	468	6304
\bar{X}	10.14	23.14	-	-
S.D.	4.03	4.28	-	-

จากตารางนำมาแปลผลโดยใช้สูตร t-test

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

$$Df = n-1$$

กำหนดค่าตามสูตรดังนี้

D	แทน	ความแตกต่างระหว่างคะแนนแต่ละคู่
n	แทน	จำนวนคู่ของคะแนน
$\sum D$	แทน	ผลรวมความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็น D รายบุคคลระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมยกกำลังสองของความแตกต่างจากการเปรียบเทียบกันเป็นรายบุคคล ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

แทนค่าในสูตร

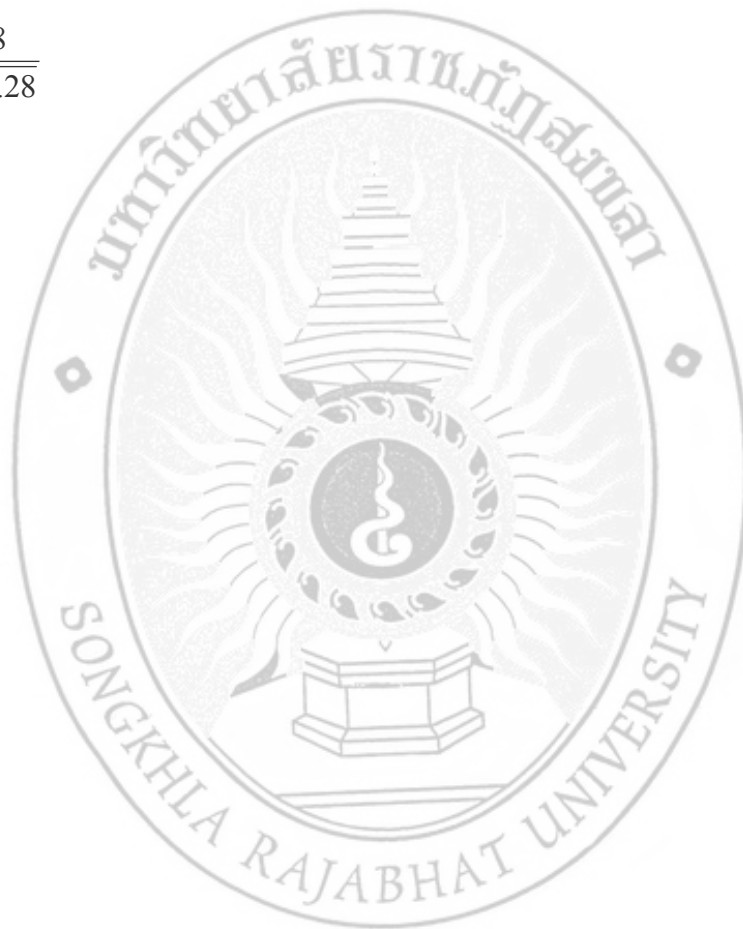
$$t = \frac{468}{\sqrt{\frac{36(6,304) - (468)^2}{36-1}}}$$

$$t = \frac{468}{\sqrt{\frac{36(6,304) - (468)^2}{36-1}}}$$

$$t = \frac{468}{\sqrt{\frac{226,944 - 219,024}{35}}}$$

$$t = \frac{468}{\sqrt{226.28}}$$

$$t = 31.11$$



ตาราง 35 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล

ข้อ	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	ข้อ	ความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)
1	0.68	0.24	16	0.46	0.28
2	0.50	0.28	17	0.50	0.68
3	0.38	0.44	18	0.66	0.68
4	0.48	0.48	19	0.60	0.40
5	0.36	0.40	20	0.58	0.20
6	0.60	0.40	21	0.62	0.36
7	0.40	0.24	22	0.56	0.24
8	0.40	0.32	23	0.42	0.52
9	0.54	0.28	24	0.30	0.28
10	0.50	0.44	25	0.38	0.36
11	0.74	0.20	26	0.70	0.28
12	0.46	0.28	27	0.44	0.24
13	0.68	0.24	28	0.40	0.40
14	0.42	0.36	29	0.28	0.32
15	0.50	0.44	30	0.40	0.64

ค่าความยากง่ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.50

ค่าอำนาจจำแนกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.36

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.87



ภาคผนวก จ

**ตัวอย่างแผนจัดการเรียนรู้
และตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์**

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	รหัสวิชา ว 32201	วิชา ฟิสิกส์ 3
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1	ปีการศึกษา 2558
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล	เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล	เวลา 4 คาบ

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำไปสู่การใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

สาระสำคัญ

คลื่นเป็นปรากฏการณ์การส่งผ่านพลังงานจากบริเวณหนึ่งไปสู่อีกบริเวณหนึ่ง การส่งผ่านพลังงานแบบคลื่นมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ อาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงานเรียกว่าคลื่นกล และไม่อาศัยตัวกลางในการส่งผ่านพลังงานเรียกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และคลื่นยังแบ่งออกตามลักษณะของการสั่นของอนุภาคตัวกลางและการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กสนามไฟฟ้ากับแนวการเคลื่อนที่ของคลื่น ได้แก่คลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว

ผลการเรียนรู้

สำรวจตรวจสอบ และอธิบายเกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล อธิบายการสั่นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่ายและคลื่น รวมทั้งคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ รวมทั้งบอกชนิดของคลื่นได้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของคลื่นกล การเกิดคลื่นกล และความแตกต่างระหว่างคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว
2. อธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของอนุภาคของตัวกลางและความถี่ธรรมชาติ

3. สามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

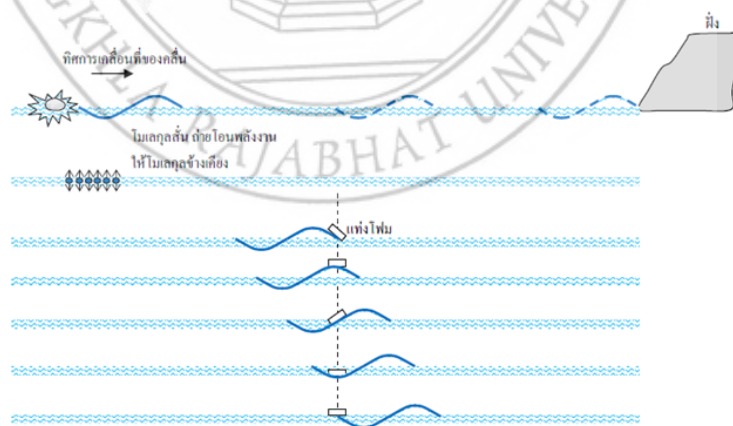
สาระการเรียนรู้

เมื่อมีวัตถุตกลงบนผิวน้ำที่เรียบ จะมองเห็นการกระเพื่อมบนผิวน้ำแผ่ออกเป็นวงกลมออกไปโดยรอบ ดังรูปที่ 1 ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า คลื่นผิวน้ำ เมื่อมีคลื่นเกิดขึ้น คลื่นจะเคลื่อนที่หรือแผ่ออกไปโดยจะมีสิ่งหนึ่งไปพร้อมกับคลื่นด้วย นั่นก็คือ พลังงาน



รูปที่ 1 การเกิดคลื่นวงกลม

เมื่อพิจารณารูปที่ 1 การเกิดคลื่นจะต้องมีตัวกลาง คือ ผิวน้ำ และมีการรบกวนตัวกลาง คือ วัตถุตกกระทบผิวน้ำ เมื่อผิวน้ำถูกรบกวน จะทำให้เกิดคลื่นบนตัวกลางแผ่ขยายออกจากตำแหน่งนั้นโดยรอบ โดยที่ตัวกลางนั้นไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่นด้วย เช่น ถ้าสังเกตแท่งโฟมที่ลอยอยู่บนผิวน้ำ ขณะที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านไป แท่งโฟมจะเคลื่อนที่ขึ้นลงโดยไม่เคลื่อนที่ไปกับคลื่น การที่แท่งโฟมเคลื่อนที่ขึ้นลงได้เนื่องจากได้รับพลังงานจากคลื่นผิวน้ำ เพราะเมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ผ่านไปแล้ว แท่งโฟมก็จะหยุดการเคลื่อนที่ลอยนิ่งอยู่บนผิวน้ำเหมือนเดิม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การเคลื่อนที่ขึ้นลงของวัตถุที่ลอยน้ำเมื่อคลื่นน้ำผ่าน

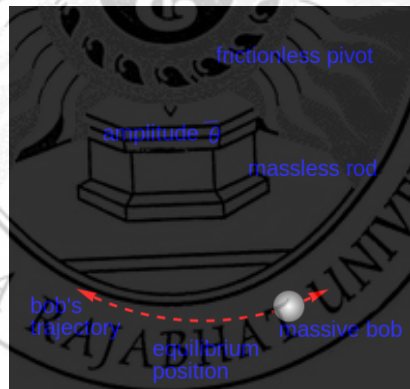
เมื่อพิจารณารูปที่ 2 เป็นปรากฏการณ์ การเคลื่อนที่ของคลื่นว่ามีการถ่ายโอนพลังงานจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง ในกรณีนี้ตัวกลางคือผิวน้ำ เมื่อแหล่งกำเนิดคลื่นมีการสั่น ก็จะถ่ายโอนพลังงานให้กับตัวกลางที่อยู่หนึ่ง ถ้าตัวกลางมีสมบัติยืดหยุ่นและไม่ดูดพลังงานหรือไม่เปลี่ยนพลังงานอื่น อนุภาคของตัวกลางนั้นจะมีการสั่นแล้วถ่ายโอนพลังงานให้กับอนุภาคข้างเคียงต่อไปเรื่อยๆ ทำให้คลื่นเคลื่อนที่ออกไป โดยอนุภาคของตัวกลางจะสั่นหรือเคลื่อนที่กลับไปมา ณ ตำแหน่งเดิมเท่านั้น

ดังนั้น การเคลื่อนที่ที่แบบคลื่นเป็นการถ่ายโอนพลังงานจากการรบกวน จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งโดยการรบกวนนี้อาจมีตัวกลางหรือไม่มีตัวกลางก็ได้ ในกรณีที่มีตัวกลาง อนุภาคของตัวกลางจะสั่นอยู่กับที่ ไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่น การเคลื่อนที่แบบนี้เรียกว่า คลื่นกล

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบกลับไปกลับมาผ่านตำแหน่งสมดุลเดิม และซ้ำเส้นทางเดิมตลอดเวลา เช่น การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย การสั่นของวัตถุติดปลายสปริง เป็นต้น

การคำนวณ คาบและความถี่ ของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1. การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา ในกรณีมุมเล็ก ๆ (θ มีค่าน้อย)

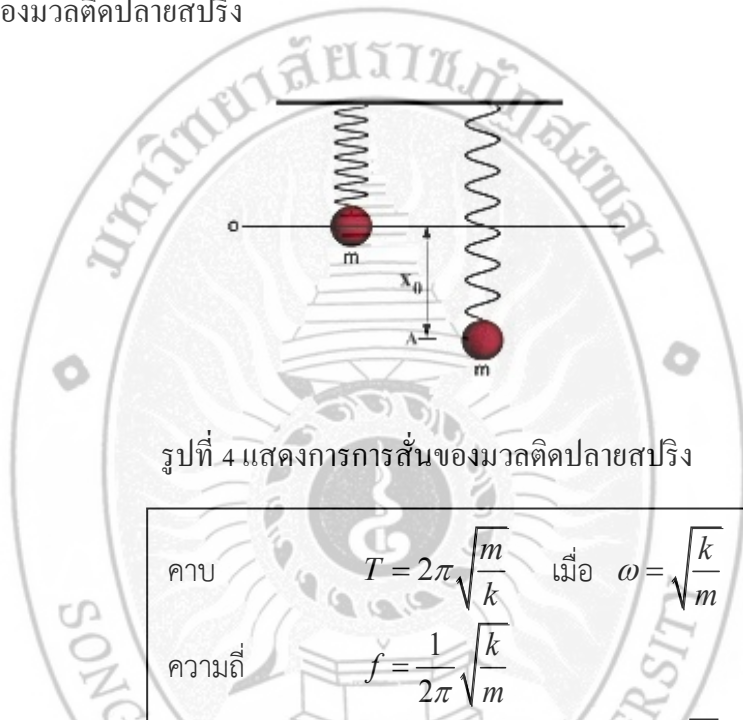


รูปที่ 3 แสดงการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา ในกรณีมุมเล็ก ๆ (θ มีค่าน้อย)

คาบ	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	เมื่อ $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$
ความถี่	$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$	

- เมื่อ T คือ คาบของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย มีหน่วย วินาที (s)
 l คือ ความยาวเชือกหรือแขนที่ติดกับลูกตุ้มมีหน่วย เมตร (m)
 g คือ ความเร่งเนื่องจากสนามโน้มถ่วงของโลก มีหน่วย เมตรต่อวินาที²(m/s²)
 f คือ ความถี่ของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย มีหน่วย รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

2. การสั่นของมวลติดปลายสปริง



รูปที่ 4 แสดงการการสั่นของมวลติดปลายสปริง

คาบ	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$	เมื่อ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
ความถี่	$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$	

- เมื่อ T คือ คาบของการสั่นของวัตถุ มีหน่วย วินาที (s)
 k คือ ค่าคงตัวของสปริงมีหน่วย นิวตันต่อเมตร (N/m)
 m คือ มวลของวัตถุที่ติดกับปลายสปริงมีหน่วย กิโลกรัม(kg)
 f คือ ความถี่ของการสั่นของวัตถุ มีหน่วย รอบต่อวินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

สำหรับวัตถุหนึ่งๆ จะมีค่าความถี่เฉพาะค่า ที่เรียกว่า **ความถี่ธรรมชาติ** และจะมีค่าคงที่ ซึ่งความถี่ธรรมชาติ คือ จำนวนรอบที่วัตถุสั่นหรือแกว่งไปมาใน 1 หน่วยเวลา ความถี่ธรรมชาติของการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา จะขึ้นอยู่กับความยาวของเชือกหรือแขนที่ติดกับลูกตุ้มนั้น ส่วนในกรณีของมวล m ที่ติดอยู่กับสปริงนั้นค่าความถี่ธรรมชาติจะขึ้นอยู่กับมวล m

การจำแนกคลื่น

1. การจำแนกคลื่นตามลักษณะของตัวกลาง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

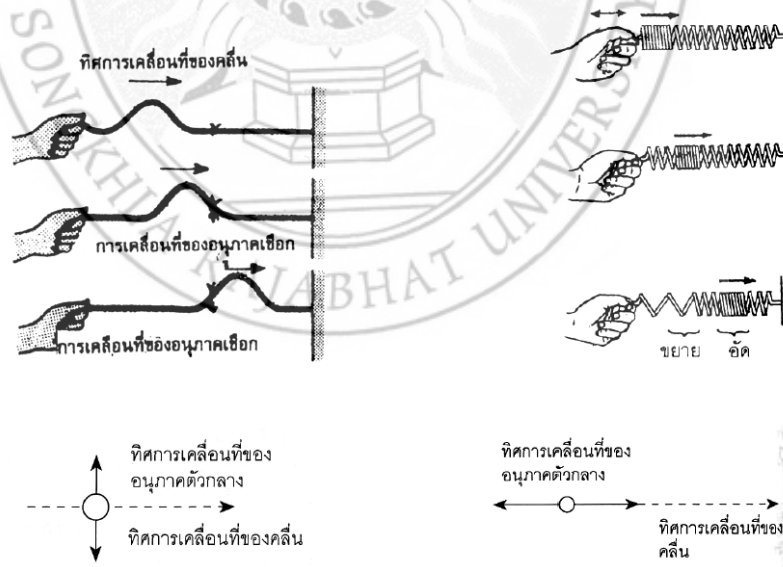
1.1. คลื่นกล (mechanical wave) คือ คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ได้แก่ คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก เป็นต้น ซึ่งคลื่นพวกนี้สามารถถ่ายทอดพลังงานโดยอาศัยความยืดหยุ่นของตัวกลาง สำหรับคลื่นชนิดนี้อัตราเร็วในตัวกลางชนิดเดียวกันจะมีค่าเท่ากัน

1.2. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic wave) เป็นคลื่นที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ เนื่องจากสามารถถ่ายโอนพลังงานได้โดยอาศัยการแผ่ของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงและเหนี่ยวนำของสนามทั้งสอง ได้แก่ คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ รังสีอินฟราเรด แสง รังสีอัลตราไวโอเล็ต รังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา เป็นต้น

2. จำแนกตามทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นและการสั่นของอนุภาค แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1. คลื่นตามขวาง (transverse wave) เป็นคลื่นที่มีทิศการสั่นของตัวกลางอยู่ในแนวตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นผิวน้ำ, คลื่นในเส้นเชือก, คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกชนิด ดังนั้น คลื่นตามขวางอาจมีทั้งคลื่นกลและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้

2.2. คลื่นตามยาว (longitudinal wave) เป็นคลื่นที่มีทิศการสั่นของตัวกลางอยู่ในแนวขนานกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นเสียง, คลื่นที่เกิดจากการอัดและขยายตัวของลวดสปริง เป็นต้น ดังนั้น คลื่นตามยาวทุกชนิดจะเป็นคลื่นกลด้วยทั้งสิ้น



รูปที่ 3 แสดงการสั่นของอนุภาคตัวกลางของคลื่นตามขวางและการสั่นของอนุภาคตัวกลางของคลื่นตามยาว

*** คลื่นกลมีทั้งคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว ส่วนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นคลื่นตามขวาง***

3. จำแนกตามความต่อเนื่องของการสั่นของแหล่งกำเนิด

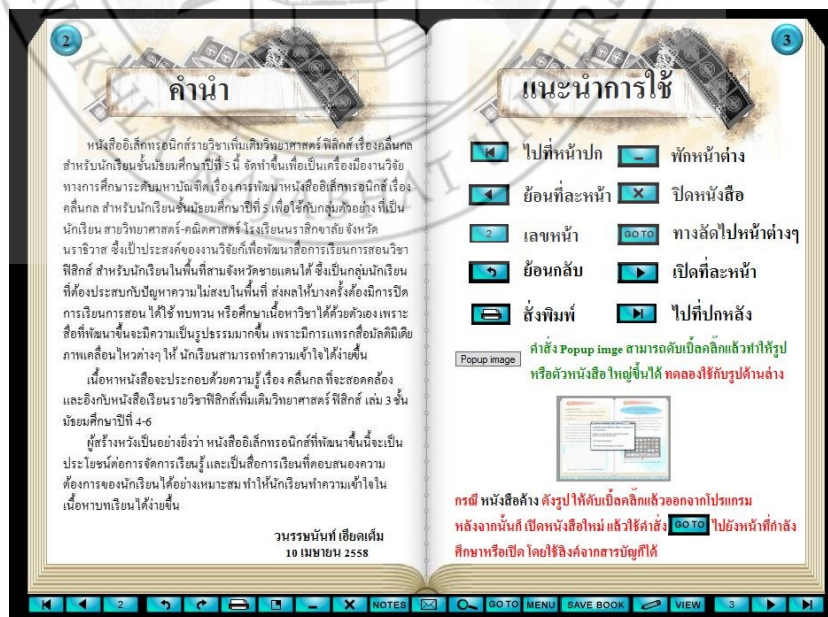
1. **คลื่นคด (pulse)** เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่นเพียงครั้งเดียวหรือสองครั้ง ทำให้เกิดคลื่นเพียงหนึ่งหรือสองลูกคลื่นเท่านั้น เช่น การโยนก้อนหินก้อนเดียวลงในน้ำ จะพบว่าคลื่นคดกลุ่มหนึ่งกระจายออกไปรอบๆ ไม่นานผิวน้ำจะนิ่ง คลื่นคดอาจจะมีลักษณะการกระจายออกจากแหล่งกำเนิดเป็นเส้นตรงหรือเป็นวงกลมก็ได้ แล้วแต่แหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดคลื่น

2. **คลื่นต่อเนื่อง (continuous wave)** เป็นคลื่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดสั่นอย่างต่อเนื่อง เกิดคลื่นแผ่ไปเป็นขบวนอย่างต่อเนื่อง เช่น คลื่นน้ำที่เกิดจากการใช้มอเตอร์ทำให้ไม้ในภาคน้ำสั่น จึงเกิดเป็นคลื่นน้ำถ้าแหล่งกำเนิดเป็นจุดจะให้คลื่นต่อเนื่องวงกลม แต่ถ้าแหล่งกำเนิดเป็นแผ่นยาวๆ จะให้เป็นคลื่นต่อเนื่องหน้าตรง

กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ทดสอบก่อนเรียน เก็บคะแนนไว้เปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังเรียน เพื่อหาความก้าวหน้าของผู้เรียน โดยใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ
2. ครูแนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในห้องเรียน และนักเรียนสามารถนำกลับไปทบทวนที่บ้าน ได้ตลอดเวลา



3. ครุณาเข้าสู่บทเรียนด้วยการใช้เชือก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ยาวประมาณ 4 เมตร ปลายด้านหนึ่งตรึงไว้กับที่และวางเชือกบนพื้นราบ ให้นักเรียนสะบัดปลายเชือกอีกข้างหนึ่ง สังเกตการณ์ถ่ายโอนพลังงาน แล้วให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน

ขั้นสอน

1. ครูยกตัวอย่างคลื่นกลที่เราสามารถเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และให้นักเรียนดูวิดีโอที่ 1 และภาพแสดงการเคลื่อนที่ของคลื่นผิวน้ำ ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
2. ครูให้นักเรียนดูภาพเคลื่อนไหวที่ 2 ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แสดงการโยนวัตถุลงในแหล่งน้ำ แล้วสังเกตการถ่ายโอนพลังงานไปยังวัตถุที่ลอยอยู่บริเวณนั้น รวมทั้งให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบการเคลื่อนที่ของวัตถุและตำแหน่งของวัตถุที่ลอย เมื่อคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่ผ่านไปเทียบกับตำแหน่งเดิม ให้นักเรียนอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปว่า พลังงานจากวัตถุที่โยนลงไปกระทบผิวน้ำจะถ่ายโอนพลังงานให้กับอนุภาคของน้ำ ทำให้อนุภาคของน้ำมีการขยับขึ้นลง และถ่ายโอนพลังงานให้อนุภาคของน้ำที่อยู่ถัด ๆ ไป จนเห็นผิวน้ำกระเพื่อมขึ้นลงแผ่ขยายออกไป ครูให้ความรู้ว่าการกระเพื่อมของผิวน้ำที่แผ่ขยายออกไปเรียกว่า คลื่นผิวน้ำ และขณะคลื่นผิวน้ำเคลื่อนที่แผ่ขยายออกไปนั้น อนุภาคของน้ำไม่ได้เคลื่อนที่ไปกับคลื่น สังเกตได้จากเมื่อคลื่นไปกระทบกับวัตถุที่ลอยน้ำอยู่ วัตถุจะขยับขึ้นลงที่ตำแหน่งเดิม
3. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนพลังงานของคลื่น
4. ครูทบทวนเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และการสั่น จากนั้นครูให้นักเรียนสังเกตการแกว่งลูกตุ้ม และการสั่นของวัตถุติดปลายสปริงจาก ภาพเคลื่อนไหวที่ 3 และ 4 ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตำลาคับครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเกี่ยวกับ
5. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ คือ การกระจัด ความเร็ว ความเร่ง และเวลา โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและการเคลื่อนที่แบบวงกลม จนได้ว่า การกระจัดในแนวตั้งมีความสัมพันธ์กับเวลาตามสมการ $y = A \sin \omega t$, ความเร็ว $v = \omega A \cos \omega t$, ความเร่ง $a = -\omega^2 A \sin \omega t$ หรือ การสั่นของอนุภาคตัวกลางของคลื่นจะเป็นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ซึ่งเป็นไปตามสมการ

$$y = A \sin \omega t$$

เมื่อ y คือ การกระจัดของอนุภาคของตัวกลางในแนวแกน

A คือ แอมพลิจูด หรือการกระจัดสูงสุดของอนุภาค

ω คือ อัตราเร็วเชิงมุมของอนุภาค

t คือ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของอนุภาค

6. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย (simple pendulum)

ในกรณีมุม θ มีค่าน้อย จนได้สมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ และ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{l}}$ และครูใช้คำถามเพื่อสรุปว่า คาบ และความถี่ของการแกว่งของลูกตุ้มขึ้นอยู่กับความยาวของเชือกที่ติดลูกตุ้ม เช่น นักเรียนคิดว่าจากสมการค่าของคาบและความถี่ขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง เป็นต้น พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

7. ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์เกี่ยวกับกรณีของมวล m ที่ติดอยู่กับสปริง จนได้

สมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ และ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$ พร้อมทั้งยกตัวอย่างประกอบ

8. ครูให้ความรู้สำหรับวัตถุต่างๆ จะมีค่าความถี่เฉพาะค่าหนึ่ง ที่เรียกว่า **ความถี่ธรรมชาติ** และจะมีค่าคงที่ ซึ่งความถี่ธรรมชาติคือ จำนวนรอบที่วัตถุสั่นหรือแกว่งไปมาใน 1 หน่วยเวลา (ความถี่ธรรมชาติของการแกว่งของลูกตุ้มจะขึ้นอยู่กับความยาวของเชือกหรือแขนที่ติดกับลูกตุ้ม นั้น ส่วนในกรณีของมวล m ที่ติดอยู่กับสปริงนั้นค่าความถี่ธรรมชาติจะขึ้นอยู่กับมวล m)

9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายชนิดของคลื่น โดยพิจารณาจากภาพเคลื่อนไหวและสื่อวีดิทัศน์ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยให้นักเรียนอธิบายความหมายของคลื่นชนิดต่าง ๆ จากนั้นครูให้ความรู้ว่าการจำแนกคลื่นสามารถจำแนกได้ คือ การจำแนกคลื่นตามลักษณะของตัวกลาง การจำแนกตามทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นและการสั่นของอนุภาค และ การจำแนกคลื่นตามความต่อเนื่องของการสั่นของแหล่งกำเนิด

ขั้นสรุป

1. ให้นักเรียนเขียนตัวอย่างกรณีการใช้ประโยชน์จากการถ่ายโอนพลังงานของคลื่น
2. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและความถี่ธรรมชาติ
3. ครูสรุปการจำแนกคลื่น
4. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้

- | | |
|--------------------------|---------------|
| 1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ | 2. กระดาน |
| 3. สไลด์ | 4. เชือกสปริง |
| 5. แบบฝึกหัด | 6. แบบทดสอบ |

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

รายการวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์ผ่าน
1. การวัดผลคุณธรรม จิตพิสัย	สังเกตพฤติกรรมนักเรียน	-
2. การประเมินผลจากสภาพจริง	ตรวจใบกิจกรรม ตรวจแบบฝึกหัด ตรวจสมุดจด	- ร้อยละ 50 ขึ้นไป -
3. การวัดผลหลังเรียน	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป

ข้อเสนอแนะของหัวหน้าสถานศึกษาหรือผู้ที่ได้รับมอบหมาย

(ตรวจสอบ/นิเทศ/เสนอแนะ/รับรอง)

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

บันทึกหลังสอน

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหา / อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ข้อเสนอแนะ / การแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ตำแหน่ง.....

บันทึกความคิดเห็นของผู้ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....ครูประจำวิชา
(.....)

แบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล

รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 32201)
ประกอบแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. คลื่นกลเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ.....
.....
.....
.....
.....

2. คลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ.....
.....
.....
.....
.....

3. ถ้าส่งคลื่นคลไปตามลวดสปริง หลังจากคลื่นได้ผ่านตำแหน่งหนึ่งบนลวดสปริงไปแล้ว
ตำแหน่งนั้นจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

ตอบ.....
.....
.....
.....
.....

แบบฝึกหัดที่ 2

เรื่อง การสั้น การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและการเกิดคลื่น รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 32201)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล

ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถาม/แสดงวิธีทำให้ถูกต้อง

1. ถ้ามนุษย์อยู่ในยานอวกาศที่กำลังเคลื่อนที่ออกไปจากโลกด้วยความเร่ง เราจะมีวิถีคิดหามวลของอุปกรณ์ใดๆ ได้อย่างไร

ตอบ.....

2. จงหาความถี่ธรรมชาติของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายที่ผูกติดกับเชือกเบาที่มีความยาว 50 เซนติเมตร

ตอบ.....

3. มวล m ผูกติดกับสปริง ซึ่งมีความถี่ธรรมชาติ 30 รอบ/นาที และมีค่า $k = 1 \text{ N/m}$ ถ้ามวล m มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.3 kg จะมีความถี่ธรรมชาติเป็นเท่าใด

ตอบ.....

แบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง ชนิดของคลื่น
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล

รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 32201)
ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. นักเรียนคิดว่าคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางมีลักษณะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย

ตอบ.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. ให้นักเรียนอธิบายความหมายของคลื่นกล พร้อมยกตัวอย่าง

ตอบ.....
.....
.....
.....
.....

3. ถ้าส่งคลื่นคลไปตามสลิงก็ หลังจากคลื่นได้ผ่านตำแหน่งหนึ่งบนสลิงก็ไปแล้ว ตำแหน่งนั้นจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

ตอบ.....
.....
.....
.....
.....

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1

เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 32201)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล

ประกอบแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

1. คลื่นกลเกิดขึ้นได้อย่างไร

ตอบ คลื่นกลเกิดจากการรบกวนตัวกลาง พลังงานจากการรบกวนจะถูกถ่ายโอนไปยังอนุภาคของตัวกลาง ทำให้อนุภาคของตัวกลางเกิดการเคลื่อนที่ เช่น โยนก้อนหินลงน้ำหรือลมพัดไปปะทะผิวน้ำทำให้เกิดการกระเพื่อมของผิวน้ำ กลายเป็นคลื่นผิวน้ำ หรือการสับัดเส้นเชือกกลับไปกลับมาบนพื้นราบ ทำให้เกิดคลื่นในเส้นเชือก

2. คลื่นตามขวางและคลื่นตามยาวแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ คลื่นกลแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ คลื่นตามยาวและคลื่นตามขวาง โดยยึดหลักการพิจารณาจากการเคลื่อนที่ของอนุภาคตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน กรณีที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางแล้ว ทำให้อนุภาคของตัวกลางนั้นสั่นกลับไปกลับมาในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เรียกว่า คลื่นตามยาว ส่วนคลื่นที่เคลื่อนที่ผ่านตัวกลางแล้วทำให้อนุภาคของตัวกลางนั้นสั่นกลับไปกลับมาในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เรียกว่า คลื่นตามขวาง

3. ถ้าส่งคลื่นคลไปตามลวดสปริง หลังจากคลื่นได้ผ่านตำแหน่งหนึ่งบนลวดสปริงไปแล้ว ตำแหน่งนั้นจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

ตอบ ถ้าคลื่นคลในลวดสปริงเป็นคลื่นตามขวาง เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งหนึ่งบนลวดสปริง อนุภาคของลวดสปริงที่ตำแหน่งนั้นจะเคลื่อนที่ในทิศตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ถ้าคลื่นคลในลวดสปริงเป็นคลื่นตามยาว อนุภาคของลวดสปริงที่ตำแหน่งนั้นจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อคลื่นคลผ่านตำแหน่งนั้นไปแล้ว ลวดบนสปริงจะกลับมาสู่สภาพสมดุลเดิมเพราะพลังงาน ณ ตำแหน่งนั้นถูกถ่ายโอนให้กับอนุภาคของลวดสปริงตำแหน่งถัดไป

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 2

เรื่อง การสั่น การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายและการเกิดคลื่น รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 32201)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล

ประกอบแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถาม/แสดงวิธีทำให้ถูกต้อง

1. ถ้ามนุษย์อยู่ในยานอวกาศที่กำลังเคลื่อนที่ออกไปจากโลกด้วยความเร่ง เราจะมีวิถีคิดหามวลของอุปกรณ์ใดๆ ได้อย่างไร

ตอบ เนื่องจากยานอวกาศกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร่งที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จึงใช้เครื่องชั่งน้ำหนักแล้วคำนวณหามวลไม่ได้ ต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเพื่อหาค่าแล้วนำไปคำนวณหามวล

2. จงหาความถี่ธรรมชาติของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่ายที่ผูกติดกับเชือกเบาที่มีความยาว 50 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \\
 &= \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{9.8 \text{ m/s}^2}{50 \times 10^{-2} \text{ m}}} \\
 &= 0.71 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

3. มวล m ผูกติดกับสปริง ซึ่งมีความถี่ธรรมชาติ 30 รอบ/นาที และมีค่า $k = 1 \text{ N/m}$ ถ้ามวล m มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.3 kg จะมีความถี่ธรรมชาติเป็นเท่าใด

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$f\sqrt{m} = \frac{\sqrt{k}}{2\pi} \text{ เท่าเดิมเพราะสปริงอันเดิม}$$

$$f_1\sqrt{m_1} = f_2\sqrt{m_2}$$

$$f_2 = f_1\sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

$$f_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m_1}} \quad (\text{หามวล } m_1)$$

$$\begin{aligned}
 m_1 &= \frac{k}{4\pi^2 f_1^2} \\
 &= \frac{1}{4(3.14)^2 \left(\frac{30}{60}\right)^2} = 0.1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$m_2 = 0.1 + 0.3 = 0.4 \text{ kg}$$

$$\therefore f_2 = f_1\sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \left(\frac{30}{60}\right)\sqrt{\frac{0.1}{0.4}} = 0.25 \text{ Hz}$$

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง ชนิดของคลื่น

รายวิชา ฟิสิกส์ 3 (ว 32201)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 คลื่นกล

ประกอบแผนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

คำสั่ง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. นักเรียนคิดว่าคลื่นตามยาวและคลื่นตามขวางมีลักษณะเหมือนกัน หรือแตกต่างกันอย่างไร จงอธิบายตอบ แตกต่างกัน คือ คลื่นตามยาว เป็นคลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในทิศเดียวกันกับทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่ ซึ่งคลื่นตามยาวทุกแบบเป็นคลื่นกลส่วนคลื่นตามขวาง เป็นคลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่านมีการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในทิศตั้งฉากกับทิศทางที่คลื่นเคลื่อนที่ ซึ่งคลื่นตามขวางอาจเป็นคลื่นกลหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้

2. ให้นักเรียนอธิบายความหมายของคลื่นกล พร้อมยกตัวอย่าง

ตอบ คลื่นกล คือ คลื่นที่ต้องอาศัยตัวกลางในการเคลื่อนที่ ซึ่งคลื่นพวกนี้สามารถถ่ายทอดพลังงานโดยอาศัยความยืดหยุ่นของตัวกลาง สำหรับคลื่นชนิดนี้อัตราเร็วในตัวกลางชนิดเดียวกันจะมีค่าเท่ากันเช่น คลื่นเสียง คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก เป็นต้น

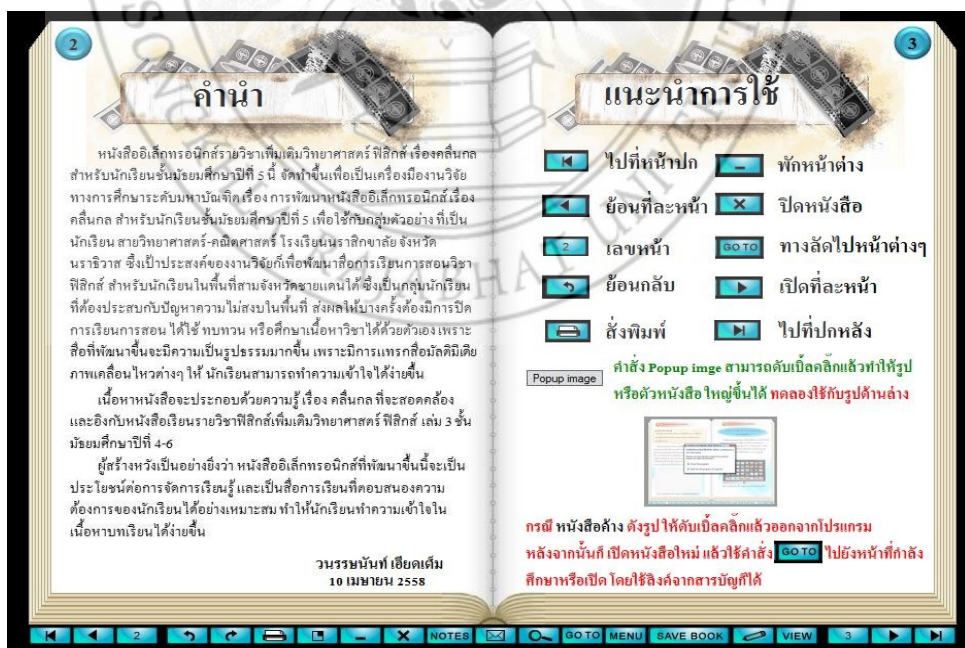
3. ถ้าส่งคลื่นคลไปตามสลิงก็ หลังจากคลื่นได้ผ่านตำแหน่งหนึ่งบนสลิงก็ไปแล้ว ตำแหน่งนั้นจะเป็นอย่างไร เพราะเหตุใด

ตอบ ถ้าคลื่นคลในสลิงก็เป็นคลื่นตามขวาง เมื่อคลื่นเคลื่อนที่ไปถึงตำแหน่งหนึ่งบนสลิงก็อนุภาคของ สลึงก็ตำแหน่งนั้นจะเคลื่อนที่ในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น ถ้าคลื่นคลในสลิงก็เป็นคลื่นตามยาว อนุภาคของสลึงก็ตำแหน่งนั้นจะเคลื่อนที่กลับไปกลับมาในแนวเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เมื่อคลื่นคลผ่านตำแหน่งนั้นไปแล้ว สลึงก็จะกลับคืนสู่สภาพสมดุลเดิมเพราะพลังงาน ณ ตำแหน่งนั้นถูกถ่ายโอนให้กับอนุภาคของสลึงก็ตำแหน่งถัดไป

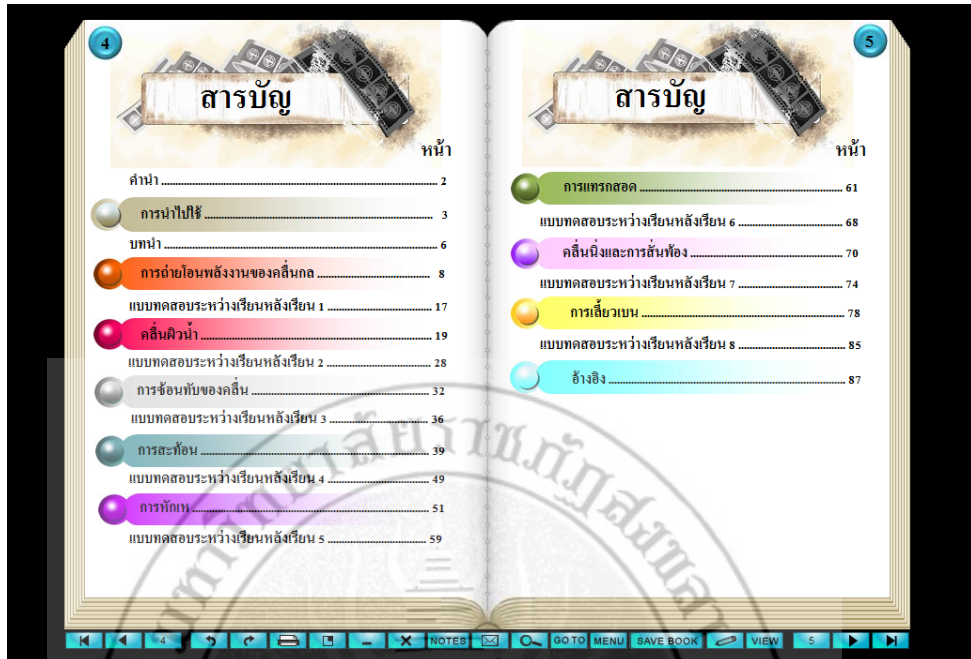
ตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



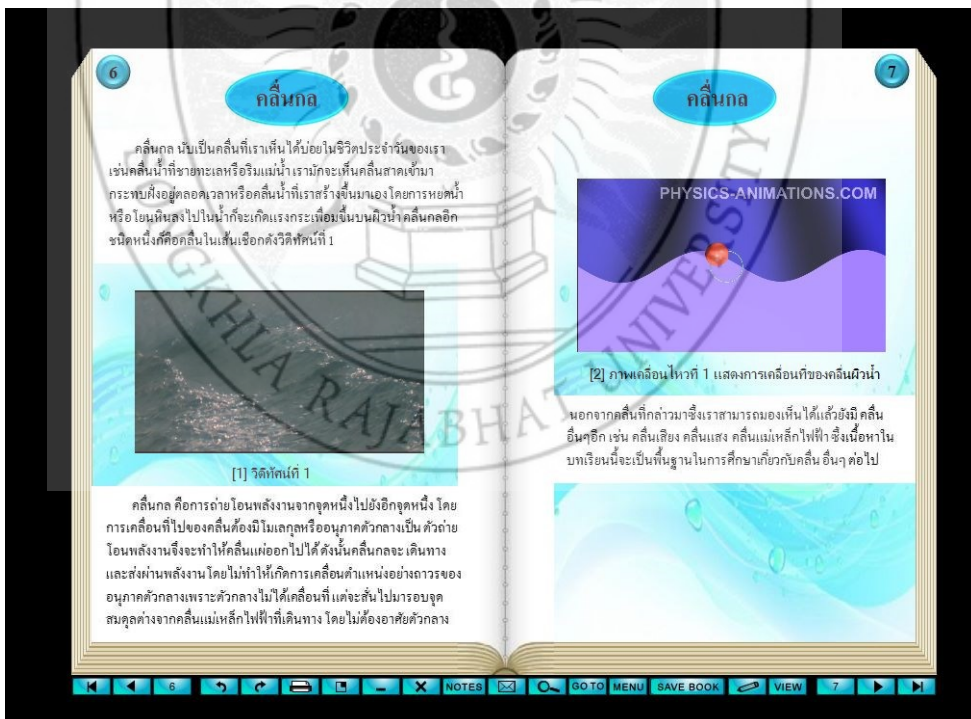
ภาพ 9ก. แสดงหน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีแถบคำสั่งด้านล่าง



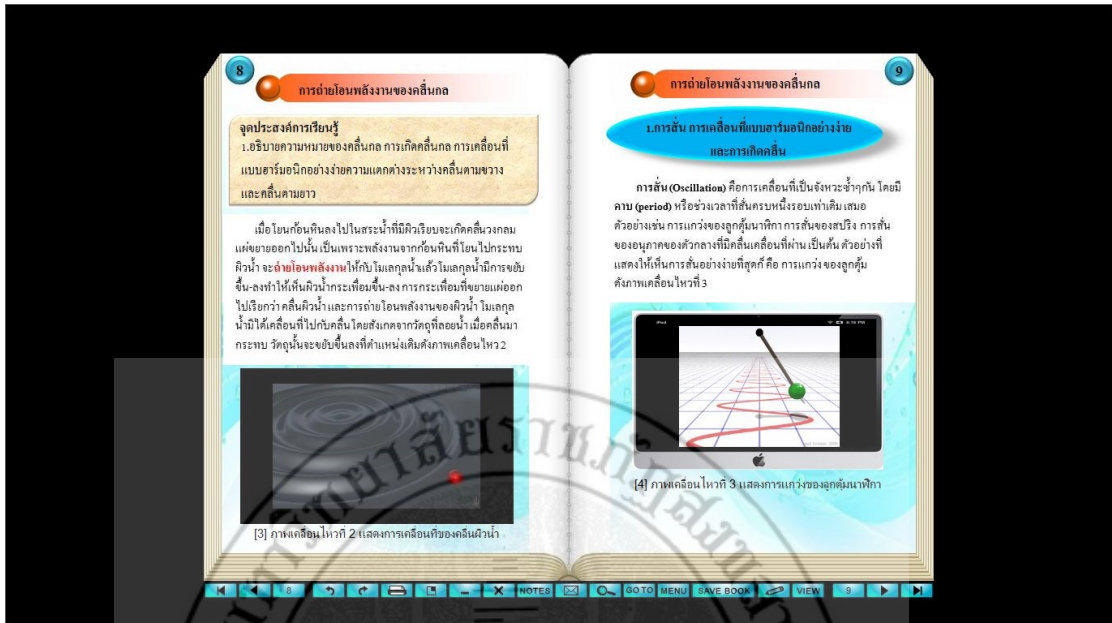
ภาพ 9ข. แสดงคำนำและแนะนำวิธีใช้สื่อ บอกความหมายของปุ่มคำสั่งต่าง ๆ



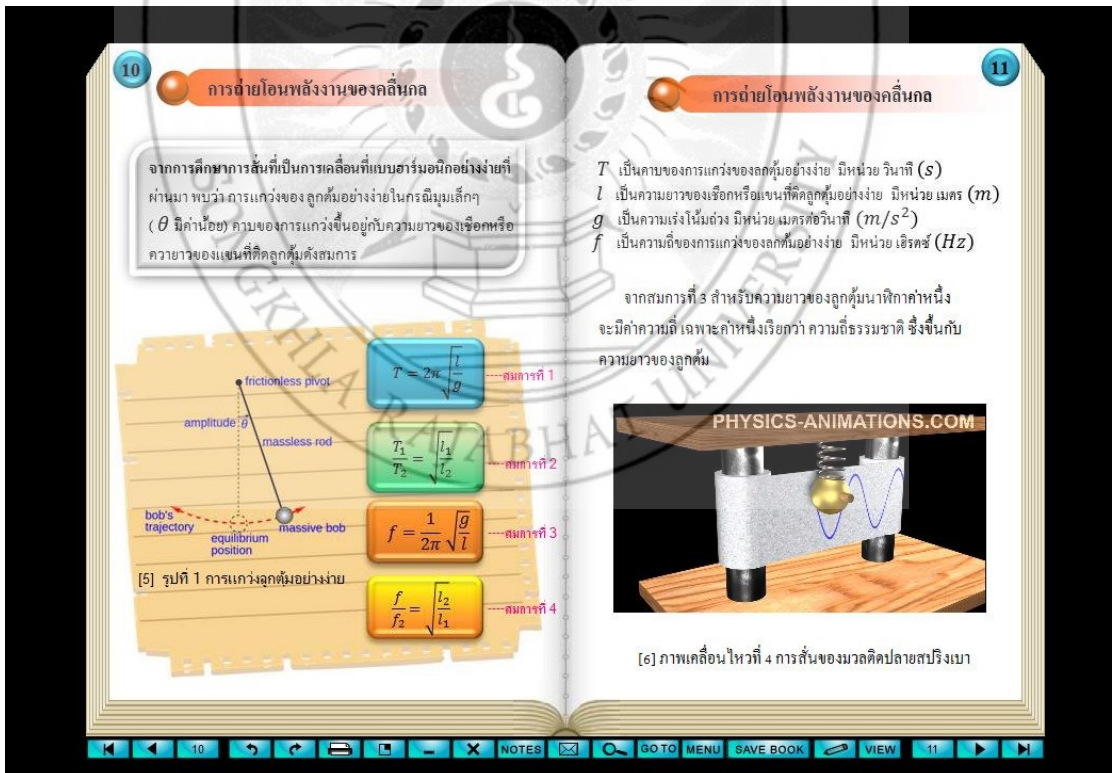
ภาพ 9ก. แสดงหน้าสารบัญที่มีคุณสมบัติเชื่อมโยงกับหน้าต่าง ๆ ในสื่อ คือผู้ใช้สามารถคลิกเพื่อจะ
เริ่มเรียนที่บทเรียนใดก็ได้



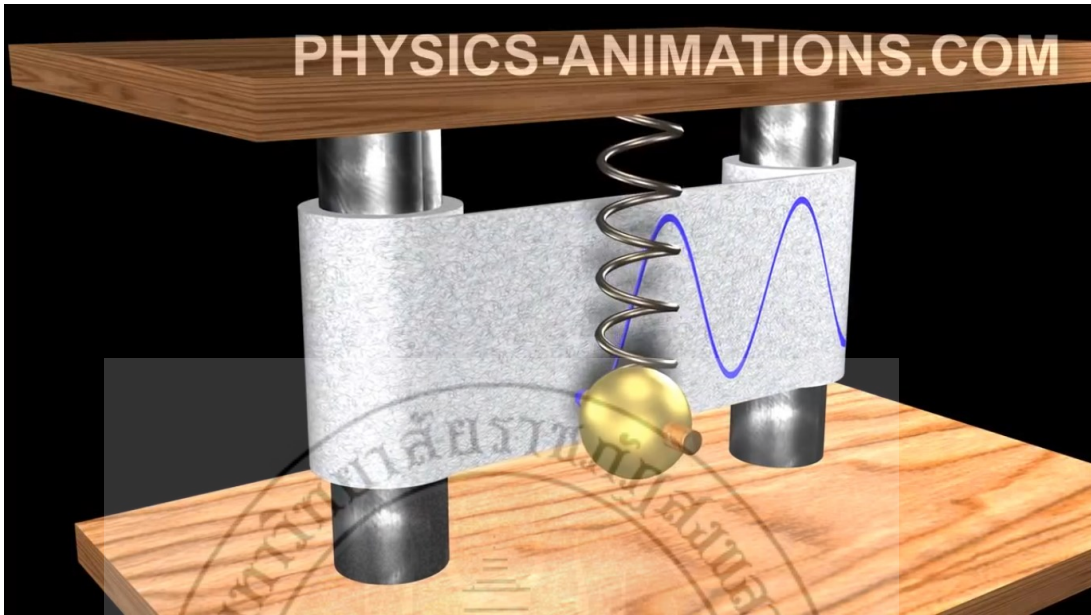
ภาพ 9ข. แสดงหน้า นำเข้าสู่บทเรียนเรื่องคลื่นกล ซึ่งมีภาพวิถีพืด และภาพเคลื่อนไหว
(Animation) ที่สามารถดับเบิ้ลคลิกให้ขยายเต็มหน้าจอได้



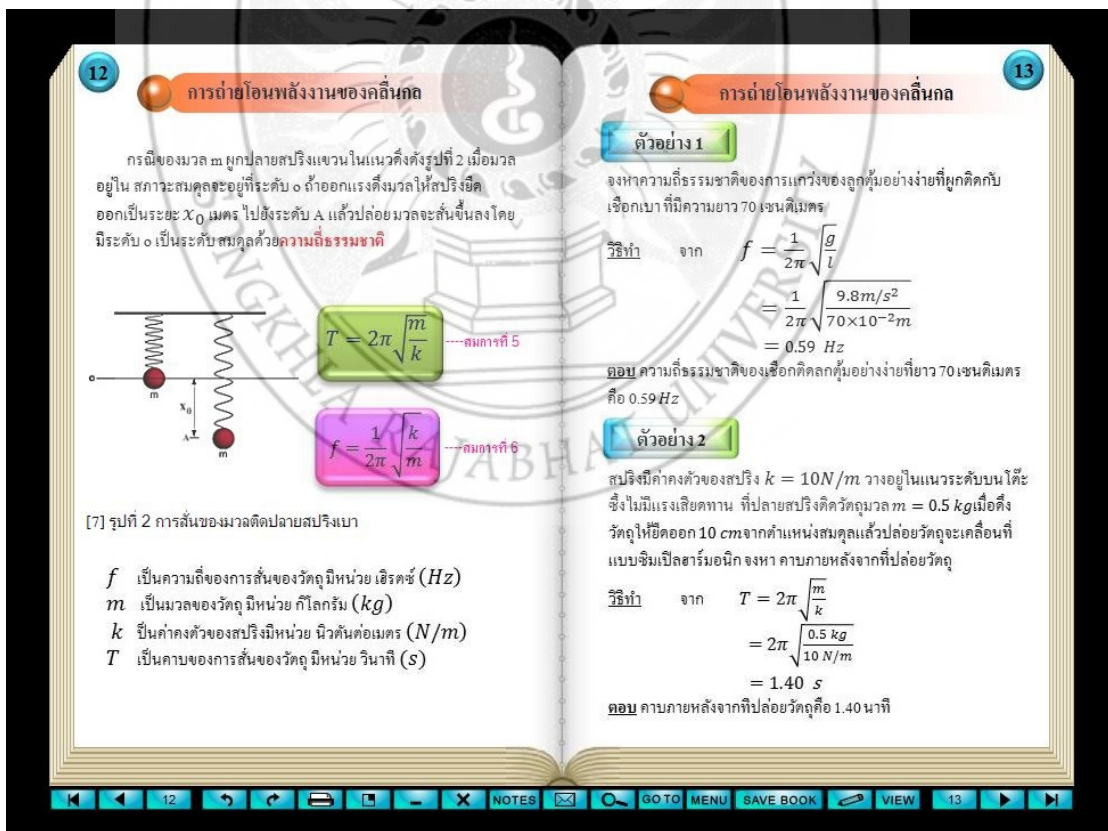
ภาพ 9ง. แสดงหน้า บทเรียนที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล ซึ่งจะมีภาพเคลื่อนไหวประกอบ บทเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น



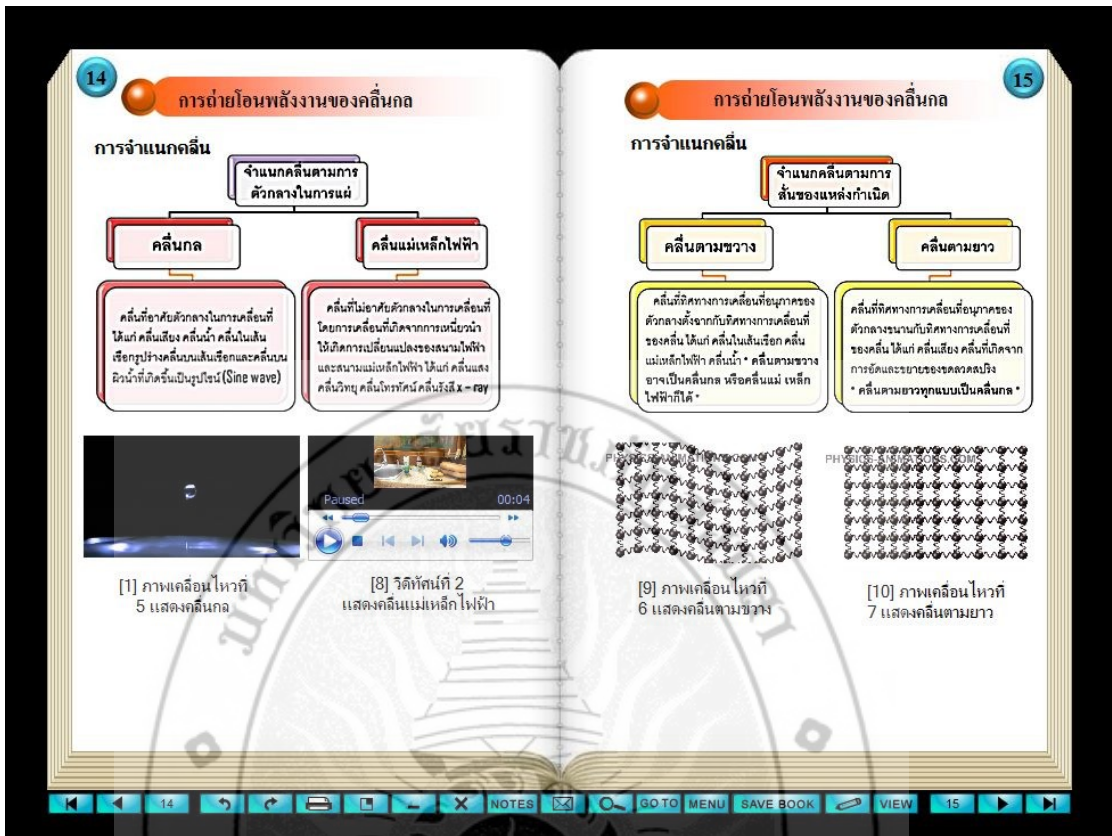
ภาพ 9ฉ. สื่อที่พัฒนาขึ้นจะเน้นสีสันสดใส ภาพสื่อที่น่าสนใจ เพื่อสร้างความสนใจผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวผู้เรียนเอง



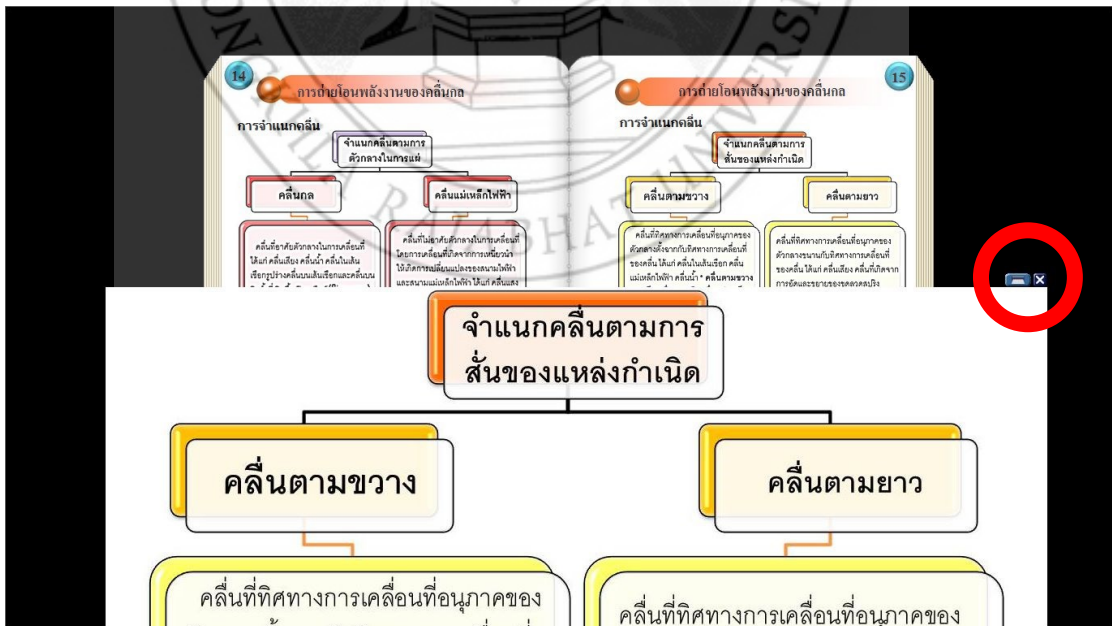
ภาพ 9ข. ภาพทุกภาพ สื่อวีดิทัศน์ ภาพเคลื่อนไหว ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถขยายเต็มหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างชัดเจน



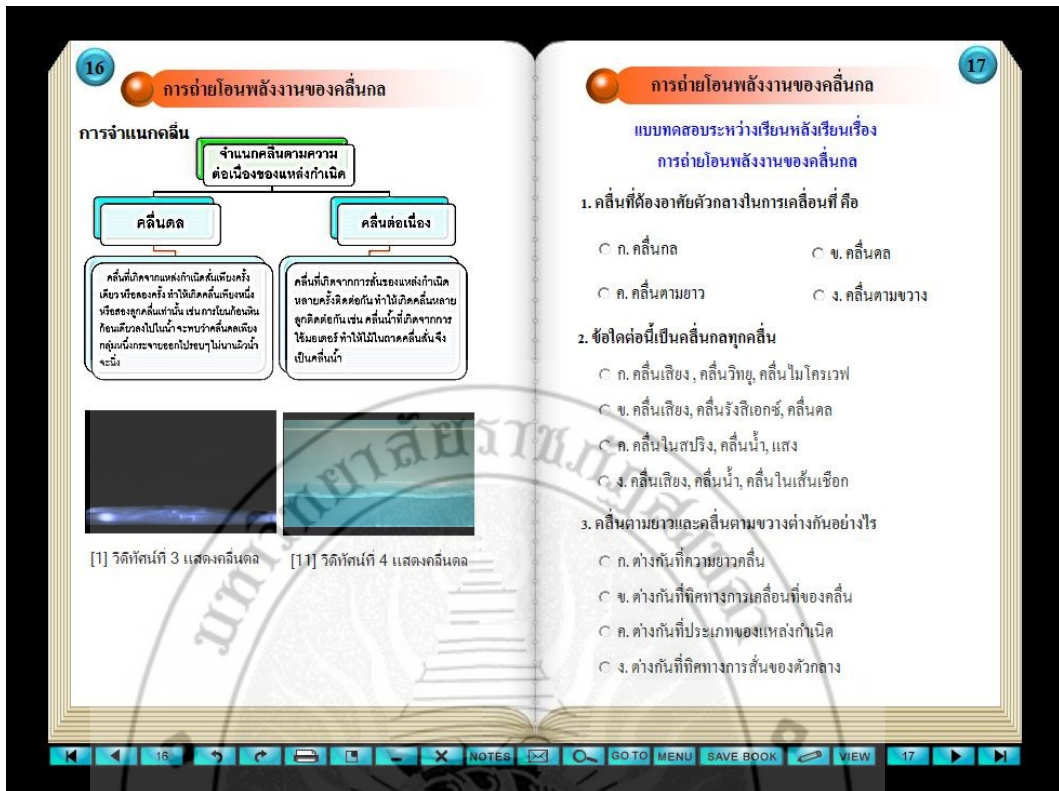
ภาพ 9ข. แสดง สูตรและตัวอย่างการคำนวณความสัมพันธ์ต่าง ๆ



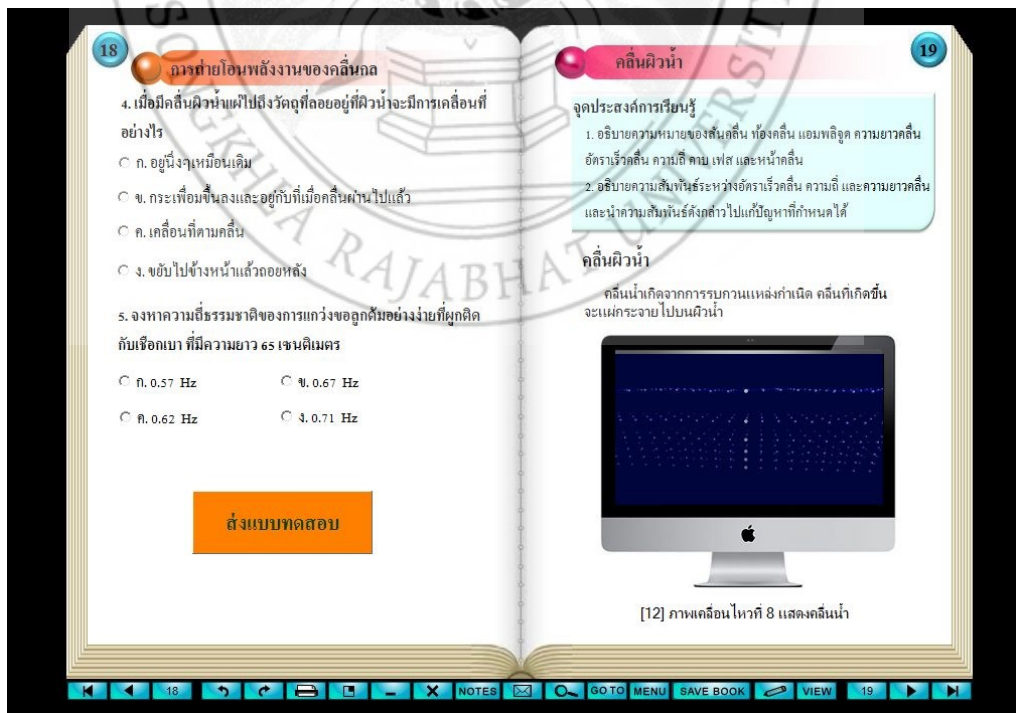
ภาพ 9ณ. สื่อประเภท วิดีทัศน์ จะมีแถบคำสั่งเพิ่ม-ลดเสียง คำสั่งหยุดหรือเล่น และสามารถขยายเต็ม หน้าจอคอมพิวเตอร์ได้



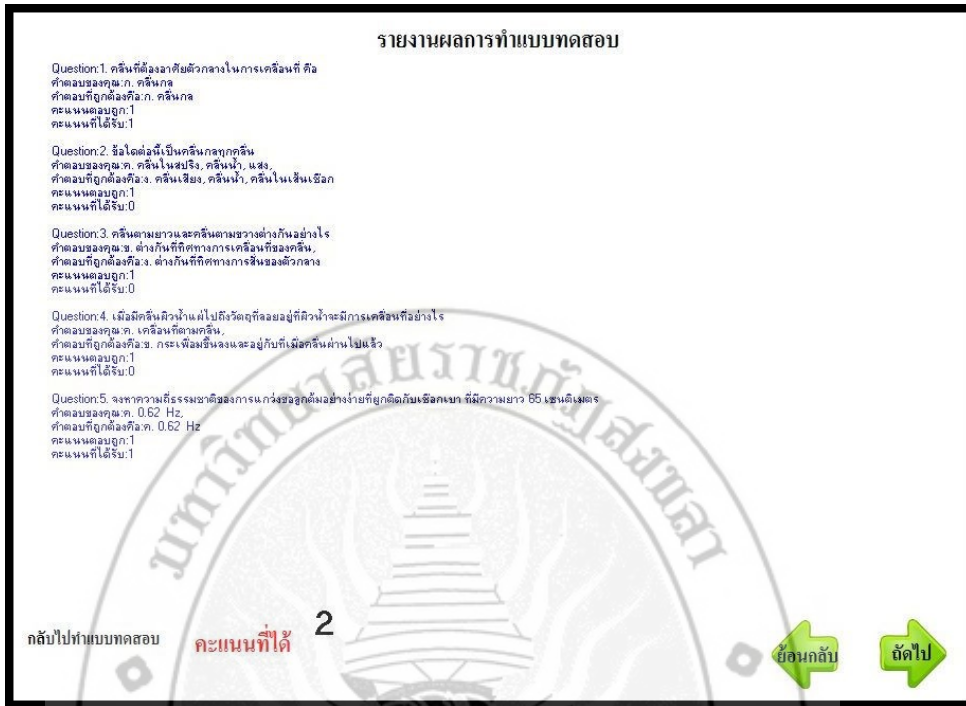
ภาพ 9ณ. เนื้อหาบทความหากมองไม่ชัด ก็สามารถขยายและลากไปวางตรงไหนของหน้าต่างก็ได้ และ ยกเลิกขยายได้โดยการคลิกคำสั่งกากบาท มุมบนขวา (ที่วงกลมสีแดง)



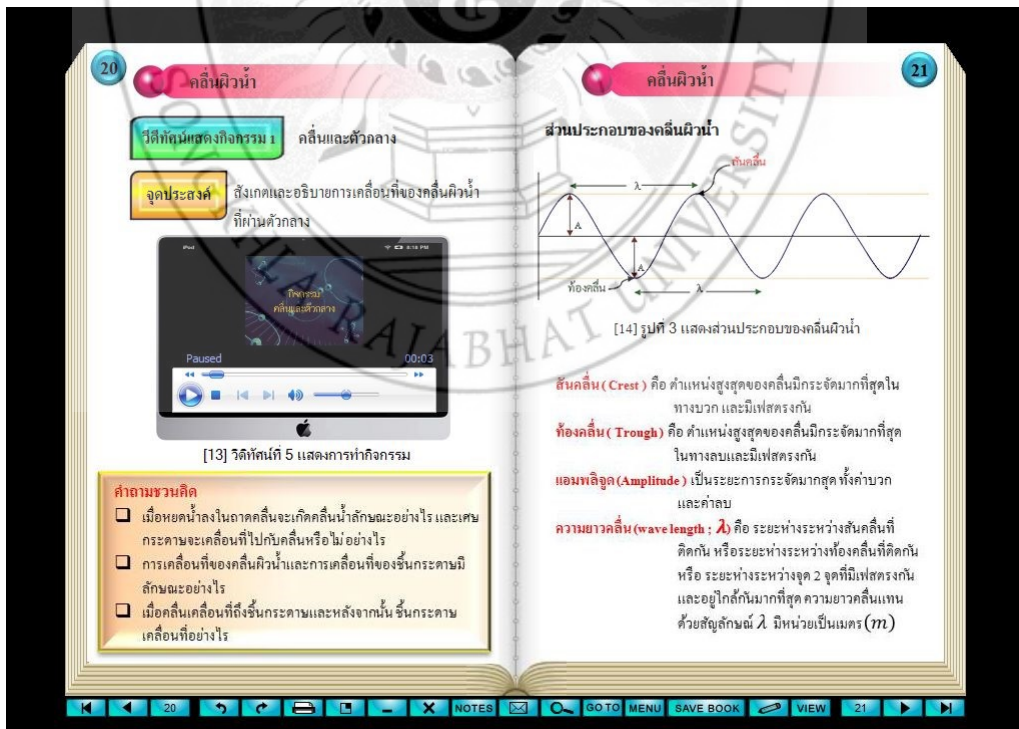
ภาพ 9๙. ทำแบบทเรียนในแต่ละบท จะมีแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ผู้ใ้สามารถใช้และส่งคำตอบ เพื่อคะแนนและเฉลยได้เลย



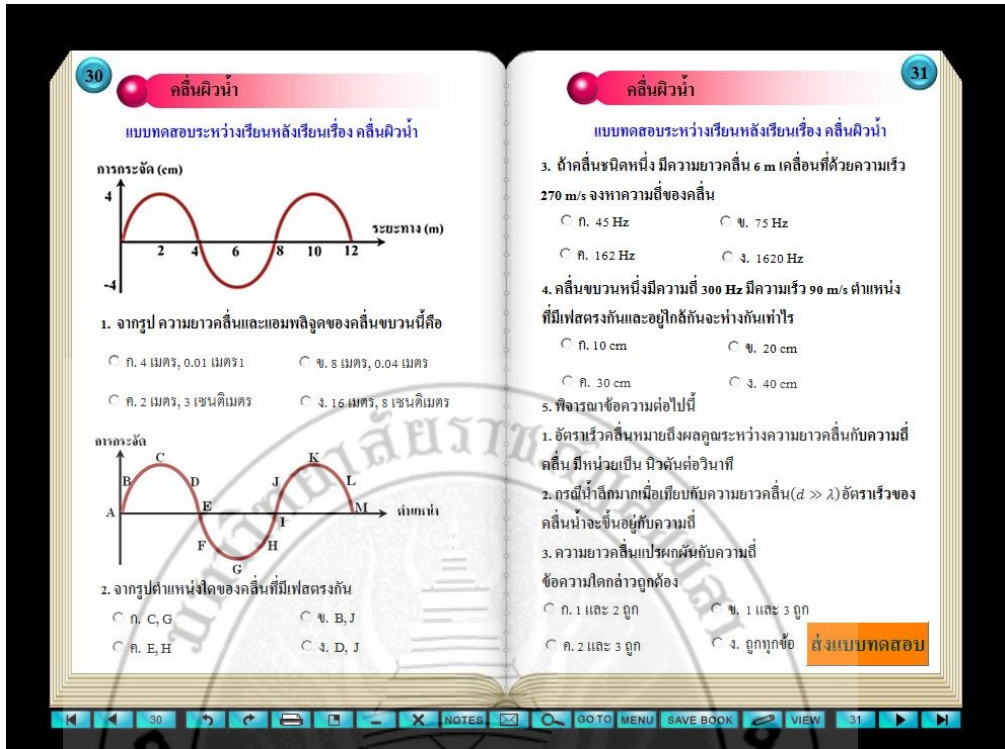
ภาพ ๑๐๐. เมื่อทำแบบทดสอบทำขบทเรียนเสร็จ ก็ส่งคำตอบที่แถบสีส้ม



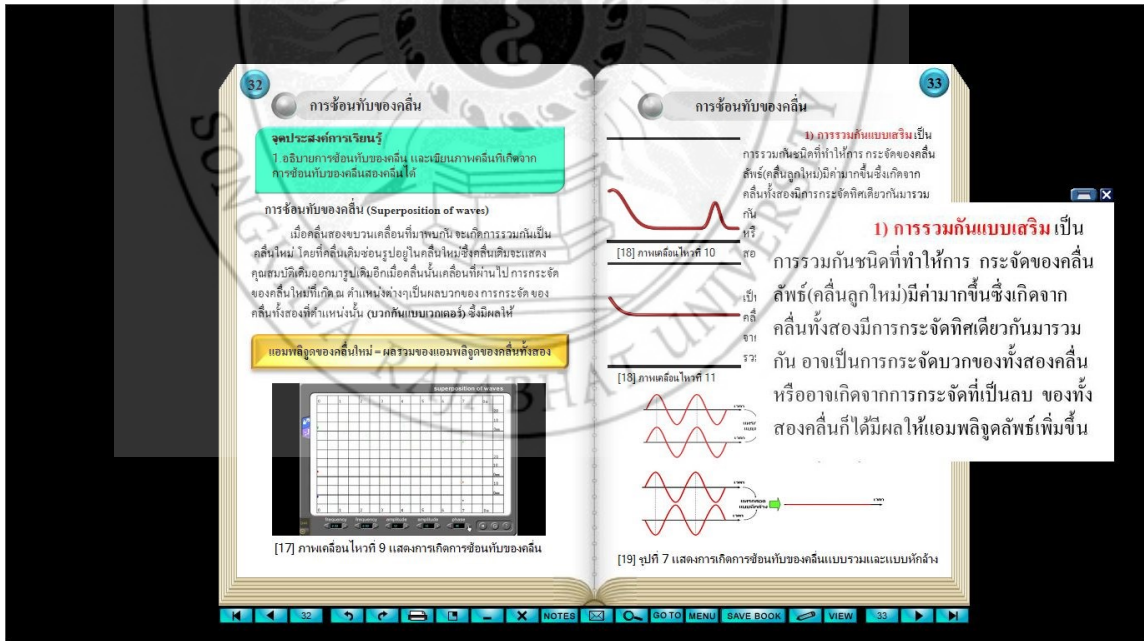
ภาพ 9ฐ. เมื่อส่งแล้วระบบจะตรวจคำตอบพร้อมแสดงผลคะแนน และเฉลยให้ทันที



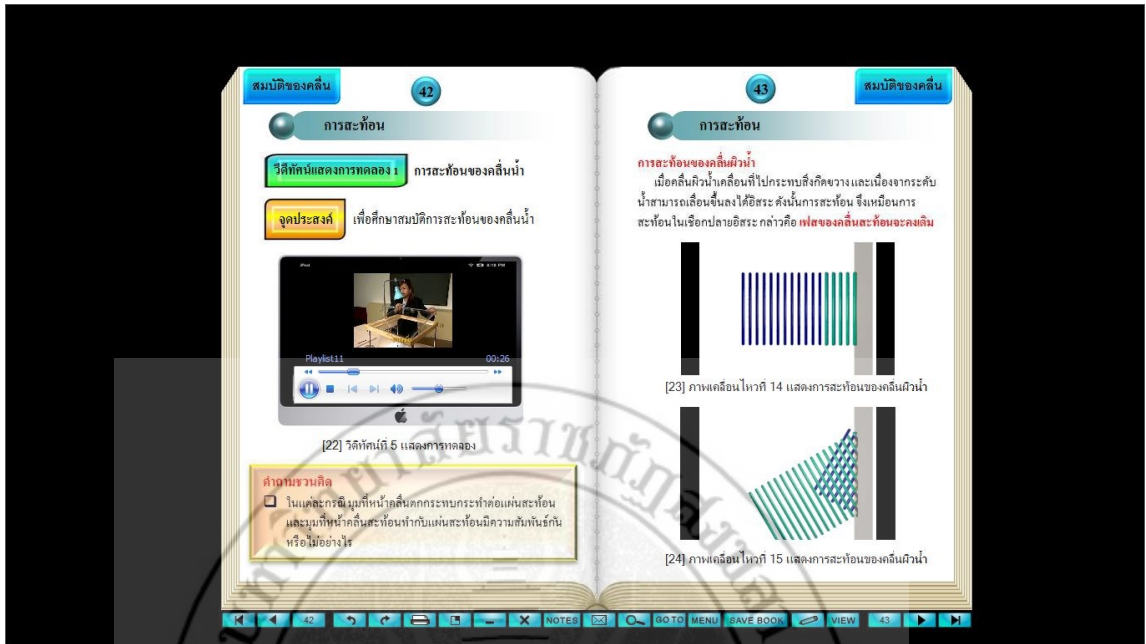
ภาพ 9ท. ในส่วนของกิจกรรมการทดลองจะมีวีดิทัศน์แสดงการทดลองในแต่ละเรื่อง ครอบคลุมบทเรียน ตามหลักสูตร หลังจากดูแล้วจะกระตุ้นการเรียนรู้ด้วย คำถามชวนคิดทุกบท



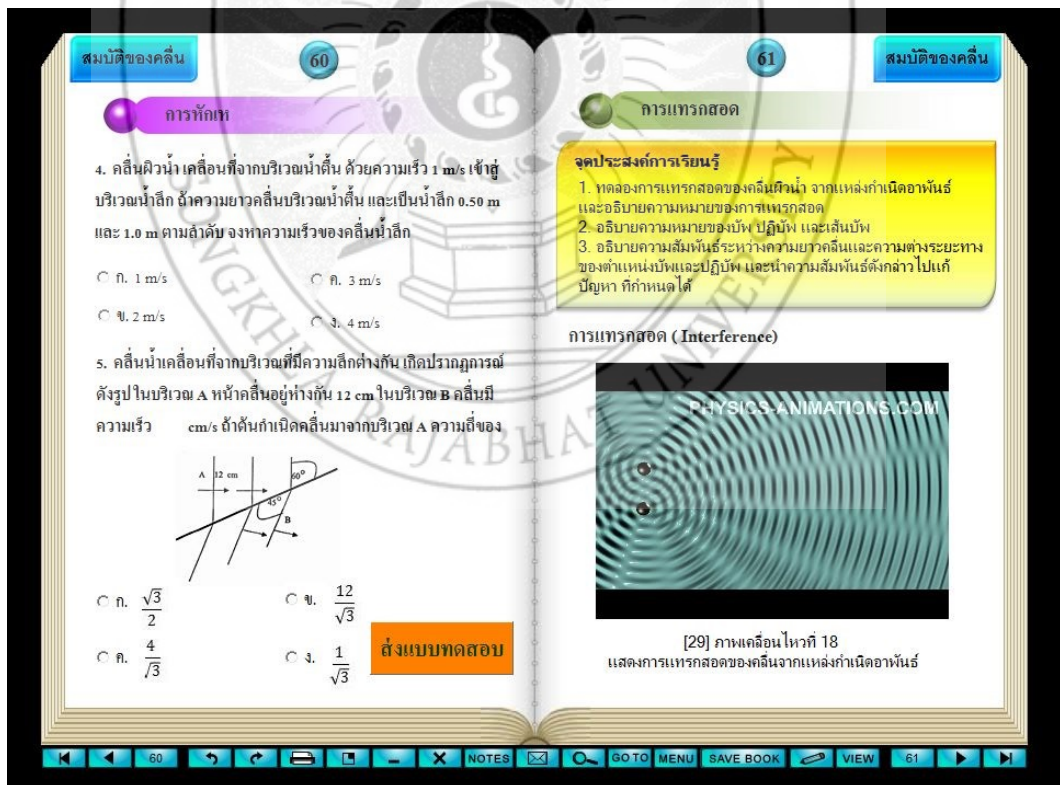
ภาพ 9ณ. เป็นสื่อที่นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและประเมินผลการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา



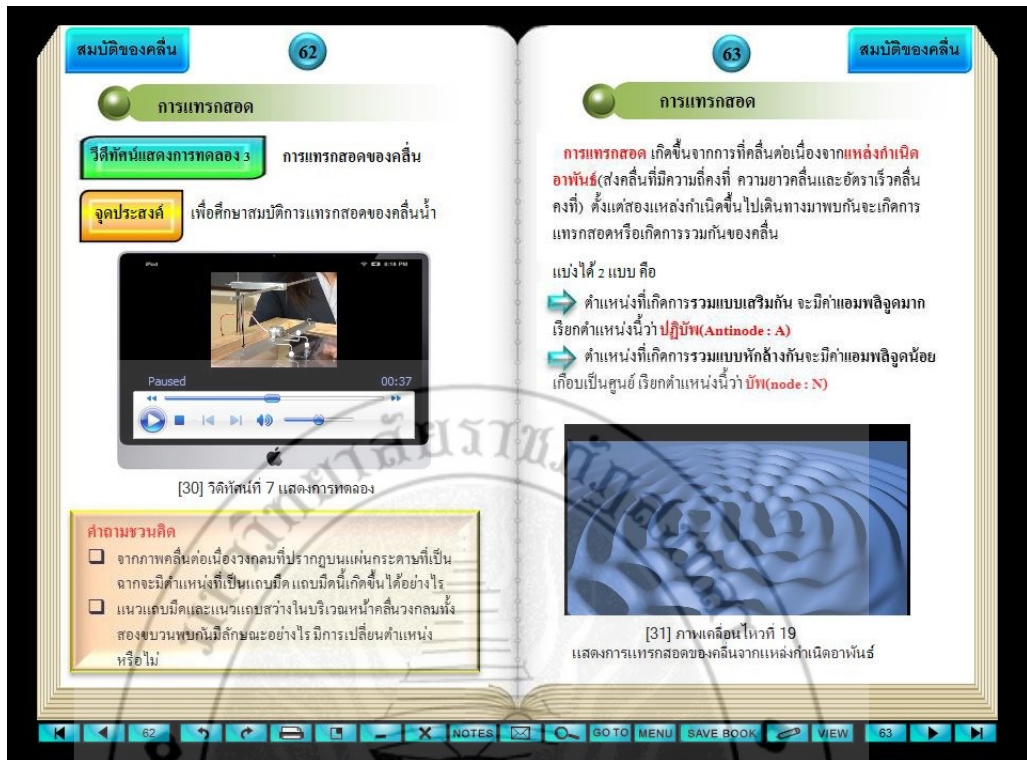
ภาพ 9ณ. มีการเรียงลำดับเนื้อหา จากง่ายไปหายาก



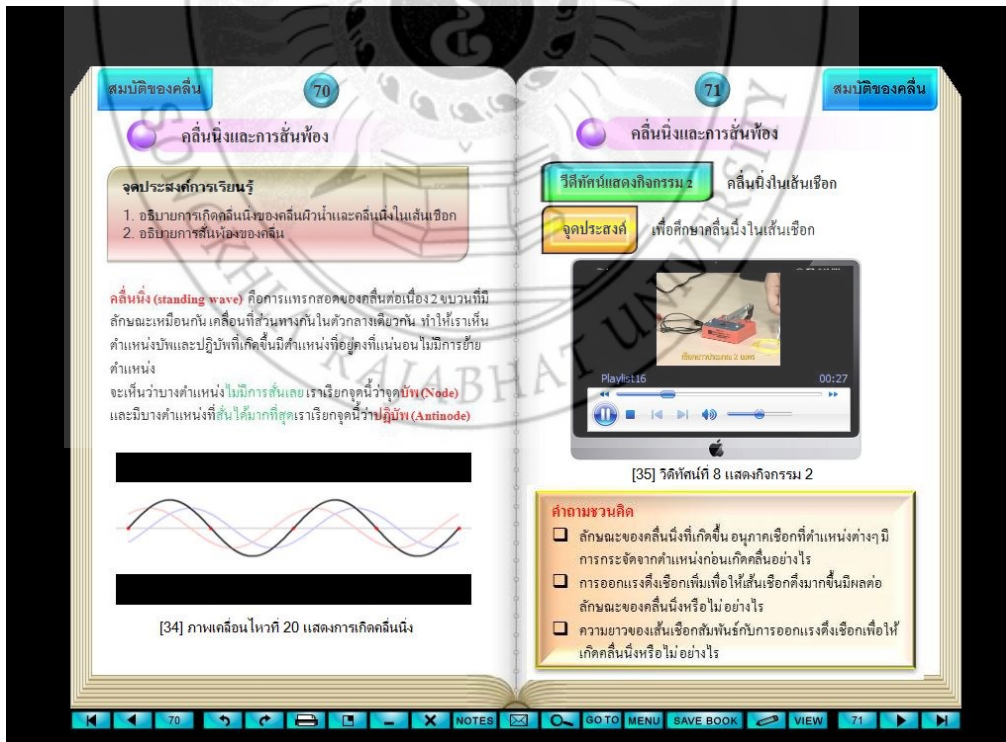
ภาพ ๑๘. สื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่นำมาประกอบในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จะทำให้ผู้ใช้ เข้าใจเนื้อหาบทเรียน ได้ดียิ่งขึ้น



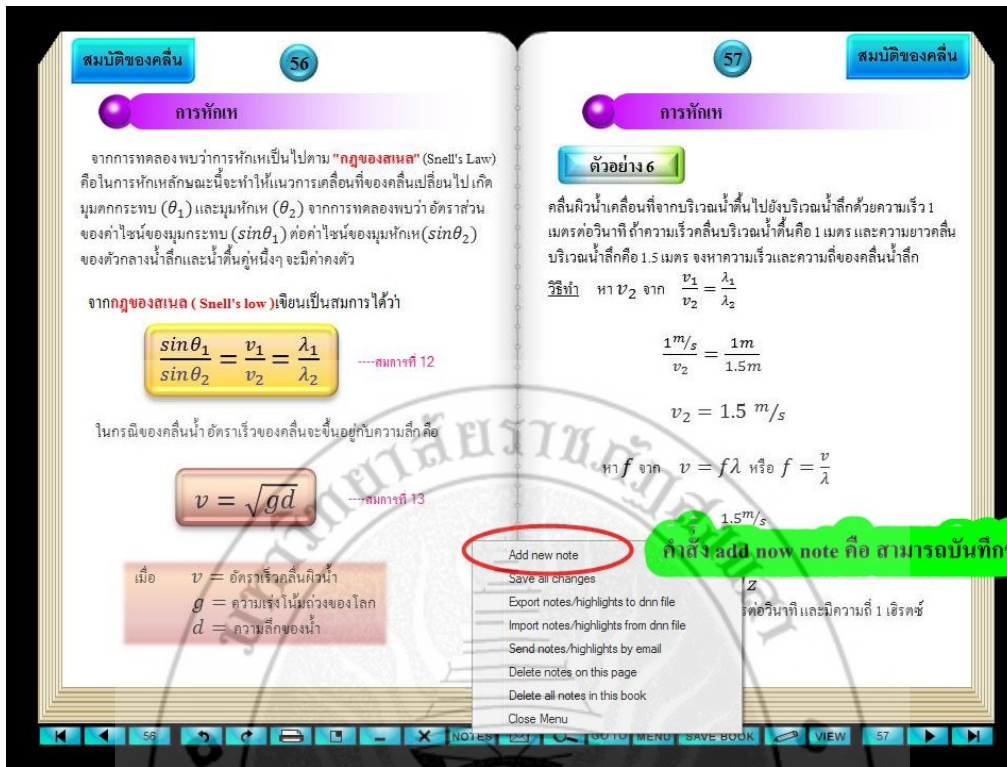
ภาพ ๑๙. เนื้อหาสาระจะสอดคล้องและมีทิศทางเดียวกับหนังสือเรียน รายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ทำให้สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริง



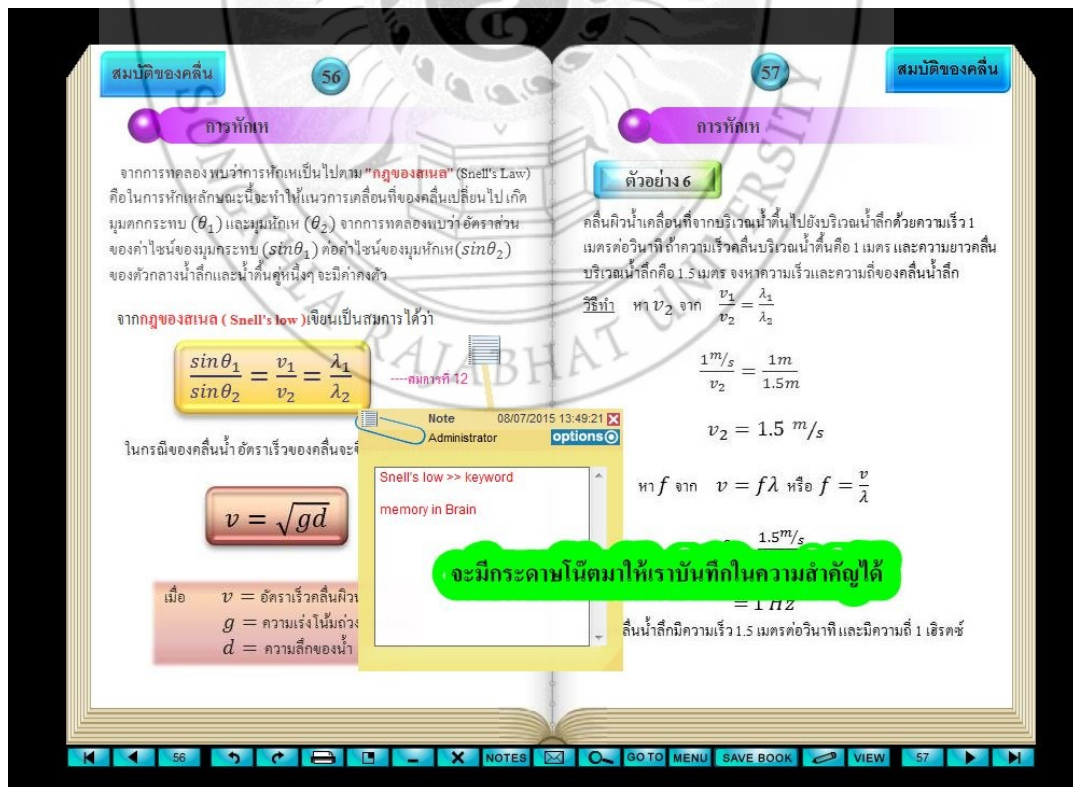
ภาพ 9๘. ภาพเคลื่อนไหวแบบสามมิติ จะทำให้ผู้เรียนเห็นปรากฏการณ์ได้ชัดเจน



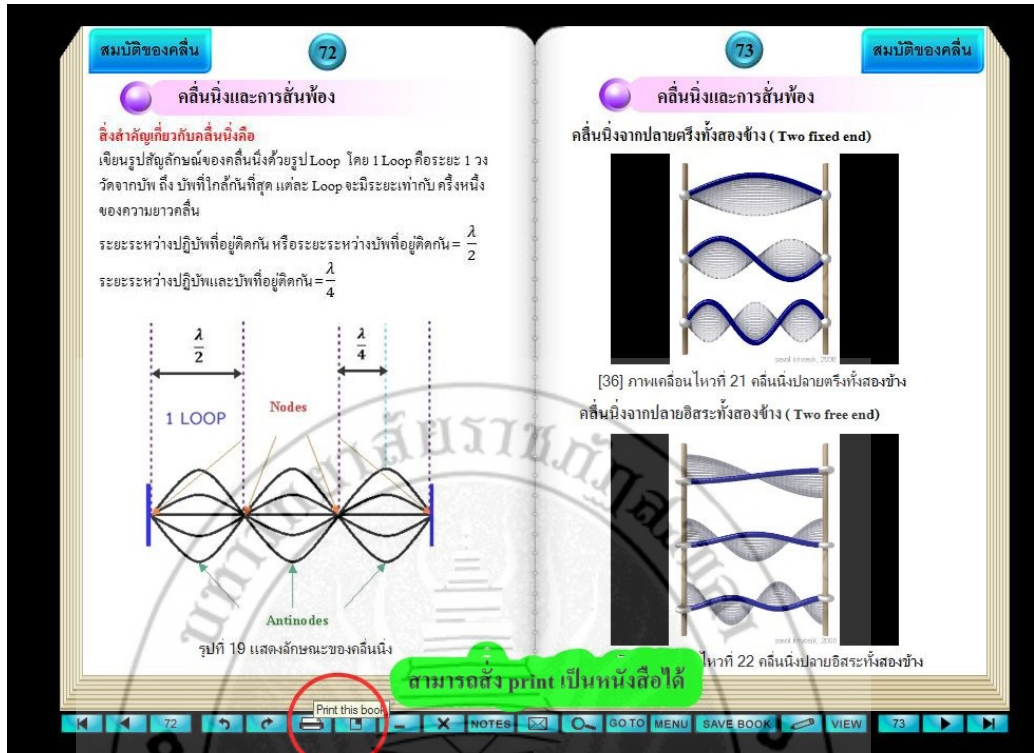
ภาพ 9๗. คุณสมบัติเด่นอีกอย่างหนึ่งของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ สามารถรวมสื่อมัลติมีเดียต่างๆ ไว้ในไฟล์เดียว และมีขนาดเล็ก สามารถแบ่งปัน ส่งต่อได้ง่าย



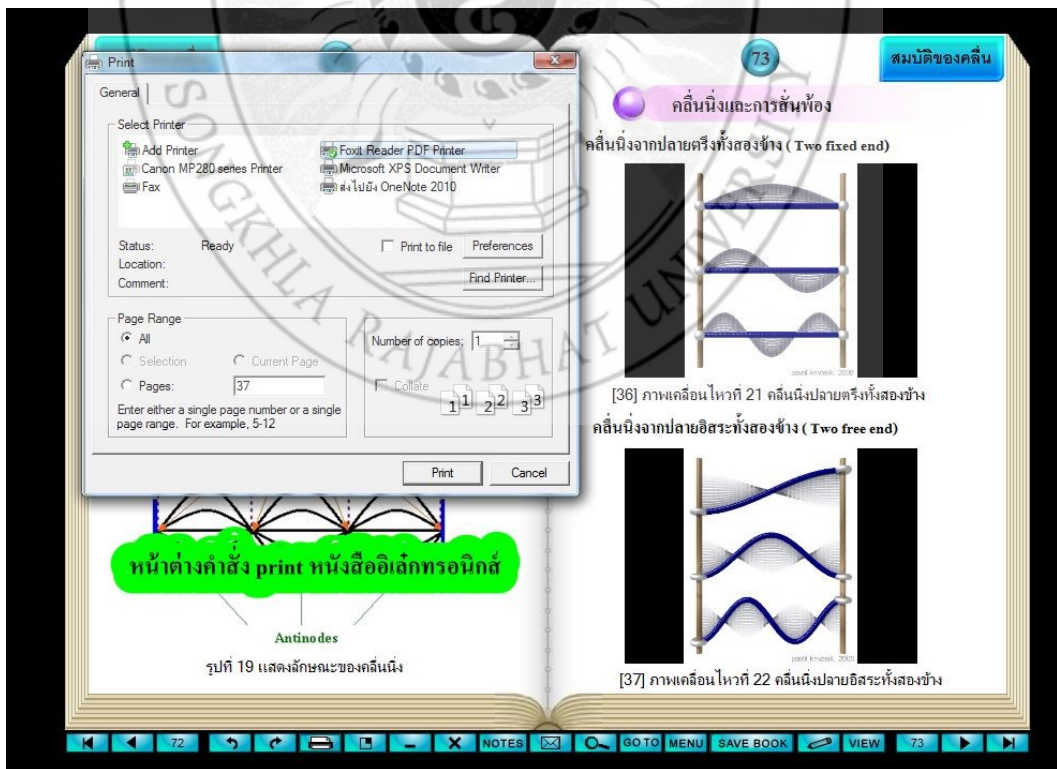
ภาพ ๑๕. คำสั่ง add new note คือ ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อความลงในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้



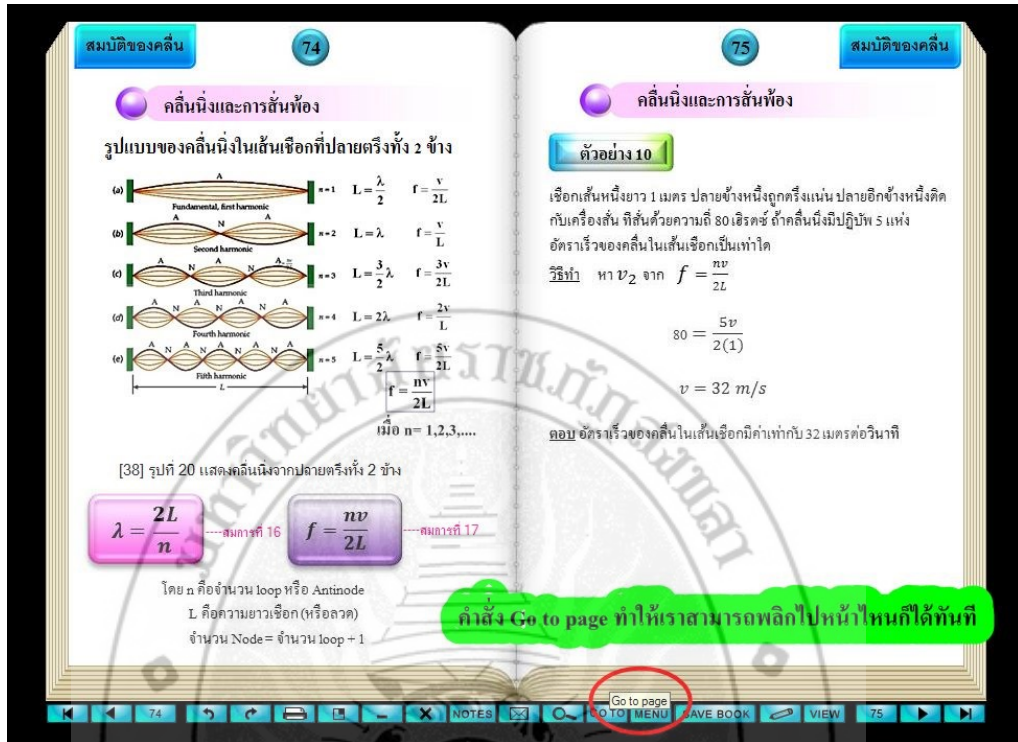
ภาพ ๑๖. เมื่อคลิก add new note ก็จะมีกระดาษโน้ตขึ้นมาให้เราบันทึกข้อความสำคัญได้



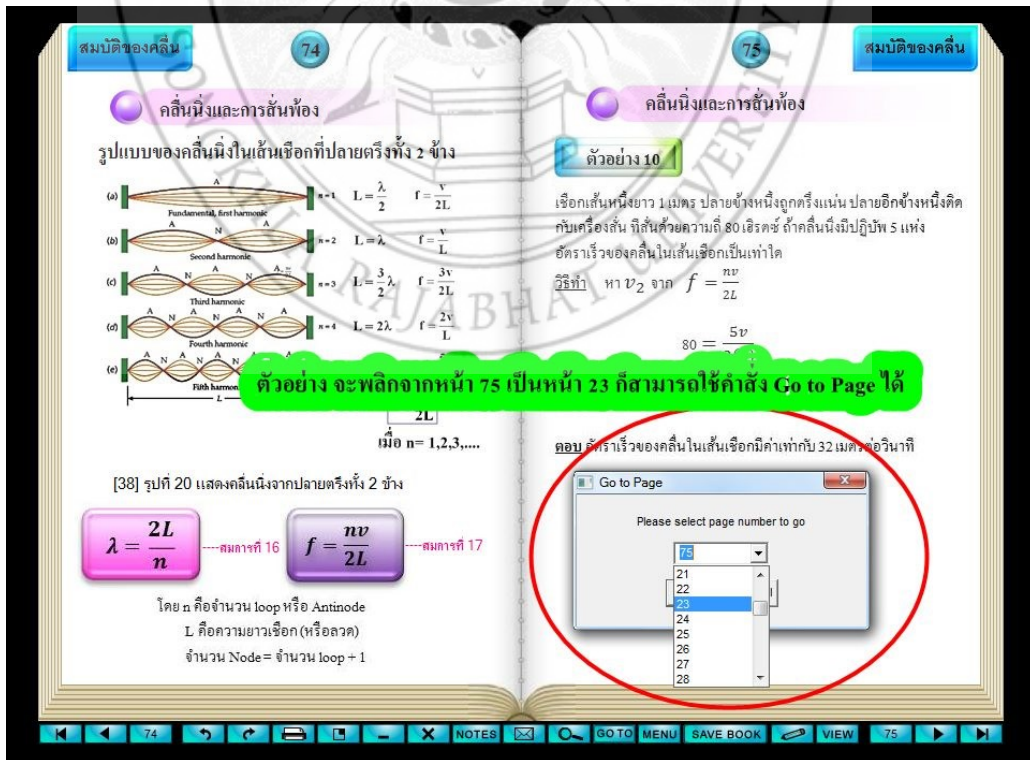
ภาพ 9บ. ผู้ใช้สามารถใช้คำสั่ง Print พิมพ์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้



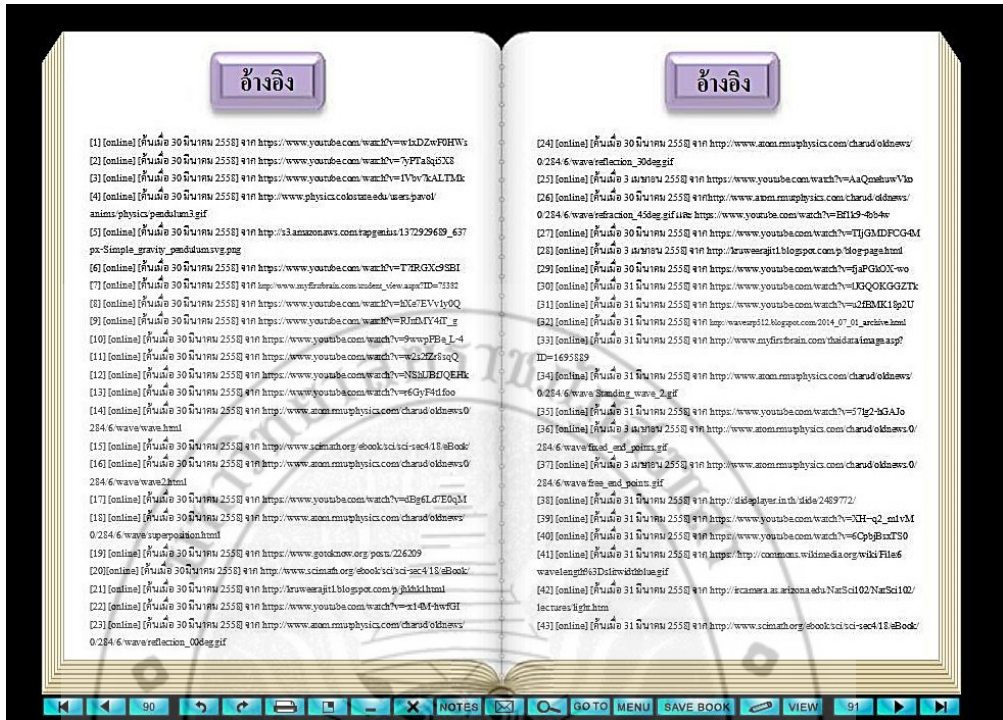
ภาพ 9ป. เมื่อคลิกคำสั่ง print แล้วจะมีหน้าต่างสั่งพิมพ์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาทันที



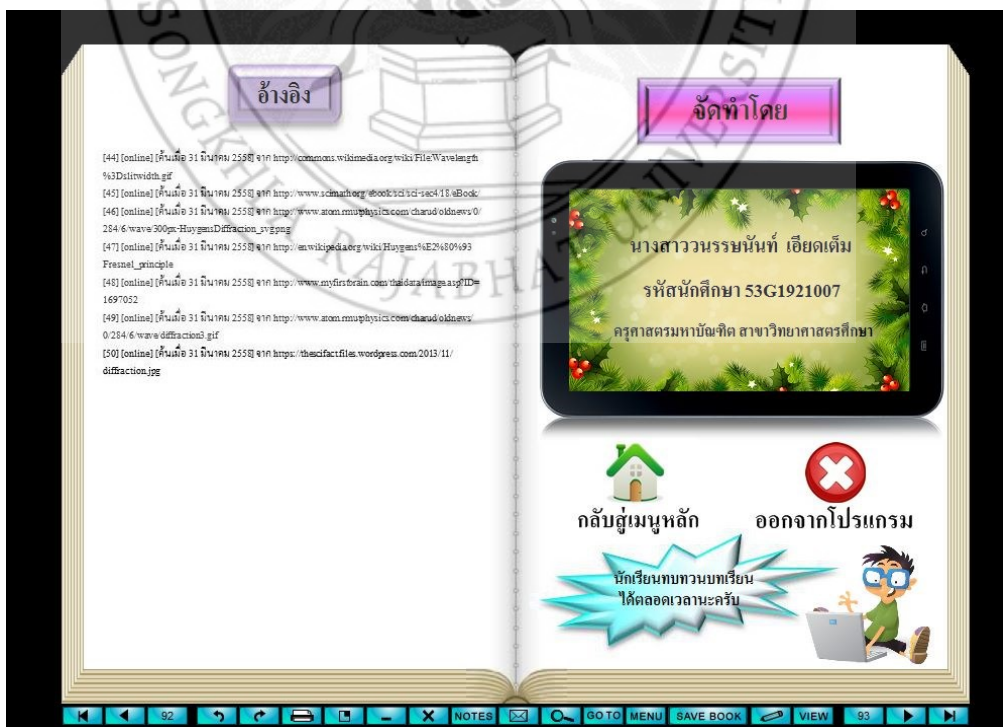
ภาพ 9๗. คำสั่ง Go to Page เพื่อให้ผู้ใช้สามารถพลิกไปหน้าไหนก็ได้ทันที



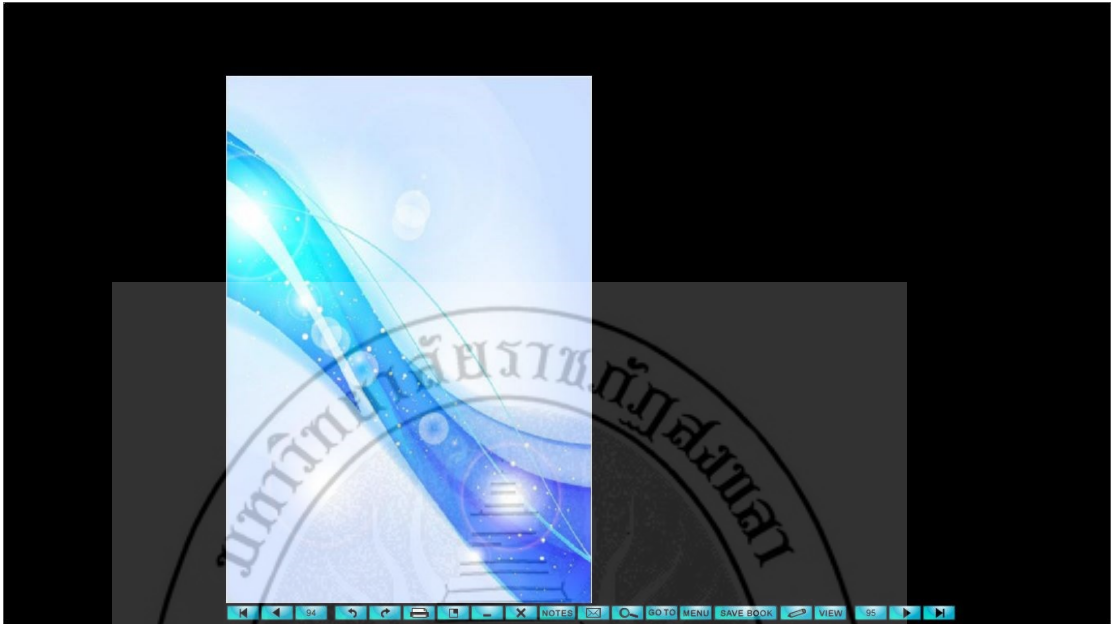
ภาพ 9๘. เมื่อใช้คำสั่ง Go to Page จะมีหน้าต่างให้เลือกหน้าได้ว่าจะเปิดหน้าไหน



ภาพ ๑๗. รายนามเอกสารอ้างอิงและแหล่งสื่อมัลติมีเดียต่างๆ ที่ ประกอบมาเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เล่มนี้



ภาพ ๑๗. หน้าสุดท้ายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



ภาพ ๑๓. ปกหลัง





ภาคผนวก ฉ

**หนังสือตอบรับการนำเสนอบทความวิจัยในการประชุมระดับชาติ
บทความวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติ**



ที่ ศธ ๐๕๒๑.๒.๐๗/ว ๖๕๗

คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตปัตตานี อำเภอเมือง
จังหวัดปัตตานี ๙๔๐๐๑

๒ กรกฎาคม ๒๕๕๘

เรื่อง ตอบรับการนำเสนอบทความวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา
เรียน นางสาววรรณรชนันท์ เอียดเต็ม ลำดับที่ ๑๖๐

ตามที่ ท่านได้ส่งผลงานวิจัยเพื่อนำเสนอในโครงการประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ. วิจัยทางการศึกษา (PSU-Education Research Conference) อภิวัตน์การเรียนรู้ :หนทางสู่การเปลี่ยนแปลง ในระหว่างวันที่ ๒๘-๒๙ กรกฎาคม ๒๕๕๘ ณ โรงแรมहरธา เจบี หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เรื่อง “การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล” ในรูปแบบนำเสนอ แบบบรรยาย นั้น

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ดำเนินการจัดส่งบทความวิจัยดังกล่าว เพื่อให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาให้ข้อเสนอแนะแล้ว จึงตอบรับการนำเสนอผลงานของท่านในการจัดโครงการประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ. วิจัยทางการศึกษา (PSU-Education Research Conference) อภิวัตน์การเรียนรู้ : หนทางสู่การเปลี่ยนแปลง ได้ โดยท่านสามารถดูรายละเอียดการเตรียมนำเสนอได้จากเว็บไซต์โครงการประชุมฯ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ



(ดร.ชวลิต เกิดทิพย์)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา รักษาการแทน
คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานเลขานุการคณะ งานบริการการศึกษา
หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐ ๗๓๓๓ ๗๓๘๖
โทรสาร ๐ ๗๓๓๔ ๘๓๒๒
E-mail: grad.edupsu@gmail.com



การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา “อภิวินัยการเรียนรู้ : ทนทางสู่การเปลี่ยนแปลง”
วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมทรราช เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล The Development of E-book for Physics Instruction in Topic of Mechanical Wave

บรรณรักษ์ เอียดเตี้ย อรุณี เตชะ และ สอน เสกสวัสดิ์
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อ.กาญจนวนิช ต.เขารูปช้าง อ.เมือง จ.สงขลา 90000
E-mail: mse_p@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีเป้าหมายเพื่อนำเสนอการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิจัยดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา และการหาคุณภาพของหนังสือ ซึ่งหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล ที่ได้จากการพัฒนาประกอบด้วยเนื้อหา 8 หน่วยการเรียนรู้ย่อย คือ การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล คลื่นผิวน้ำ การสะท้อนหักของคลื่น การสะท้อน การหักเห การแทรกสอด คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง และสุดท้ายเป็นการเลี้ยวเบนของคลื่นตามลำดับ โดยผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก (\bar{X} - 4.71, S.D. - 0.45) ทั้งนี้เนื่องจากความสมบูรณ์ในการออกแบบของหนังสือด้วยมัลติมีเดียและด้านเนื้อหา มีทั้งภาพ กราฟิก วีดิทัศน์ ตัวอักษรที่ขยายได้และอ่านง่าย มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างหนังสือและผู้เรียน นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลในตอนหลังอีกด้วย ดังนั้นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากการพัฒนาสามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คลื่นกล

Abstract

The objective of this research is presented, a development of e-book for physics instruction of mechanical wave of Mattayomsuksa 5 students. The methodology is consists of 4 steps, analysis, design, development and quality finding of e-book. The e-book of mechanical wave was developed which is consisting contents of 8 learning units, energy transfer of mechanical wave, water surface waves, superposition of wave, reflection, refraction, interference, standing wave and resonance, and diffraction respectively. The e-book was evaluated by 3 educator experts which is showed that the appropriation of development of e-book for physics instruction was excellent at very good level (\bar{X} - 4.71, S.D. - 0.45). Because of, the completing of e-book in designing which is multimedia and content. In conclusion, the developed e-book for topic of mechanical wave can be used physics instruction as well.

Keywords: E-book, Mechanical wave

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 ถือว่าเป็นยุคที่มนุษย์มีความใกล้ชิดเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศกันอย่างกว้างขวาง อาจกล่าวได้ว่าไม่มีใครไม่รู้จักเทคโนโลยีสารสนเทศที่เรียกว่า “คอมพิวเตอร์” โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนนักศึกษา ซึ่งเป็นกลุ่มคนที่เป็นความหวังของประเทศในการขับเคลื่อนประเทศไทยให้เป็นประเทศที่มีการพัฒนาทัดเทียมนานาอารยประเทศ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทำให้ข้อมูลข่าวสารและความรู้ ซึ่งประกอบกันเป็น “สารสนเทศ” นั้น สามารถล้นไหลได้สะดวกรวดเร็ว จนสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวาง ดังนั้นเทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นเครื่องมือที่สามารถนำประโยชน์มาสู่



การศึกษา ได้อย่างเหมาะสมหากรู้จักใช้ให้เป็นประโยชน์และคุ้มค่าต่อการลงทุน (คณะกรรมการดำเนินงานโครงการหนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนในฝัน, 2548)

สืบเนื่องจากในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 22 ได้กล่าวถึงการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ และในมาตรา 65 ยังส่งเสริมให้มีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษา เพื่อให้มีความรู้ความสามารถ และทักษะในการผลิต รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพอีกด้วย (กรมวิชาการ, 2546: 6-15)

สภาพการณ์ปัจจุบันพบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนผลสอบทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐานหรือโอเน็ต (Ordinary National Educational Test, O-NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีค่าสถิติคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ในปี พ.ศ.2555 - 2557 คิดเป็นร้อยละ 33.10, 30.48 และ 32.57 ตามลำดับ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิชาฟิสิกส์โดยมีค่าสถิติคะแนนเฉลี่ยในปี พ.ศ. 2556 - 2558 คิดเป็นร้อยละ 29.84, 28.29 และ 26.27 ตามลำดับ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2558) จะเห็นได้ว่า คะแนนผลสอบโอเน็ต ซึ่งเป็นกรอบสอบขั้นพื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเฉพาะสาระวิชาฟิสิกส์มีผลคะแนนน้อยมากเมื่อเทียบกับ 100 คะแนน และยังลดลงตามลำดับในแต่ละปี

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ที่กล่าวไว้ข้างต้น สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องจัดเนื้อหาสาระกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดของผู้เรียน โดยเฉพาะวิชาฟิสิกส์ที่มีปรากฏการณ์ต่างๆมากมายที่ต้องอาศัยสื่อการสอนเป็นตัวกลางที่จะช่วยอธิบายหลักการต่างๆให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น เพราะการที่ผู้สอนใช้สื่ออย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงทำให้เกิดความคิดรวบยอดที่ขึ้นในเนื้อหาเกิดความรู้อย่างแท้จริง ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนดีขึ้นและการที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติฝึกทำผ่านสื่อ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมองเห็นว่าวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องไม่ยากเกินความเข้าใจ และทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ (สาโรจน์ จ้องสละ, 2554 อ้างถึง พรพรรณรัตน์ อภรณ์พิศาร, 2548) สอดคล้องกับทฤษฎีการรับรู้ประสบการณ์ของเอกคา เดส ซึ่งได้แบ่งลำดับของสื่อที่สนับสนุนการเรียนรู้โดยเรียงลำดับประสบการณ์จากการไปสู่นามธรรม ผู้เรียนจะเกิดประสบการณ์การเรียนรู้มากที่สุดเมื่อได้รับประสบการณ์ตรงลงมือปฏิบัติหรือประสบการณ์จริง เป็นการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนเรียนรู้ จากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริง ซึ่งอาจเป็นของจำลอง หรือสถานการณ์จำลองก็ได้ (Dale, 1954)

ปัจจัยหนึ่งที่จะช่วยในการแก้ปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนต่ำก็คือการส่งเสริมให้มีการจัดการเรียนการสอนผ่านกิจกรรมต่างๆ โดยสถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจะต้องพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ และหลักการทฤษฎีต่างๆ สามารถอธิบายหลักการต่างๆให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น นักเรียนสามารถเข้าใจได้โดยง่ายไม่ซับซ้อน และสามารถศึกษาทบทวนทบทวนพร้อมด้วยตนเองได้ตลอดเวลา การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนระบบสารสนเทศ เช่น หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) สามารถทำเป็นสื่อการเรียนที่ตรงกับเนื้อหาในแต่ละวิชา มีแบบทดสอบถามนักเรียน นักเรียนสามารถทำและรู้คำตอบได้ทันทีเป็นการบริการเทคโนโลยีที่สามารถเข้ามาปฏิรูปการศึกษาไทยได้อย่างกว้างขวางและท้าทาย เป็นการเปิดโอกาสทางการศึกษาสำหรับทุกคนทุกสถานที่ และได้ทุกเวลา เป็นการศึกษาตลอดเวลา เพื่อต้องการให้คนเป็นผู้ใฝ่รู้ใฝ่เรียนเกิดการเรียนรู้ เห็นจริงด้วยตนเอง มีเสรีภาพแห่งการเรียนรู้ (ปิยะวรรณ ประสันตสุข, 2555)

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ นิสากิ แสงพงศานนท์ (2554: บทคัดย่อ) วิจัยการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 82.43/87.36 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และมีความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับระดับมากที่สุด และยังมีงานวิจัยต่างประเทศที่สนับสนุนการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อยู่โดยการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน ดังนี้ Nasser (2012: 52) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษที่มหาวิทยาลัยคิงซูด พบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลการเรียนดีกว่านักศึกษที่เรียนแบบปกติ สอดคล้องกับ Kaona (2007) ได้



ทำการศึกษาผลการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์เนื้อหาเกี่ยวกับการฝึกทักษะด้านกีฬาพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้ศึกษาด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประสบความสำเร็จในการเรียนมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งศึกษาด้วยหนังสือปกติ

จากการศึกษาผลการวิจัยเกี่ยวกับสื่อเพื่อการเรียนการสอน พบว่าการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิตสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพเช่นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สามารถทำให้นักเรียนที่ใช้สื่อมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล
2. เพื่อประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล

วิธีการศึกษา

กระบวนการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 . แสดงขั้นตอนกระบวนการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาฟิสิกส์



1) ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและเนื้อหาการเรียนรู้แกนกลางตามลำดับ โดยเนื้อหาแบ่งออกเป็น 8 หน่วยการเรียนรู้ย่อย ดังนี้ 1) การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล 2) คลื่นผิวหน้า 3) การซ้อนทับของคลื่น 4) การสะท้อน 5) การหักเห 6) การแทรกสอด 7) คลื่นนิ่งและการสั่นพ้องและ 8) การเลี้ยวเบนตามลำดับ

2) ออกแบบองค์ประกอบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยศึกษาวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อยเพื่อกำหนด กรอบและตามด้วยรายละเอียดของเนื้อหา ให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้ง 3 ด้านคือ ความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และจิตวิทยาศาสตร์ สอดแทรกลงในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยองค์ประกอบของสื่อจะนำเสนอทั้งเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ตัวอย่างการคำนวณ และการประเมินลักษณะเป็นแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละหน่วย รายละเอียดดังนี้

2.1) เนื้อหาส่วนใหญ่จะสอดคล้องกับหนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของ สสวท. โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แต่ละหน่วย จะกระตุ้นเร้าให้เกิดความสนใจ เช่น มีภาพเคลื่อนไหว 2 หรือ 3 มิติ เพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นคุณสมบัติต่างๆของคลื่นกล ได้อย่างชัดเจนและเข้าใจง่ายขึ้น นอกจากนี้การตอบสนองการประเมินอย่างรวดเร็วจะทราให้นักเรียนมีความอยากรู้อยากเรียน เกิดการค้นคว้าเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้น

2.2) กิจกรรมการทดลองก็จะมีวิดีโอที่ค้นหาลงในแต่ละเรื่อง เพื่อเป็นตัวอย่างในการทดลองและสามารถแก้ปัญหาอุปสรรคหรือเวลาเรียนไม่เพียงพอ นักเรียนก็จะสามารถหาคำตอบจากความเข้าใจจากวิดีโอที่ค้นได้ด้วยตนเอง ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองจริงมาก

2.3) มีความหลากหลายของตัวอย่างการคำนวณ ซึ่งแสดงการคำนวณเป็นขั้นตอนไว้อย่างละเอียด เข้าใจง่าย นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนได้ด้วยตนเองตลอดเวลา

2.4) มีแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละบท เป็นการประเมินความเข้าใจของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผลที่ได้จากการเรียน จะแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจบทเรียนนั้นๆ หรือไม่ ถ้ายังไม่เข้าใจก็สามารถกลับไปทบทวนด้วยตนเองได้

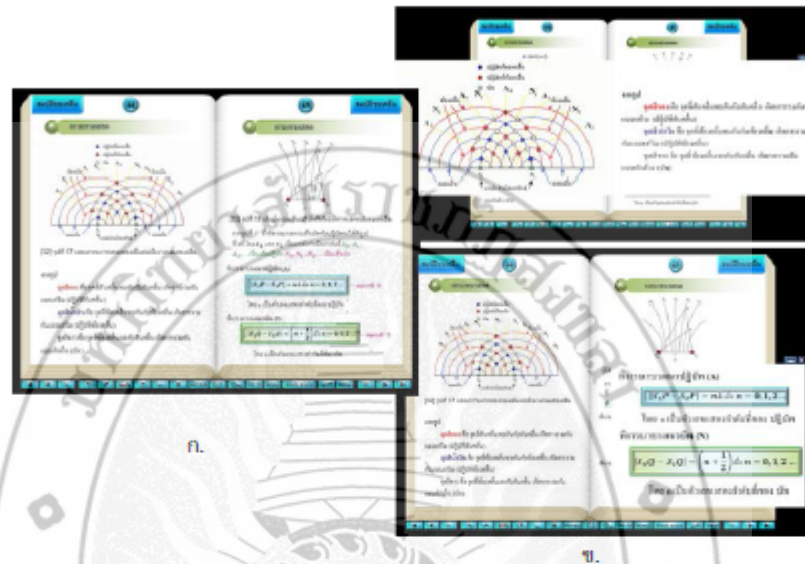
3) พัฒนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล

3.1) ศึกษาวิธีการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป การกำหนดค่าคุณสมบัติต่างๆให้กับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การแทรกไฟล์รูปภาพ การแทรกไฟล์มีเดีย

3.2) ศึกษาการใช้คำสั่ง Popup ขยายตัวหนังสือหรือรูปภาพ ให้แสดงผลขยายได้ออกมาจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ และสามารถปิดหน้าต่าง Popup ได้เมื่ออ่านเสร็จ โดยแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2 (ภาพ ก. คือภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ยังไม่ได้ใช้คำสั่ง Popup และภาพ ข. คือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ดับเบิลคลิกบนส่วนที่จะขยาย คำสั่ง Popup ก็จะทำการขยายภาพหรือตัวหนังสือให้ทันที และสามารถปิดหน้าต่างที่ขยายได้ด้วยคำสั่ง ภาพข X ที่หัวมุมขวาของภาพนั้น)



การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา “อภิวินัยการเรียนรู้: ทนทางสู่การเปลี่ยนแปลง”
วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมทรราช เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



ภาพที่ 2 . แสดงตัวอย่างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้คำสั่ง Popup ในการขยายตัวหนังสือหรือรูปภาพ

3.3) ศึกษาขอบเขตความสามารถในการแทรกสื่อการเรียนการสอนรูปแบบต่างๆ เช่น ข้อจำกัดของประเภทไฟล์นามสกุลไฟล์ เช่น ไฟล์รูปภาพต้องนามสกุล .bmp /jpg .gif เท่านั้นและรูปแบบตัวอักษรที่มีขีดจำกัดเพียงไม่กี่แบบและไม่สามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ได้ เป็นต้น แต่เราสามารถแก้ปัญหาข้อจำกัดดังกล่าวได้ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมเสริมต่างๆ เช่น โปรแกรม PhotoScape ในการปรับขนาดแต่งไฟล์ภาพและเปลี่ยนนามสกุลไฟล์, ใช้โปรแกรมตัดต่อวีดิทัศน์ในการตัดต่อไฟล์และเปลี่ยนนามสกุลไฟล์วีดิทัศน์, หรือการใช้โปรแกรม Powerpoint ช่วยในส่วนของการปรับรูปแบบตัวอักษรให้มีความหลากหลายมากขึ้นรวมถึงการเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ต่างๆด้วย ซึ่งผู้วิจัยจะใช้วิธีเขียนข้อความลงโปรแกรม Powerpoint แล้วบันทึกเป็นไฟล์รูปภาพหลังจากนั้นจึงนำมาแทรกในโปรแกรมสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อีกต่อหนึ่ง

3.4) ค้นหาข้อมูลสื่อมีเดียต่างๆ โดยเฉพาะภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้เนื้อหาเข้าใจง่ายมีความเป็นรูปธรรมมากขึ้น จากสื่อออนไลน์ เช่น www.youtube.com, www.google.com, หรือเว็บไซต์ในสังกัดของ สสวท. เป็นต้น

3.5) เขียนรายการ ที่จะแทรกสื่อมีเดียทั้งภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียงและวีดิโอต่างๆลงในแต่ละเนื้อหาย่อย



การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา “อภิวินัยการเรียนรู้ : หนทางสู่การเปลี่ยนแปลง”
วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมहरรรษา เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

3.6) สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามที่ได้ออกแบบไว้ในข้อ 2) โดยแสดงตัวอย่างบางส่วนดังภาพที่ 3 หรือสามารถแจ้งขอไฟล์หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นได้ที่อีเมลของผู้วิจัย E-mail: mse_p@hotmail.com



ภาพที่ 3 . แสดงตัวอย่างบางส่วนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น

3.7) สร้างแบบทดสอบท้ายบทเรียน ในแต่ละหน่วยย่อย เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกและสร้างลิงค์ส่งคำตอบ แล้วหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะแสดงผลคะแนนและเฉลยคำตอบที่ถูกต้องให้ โดยแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 4 (ก. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องข้อ ข. คลิกลิงค์คำตอบที่ป้อนสีส้มเมฆขาวล่าง ค.หนังสือแสดงผลคะแนนและเฉลยคำตอบให้ทันที)



การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา “อภิวินิจฉัยการเรียนรู้: ทนทางสู่การเปลี่ยนแปลง”
วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมहरรรษา เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

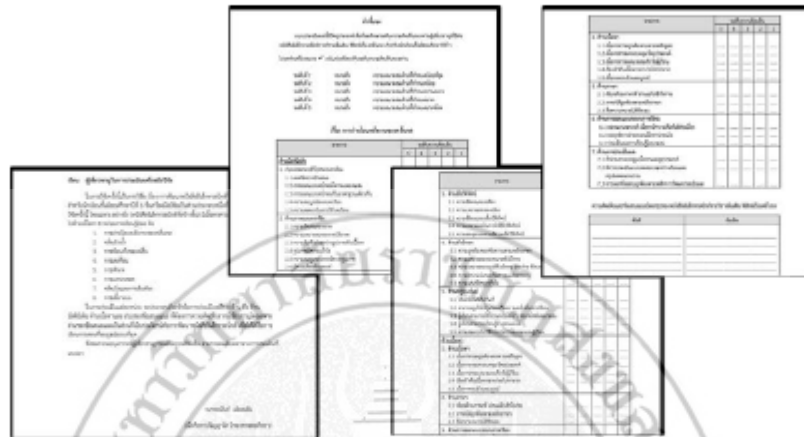


ภาพที่ 4 . แสดงตัวอย่างแบบทดสอบท้ายบทเรียน ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้พัฒนาขึ้น

- 3.8) นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา และภาษาที่ใช้
- 3.9) ปรับปรุงแก้ไขหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- 3.10) ทำการบีบอัดไฟล์เพื่อเผยแพร่ผลงาน โดยผลงานเป็นได้ทั้งสื่อ Offline ในรูปแบบ .exe สื่อออนไลน์ .html ร่วมกับ ไฟล์นามสกุลเฉพาะของโปรแกรมสำเร็จรูป สื่อที่ได้มีขนาดเล็กเหมาะสำหรับการนำเสนอผ่านเว็บไซต์ แต่การเรียกดูจำเป็นต้องติดตั้ง โปรแกรมอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ก่อนจึงจะแสดงผลได้ และ Screen Saver (.scr) สำหรับการรักษาอายุของภาพคอมพิวเตอร์ด้วย
- 3.11) สร้างแบบประเมินคุณภาพ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2533: 131) ประกอบไปด้วย 2 ด้าน ได้แก่ ด้าน มัลติมีเดีย และด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 5



การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา “อภิวินิจฉัยการเรียนรู้ : ทนทางสู่การเปลี่ยนแปลง”
วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมทรราช เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



ภาพที่ 5 . แสดงตัวอย่างแบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้พัฒนาขึ้น

4) ประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกลที่พัฒนาขึ้น โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านประเมินคุณภาพ เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ผลการศึกษา

1) ผลการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ทำให้ได้สื่อการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่อง คลื่นกล ที่สามารถบีบอัดไฟล์ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว สื่อมัลติมีเดียต่างๆ อยู่ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จำนวน 95 หน้า ที่มีขนาดไฟล์เล็กเพียง 190 Mb ได้ ซึ่งสะดวกในการนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงและนักเรียนสามารถบันทึกไฟล์กลับไปทบทวนบทเรียนที่ใดก็ได้อีกด้วย จุดเด่นอีกประการหนึ่งคือมีลักษณะไม่ตายตัว สามารถแก้ไขปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังสามารถ เชื่อมโยงไปสู่ข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้โดยใช้ความสามารถของไฮเปอร์เท็กซ์

2) ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล แบ่งเป็นหน่วยย่อย 8 หัวข้อ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิชาฟิสิกส์ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพ ประกอบไปด้วย 2 ด้าน ได้แก่ ด้านมัลติมีเดีย และด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ, 2533: 131) มีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1-8

ตารางที่ 1 : ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ(คนที)			ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.
	1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย					
1.ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน	5.00	5.00	4.20	4.73	0.46
2. ด้านภาพและกราฟิก	5.00	5.00	4.17	4.72	0.48
3. ด้านสื่อวีดิทัศน์	4.60	5.00	4.20	4.60	0.58
4. ด้านตัวอักษร	4.80	4.80	4.00	4.53	0.46
5.ด้านปฏิสัมพันธ์	5.00	5.00	4.60	4.87	0.23



การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา “อภิวินัยการเรียนรู้ : ทนทางสู่การเปลี่ยนแปลง”
วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมพรราชา เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ด้านเนื้อหา					
1. ด้านเนื้อหา	5.00	5.00	4.40	4.80	0.35
2. ด้านภาษา	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
3. ด้านการออกแบบระบบการเรียน	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
4. ด้านการประเมินผล	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
เฉลี่ยรวม				4.70	0.48

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง คลื่นกล หน่วยที่ 1 การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ทุกด้านอยู่ในช่วง 4.50-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก โดยเฉพาะในส่วนของปฏิสัมพันธ์ และด้านเนื้อหาที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด และจากผลของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแสดงให้เห็นว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไปในทิศทางเดียวกัน คือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีจุดเด่นในส่วนของ การให้ผลย้อนกลับทันที สามารถจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรมได้ง่าย ขนาดไฟล์เหมาะสม ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้และมีความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน-เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมวัตถุประสงค์เหมาะสมกับวัยผู้เรียนเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก และเนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์ ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะในส่วน ของ ขนาดหนังสือบางส่วนเล็กและไฟล์เสียงไม่ชัดเจนบางช่วง

ตารางที่ 2 : ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง คลื่นกล หน่วยที่ 2 คลื่นผิวน้ำ

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			ค่าเฉลี่ย \bar{X}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.
	1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย					
1. ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน	5.00	5.00	4.20	4.73	0.46
2. ด้านภาพและกราฟิก	5.00	5.00	4.17	4.72	0.48
3. ด้านสื่อวีดิทัศน์	4.60	5.00	4.20	4.73	0.46
4. ด้านตัวอักษร	4.80	4.80	4.00	4.53	0.46
5. ด้านปฏิสัมพันธ์	5.00	5.00	4.40	4.80	0.35
ด้านเนื้อหา					
1. ด้านเนื้อหา	5.00	5.00	4.20	4.73	0.46
2. ด้านภาษา	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
3. ด้านการออกแบบระบบการเรียน	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
4. ด้านการประเมินผล	5.00	5.00	4.33	4.78	0.38
เฉลี่ยรวม				4.71	0.47

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง คลื่นกล หน่วยที่ 2 คลื่นผิวน้ำ โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ทุกด้านอยู่ในช่วง 4.50-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก โดยเฉพาะในส่วนของปฏิสัมพันธ์และด้านการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยสูงสุดและผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีจุดเด่นในส่วนของ ปฏิสัมพันธ์เหมือนหน่วยที่ 1 และมีความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน คำถามครอบคลุมเนื้อหา



การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา “อภิวินิจฉัยการเรียนรู้ : ทนทางสู่การเปลี่ยนแปลง”
วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมพรราชา เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

และจุดประสงค์มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวมการออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผล ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะว่า ควรจะเพิ่มวิธีที่ค้นที่เราความสนใจมากกว่านี้ และควรเพิ่มขั้นตอนการทดลอง

ตารางที่ 3 : ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจาก ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.
	1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย					
1.ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
2. ด้านภาพและกราฟิก	4.83	5.00	4.17	4.67	0.58
3. ด้านสื่อวีดิทัศน์	4.20	4.80	4.20	4.40	0.69
4. ด้านตัวอักษร	4.80	4.80	4.00	4.53	0.46
5.ด้านปฏิสัมพันธ์	5.00	5.00	4.60	4.87	0.23
ด้านเนื้อหา					
1. ด้านเนื้อหา	5.00	5.00	4.20	4.73	0.46
2. ด้านภาษา	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
3. ด้านการออกแบบระบบการเรียน	5.00	5.00	4.33	4.78	0.38
4. ด้านการประเมินผล	5.00	5.00	4.33	4.78	0.38
เฉลี่ยรวม				4.68	0.48

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 3 การซ้อนทับของคลื่น โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 4.50-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก เหมือนหน่วยการเรียนที่ 1 และ 2 แต่มีในส่วนของสื่อวีดิทัศน์ที่มีค่าเฉลี่ย (\bar{x}) อยู่ในช่วง 3.50-4.49 หมายถึงอยู่ในระดับใช้ได้ดี ที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าควรใส่ไฟล์เสียงประกอบสื่อวีดิทัศน์เพื่อให้เข้าใจง่ายมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยจะปรับแก้ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อไป

ตารางที่ 4 : ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 4 การสะท้อน

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจาก ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			ค่าเฉลี่ย \bar{x}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.
	1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย					
1.ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
2. ด้านภาพและกราฟิก	5.00	5.00	4.17	4.72	0.48
3. ด้านสื่อวีดิทัศน์	4.80	4.80	4.20	4.60	0.46
4. ด้านตัวอักษร	5.00	4.80	4.00	4.60	0.58
5.ด้านปฏิสัมพันธ์	5.00	5.00	4.60	4.87	0.23
ด้านเนื้อหา					
1. ด้านเนื้อหา	5.00	5.00	4.20	4.73	0.46
2. ด้านภาษา	4.67	5.00	4.00	4.56	0.58
3. ด้านการออกแบบระบบการเรียน	5.00	5.00	4.33	4.78	0.38
4. ด้านการประเมินผล	5.00	5.00	4.33	4.78	0.38
เฉลี่ยรวม				4.70	0.46



การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา “อภิวินัยการเรียนรู้ : หนทางสู่การเปลี่ยนแปลง”
วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมทรราช เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 4 การสะท้อน โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 4.50-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก โดยเฉพาะด้านปฏิสัมพันธ์ ด้านการออกแบบระบบการเรียนดี เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาที่น่าสนใจ ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม และผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นไปในทางเดียวกัน

ตารางที่ 5 : ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 5 การหักเห

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจาก ผู้เชี่ยวชาญ(คน/ที่)			ค่าเฉลี่ย \bar{X}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.
	1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย					
1.ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน	5.00	5.00	4.20	4.73	0.46
2. ด้านภาพและกราฟิก	5.00	5.00	4.67	4.89	0.19
3. ด้านสื่อวีดิทัศน์	4.80	5.00	4.00	4.60	0.58
4. ด้านตัวอักษร	4.80	4.80	4.00	4.53	0.46
5.ด้านปฏิสัมพันธ์	5.00	5.00	4.60	4.87	0.23
ด้านเนื้อหา					
1. ด้านเนื้อหา	5.00	5.00	4.40	4.80	0.35
2. ด้านภาษา	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
3. ด้านการออกแบบระบบบทเรียน	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
4. ด้านการประเมินผล	5.00	5.00	4.67	4.89	0.19
เฉลี่ยรวม				4.74	0.40

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 5 การหักเห โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 4.50-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก โดยเฉพาะในส่วนของภาพ กราฟิกและการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยสูงสุดและผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือความชัดเจนของภาพดี มีความเหมาะสมของการใช้ภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปภาพกับเนื้อหาดี รูปภาพมีความเข้าใจความสอดคล้องของการจัดวางรูปภาพดีและมีความคิดสร้างสรรค์ และผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่ามีความสะดวกในวิธีการรายงานผลคะแนนผู้เรียน คำถามครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์มีการประเมินแบบทดสอบระหว่างเรียนและสรุปผลคะแนนรวมการออกข้อสอบถูกต้องตามหลักการวัดผลประเมินผลอีกด้วย

ตารางที่ 6 : ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 6 การแทรกสอด

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจาก ผู้เชี่ยวชาญ(คน/ที่)			ค่าเฉลี่ย \bar{X}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.
	1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย					
1.ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
2. ด้านภาพและกราฟิก	5.00	5.00	4.17	4.72	0.48
3. ด้านสื่อวีดิทัศน์	5.00	5.00	4.20	4.73	0.46
4. ด้านตัวอักษร	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
5.ด้านปฏิสัมพันธ์	5.00	5.00	4.60	4.87	0.23



การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ.วิจัยทางการศึกษา “อภิวินัยการเรียนรู้ : ทนทางสู่การเปลี่ยนแปลง”
วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2558 ณ โรงแรมทรราช เจบี อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ด้านเนื้อหา					
1. ด้านเนื้อหา	5.00	5.00	4.40	4.80	0.35
2. ด้านภาษา	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
3. ด้านการออกแบบระบบการเรียน	5.00	5.00	4.33	4.78	0.38
4. ด้านการประเมินผล	5.00	5.00	4.33	4.78	0.38
เฉลี่ยรวม				4.74	0.45

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 6 การแทรกสอด โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 4.50-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก โดยเฉพาะในด้านปฏิสัมพันธ์และด้านเนื้อหา และการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยสูงสุดและผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เนื้อหาสาระถูกต้องตรงตามหลักสูตร ครอบคลุมวัตถุประสงค์ เหมาะสมกับวัยผู้เรียน เรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายากและเนื้อหามีความครบถ้วนสมบูรณ์

ตารางที่ 7 : ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 7 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			ค่าเฉลี่ย \bar{X}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.
	1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย					
1.ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน	5.00	5.00	4.20	4.73	0.46
2. ด้านภาพและกราฟิก	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
3. ด้านสื่อวีดิทัศน์	5.00	5.00	4.20	4.73	0.46
4. ด้านตัวอักษร	4.80	5.00	4.00	4.60	0.58
5.บทปฏิสัมพันธ์	5.00	5.00	4.40	4.80	0.35

ตารางที่ 7 : ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 7 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจากผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			ค่าเฉลี่ย \bar{X}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.
	1	2	3		
ด้านเนื้อหา					
1. ด้านเนื้อหา	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
2. ด้านภาษา	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
3. ด้านการออกแบบระบบการเรียน	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
4. ด้านการประเมินผล	5.00	5.00	4.33	4.78	0.38
เฉลี่ยรวม				4.70	0.50

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 7 คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 4.50-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก โดยเฉพาะในด้านปฏิสัมพันธ์ ด้านการประเมินผล ด้านสื่อวีดิทัศน์และด้านส่วนประกอบทั่วไป เทคนิคการนำเสนอ การออกแบบหน้าจอดีความเหมาะสม การออกแบบหน้าจอเป็นมาตรฐานเดียวกัน ความสมบูรณ์ของบทเรียน ความสะดวกในการใช้บทเรียนอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะว่าควรเพิ่มจุดประสงค์ด้านทักษะการคำนวณ เพื่อให้สอดคล้องเนื้อหาและแบบทดสอบ



ตารางที่ 8 : ผลการประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 8 การเลี้ยวเบน

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจาก ผู้เชี่ยวชาญ(คนที่)			ค่าเฉลี่ย \bar{X}	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.
	1	2	3		
ด้านมัลติมีเดีย					
1. ส่วนประกอบทั่วไปของบทเรียน	5.00	5.00	4.60	4.87	0.23
2. ด้านภาพและกราฟิก	5.00	5.00	4.50	4.83	0.29
3. ด้านสื่อวีดิทัศน์	4.80	4.80	4.00	4.53	0.46
4. ด้านตัวอักษร	4.80	5.00	4.00	4.60	0.58
5. ด้านปฏิสัมพันธ์	5.00	5.00	4.40	4.80	0.35
ด้านเนื้อหา					
1. ด้านเนื้อหา	4.80	4.80	4.20	4.60	0.35
2. ด้านภาษา	5.00	5.00	4.00	4.67	0.58
3. ด้านการออกแบบระบบการเรียน	5.00	5.00	4.67	4.89	0.19
4. ด้านการประเมินผล	5.00	5.00	4.33	4.78	0.38
เฉลี่ยรวม				4.73	0.38

จากตารางที่ 8 ผลการประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล หน่วยที่ 8 การเลี้ยวเบน โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 4.50-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก โดยเฉพาะในด้านการออกแบบระบบการเรียน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดและความเห็นของผู้เชี่ยวชาญไปในทิศทางเดียวกัน คือ ออกแบบระบบดี เนื้อหาที่มีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง กลยุทธ์การถ่ายทอดเนื้อหาน่าสนใจ ประเมินผลการเรียนรู้เหมาะสม ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะว่า ควรเพิ่มการบรรยายได้ภาพ และวีดิทัศน์แสดงปรากฏการณ์ยังไม่ชัดเจนถ้าปรับแก้จะทำให้สื่อมีคุณภาพมาก

สรุปได้ว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับครูเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกลที่พัฒนาขึ้น เมื่อผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมทั้งเล่มทุกบทเรียนคือ (\bar{X} = 4.71, S.D. = 0.45) อยู่ในระดับใช้ได้ดีมาก สามารถนำไปใช้ประกอบการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อได้สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ เมื่อนำไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล ก็จะมีผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นได้ ซึ่งจะมีการหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ยังไม่ได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับผู้เรียน ในชั้นเรียน ดังนั้นในการวิจัยต่อเมื่อครั้งต่อไปจะเป็นการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวไปทดสอบประสิทธิภาพกับกลุ่มผู้เรียน โดยเริ่มจากนำไปทดสอบใช้กับนักเรียนรายบุคคล (1:1) จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 1 คน เพื่อตรวจสอบด้านภาษา การควบคุมเวลาของการเรียน และความเข้าใจในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น แล้วปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง หลังจากนั้นนำมาทดสอบใช้กับนักเรียนกลุ่มย่อย (3:3) จำนวน 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียน เก่ง ปานกลาง อ่อน อย่างละ 3 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น ให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 แล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างพร้อมหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอนในการวิจัยต่อไป



ข้อเสนอแนะ

- 1) การวิจัยในครั้งนี้เป็นขั้นตอนในการหาความเหมาะสมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกลที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นเพื่อให้ได้ความเหมาะสมและคุณภาพที่ดีเท่านั้น ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรมุ่งหาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกลที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ไปทดสอบหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในโอกาสต่อไป
- 2) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้กับครูเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล เพื่อแก้ปัญหาโรงเรียนที่ไม่มีอุปกรณ์ หรือนักเรียนมีเวลาเรียนไม่พอ อันเนื่องมาจากเหตุผลความไม่สงบในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ เพราะนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
- 3) เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมเรียนรู้วิชาฟิสิกส์หรือวิชาอื่นๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์อักษรไทย.
- คณะกรรมการดำเนินงานโครงการหนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนในฝัน (2548). เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาและการสื่อสาร ICT / คณะกรรมการดำเนินงานโครงการหนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนในฝัน. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). เทคนิคการออกแบบและการพัฒนา. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- นิศารณ แสงพงสานนท์. (2554). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. คุรุศาสตร์มหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน. มหาวิทยาลัยราชภัฏ-สกลนคร.
- ปิยะวรรณ ปารสันติสุข. (2555). ปฏิรูปการเรียนรู้ด้วยระบบเทคโนโลยี. (Online). http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=29763&Key=news_research, 10 ตุลาคม 2555
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2558). ผลการวิเคราะห์คะแนนสอบ O-NET ม.6 ระดับประเทศ. (Online). <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Notice/FrBasicStat.aspx>, 16 เมษายน 2558.
- สาโรจน์ จ้องสละ. (2554). “การใช้ชุดทดสอบที่ทันสมัยเพื่อเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนเรื่องเลนส์ และทัศนอุปกรณ์. วารสารอิเล็กทรอนิกส์ (Veridian E-Journal) มหาวิทยาลัยศิลปากร. พฤษภาคม – สิงหาคม, 410.
- Dale, Edgar. (1954). *Audio-Visual Method in Teaching*. New York: The Dryden Press.
- Katona G. (2007). The use of digital materials for instruction n sport topics at the University of West Hungary. *International Journal of Education and Development*. (Online) <http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=275&layout=html>, 9 May 2010.
- Nasser Saleh Al-Mansour.(2012). The effect of computer-assisted instruction on Saudi University students’ learning of English. *Journal of King Saud University – Languages and Translation*. 24 (October), 51-56.