

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์
เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียน
ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9

นางสาวจุฑามาส คงกะพัน



การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2560

**Development of an Electronic Book in the Physics Fundamental Science Course
on the Topic of Field of Force for Mathayom Suksa IV Students in Schools
under the Secondary Education Service Area Office 9**

Miss Jutamas Khongkaphan

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Educational Technology and Communications

School of Educational Studies

Sukhothai Thammathirat Open University

2017

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
ฟิสิกส์ เรื่อง สนามของแรงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9

ชื่อและนามสกุล นางสาวจุฑามาส คงกะพัน

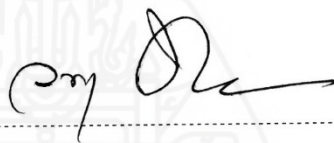
แขนงวิชา เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ทวีกุลทรัพย์

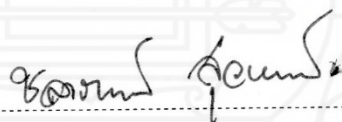
การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2561

คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าอิสระ



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ทวีกุลทรัพย์)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชลากรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์)



(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีวัฒน์ วัฒนกุลเจริญ)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ชื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9

ผู้ศึกษา นางสาวจุฑามาส คงกะพัน รหัสนักศึกษา 2592700435 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา) **อาจารย์ที่ปรึกษา** รองศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ทวีกุลทรัพย์

ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 คนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนอุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ (1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 การทดสอบค่าที ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง มีประสิทธิภาพ 80.47/82.38 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ สนามของแรง มัธยมศึกษา

Independent Study title: Development of an Electronic Book in the Physics Fundamental Science Course on the Topic of Field of Force for Mathayom Suksa IV Students in Schools under the Secondary Education Service Area Office 9

Author: Miss Jutamas Khongkaphan; **ID:** 2592700435;

Degree: Master of Education (Educational Technology and Communications);

Independent Study advisor: Dr. Wasana Taweekulasap, Associate Professor;

Academic year: 2017

Abstract

The objectives of this research were (1) to develop an electronic book in the Physics Fundamental Science Course on the topic of Field of Force for Mathayom Suksa IV students in schools under the Secondary Education Service Area Office 9 based on the pre-determined efficiency criterion; (2) to study the learning progress of students who learned from the electronic book on the topic of Field of Force; and (3) to study the satisfaction of students who learned from the electronic book on the topic of Field of Force.

The research sample consisted of 30 Mathayom Suksa IV students of U Thong School, Suphan Buri province, under the Secondary Education Service Area Office 2 during the second semester of the 2017 academic year, obtained by multi-stage sampling. The employed research instruments were (1) an electronic book in the Physics Fundamental Science Course on the topic of Field of Force; (2) two parallel forms of a learning achievement test for pre-testing and post-testing; and (3) a questionnaire on satisfaction of the students with the electronic book. Statistics employed for data analysis were the E_1/E_2 efficiency index, mean, standard deviation, and t-test.

Research findings showed that (1) the developed electronic book in the Physics Fundamental Science Course on the topic of Field of Force was efficient at 80.47/82.38, thus meeting the pre-determined 80/80 efficiency criterion; (2) the students who learned from the electronic book achieved learning progress significantly at the .05 level; and (3) the students were satisfied with the electronic book at the high level.

Keywords: Electronic book, Physics Fundamental Science Course, Mathayom Suksa

กิตติกรรมประกาศ

การทำการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วาสนา ทวีกุลทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาค้นคว้าอิสระ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ คำปรึกษา คำแนะนำในการศึกษาวิจัยตั้งเริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ตลอดมา รวมทั้งขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชลากรณ์ สุวรรณสัมฤทธิ์ กรรมการสอบที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ให้การปรับปรุง เครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ภูศิริ ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา รองศาสตราจารย์ นवलเสนห์ วงศ์เชิดธรรม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล อาจารย์ ดร. ไพรยา เดชาธรรพล ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการพิบูล เจริญวิวัฒน์ ผู้อำนวยการโรงเรียนอุ้มทอง ที่ให้ความสะดวกในการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ รวมถึง นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่ง ขอขอบคุณนางสาวอุษาภัสสร เรือนทองดีที่ให้ คำแนะนำการจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ ขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่ทำให้กำลังใจ ในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษามาโดยตลอด

ประโยชน์ที่ได้รับในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอน้อมระลึกถึงพระคุณบิดามารดา ผู้ซึ่งเป็น พรหมของบุตร ให้ทุนทรัพย์ และกำลังใจในการศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาที่สละเวลา ประสิทธิ์ ประสาทวิชาความรู้ ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ทำให้ผู้วิจัยมีกำลังใจ พยายามที่จะฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ จนสำเร็จการศึกษา

จุฑามาส คงกะพัน

กุมภาพันธ์ 2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	6
สมมติฐานการวิจัย	6
ขอบเขตการวิจัย	7
นิยามศัพท์	7
ประโยชน์ที่ได้รับ	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	10
หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	10
การเรียนการสอนรายบุคคล	23
การเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์	26
การทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	48
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	48
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50
การเก็บรวบรวมข้อมูล	59
การวิเคราะห์ข้อมูล	61
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	65
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง	65

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง	68
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์	68
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	73
ภาคที่ 1 คู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	74
ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	83
ภาคที่ 3 รายละเอียดของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	90
ภาคที่ 4 แบบฝึกปฏิบัติ	108
บทที่ 6 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	149
สรุปการวิจัย	149
อภิปรายผล	152
ข้อเสนอแนะ	154
บรรณานุกรม	156
ภาคผนวก	160
ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	161
ข แบบประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	163
ค ตารางวิเคราะห์ห้วงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	170
ง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	172
จ คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน คะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบ หลังเรียนในการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม	180
ฉ การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง	185
ช คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	188
ซ แบบสัมภาษณ์แบบเดี่ยว และแบบกลุ่มและแบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	191
ประวัติผู้ศึกษา	196

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1	ระดับผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 49
ตารางที่ 3.2	ระดับผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 แบบเดี่ยว 49
ตารางที่ 3.3	ระดับผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 แบบกลุ่ม 50
ตารางที่ 3.4	ระดับผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 แบบภาคสนาม 50
ตารางที่ 3.5	หัวข้อที่ศึกษาและแหล่งที่ศึกษาคำรา เอกสาร และงานวิจัย 51
ตารางที่ 3.6	วิเคราะห์เนื้อหาวิทยานิพนธ์พื้นฐานฟิสิกส์ เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ภาค การศึกษา 52
ตารางที่ 3.7	จำนวนแนวคิดระดับนำไปใช้ของหน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง 53
ตารางที่ 3.8	จำนวนวัตถุประสงค์นำไปใช้ของหน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง 53
ตารางที่ 3.9	การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง 56
ตารางที่ 3.10	กำหนดวันและเวลาการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม 60
ตารางที่ 3.11	ขั้นตอนการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และการรวบรวมข้อมูล 60
ตารางที่ 4.1	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนาม ของแรง ในการทดสอบแบบเดี่ยว 66
ตารางที่ 4.2	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนาม ของแรง ในการทดสอบแบบกลุ่ม 66
ตารางที่ 4.3	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนาม ของแรง ในการทดสอบแบบกลุ่ม 67
ตารางที่ 4.4	ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรงในการทดสอบประสิทธิภาพ แบบภาคสนาม 68
ตารางที่ 4.5	ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนาม ของแรงต่อคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการทดสอบประสิทธิภาพ แบบภาคสนาม 69

ญ

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ต่อผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม	71



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 5.1	แผนผังการจัดชั้นเรียนในการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 82
ภาพที่ 5.2	หน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 91
ภาพที่ 5.3	คำนำ 92
ภาพที่ 5.4	สารบัญ 92
ภาพที่ 5.5	วิธีการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 93
ภาพที่ 5.6	แผนผังแนวคิด 93
ภาพที่ 5.7	หน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 91
ภาพที่ 5.8	แผนการสอนประจำหน่วย 94
ภาพที่ 5.9	แผนการสอนประจำหน่วย(ต่อ) 94
ภาพที่ 5.10	แผนการสอนประจำหน่วย(ต่อ) 95
ภาพที่ 5.11	ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก 95
ภาพที่ 5.12	เนื้อหาสาระแม่เหล็กและคุณสมบัติของแม่เหล็ก 96
ภาพที่ 5.13	กิจกรรมระหว่างเรียนตรวจสอบสนามแม่เหล็ก 97
ภาพที่ 5.14	เนื้อหาสาระการตรวจสอบสนามแม่เหล็ก 97
ภาพที่ 5.15	เนื้อหาสาระลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก 98
ภาพที่ 5.16	เนื้อหาสาระผลของสนามแม่เหล็ก 98
ภาพที่ 5.17	เนื้อหาสาระผลของสนามแม่เหล็กต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า 99
ภาพที่ 5.18	เนื้อหาสาระผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน 99
ภาพที่ 5.19	เนื้อหาสาระการเหนี่ยวนำไฟฟ้า 100
ภาพที่ 5.20	ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า 100
ภาพที่ 5.21	เนื้อหาสาระสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุ 101
ภาพที่ 5.22	เนื้อหาสาระความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า 101
ภาพที่ 5.23	เนื้อหาสาระการตรวจสอบสนามไฟฟ้า 102
ภาพที่ 5.24	กิจกรรมระหว่างเรียนการตรวจสอบสนามไฟฟ้า 93
ภาพที่ 5.25	เนื้อหาสาระผลของสนามไฟฟ้าต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า 103
ภาพที่ 5.26	เนื้อหาสาระการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้า 103
ภาพที่ 5.27	ตอนที่ 2.3 สนามโน้มถ่วง 104

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 5.28 เนื้อหาสาระลักษณะของสนามโน้มถ่วงของโลก.....	104
ภาพที่ 5.29 เนื้อหาสาระผลของสนามโน้มถ่วงต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ.....	105
ภาพที่ 5.30 เนื้อหาสาระการตกแบบเสรีของวัตถุ.....	105
ภาพที่ 5.31 เนื้อหาสาระมวลและน้ำหนักของวัตถุ.....	106
ภาพที่ 5.32 อ่างอิง.....	106
ภาพที่ 5.33 ข้อมูลผู้ผลิต.....	107
ภาพที่ 5.34 ปกหลัง.....	107



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่เน้นมุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลเมืองโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษ ต่อการประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ จึงกำหนดให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแนวทางที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง และปฏิบัติจริงในทุกๆกลุ่มสาระการเรียนรู้ทุกระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4)

กระทรวงศึกษาธิการได้เล็งเห็นความสำคัญของการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการยกระดับคุณภาพการศึกษา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน โดยปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการได้มีแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, <http://www.1579.moe.go.th> , สืบค้น 25 ตุลาคม 2561)

1. การจัดการระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เพื่อการเรียนการสอนของสถานศึกษา ทั้งคอมพิวเตอร์ประจำห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์ประจำห้องเรียน ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ และคอมพิวเตอร์พกพา จัดตั้งศูนย์ข้อมูล Data center และสถานีโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมเพื่อการศึกษาสำหรับใช้ในการเรียนการสอน

2. การพัฒนาโครงข่ายโทรคมนาคมเพื่อการศึกษาขั้นพื้นฐาน การบูรณาการโครงข่าย MOENet และ NEdNet ให้เป็นโครงข่ายเดียว โดยใช้ชื่อว่า OBEC-NET สำหรับใช้เป็นโครงข่ายเพื่อการศึกษาและการวิจัย โดยเชื่อมต่อโรงเรียนต่างๆ ไว้กับศูนย์ข้อมูลของ สพฐ. OBEC Data center เพื่อให้ง่ายต่อการดูแลและบริหารจัดการ

3. การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Digital contents) ในรูปแบบสื่อออนไลน์ผ่านเว็บไซต์ e-book หรือApplications ต่าง ๆ

จากแนวทางการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดการศึกษา โดยมีแนวทางในการจัดการ โครงสร้างพื้นฐาน จัดสภาพแวดล้อม และพัฒนาสื่อการเรียนรู้ อิเล็กทรอนิกส์ให้กับสถานศึกษา

1.1 สภาพที่พึงประสงค์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่งที่กำหนดไว้ในสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่เน้นการจัดการศึกษาโดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ตามระดับพัฒนาการของนักเรียนเป็น 3 ระดับ คือ ระดับประถมศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย และสาระการเรียนรู้ที่เป็นสาระหลักสำหรับนักเรียนทุกคน เพื่อให้ นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ไขปัญหาที่หลากหลายให้นักเรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 4)

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เป็นวิชาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในสาขาวิทยาศาสตร์ชั้นสูงต่อไป สภาพที่พึงประสงค์ในการเรียนการสอน มีดังนี้

1.1.1 วิธีการสอน วิธีการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เน้นกระบวนการที่นักเรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ปฐมภูมิและทุติยภูมิ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การศึกษาจากแหล่งการเรียนรู้ในท้องถิ่น โดยคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมต่างถิ่นที่นักเรียนได้รับรู้มาแล้ว ก่อนเข้าสู่ห้องเรียน การเรียนรู้ของนักเรียนจะเกิดขึ้นระหว่างที่นักเรียนมีส่วนร่วมโดยตรงในการทำกิจกรรมการเรียนเหล่านั้น จึงจะมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง และคาดหวังว่ากระบวนการดังกล่าว ทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น. 8)

1.1.2 สื่อการสอน วิไลวรรณ แสนพาน (2553, น. 271) กล่าวว่า สื่อการสอนเป็นเครื่องมือของการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก เพิ่มพูนทักษะและประสบการณ์ สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน กระตุ้นให้

เกิดการพัฒนาศักยภาพทางการคิดได้แก่ การคิดไตร่ตรอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมี
 วิจารณญาณ ตลอดจนสร้างเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมให้แก่นักเรียน

สื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อการสอนประเภทหนึ่งที่ได้เข้ามามีบทบาทต่อการเรียน
 การสอนเป็นอย่างมากเพราะนักเรียนสามารถเรียนได้ทุกเวลา ไม่มีข้อจำกัดด้านสถานที่โดยนักเรียน
 ยังคงมีความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์กับครูผู้สอน หรือเพื่อนคนอื่นๆ ได้ตลอดเวลา เนื่องจาก
 สื่ออิเล็กทรอนิกส์เป็นสื่อที่ต้องใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต โดยเรียนผ่านคอมพิวเตอร์และบทเรียน
 ในลักษณะของสื่อประสม หรือมัลติมีเดีย (นิคม ทาแดง และคันสนีย์ สังสรรค์อนันต์, 2557, น. 8)
 การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้มากขึ้น ใน
 ขณะเดียวกันก็สามารถประหยัดเวลาได้มากโดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลามาสอนซ้ำแล้วซ้ำอีกจึง
 ช่วยลดภาระของครูได้

1.2 สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

การจัดการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ นักเรียนระดับชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 โดยส่วน
 ใหญ่เน้นให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากประสบการณ์ในการสอนรายวิชา
 วิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ครูผู้สอนพบว่า มีสภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบันในแต่ละด้าน ดังนี้

1.2.1 สภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบันด้านวิธีการสอน การสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์
 พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันใช้วิธีการถ่ายทอดความรู้ ดังนี้ (1)
 การสอนโดยใช้การบรรยาย ครูมักพูด บอก และอธิบายเนื้อหาสาระที่เรียนเป็นส่วนใหญ่ บางครั้งครู
 ก็ใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายมากกว่ารูปแบบการสอนอื่น (2) การสอนโดยใช้การสาธิต ครู
 เตรียมอุปกรณ์มาทดลองหรือแสดงให้นักเรียนดูเป็นตัวอย่างในเนื้อหาสาระบางเรื่อง ส่วนนักเรียน
 จะเกิดการเรียนรู้จากการสังเกต (3) การสอนโดยใช้การทดลอง เป็นรูปแบบการสอนที่ครูจะให้
 นักเรียนเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการมาทำการทดลองเป็นกลุ่ม และสรุปผลการทดลองที่
 ได้ แต่ไม่สามารถทดลองได้บ่อยครั้ง เพราะเวลาในการสอนมีจำกัด และ(4) การสอนโดยการ
 ใช้งานมีการใช้วิธีการนี้อยู่บ้างแต่ไม่มาก โดยหลังจากที่ครูได้สอนเนื้อหาสาระจบลงแล้ว ครูจะ
 มอบหมายให้นักเรียนรวมกลุ่มทำโครงการ

1.2.2 สภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบันด้านสื่อการสอน ที่ใช้ประกอบการสอนวิชา
 วิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปัจจุบันเป็นสื่อประเภท วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ใน
 การทดลอง สไลด์คอมพิวเตอร์ประกอบด้วยข้อความและภาพนิ่ง การเขียนรายละเอียดหรือข้อความ
 มักเขียนบนกระดาน นอกจากนี้ ยังมีสื่อสิ่งพิมพ์ประเภท เอกสารประกอบการเรียนการสอนที่

ครูผู้สอนรวบรวมชิ้นและหนังสือเรียนประกอบการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฟิสิกส์

1.3 สภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

การจัดการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 พบว่า มีปัญหา 2 ประการ คือ

1.3.1 สภาพปัญหาด้านวิธีการสอนของครูผู้สอน หากพิจารณาจากสภาพที่พึงประสงค์กับสภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบัน พบสภาพที่เป็นปัญหาด้านวิธีการสอน ดังนี้

1) การสอนโดยใช้การบรรยาย จากการสังเกตพบว่า ทำให้นักเรียนมีความสนใจน้อยและเกิดความเบื่อหน่าย ทำให้เกิดความล่าช้าเนื่องจากครูผู้สอนต้องคอยกระตุ้นดึงความสนใจของนักเรียนตลอดเวลา (2) การสอนโดยใช้การสาธิต ทำให้ครูผู้สอนต้องสาธิตหลายครั้ง ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมน้อย และนักเรียนไม่เข้าใจการสาธิตที่ครูทำให้ดู (3) การสอนโดยใช้การทดลอง เท่าที่ปฏิบัติโดยใช้การสอนด้วยวิธีนี้ต้องใช้เวลามาก และต้องใช้เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ ซึ่งมีจำนวนจำกัด และไม่เพียงพอสำหรับการเรียนการสอน และ (4) การสอนโดยการทำโครงการ นักเรียนใช้เวลามากเนื่องจากไม่มีความรู้เพียงพอต้องได้รับคำแนะนำจากครูผู้สอนอย่างใกล้ชิดจึงสามารถดำเนินโครงการได้แล้วเสร็จ

ซึ่งจากวิธีการสอนดังกล่าว ยังไม่สามารถสนองตอบความต้องการ ความสนใจ และความแตกต่างระหว่างบุคคลได้

1.3.2 สภาพปัญหาด้านสื่อการสอน ครูผู้สอนขาดสื่อการสอนที่หลากหลายนำมาใช้ในการสอน สื่อการสอนที่ครูผู้สอนเลือกมักใช้ ได้แก่ หนังสือเรียน และสไลด์คอมพิวเตอร์ เป็นสื่อการสอนที่นักเรียนทุกคนต้องรับรู้ข้อมูลพร้อมกันภายในเวลาเดียวกัน และไม่มีสิ่งดึงดูดความสนใจในการเรียนทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และไม่มีโอกาสทบทวนเนื้อหาต่างๆ ได้ตามความต้องการ เป็นเหตุผลหนึ่งที่ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

จากการรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้พื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2559 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีผลคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ เท่ากับ 31.62 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561, น.18) โดยโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 มีคะแนนเฉลี่ย 30.53 ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, <http://www.niets.or.th> , สืบค้น 25 ตุลาคม 2561)

1.4 ความพยายามในการแก้ปัญหา

จากสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นที่โรงเรียนต่างๆ ได้ดำเนินการ ดังนี้ (1) มีการจัดเวลาให้นักเรียนได้มีการเพิ่มเติมและทบทวนเนื้อหาสาระการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนและวิทยากรจากภายนอก และ(2) ส่งเสริมให้ครูผู้สอนเข้ารับการอบรมพัฒนาการใช้และการสร้างสื่อนวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อนำมาปรับใช้กับการจัดการเรียนการสอนให้กับนักเรียน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผู้ได้ทำการวิจัยจำนวน 2 เรื่อง ดังนี้

กัญชวลีพร ยอดเพชร (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เรื่อง การหักเหแสง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจที่ระดับมากที่สุด

ชนกานต์ สุวรรณทรัพย์ (2556) ได้ศึกษาการพัฒนาแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัย พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และนักเรียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

โดยสรุป จากงานวิจัย พบว่า การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาด้วยกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.5 แนวทางการแก้ปัญหา

จากสภาพปัญหาที่ผู้วิจัยพบในการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผู้วิจัยได้สนใจที่จะพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และได้ศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหาดังกล่าว ที่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน คือ การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้ประกอบการเรียนการสอน จะช่วยให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น เพราะเป็นสื่อประเภทเทคโนโลยี มีภาพ และเสียง มีความสวยงามและสามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันภายในหนังสือได้ และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลไปยังแหล่งข้อมูลภายนอกได้ ทำให้นักเรียนสามารถค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมจากเดิมได้ แต่ยังคงความเป็นหนังสือไว้ นักเรียนสามารถศึกษาและทบทวนด้วยตนเองได้ตามความต้องการ ซึ่งหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นี้สามารถทำให้อยู่ในรูปของสื่อออฟไลน์หรือออนไลน์ก็ได้ หากนักเรียนมีคอมพิวเตอร์ที่บ้านแต่ไม่มีอินเทอร์เน็ต นักเรียนสามารถเปิดอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าวจากแผ่นซีดีรอมได้เช่นกัน ดังนั้น การพัฒนาหนังสือ

อิเล็กทรอนิกส์ที่เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนของสาระรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์
จำเป็นต้องผ่านกระบวนการทดสอบประสิทธิภาพก่อนการนำไปใช้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

เพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนาม
ของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษา เขต 9

2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

2.2.1 เพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่อง
สนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา
มัธยมศึกษา เขต 9 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.2.2 เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสือ
อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง

2.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง
สนามของแรง

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ศึกษามัธยมศึกษา
เขต 9 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง มีความก้าวหน้า
ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง มีความพึงพอใจ อยู่
ในระดับมาก

4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

4.2.1 ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 จำนวน 61 โรงเรียน มีจำนวน 9,357 คน

4.2.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 30 คน

4.3 ขอบข่ายเนื้อหาสาระในการวิจัย หมายถึง เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่อง สนามของแรง ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ ที่จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ครอบคลุมหัวข้อ (1) สนามแม่เหล็ก (2) สนามไฟฟ้า และ (3) สนามโน้มถ่วง

4.4 ตัวแปรการวิจัย คือ ตัวแปรต้น ได้แก่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง ตัวแปรตาม ได้แก่ (1) ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง (2) ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง และ (3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง

4.5 เครื่องมือวิจัย ประกอบด้วย (1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สนามของแรง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียน

4.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

5. นิยามศัพท์

5.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง หนังสือหรือตำราที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยสามารถนำเสนอข้อมูลได้ทั้งข้อความ ตัวอักษร เสียง และภาพนิ่ง เสนอเรื่องสนาม

ของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนได้ตามความต้องการ ความสนใจและความสะดวก โดยมีส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย หน้าปก คำนำ สารบัญ สารของหนังสือแต่ละหน้า บรรณานุกรม ข้อมูลผู้ผลิต และปกหลัง

5.2 รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ หมายถึง สาระวิทยาศาสตร์พื้นฐานในกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดให้มีการสอน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครอบคลุมเนื้อหา (1) การเคลื่อนที่ (2) สนามของแรง (3) คลื่น และ (4) กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

5.3 สนามของแรง หมายถึง เนื้อหาสาระรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ใน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง ครอบคลุมเนื้อหา สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และสนามโน้มถ่วง

5.4 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หมายถึง ระดับคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้รับจากกระบวนการ และผลลัพธ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย มีค่าเป็น E_1/E_2 ซึ่งมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก (E_1) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ คิดเป็นร้อยละของ คะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกปฏิบัติและประกอบกิจกรรมระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง (E_2) หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

5.5 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง การเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนในระดับพุทธิพิสัยของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่อง สนามของแรง

5.6 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง ความรู้สึก ของนักเรียนที่แสดงออกในการตอบแบบสอบถาม มี 5 ระดับ คือ ความพึงพอใจระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ที่เกี่ยวกับคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และผลที่ได้จาก การเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง

5.7 นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนเรียนอุทอง อำเภออุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาเขต 9

5.8 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 หมายถึง สถานศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ที่เปิดสอนในระดับชั้น มัธยมศึกษา จำนวน 61 แห่งประกอบด้วย โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน

32 โรงเรียน และโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดนครปฐม จำนวน 29 โรงเรียน มีโรงเรียน
เรียนอู่ทอง อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรีสังกัดอยู่ด้วย

6. ประโยชน์ที่ได้รับ

6.1 ได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้
ประกอบการเรียนการสอน

6.2 ได้ต้นแบบชิ้นงานคือ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้ในการพัฒนาหนังสือ
อิเล็กทรอนิกส์รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ในหน่วยอื่นต่อไป

6.3 เพื่อแก้ปัญหาคำจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองและใช้สื่อ
อิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนการสอน



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครอบคลุม (1) หนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ (2) การเรียนการสอนรายบุคคล (3) การเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฟิสิกส์ (4) การทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และ (5) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหา ครอบคลุม (1) ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (2) ความสำคัญของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (3) ประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (4) องค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (5) การผลิต หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และ (6) ประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.1 ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญได้กล่าวถึงความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ดังนี้ ครรชิต มาลัยวงศ์ (2540, น.1) ได้ให้ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไว้ว่า หมายถึงรูปแบบของการจัดเก็บและการนำเสนอข้อมูลหลากหลายรูปแบบทั้งที่เป็นข้อความ ตัวเลข ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงต่างๆ ข้อมูลเหล่านี้ มีวิธีการเก็บในลักษณะพิเศษ คือ จาก แฟ้มข้อมูลหนึ่งผู้อ่านสามารถเรียกดูข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ทันที โดยข้อมูลอาจอยู่ในแฟ้ม เดียวกันหรืออาจจะอยู่ในแฟ้มอื่นๆ ที่อยู่ห่างไกลก็ได้ หากข้อมูลที่กล่าวมานี้เป็นข้อความ หรือ ตัวอักษร หรือตัวเลข เรียกว่าข้อความหลายมิติ (Hypertext) และถ้าหากข้อมูลนั้นรวมถึงเสียงและ ภาพเคลื่อนไหวด้วยก็ เรียกว่าสื่อประสมหรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia)

กิดานันท์ มลิทอง (2548, น.203) กล่าวว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง สื่อ ประเภทหนึ่งในสื่อสิ่งพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีทั้งวารสาร หนังสือพิมพ์ สารานุกรม ฯลฯ โดยการ แปลงเนื้อหาที่พิมพ์ด้วยซอฟต์แวร์ โปรแกรมประมวลผลทำให้เป็นรูปแบบ PDF (Portable

Document File) เพื่อสะดวกในการอ่านด้วยโปรแกรม สำหรับอ่านหรือส่งผ่านบนอินเทอร์เน็ต ลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จะมีทั้งรูปแบบธรรมดา คือ มีข้อความและภาพเหมือนหนังสือทั่วไป หรือแบบสื่อหลายมิติ โดยการเชื่อมโยงไปยังข้อความหน้าอื่น ๆ หรือเชื่อมโยงไปกับเว็บไซต์ อินเทอร์เน็ต ทำให้สะดวกในการใช้งานเพราะมีทั้งเนื้อหาที่เป็นข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว แบบแอนิเมชัน (Animation) และแบบวีดิทัศน์และสื่อประเภทต่างๆ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถบันทึกลงแผ่น ซีดี-รอม หรือดาวน์โหลดจากอินเทอร์เน็ตก็ได้ และใช้อ่านบนจอคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ที่สามารถอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้โดยเฉพาะ

ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2551 , น.14) กล่าวว่า “อีบุ๊ก” (e-book, e-Book, eBook, EBook) เป็นคำภาษาต่างประเทศ ย่อมาจากคำว่า Electronic Book หมายถึง หนังสือที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีลักษณะเป็นเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยปกติจะเป็นแฟ้มข้อมูลที่สามารถอ่านเอกสารผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ทั้งในระบบออฟไลน์และออนไลน์

โดยสรุป หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หมายถึง หนังสือหรือเอกสารที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในรูปแบบที่นำเสนอข้อมูลได้ทั้ง ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงต่างๆ มีความเชื่อมโยง ส่วนต่าง ๆ ในหนังสือหรือเอกสาร สามารถอ่านหรือดูข้อมูลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์พกพาอื่น ๆ ได้ ทั้งในระบบออฟไลน์และออนไลน์

1.2 ความสำคัญของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2558, น.30) ได้ให้ความสำคัญและของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ป็นสื่อเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการสอนได้เป็นอย่างดีสรุปความสำคัญได้ดังนี้

1. มีความเป็นปัจจุบันของเนื้อหา หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถปรับปรุงเนื้อหาสาระได้อย่างรวดเร็วเมื่อจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเนื้อหาให้มีความทันสมัยโดยเฉพาะในวิชาที่มีการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์อย่างรวดเร็ว เช่น วิชาสังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2. กระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียน เพราะหนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถออกแบบให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ได้มีส่วนประกอบของเสียง ภาพเคลื่อนไหว อีกทั้งสามารถขยายหรือปรับลดขนาดของตัวอักษร เพื่อให้สะดวกในการอ่านได้ ดังนั้นจึงสามารถกระตุ้นและเร้าความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

3. ส่งเสริมการแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้อื่นๆ บนระบบอินเทอร์เน็ต หนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะสร้างระบบนำทาง (Navigation) และจุดเชื่อมโยง (Hyperlink) เพื่อให้ นักเรียนสามารถเข้าไปค้นหาข้อมูลและศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้โดยเพียงนักเรียนคลิกที่ลิงค์

(Link) ที่เป็นจุดเชื่อมโยง นักเรียนก็จะสามารถเข้าสู่เนื้อหาที่ต้องการภายในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หรือเข้าสู่เว็บไซต์ เพื่อให้ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมภายนอกได้ทันที

4. ประหยัดทรัพยากร การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จัดเก็บอยู่ในรูปไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ จึงไม่จำเป็นต้องใช้กระดาษในกระบวนการผลิต ดังนั้น จึงไม่ต้องสูญเสียทรัพยากรป่าไม้เพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตกระดาษ และนอกจากนี้ ใช้น้ำในการเก็บหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่จำเป็นต้องใช้น้ำที่จริงในการจัดเก็บเหมือนกับหนังสือทั่วไป

5. มีความสะดวกในการใช้งาน เนื่องจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ การพกพาจึงมีความสะดวกเพราะผู้ใช้งานเพียงแค่มียุติเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือเครื่องอ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ก็สามารถพกพาติดตัวได้ง่ายและสะดวกในการใช้งาน หากผู้ใช้งานต้องการอ่านหนังสือเพิ่มเติมก็สามารถดาวน์โหลด หรือสั่งซื้อได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องเสียเวลาเดินทางไปซื้อหนังสือที่ร้านด้วยตนเอง

โดยสรุป หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญ ได้แก่ ความเป็นปัจจุบันของเนื้อหากระตุ้นและสร้างความสนใจของนักเรียนส่งเสริมการแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้อื่นๆ บนระบบอินเทอร์เน็ตประหยัดทรัพยากร และมีความสะดวกในการใช้งาน

1.3 ประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เบคเกอร์ (Baker, 1992, pp. 139-149) ได้แบ่งประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ออกเป็น 10 ประเภท ผู้วิจัยสามารถพิจารณาเลือกสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสม สรุปสาระสำคัญ ดังนี้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือหรือแบบตำรา (Textbook) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้ เน้นการจัดเก็บและนำเสนอข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือ และภาพประกอบในรูปแบบหนังสือปกติที่พบเห็นทั่วไป หลักหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้สามารถกล่าวได้ว่าเป็นการแปลงหนังสือจากสภาพสิ่งพิมพ์ปกติเป็นสัญญาณดิจิทัล เพิ่มศักยภาพเดิมการนำเสนอ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อ่านกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ด้วยศักยภาพของคอมพิวเตอร์ขั้นพื้นฐาน เช่น การเปิดหน้าหนังสือ การสืบค้น การคัดลอก เป็นต้น

2. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสืออ่าน เป็นหนังสือมีเสียงคำอ่าน เมื่อเปิดหนังสือจะมีเสียงอ่าน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้เหมาะสำหรับเด็กเริ่มเรียน หรือสำหรับออกเสียงหรือฝึกพูด (Talking Books) เป็นต้น หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดนี้เป็นการเน้นคุณลักษณะด้านการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นทั้งตัวอักษรและเสียงเป็นคุณลักษณะหลัก นิยมใช้กับกลุ่มผู้อ่านที่มี

ระดับทักษะทางภาษาโดยเฉพาะด้านการฟังหรือการอ่านค่อนข้างต่ำเหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนภาษาของเด็ก ๆ หรือผู้ที่กำลังฝึกภาษาที่สอง หรือฝึกภาษาใหม่ เป็นต้น

3. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพนิ่ง หรืออัลบั้มภาพ (Static Picture Books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณลักษณะหลักเน้นจัดเก็บข้อมูล และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพนิ่ง (Static Picture) หรืออัลบั้มภาพเป็นหลัก เสริมด้วยการนำศักยภาพของคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเสนอ เช่นการเลือกภาพที่ต้องการ การขยายหรือย่อขนาดของภาพหรือตัวอักษร การสำเนาหรือถ่ายโอนภาพ การแต่งเติมภาพ การเลือกเฉพาะส่วนของภาพ (Cropping) หรือเพิ่มข้อมูลเชื่อมโยงภายใน (Linking Information) เช่น เชื่อมข้อมูลอธิบายเพิ่มเติม เชื่อมข้อมูลเสียงประกอบ เป็นต้น

4. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพเคลื่อนไหว (Moving Picture Book) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่เน้นการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบภาพวิดีโอ (Video clips) หรือภาพยนตร์สั้น (Films Clips) ผสมกับข้อมูลสนเทศในรูปแบบตัวหนังสือ (Text Information) ผู้อ่านสามารถเลือกชม ศึกษาข้อมูลได้ส่วนใหญ่นิยมนำเสนอข้อมูลเหตุการณ์ประวัติศาสตร์สำคัญ เช่น ภาพเหตุการณ์สงครามโลก ภาพการกล่าวสุนทรพจน์ของบุคคลสำคัญๆ ของโลกในโอกาสต่างๆ ภาพเหตุการณ์ความสำเร็จหรือความสูญเสียของโลก เป็นต้น

5. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อประสม (Multimedia Books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่นำเสนอข้อมูลเนื้อหาสาระในลักษณะแบบสื่อประสมระหว่างสื่อประเภทภาพ (Visual Media) ที่เป็นทั้งภาพนิ่งและความเคลื่อนไหวกับสื่อประเภทเสียง (Audio Media) ในลักษณะต่าง ๆ ผสมกับศักยภาพของคอมพิวเตอร์อื่นเช่นเดียวกันกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ที่กล่าวมาแล้ว

6. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อหลากหลาย (Polymedia Books) เป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับหนังสือแบบสื่อประสม แต่มีความหลากหลายในคุณลักษณะด้านความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลภายในเล่มที่บันทึกในลักษณะต่าง ๆ เช่น ตัวหนังสือภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรี และอื่น ๆ เป็นต้น

7. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือเชื่อมโยง (Hypermedia Books) เป็นหนังสือที่มีคุณลักษณะสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสาระภายในเล่ม (Internal Information Linking) ซึ่งผู้อ่านสามารถคลิกเพื่อเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาสาระที่ออกแบบเชื่อมโยงกันภายในเล่ม การเชื่อมโยงเช่นนี้มีคุณลักษณะเช่นเดียวกับบทเรียน โปรแกรมแบบแตกกิ่ง (Branching Programmed Instruction) นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมโยงกับแหล่งเอกสารภายนอก (External or Online Information Sources) เมื่อเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ต

8. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสืออัจฉริยะ (Intelligent Electronic Books) เป็นหนังสือสื่อประสม แต่มีการใช้โปรแกรมขั้นสูงที่สามารถมีปฏิกริยา หรือปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่าน เสมือนกับหนังสือมีสติปัญญา (อัจฉริยะ) ในการโต้ตอบ หรือคาดคะเนในการโต้ตอบ หรือมีปฏิกริยากับผู้อ่าน (ดังตัวอย่างการทำงานของโปรแกรม Help ใน Microsoft Word) เป็นต้น

9. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อหนังสือทางไกล (Telemedia Electronic Books) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้มีคุณลักษณะหลัก ๆ คล้ายกับ Hypermedia Electronic Book แต่เน้นการเชื่อมโยงกับแหล่งข้อมูลภายนอกผ่านระบบเครือข่าย (Online Information Resources) ทั้งที่เป็นเครือข่ายเปิด และเครือข่ายเฉพาะสมาชิกของเครือข่าย

10. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือไซเบอร์สเปส (Cyberspace Book) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเภทนี้มีลักษณะเหมือนกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์หลาย ๆ แบบที่กล่าวมาแล้วมาผสมกันสามารถเชื่อมโยงข้อมูลทั้งจากภายในและภายนอก สามารถนำเสนอข้อมูลในระบบสื่อที่หลากหลายสามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้อ่านได้หลากหลาย

โดยสรุป จากประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มี 10 ประเภท คือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือหรือแบบตำรา หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสืออ่าน หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพนิ่ง หรืออัลบั้มภาพ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือภาพเคลื่อนไหว หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อประสม หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือสื่อหลากหลาย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือเชื่อมโยง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือเชื่อมโยง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสืออัจฉริยะ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อหนังสือทางไกล และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือไซเบอร์สเปส ผู้วิจัยได้เลือกเอาคุณลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือหรือตำรา โดยนำเสนอด้วยข้อความตัวอักษร เสียงดนตรี ประกอบ ภาพนิ่ง และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้อ่านกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เช่น การเปิดหน้าหนังสือ การสืบค้น

1.4 องค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ฉัฐกร สงคราม (2553, น. 5) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบของมัลติมีเดียไว้ว่า จะต้องประกอบด้วยสื่อการรับรู้ในรูปแบบต่างๆคือ ตัวอักษร ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว ปฏิสัมพันธ์ และวีดิทัศน์ ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ ผู้วิจัยสรุปสาระสำคัญ ดังนี้

1. ตัวอักษร (Text) รวมทั้งตัวเลขและสัญลักษณ์พิเศษต่างๆ นับเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ซึ่งมีรูปแบบ ขนาดและสีที่มากมาย โดยที่มาของตัวอักษรได้มาจากการพิมพ์ จากการสแกนมาหรือสร้างเป็นภาพขึ้นมาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และลักษณะของตัวอักษรที่ใช้ในเชื่อมโยงไปสู่ข้อมูลอื่นๆ ซึ่งเรียกว่า Hypertext

2. ภาพนิ่ง (still Image) ได้แก่ ภาพที่ไม่มีการเคลื่อนไหว ซึ่งมีความสำคัญมาก เพราะสามารถถ่ายทอดความหมายได้ดีกว่าข้อความหรือตัวอักษร ภาพนิ่งสามารถผลิตได้หลายวิธี เช่น ภาพที่ได้จากการถ่ายภาพ ภาพลายเส้นและภาพกราฟิกที่ได้จากการวาดด้วยมือหรือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาพที่ได้จากการสแกน เป็นต้น

3. เสียง (Sound) หมายถึง เสียงซึ่งบันทึกและเก็บไว้ในรูปแบบดิจิทัล ที่สามารถนำมาเล่นซ้ำได้ การใช้เสียงก็เพื่อนำเสนอข้อมูล เช่น เสียงพูด เสียงบรรยาย ประกอบข้อความ หรือภาพ หรือสร้างความน่าสนใจให้มากขึ้น เช่น การใช้เสียงเพลงบรรยาย เสียงประกอบ (Sound Effect) ให้ตื่นเต้น เร้าใจ เป็นต้น

4. ภาพเคลื่อนไหว (Animation) หมายถึง การนำภาพกราฟิกมาทำให้มีการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนที่ของรถยนต์ การก่อกำเนิดของฝน การเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก เป็นต้น ซึ่งเหมาะกับการนำเสนอเนื้อหาข้อมูลที่ต้องการให้เห็นขั้นตอน หรือการเปลี่ยนแปลง การสร้างภาพเคลื่อนไหวนั้นมีตั้งแต่การสร้างภาพอย่างง่ายโดยใช้ลายเส้นธรรมดา จนถึงการสร้างเป็นภาพสามมิติเพื่อให้เห็นรายละเอียดได้อย่างชัดเจน

5. ปฏิสัมพันธ์ (Interactive) หมายถึง การที่ผู้ใช้สามารถโต้ตอบสื่อสารกับโปรแกรมได้ ไม่ว่าจะเป็นการเลือกดูข้อมูลที่สนใจ หรือการสั่งงานให้โปรแกรมแสดงผลในรูปแบบที่ต้องการ โดยผู้ใช้สื่อสารผ่านอุปกรณ์พื้นฐาน เช่น การคลิกเมาส์ การกดแป้นพิมพ์หรืออุปกรณ์ขั้นสูง เช่น การสัมผัสหน้าจอ การสั่งงานด้วยเสียง เป็นต้น ในขณะที่โปรแกรมสื่อสารกลับมาด้วยการแสดงผลทางหน้าจอ หรือเสียงผ่านลำโพง เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบข้อนี้ นับเป็นคุณลักษณะสำคัญที่มีอยู่เฉพาะในมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์

6. วิทัศน์ (Video) เป็นสื่ออีกรูปแบบหนึ่งที่นิยมใช้ เนื่องจากสามารถแสดงผลได้ทั้งภาพเคลื่อนไหว และเสียงไปพร้อมกันทำให้เกิดความน่าสนใจในการนำเสนอ แต่เดิมการนำวิทัศน์มาใช้ในงานมีข้อจำกัดหลายอย่าง เช่นขนาดไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ซึ่งเปลืองพื้นที่ และอาจทำให้เกิดการกระตุกเวลาแสดงภาพ แต่ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้สามารถบีบอัดขนาดไฟล์ให้เล็กลงโดยคงความคมชัดเหมือนเดิม และประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สูงขึ้นทำให้ลดอาการกระตุกลงได้

การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ประกอบการสอนให้มีประสิทธิภาพนั้นมี 7 องค์ประกอบ ผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญ ดังนี้ (ศันสนีย์ สัจจรงค์อนันต์, 2558, น.33-35)

1. หน้าปก (Front Cover) หมายถึง ส่วนเป็นปกด้านหน้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะอยู่ส่วนแรกโดยจะบอกว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เล่มนี้ชื่ออะไร ใครเป็นผู้แต่ง โดยปกดีแล้วในส่วนของหน้าปกจะนำรูปภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาภายในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาใช้เป็น

ภาพประกอบของปก และมีชื่อเรื่อง เพื่อเป็นการสื่อความหมายให้ผู้อ่านเข้าใจว่าภายในเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องอะไร

2. คำนำ (Introduction) หมายถึง เป็นส่วนที่ครูผู้สอนหรือคณะผู้จัดทำเขียน เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความมุ่งหมายของครูผู้สอนที่ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ ในส่วนของคำนำจะบอกถึงข้อมูลและเรื่องราวต่างๆ ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เล่มนั้น

3. สารบัญ (Contents) หมายถึง รายการที่บอกให้นักเรียนทราบว่าภายในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย หัวเรื่องสำคัญใดบ้าง และอยู่ที่หน้าใดของหนังสือ นักเรียนสามารถใช้เมาส์คลิกไปที่จุดเชื่อมโยงในแต่ละหัวเรื่อง โปรแกรมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะลิงค์ไปสู่หน้าที่แสดงหัวเรื่องนั้นภายในเล่มได้ทันที

4. สารระของหนังสือแต่ละหน้า (Page Content) หมายถึง ส่วนประกอบสำคัญในแต่ละหน้าที่ปรากฏภายในเล่ม ประกอบด้วย

4.1 หน้าหนังสือ (Page Number) เป็นส่วนบอกลำดับของเลขหน้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยการจัดวางตำแหน่งอาจจัดให้อยู่ส่วนบนหรือส่วนล่างของหนังสือก็ได้ อาจจัดให้ตัวเลขอยู่กึ่งกลางหน้ากระดาษหรือชิดมุมขวา หน้าหนังสือจะช่วยเพิ่มความสะดวกให้แก่นักเรียนในการศึกษาเนื้อหาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.2 ข้อความ (Texts) ข้อความที่ใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีหลักการออกแบบคือ ข้อความควรสื่อความหมายได้ชัดเจนเพื่ออธิบายความสำคัญที่ครูผู้สอนต้องการนำเสนอ ส่วนใหญ่ข้อความจะใช้เป็นส่วนเพื่ออธิบายพื้นฐานที่สำคัญที่สุดในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงองค์ประกอบย่อยๆ ของข้อความมากที่สุด ได้แก่ รูปแบบตัวอักษร ขนาดตัวอักษร ช่องไฟตัวอักษร สีของข้อความรวมทั้งการจัดวางตำแหน่งของข้อความที่ปรากฏบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.3 ภาพประกอบ (Graphics) ภาพประกอบที่ใช้ในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง เพราะภาพประกอบจะช่วยสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่ครูผู้สอนต้องการสอนชัดเจนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ภาพประกอบยังสามารถช่วยให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความสวยงาม น่าสนใจ และน่าติดตามในการอ่านเนื้อหาเรื่องนั้น แต่อย่างไรก็ตาม การนำภาพประกอบมาใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไม่ควรนำมาใช้มากเกินไป ไฟล์ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีขนาดใหญ่ส่งผลให้การโหลดไฟล์มาใช้ในการอ่านจะช้าและเสียเวลา ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียนได้

4.4 ภาพเคลื่อนไหว (Animations) การนำภาพเคลื่อนไหวมาใช้ในการประกอบเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ก็เพื่ออธิบายเนื้อหาที่มีความซับซ้อน เข้าใจยาก หรือเนื้อหาที่มีความเป็น

นามธรรมสูงให้นักเรียนเข้าใจง่ายขึ้น เช่น การเคลื่อนที่ของโมเมนตัม การเกิดปฏิกิริยาเคมี การเจริญเติบโตของพืช การเคลื่อนที่ของโลก เป็นต้น นอกจากนี้ ยังช่วยสร้างความน่าสนใจสู่บทเรียนได้เป็นอย่างดี

4.5 วิดิทัศน์ (Clip Video) ปัจจุบันวิดิทัศน์เป็นสื่อประเภทวัสดุที่ได้รับความนิยมมาใช้ในการเรียนการสอนสูงมาก เพราะครูผู้สอนสามารถ search หาไฟล์วิดิทัศน์ได้ง่ายมากบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือในเว็บไซต์ที่ให้บริการ การนำวิดิทัศน์มาใช้ในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะนำมาใช้ลักษณะเช่นเดียวกันกับภาพเคลื่อนไหว แต่การนำเสนอด้วยวิดิทัศน์จะได้เปรียบในลักษณะของการนำเสนอภาพแห่งความเป็นจริงได้ชัดเจนมากกว่า แต่อย่างไรก็ตาม การนำวิดิทัศน์มาใช้ควรต้องคำนึงขนาดของไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ จึงควบบีบอัดข้อมูลให้ขนาดไฟล์มีขนาดเล็ก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความเร็วในการชม นอกจากนี้ ควรเลือกใช้การนำเสนอด้วยวิดิทัศน์ในส่วนที่จำเป็นเท่านั้น แต่ถ้าหากไฟล์มีขนาดใหญ่ควรแบ่งเนื้อหาในการนำเสนอด้วยวิดิทัศน์ในส่วนที่จำเป็นเท่านั้น แต่ถ้าหากไฟล์มีขนาดใหญ่ควรแบ่งเนื้อหาในการนำเสนอด้วยวิดิทัศน์เป็นตอนๆ และควรมีปุ่มเพื่อควบคุมการทำงานของวิดิทัศน์ เช่น เดินหน้า ถอยหลัง หยุด หยุดชั่วคราว ปุ่มเพิ่มลดความดังของเสียง เพื่อเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานด้วย

4.6 เสียง (Sounds) เสียงที่ใช้ประกอบในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะเป็นส่วนประกอบที่ทำให้เนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วยเสียงต่างๆ ดังนี้

- 1) เสียงบรรยาย ใช้เป็นเสียงที่บรรยายเนื้อหาที่ใช้ประกอบในบทเรียน
- 2) เสียงพูด เป็นเสียงที่ใช้ในการพูดแนะนำ หรือให้ความช่วยเหลือในบทเรียน
- 3) เสียงดนตรี ช่วยทำให้บรรยากาศในการเรียนมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น นอกจากนี้ เสียงดนตรีจะสามารถสร้างอารมณ์และความรู้สึกของนักเรียนให้มีต่อบทเรียนได้
- 4) เสียงประกอบ (Sound Effect) เป็นส่วนช่วยกระตุ้นความรู้สึกให้นักเรียนจินตนาการตาม

4.7 อ้างอิง (Reference) หมายถึง การแสดงแหล่งข้อมูลและผู้เขียนนำมาใช้อ้างอิงในการพัฒนาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยข้อมูลที่ได้อาจมาจากหนังสือ เอกสาร ตำรา เอกสารทางวิชาการ หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เช่น ซีดี หรือเว็บไซต์ก็ได้

4.8 ดัชนี (Index) หมายถึง การระบุค่าสำคัญหรือคำหลักต่างๆ ที่อยู่ภายในเล่ม โดยเรียงลำดับตัวอักษรให้สะดวกต่อการค้นหา พร้อมระบุเลขหน้าและจุดเชื่อมโยง

4.9 ปกหลัง (Back Cover) หมายถึง ส่วนที่อยู่ด้านหลังสุดของในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะเป็นส่วนที่อยู่ส่วนท้ายเล่ม

โดยสรุป การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่อง สนามของแรงประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) หน้าปก (2) คำนำ (3) สารบัญ (4) สารของหนังสือแต่ละหน้า (5) อ้างอิง (6) ข้อมูลผู้ผลิต และ (7) ปกหลัง

1.5 การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้ศึกษาขั้นตอนการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ ขั้นที่ 2 การออกแบบ ขั้นที่ 3 การพัฒนา ขั้นที่ 4 การใช้ และขั้นที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพและประเมิน มีสาระสรุป ดังนี้ (ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์, 2558, น.38-40)

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นวิเคราะห์ข้อมูลที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนและออกแบบบทเรียนให้เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่

(1) วิเคราะห์นักเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนในทุก ๆ ด้าน ได้แก่ ความต้องการในการเรียนของนักเรียน ระดับความรู้พื้นฐาน อายุ เพศ ศาสนา ค่านิยม ทักษะ ทักษะทางเศรษฐกิจ ความสนใจ รูปแบบการเรียน ตลอดจนพฤติกรรมในการเรียนของนักเรียน

(2) วิเคราะห์เนื้อหา โดยการศึกษาขอบข่ายเนื้อหาที่จะนำมาสร้างเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์กันแล้วนำเนื้อหาแบ่งเป็นหน่วย ตอน หัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อย

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design) เป็นการออกแบบบทเรียนในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยกำหนดวัตถุประสงค์ กำหนดรูปแบบ วิธีการสอน และการประเมินผล กำหนดโครงสร้างเขียนแผนผังการทำงานของโปรแกรม ร่างส่วนประกอบ และเขียนสตอรี่บอร์ด

(1) กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดพฤติกรรมของนักเรียนที่ต้องการให้เปลี่ยนแปลงไปหลังจากที่ได้ศึกษาเนื้อหาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การกำหนดวัตถุประสงค์จะเป็นการเขียนในรูปแบบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะบ่งบอกสิ่งที่คาดหวังว่านักเรียนจะแสดงพฤติกรรมที่กำหนดได้หลังจากสิ้นสุดการเรียน โดยพฤติกรรมต้องสามารถวัด หรือสังเกตได้ การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ เงื่อนไข พฤติกรรม และเกณฑ์

(2) กำหนดรูปแบบ วิธีการสอนและประเมินผล โดยนำเนื้อหาที่ได้วิเคราะห์แล้วมากำหนดรูปแบบ วิธีการสอน ให้ครอบคลุมเนื้อหาทุกหัวเรื่อง ส่วนการประเมินผลนั้น เป็นการประเมินว่านักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ โดยการประเมินผลควรมีทั้งการ

ประเมินผลก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน การกำหนดรูปแบบ วิธีการสอน และการประเมินผลเรียบร้อยแล้วจะนำข้อมูลไปพัฒนาเป็นแผนการสอนต่อไป

(3) กำหนดโครงสร้างของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยกำหนดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบทั้งหมดที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียน เช่น ส่วนนำ คู่มือการเรียนรู้ แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาสาระ กิจกรรมที่กำหนดให้ทำ แนวตอบและแบบทดสอบหลังเรียน

(4) เขียนแผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flow Chart) คือ แผนภูมิที่แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่แสดงในแต่ละหน้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบบทเรียนในลักษณะที่ละเอียดซึ่งแผนผังการทำงานของโปรแกรมจะระบุถึงทางเลือกต่างๆ เมื่อผู้เรียนได้โต้ตอบกับบทเรียน

(5) ร่างส่วนประกอบต่างๆ ในหน้าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแสดงให้เห็นทราบส่วนประกอบต่างๆ ที่จะปรากฏให้นักเรียนเห็นว่าหน้าหนังสือประกอบด้วยอะไรบ้าง เช่น ส่วนของชื่อเรื่อง หัวเรื่อง และหัวเรื่องย่อย แบบทดสอบก่อนเรียน เนื้อหาสาระ กิจกรรมที่กำหนดให้ทำ หรือแบบฝึกหัด แนวตอบและแบบทดสอบหลังเรียน รวมทั้งปุ่มต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมบทเรียน เช่น เดินหน้า ถอยหลัง หยุด หยุดชั่วคราว และปุ่มเพิ่มลดความดังของเสียง เพื่อเพิ่มความสะดวกให้แก่ผู้ผลิตสตอรี่บอร์ดในขั้นต่อไป

(6) เขียนสตอรี่บอร์ด โดยนำร่างส่วนประกอบต่างๆ ในหน้าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้กำหนดไว้ในขั้นที่ 2 มาเขียนแสดงรายละเอียดลงบนกระดาษตั้งแต่หน้าแรกจนถึงหน้าสุดท้ายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หลังจากนั้นสตอรี่บอร์ดจะถูกนำไปให้ฝ่ายโปรแกรมทำการเขียนโปรแกรมตามที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development) หลังจากที่ได้กำหนดรายละเอียดการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เสร็จสิ้นแล้วขั้นต่อไปจะเป็นขั้นการพัฒนา การเตรียมสื่อที่ใช้เป็นวัสดุในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่

(1) เตรียมข้อความที่เป็นเนื้อหาที่ได้ถูกจัดพิมพ์ไว้เรียบร้อยแล้ว โดยจัดพิมพ์ไว้รูปไฟล์ word เพื่อให้สะดวกและรวดเร็วต่อการใช้งาน

(2) เตรียมภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวและภาพกราฟิก ที่ใช้ตกแต่งในแต่ละหน้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ทั้งภาพปุ่มควบคุมต่างๆ และวิดิทัศน์ ให้พร้อมในรูปแบบไฟล์คอมพิวเตอร์

(3) เตรียมเสียงที่ใช้ ได้แก่ เสียงบรรยาย เสียงดนตรี และเสียงประกอบ

(4) ผลิตชุดการสอนทางอิเล็กทรอนิกส์ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จากสื่อต่าง ๆ ที่ได้เตรียมไว้แล้วตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในสตอรี่บอร์ดให้มีความสมบูรณ์

(5) ทดสอบการใช้งานเบื้องต้นเพื่อหาความผิดพลาดของโปรแกรม

ขั้นที่ 4 การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Implement) เป็นขั้นของการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ ซึ่งมีขั้นตอนการสอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ทดสอบก่อนเรียน นำเข้าสู่บทเรียน ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ สรุป และทดสอบหลังเรียน

ขั้นที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพ และประเมินหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (Try out and Evaluate) การทดสอบประสิทธิภาพ เป็นการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาเสร็จสิ้นแล้วไปทดลองใช้ก่อนที่จะนำไปใช้จริง ส่วนการประเมินจะพิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

โดยสรุป การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้คือ ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ ขั้นที่ 2 การออกแบบ ขั้นที่ 3 การพัฒนา ขั้นที่ 4 การใช้ และขั้นที่ 5 การทดสอบประสิทธิภาพและประเมิน

นอกจากนี้การเตรียมเนื้อหาที่ใช้นำเสนอในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยการเตรียมเนื้อหาสำหรับการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มี 4 แนวทางคือ (1) วางโครงสร้างของเนื้อหา (2) คัดเลือกเนื้อหาที่จะนำเสนอ (3) เรียงลำดับหัวข้อเนื้อหา และ (4) ใช้ภาษาให้เหมาะสม ผู้วิจัยสรุปสาระสำคัญได้ ดังนี้ (ฉัฐกร สงคราม, 2553, น. 79-80)

1. วางโครงสร้างของเนื้อหา สิ่งสำคัญประการแรกในการเตรียมเนื้อหาเพื่อนำไปใช้ในการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือจัดโครงสร้างของเนื้อหาให้เป็นระบบ แบ่งเนื้อหาออกเป็นหมวดหมู่อย่างชัดเจน และในภาพรวมต้องมีความเป็นเอกภาพ (Unity) คำว่าเอกภาพหมายถึง เนื้อหาทั้งหมดของบทเรียนต้องมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน มีความต่อเนื่องที่จะไปสู่เป้าหมายเดียวกัน นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาแบ่งน้ำหนักเนื้อหาแต่ละหัวข้อให้มีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

การวางโครงสร้างของเนื้อหาให้ชัดเจนตั้งแต่แรกนี้นอกจากจะง่ายต่อการสร้างบทเรียนและนำเสนอเนื้อหาได้อย่างครอบคลุมแล้วนั้น ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเห็นภาพรวมของเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้นช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหัวข้อต่าง ๆ ในบทเรียนได้เสริมสร้างความมั่นใจในการเรียนและคงความสนใจของนักเรียนได้ดี

2. คัดเลือกเนื้อหาที่จะนำเสนอ การนำเสนอเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ควรเป็นการนำเสนอที่กระชับ ได้ใจความ เน้นเฉพาะประเด็นสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่แสดงผลทำให้ไม่สามารถแสดงรายละเอียดได้มากเหมือนในหนังสือหรือสิ่งพิมพ์อื่นๆ ผู้ออกแบบจึงควรพิจารณาจากเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนว่าต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเรื่องใด ก็เลือกเนื้อหาส่วนนั้นมาใช้ในการนำเสนอส่วนเนื้อหาใด

หากไม่มีความจำเป็นก็ควรตัดทิ้งไป หรืออาจจัดทำเป็นส่วนข้อมูลหรือเอกสารเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม

นอกจากนี้ เนื้อหาที่นำเสนอสมควรนำเสนอในแง่มุมที่หลากหลาย มีทั้งทางด้านบวกและลบ เพื่อให้ให้นักเรียนพิจารณาและตัดสินใจด้วยตนเอง เช่น แสดงให้เห็นทั้งข้อดีและข้อจำกัด โดยอาจใช้การอุปมาอุปมัยหรือการเปรียบเทียบ การใช้ตัวอย่างและแบบฝึกหัดที่มีความสัมพันธ์กันในการนำเสนอเนื้อหาแต่ละเรื่องที่กำลังศึกษาอยู่ จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยง หรือนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ได้ในอนาคตได้ หรือบางวิชาอาจใช้บทบาทของตัวละครต่างๆ ที่มีคุณค่า เป็นแบบอย่างที่ดี เป็นประโยชน์และน่าสนใจ

3. เรียงลำดับหัวข้อเนื้อหา การลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมจะทำให้สามารถคงความสนใจของนักเรียนได้อีกทางหนึ่ง โดยทั่วไปการลำดับหัวข้อเนื้อหาอาจเรียงตามลำดับในการสอนหรือเรียงตามความยากง่ายของเนื้อหา ลำดับหัวข้อเนื้อหา มี 2 วิธี คือ

3.1 วิธีนรนัย (Deductive Method) เริ่มต้นด้วยข้อสรุป ซึ่งได้แก่ มโนทัศน์และหลักการแล้วอธิบายข้อเท็จจริง ด้วยการสังเกต การประยุกต์ใช้และการแก้ปัญหา

3.2 วิธีอุปนัย (Inductive Method) เริ่มต้นด้วยการสังเกต รายละเอียดข้อเท็จจริงเพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุป การกำหนดมโนทัศน์และหลักการ ตลอดจนการนำไปประยุกต์ใช้และแก้ปัญหา

4. ใช้ภาษาที่เหมาะสม ภาษาที่ใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นเป็นส่วนสำคัญซึ่งควรคำนึงถึง โดยพิจารณาจากลักษณะของกลุ่มเป้าหมาย โดยเฉพาะระดับการศึกษา หากเป็นระดับเด็กเล็กภาษาที่ใช้ต้องอ่านง่าย ใช้คำกริยาที่แสดงการกระทำ คำที่นักเรียนคุ้นเคย และควรใช้ประโยคที่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์คือมี ประธาน กริยา กรรม ควรใช้คำที่มีความเป็นรูปธรรมเฉพาะเจาะจงและหลีกเลี่ยงการใช้คำยากๆ หรือศัพท์เฉพาะสาขาอาชีพ เช่น คำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์หรือเชิงเทคนิคมากเกินไป เพราะจะทำให้ให้นักเรียนไม่เข้าใจ แต่หากจำเป็นต้องใช้อาจใช้สัญลักษณ์ หรือการอุปมาอุปไมยช่วยเพื่อทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

โดยสรุป ผู้วิจัยได้นำแนวทางการเตรียมเนื้อหาสำหรับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มี 4 แนวทางคือ (1) วางโครงสร้างของเนื้อหา (2) คัดเลือกเนื้อหาที่จะนำเสนอ (3) เรียงลำดับหัวข้อเนื้อหา และ (4) ใช้ภาษาที่เหมาะสม

1.6 ประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ (2545, น. 33-35) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ต่อนักเรียน ผู้วิจัยสรุปสาระสำคัญ ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนสามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนบทเรียนหากไม่เข้าใจ และสามารถเลือกเรียนได้ตามเวลาและสถานที่ที่ตนเองสะดวก
 2. การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ทำให้ทั้งสี สัน ภาพ และเสียง ทำให้เกิดความตื่นเต้นและไม่เบื่อหน่าย
 3. ช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีประสิทธิภาพในแง่ที่ลดเวลา ลดค่าใช้จ่าย สนองความต้องการและความสามารถของบุคคล มีประสิทธิผลในแง่ที่ทำให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมาย
 4. นักเรียนสามารถเลือกเรียนหัวข้อที่สนใจข้อใดก่อนก็ได้ และสามารถย้อนกลับไปกลับมาในเอกสาร หรือกลับมาเริ่มต้นที่จุดเริ่มต้นใหม่ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว
 5. สามารถแสดงทั้งข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงได้พร้อมกัน หรือเลือกให้แสดงเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้
 6. การจัดเก็บข้อมูลจะสามารถจัดเก็บไฟล์แยกระหว่างตัวอักษร ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง และเสียง โดยใช้แท็กไฟล์เป็นศูนย์กลาง แล้วเรียกมาใช้ร่วมกันได้โดยการเชื่อมโยงข้อมูลจากสื่อต่างๆ ที่อยู่คนละที่เข้าด้วยกัน
 7. สามารถปรับเปลี่ยน แก้ไข เพิ่มเติมข้อมูลได้ง่าย สะดวกและรวดเร็ว ทำให้สามารถปรับปรุงบทเรียนให้ทันสมัยกับเหตุการณ์ได้เป็นอย่างดี
 8. นักเรียนสามารถค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังศึกษา จากแฟ้มเอกสารอื่น ๆ ที่เชื่อมโยงได้อย่างไม่จำกัดจากทั่วโลก
 9. เสริมสร้างให้นักเรียนเป็นผู้มีเหตุผล มีความคิดและทักษะที่เป็น Logical เพราะการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ นักเรียนจะต้องทำ อย่างมีขั้นตอน มีระเบียบ และมีเหตุผลพอสมควรเป็นการฝึกลักษณะนิสัยที่ดีให้กับนักเรียน
 10. นักเรียนสามารถบูรณาการการเรียนการสอนในวิชาต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้อย่างเกี่ยวเนื่องและมีความหมาย
 11. ครูมีเวลาติดตามและตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนแต่ละคนได้มากขึ้น
 12. ครูมีเวลาศึกษาดำรง และพัฒนาความสามารถของตนเองได้มากขึ้น
 13. ช่วยพัฒนาทางวิชาการ
- โดยสรุป หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประโยชน์ต่อนักเรียนและครูผู้สอน ดังนี้
- ประโยชน์ต่อนักเรียนได้แก่ (1) กระตุ้นความสนใจในการเรียน (2) เลือกเรียนได้ตามความสนใจตลอดเวลา (3) ย้อนกลับมาทบทวนซ้ำได้ (4) ช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพ (5) ค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างไม่จำกัด และประโยชน์ต่อครูผู้สอน ได้แก่ (1) สะดวกในการจัดการและใช้ข้อมูล

(2) แก้ไข ปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันได้ง่าย (3) บูรณาการการเรียนการสอนได้ (4) ติดตามและตรวจสอบความก้าวหน้าของนักเรียนได้ และ (5) พัฒนาความสามารถของครูผู้สอน

2. การเรียนการสอนรายบุคคล

ในการศึกษาวรรณกรรมเกี่ยวกับการเรียนการสอนรายบุคคลที่ผู้วิจัยรวบรวมครอบคลุม (1) ความหมายการเรียนการสอนรายบุคคล (2) ขั้นตอนการออกแบบการสอนรายบุคคล และ (3) ลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอนรายบุคคล

2.1 ความหมายการเรียนสอนรายบุคคล

การศึกษาลักษณะนี้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับความสามารถของแต่ละบุคคล โดยนักเรียนจะสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองจากสื่อต่าง ๆ เช่น คอมพิวเตอร์ ชุดการสอน บทเรียนสำเร็จรูป เป็นต้น มีผู้รู้และผู้เชี่ยวชาญกล่าวถึงการเรียนการสอนรายบุคคล มีสาระสรุป ดังนี้

กิดานันท์ มะลิทอง (2540, น. 116) ได้ให้ความหมายของการสอนรายบุคคลไว้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองและการเรียนเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำนักเรียนไปสู่การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพซึ่งอาศัยการสอนที่มีการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้าเป็นการให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเอง และได้รับผลย้อนกลับทันที และให้นักเรียนได้เรียนไปทีละขั้นตอนอย่างเหมาะสมตามความต้องการและความสามารถของตนเอง

ปรีชา วิหคโต (2543, น. 175) ได้ให้ความหมายการสอนแบบเอกัตภาพหรือการสอนรายบุคคล หมายถึง การเรียนการสอนที่ให้นักเรียนแต่ละคนเรียนรู้ตามความสามารถเฉพาะบุคคลโดยเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนจากชุดการเรียนแต่ละหน่วย ในชุดการเรียนแต่ละหน่วยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนักเรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเองจากกิจกรรมและสื่อการสอน และอีกส่วนนักเรียนจะต้องพบครูเพื่อขอคำแนะนำเพิ่มเติม และเพื่อให้ครูตรวจแบบฝึกหัดของกิจกรรมแต่ละตอนก่อนจะทำกิจกรรมต่อไป นอกจากนี้นักเรียนจะต้องทำแบบทดสอบท้ายบทของแต่ละหน่วยให้ผ่านเกณฑ์ตามที่ครูกำหนดไว้ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ได้ก่อนจึงไปเรียนหน่วยต่อไป

โดยสรุป การเรียนการสอนรายบุคคล เป็นการเรียนรู้รายบุคคลตามความสามารถของแต่ละคน ซึ่งอาศัยการสอนที่มีการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า เป็นการให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง และได้รับผลย้อนกลับ และให้นักเรียนได้เรียนทีละขั้นตอนอย่างเหมาะสมตามความสามารถของตนเอง

2.2 ขั้นตอนการออกแบบการสอนรายบุคคล

วรวิฑูรย์ อัจฉริย โกลส (2555, น. 42) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบการสอนรายบุคคล ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน ในการกำหนดวัตถุประสงค์ของโปรแกรมการสอนรายบุคคล ผู้ออกแบบใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ต่าง ๆ ในขั้นการเตรียมการออกแบบมา กำหนดวัตถุประสงค์ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์ลักษณะนักเรียน และการวิเคราะห์ข้อจำกัดและการจัดการ

2. การออกแบบการสอนและสื่อการสอนรายบุคคล เนื่องจากโปรแกรมการสอนที่จะออกแบบนี้เป็นการสอนรายบุคคล ดังนั้น กิจกรรมที่วิเคราะห์ไว้แล้วต้องได้รับการจัดให้เข้าอยู่ในกระบวนการสอนรายบุคคล บางกิจกรรมอาจต้องปรับให้เป็นกิจกรรมสำหรับการสอนรายบุคคลก่อน คือ เป็นกิจกรรมที่กระทำคนเดียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การวินิจฉัยและการกำหนดการเรียน ช่วยให้กระบวนการสอนรายบุคคลที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นการออกแบบการสอนและสื่อ สามารถสนองความแตกต่างรายบุคคลได้ดียิ่งขึ้น การวินิจฉัย เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถของนักเรียนก่อนกำหนดให้เรียน ณ จุดใดของโปรแกรมการสอน การวินิจฉัยกระทำได้ 2 รูปแบบ คือ

3.1 การวินิจฉัยก่อนเริ่มเรียน เพื่อกำหนดให้เริ่มเรียน ณ จุดใดของบทเรียน นักเรียนจะได้ไม่ต้องเรียนซ้ำในส่วนที่รู้หรือมีความสามารถแล้ว

3.2 การวินิจฉัยระหว่างเรียน เพื่อกำหนดให้เรียนซ่อมเสริมในบางส่วนของบทเรียน ในกรณี que การเรียนของนักเรียนผ่านไป ได้โดยบังเอิญ ทั้ง ๆ ที่ยังไม่เกิดการเรียนรู้เท่าที่ควร เมื่อเกิดมีปัญหาค้นในชั้นต่าง ๆ ของกระบวนการเรียน ควรได้มีการวินิจฉัยเพื่อตรวจสอบปัญหาแล้วจัดให้เรียนซ่อมเสริมในส่วนที่มีปัญหา

4. ร่างแม่แบบกระบวนการสอนรายบุคคลและการทดสอบ ในขั้นนี้สิ่งที่ผู้ออกแบบควรจัดทำคือ

4.1 เขียนแผนภูมิแผนงาน (Flowchat) ของกระบวนการสอนรายบุคคลที่ออกแบบไว้ อย่างละเอียดตั้งแต่ต้นจนจบ

4.2 จัดทำแม่แบบตามกระบวนการสอนรายบุคคลที่ออกแบบไว้

4.3 จัดทำแม่แบบแบบทดสอบต่าง ๆ ตามที่ออกแบบไว้ทุกแบบทดสอบ

โดยสรุป ขั้นตอนการออกแบบการสอนรายบุคคลประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์หรืองานการเรียน การออกแบบการสอนและสื่อการสอนรายบุคคล การวินิจฉัยและการกำหนดการเรียน ร่างแม่แบบกระบวนการสอนรายบุคคลและการทดสอบ

2.4 ลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอนรายบุคคล

วชิราพร อัจฉริยโกศล (2555, น. 19) ได้กล่าวถึงลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอนรายบุคคล ว่า สื่อหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกระบวนการสอนรายบุคคลจะต้องมี ผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญของลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะ ดังนี้

1. สามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียนในกระบวนการสอนรายบุคคลได้ เช่นสามารถย้อนกลับหรือผ่านข้ามไปเรียนเนื้อหาที่ต้องการได้ทันที สามารถเลือกเรียนได้ตามต้องการอาจจะเลือกเรียนกิจกรรมหรือเนื้อหาที่แตกต่างกันได้เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนแตกต่างกัน ดังนั้นทิศทางหรือรูปแบบ (Patterns) การเรียนของแต่ละคนจึงไม่เหมือนกันอาจจะมีความต้องการที่แตกต่างกัน สื่อการสอนรายบุคคลจะต้องสามารถให้ความสะดวกที่จะไปเรียนตามจุดต่างๆ ในบทเรียนได้อย่างรวดเร็วและทันที สมรรถนะของสื่อประเภทต่างๆ ในการสนองความต้องการของนักเรียนมากน้อยต่างกัน เช่น หนังสือเอื้อต่อความต้องการในประเด็นนี้สูงกว่าเทปเสียง ถึงแม้เทปเสียงจะย้อนหลังหรือเดินหน้าได้สะดวกก็ตามแต่การที่ย้อนหลังหรือเดินหน้าให้ตรงเฉพาะจุดที่ต้องการที่เดียวนั้น กระทำไม่ดีเท่าการเปิดหนังสือแน่ ในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีสมรรถนะสูงในการสนองความต้องการที่แตกต่างกันของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสนองอัตราความเร็วในการเรียนของนักเรียน ทั้งยังเป็นสื่อที่น่าสนใจอีกด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) หรือ การสอนด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer-Based Instruction) จึงเป็นที่สนใจและมีความหมายต่อการสอนรายบุคคลอย่างยิ่ง

2. มีความสะดวกในการใช้สำหรับการเรียนคนเดียว สื่อที่จะอำนวยความสะดวกในประเด็นนี้ได้ จะต้องประกอบด้วยลักษณะต่อไปนี้

2.1 วิธีการใช้ง่าย ไม่ยุ่งยากหรือซับซ้อนเกินความสามารถของนักเรียน

2.2 ขนาดเหมาะสมสำหรับการเรียนคนเดียว กะทัดรัด สะดวกแก่การนำไปเรียนคนเดียว

2.3 มีความยืดหยุ่นในเรื่องเวลาการเรียน นักเรียนสามารถใช้ในเวลาใดและนานเท่าใดก็ได้ สื่อที่มีความยืดหยุ่นในเรื่องการใช้เวลาสูง จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรายบุคคลอย่างยิ่งโดยเฉพาะในการศึกษานอกระบบ

3. ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบทเรียนรายบุคคลสูง สามารถตอบสนอง ได้ตอบ บอกผลการตอบสนองแก่นักเรียนได้ทันที

4. มีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเอง ตั้งแต่ต้นจนจบในการสอนเนื้อหาหนึ่งๆ

5. มีความปลอดภัยสูง เมื่อนักเรียนต้องเรียนคนเดียว

โดยสรุป ลักษณะและคุณสมบัติของสื่อการสอนรายบุคคล คือ สามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียน มีความสะดวกในการใช้สำหรับการเรียนคนเดียว ก่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบทเรียนรายบุคคลสูง มีความสมบูรณ์เบ็ดเสร็จในตัวเอง ตั้งแต่ต้นจนจบในการสอนเนื้อหาหนึ่งๆ มีความปลอดภัยสูง เมื่อนักเรียนต้องเรียนคนเดียว

3. การเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์

การศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาครอบคลุม (1) คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ (2) สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ (3) ตัวชี้วัดในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ (4) ทักษะกระบวนการในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ และ (5) การใช้สื่อการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์

3.1 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์

คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีสาระสำคัญ ดังนี้

ศึกษาหลักการพื้นฐานของแรงและการเคลื่อนที่ในเรื่อง ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ความเร่ง การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แรงที่กระทำต่อวัตถุในสนามโน้มถ่วงและการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงแรงที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก รวมทั้งแรงนิวเคลียร์ในนิวเคลียส และการใช้ประโยชน์จากแรงและการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ศึกษาหลักการพื้นฐานของพลังงานในเรื่ององค์ประกอบของคลื่น สมบัติของคลื่น เสียงและการได้ยิน ความเข้มเสียง มลพิษทางเสียง สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากัมมันตภาพรังสี รังสีในชีวิตประจำวัน ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ และการใช้ประโยชน์ในทางสร้างสรรค์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด มีความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม ค่านิยมที่เหมาะสม มีทักษะและลักษณะอันพึงประสงค์ในศตวรรษที่ 21

โดยสรุป ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่อง สนามของแรง เป็นการศึกษาแรงที่กระทำต่อวัตถุในสนามโน้มถ่วงและการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงแรงที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก

3.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ให้แนวทาง โครงสร้างการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ โดยมีสารและมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.14-15)

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

โดยสรุป สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นความเชื่อมโยงกับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยสาระที่เป็นองค์ความรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 8 สาระหลัก โดยขอบเขตเนื้อหาสาระสนามของแรงที่ใช้ในการวิจัยอยู่ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

3.3 ตัวชี้วัดรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์

ตัวชี้วัดรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีสาระสำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น.115-131)

1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ม. 4-6/1)
2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ม. 4-6/2)
3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ม. 4-6/3)
4. วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส (ว 4.1 ม. 4-6/4)
5. อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง (ว 4.2 ม. 4-6/1)
6. สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (ว 4.1 ม. 4-6/2)
7. อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (ว 4.2 ม. 4-6/3)
8. ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น (ว 5.1 ม. 4-6/1)
9. อธิบายการเกิดคลื่นเสียงบีตส์ของ เสียง ความเข้มเสียงระดับความเข้มเสียง การได้ยิน เสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 5.1 ม. 4-6/2)
10. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ มลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน (ว 5.1 ม. 4-6/3)
11. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าสเปกตรัม คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า (ว 5.1 ม. 4-6/4)
12. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน (ว 5.1 ม. 4-6/5)
13. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ว 5.1 ม. 4-6/6)

14. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และนำไปใช้ประโยชน์ (ว 5.1 ม. 4-6/7)

15. อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี (ว 5.1 ม. 4-6/8)

16. อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ว 5.1 ม. 4-6/8)

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

รวม 28 ตัวชี้วัด

โดยสรุป ตัวชี้วัดรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์มี 28 ตัวชี้วัด สำหรับเนื้อหาสาระสนามของแรง มี 3 ตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้อง คือ (1) ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ม. 4-6/1) (2) ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ม. 4-6/2) และ (3) ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ม. 4-6/3)

3.4 ทักษะกระบวนการในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์

ในการเรียนวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 14 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป และการสร้างแบบจำลอง ซึ่งมีสาระสรุปดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น. 4-5)

1. การสังเกต เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง เพื่อหาข้อมูล หรือหลายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

2. การวัด เป็นการเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมและถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3. การจำแนกประเภท เป็นการแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยใช้เกณฑ์ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา วัตถุต่าง ๆ ในโลกนี้จะทรงตัวอยู่ได้ ล้วนแต่ครองที่ว่าง การครองที่ของวัตถุนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมี 3 มิติ ได้แก่ มิติยาว มิติกว้าง และมิติสูงหรือหนา

5. การคำนวณ เป็นการนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขแสดงจำนวนที่นับได้ มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือหาค่าเฉลี่ย
6. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นการนำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่างๆ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมาย ของข้อมูลดียิ่งขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ และการเขียนบรรยาย
7. การลงความคิดเห็นจากข้อมูล เป็นการเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย
8. การพยากรณ์ เป็นการสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์มีสองทาง คือการพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่และ การพยากรณ์นอกขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่
9. การตั้งสมมติฐาน เป็นการคิดคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดยอาศัย การสังเกต ความรู้ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าซึ่งยังไม่ทราบ หรือยังไม่เป็น หลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่ บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะ ทราบภายหลังการทดลอง หากคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้
10. การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายของขอบเขตของ สิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้
12. การทดลอง เป็นการทดลองมี 3 ประเภท คือ การทดลองแบบแบ่งกลุ่ม เปรียบเทียบ ไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบและลองผิดลองถูก การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติการเพื่อหา คำตอบ หรือการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง
13. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการตีความหมายข้อมูล คือการแปล ความหมาย หรือการบรรยายลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การลงข้อสรุป คือ การสรุป ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด
14. การสร้างแบบจำลอง เป็นนำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบของแบบจำลองแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น

ทักษะในศตวรรษที่ 21

การเรียนรู้ในปัจจุบันเป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องก้าวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก ซึ่งต้องอาศัยทักษะต่างๆ เพื่อช่วยในการเรียนรู้ ได้แก่ ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศ ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ผู้วิจัยสรุปสาระสำคัญ ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น. 6)

1. ทักษะการใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศ เป็นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการวิเคราะห์ เข้าถึง จัดการ บูรณาการ วัตถุประสงค์ข้อมูลในรูปแบบและสื่อต่าง ๆ รวมทั้งเข้าใจในบทบาทของสื่อในสังคม

2. ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ประกอบด้วย

2.1 ทักษะการคิด เป็นการใช้ความคิดระดับสูง เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (critical thinking) การคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

1) การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นการใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลโดยการวิเคราะห์ความชัดเจน ความน่าเชื่อถือ ความสัมพันธ์และความสมบูรณ์ของข้อมูล หรือจากพยานหลักฐานในการแก้ปัญหาแล้วลงความเห็นหรือประเมินหรือลงข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล

2) การคิดสร้างสรรค์ คือความสามารถในการคิดที่เกิดจากการเชื่อมโยงความคิดที่หลากหลายแนวทางแล้วนำมาจัดเป็นระบบความคิดนำไปสู่จินตนาการและสร้างความรู้ใหม่ โดยมีความรู้และทักษะทั่ว ๆ ไป ความรู้และทักษะเฉพาะเรื่องที่ศึกษาเป็นพื้นฐาน

2.2 ทักษะการแก้ปัญหา เป็นการใช้ความคิดที่เป็นระบบ ความสามารถทางสติปัญญาด้านต่างๆ ทักษะและประสบการณ์เดิมมาประกอบกันเพื่อเป็นข้อมูลในการพิจารณาหาแนวทางปฏิบัติหรือวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

2.3 ทักษะการสื่อสาร หมายถึงความเข้าใจ การจัดการและสร้างสรรค์ด้วยวาจาอย่างมีประสิทธิภาพ การสื่อสารด้วยการเขียนและใช้สื่อมัลติมีเดียในรูปแบบและบริบทที่หลากหลาย

โดยสรุป ทักษะกระบวนการในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ประกอบด้วย ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 14 ทักษะ คือ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป

การสร้างแบบจำลอง และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มี 3 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการใช้เทคโนโลยี ทักษะการคิดและการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร

3.3 การใช้สื่อการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์

สื่อการสอนวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งต่าง ๆ ทั้งทางด้านกายภาพ และจิตภาพที่ก่อให้เกิดสถานการณ์ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาที่เป็นความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ ได้แก่ สื่อวัสดุอุปกรณ์ สื่อวิธีการ และสื่อห้องปฏิบัติการ ตลอดทั้งสถานการณ์ที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนการสอนของครู

การเลือกใช้สื่อแต่ละประเภทควรเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเกิดทักษะกระบวนการ ที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยสื่อมีความสำคัญต่อผู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ นักเรียน และครูผู้สอน มีสาระสรุป ดังนี้

1. ความสำคัญต่อนักเรียน สื่อการสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อนักเรียน 5 ประการ ดังนี้

1.1 สื่อการสอนทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง สามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้สะดวกช่วยให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 การใช้สื่อจะทำให้เร้าความสนใจและสร้างแรงจูงใจให้นักเรียน ทำให้นักเรียนมีความสนใจและต้องการเรียนในเรื่องต่างๆ มากขึ้น

1.3 นักเรียนสามารถเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับการเรียนของตนเอง เพราะสื่อการสอนมีหลายประเภทสามารถช่วยตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลในนักเรียนแต่ละคนได้

1.4 สื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนที่ยุกยากซับซ้อนได้ง่ายขึ้นในเวลาอันสั้น โดยเฉพาะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม สื่อจะช่วยถ่ายทอดนำไปสู่รูปธรรม ทำให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดได้ถูกต้อง

1.5 สื่อมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมาก เพราะสื่อช่วยให้นักเรียนได้ส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในกระบวนการการเรียนรู้โดยวิธีทดลองทางวิทยาศาสตร์

2. ความสำคัญต่อครูผู้สอน สื่อการสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อครูผู้สอน 2 ประการ ดังนี้

2.1 สื่อการสอนเป็นเครื่องมือที่ครูนำมาใช้ในการสนับสนุนการสอน เพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ ทำให้เข้าใจเนื้อหาดีขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.2 สื่อช่วยให้บรรยากาศในการสอนของครูผู้สอนน่าสนใจยิ่งขึ้น ช่วยแบ่งเบาภาระของครูผู้สอนในการเตรียมเนื้อหา เพราะอาจทำให้นักเรียนศึกษาได้จากสื่อ และยังช่วยให้ครูผู้สอนคิดค้นสื่อและเทคนิควิธีการใหม่ ๆ ที่ช่วยในการเรียนรู้ที่น่าสนใจยิ่งขึ้น (นิคม ทาแดง และศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์, 2557, น.7-8)

โดยสรุป การเลือกใช้สื่อแต่ละประเภทควรเลือกให้เหมาะสมกับเนื้อหาให้นักเรียนได้เรียนรู้ และเกิดทักษะกระบวนการ ที่จะนำไปสู่จุดมุ่งหมายของหลักสูตร โดยสื่อมีความสำคัญต่อผู้ที่เกี่ยวข้องได้แก่ นักเรียน และครูผู้สอน

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาลักษณะการใช้สื่อการสอนนิยมพิจารณาจัดให้สอดคล้องกับลักษณะอันเป็นพื้นฐาน 3 ประการ คือ (1) การจัดสื่อให้สอดคล้องกับลักษณะ โครงสร้างและขอบเขตเนื้อหา (2) การจัดสื่อให้สอดคล้องกับลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ(3) การจัดสื่อการสอนให้สอดคล้องกับเป้าหมายในเชิงปรัชญาของหลักสูตร ผู้วิจัยสรุปสาระสำคัญ ดังนี้

1. การจัดสื่อให้สอดคล้องกับลักษณะ โครงสร้างและขอบเขตเนื้อหา ลักษณะของการจัดการเรียนการสอน ไม่ว่าจะเป็นการเรียนการสอนในวิชาใดก็ตามที่จะถือได้ว่าจัดได้สมบูรณ์ที่สุด คือการจัดให้มีลักษณะต่อเนื่องขององค์ประกอบทั้งสาม คือ ความต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของเนื้อหาที่เรียน ความต่อเนื่องของเหตุผล วิธีคิดหรือความต่อเนื่องของปัญหา การศึกษาค้นคว้าทำให้เข้าใจปัญหาแรก สามารถตอบปัญหาแรกได้ แต่คำตอบมีลักษณะในการทำให้เกิดปัญหาที่สอง เป็นลูกโซ่อย่างนี้ไปเรื่อยๆ และสุดท้าย คือความต่อเนื่องของสื่อที่ใช้ถ่ายทอดเนื้อหาหรือเป็นตัวก่อให้เกิดการคิด ดังนั้น ถ้าพิจารณาเห็นว่าโครงสร้างของเนื้อหา มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง การจัดการเรียนการสอนวิชานี้ต้องพิจารณาสร้างความต่อเนื่องของลูกโซ่ การคิดและการเลือกสื่อที่เป็นแกนกลางให้เหมาะสม หรือถ้าลักษณะ โครงสร้างของเนื้อหา ยึดปัญหาหรือลำดับความคิดเป็นหลักอยู่แล้ว การพิจารณาการจัดการเรียนการสอนต้องพิจารณาเป็นพิเศษว่า เนื้อหาและสื่อจะใส่อะไร จึงจะมีความต่อเนื่องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และสามารถทำให้เกิดปัญหาให้นักเรียนได้ค้นคว้า ได้คิดตามแนวที่หลักสูตรกำหนดไว้ ก็จะได้ศึกษาจากการสังเกตการวัด การใช้ประสาทสัมผัส รวบรวมข้อมูลตั้งสมมติฐาน ฯลฯ

ส่วนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายนั้น มีลักษณะแยกเป็นลักษณะวิชา แม้จะมีวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ มีชื่อรายวิชาเป็นชื่อเดียวกัน แต่เรื่องภายใน นักเรียนสามารถเลือกเรียนเรื่องวิทยาศาสตร์กายภาพหรือชีวภาพใดๆ ก็ได้ ดังนั้นเนื้อหาของแต่ละเรื่องจึงต่อเนื่องเป็นระบบของแต่ละวิชาคืออยู่แล้ว ครูผู้สอนเพียงแค่จัดลำดับความคิดให้ดีก็สามารถ

ดำเนินการสอนไปได้ สื่อการสอนอาจไม่มีความจำเป็นที่จะหาสื่อกลางหรือความต่อเนื่องสื่อระหว่างเรื่องก็ได้ ลักษณะเนื้อหาแบบนี้สื่อการสอนมีหลายประเภทหลายลักษณะเท่าไรก็ดี

2. การจัดสื่อให้สอดคล้องกับลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นอกจากจะถ่ายทอดเนื้อหาให้ได้ตามที่หลักสูตรกำหนดแล้ว วิธีการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเครื่องมือของนักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาค้นคว้า จนได้ข้อสรุปที่เป็นระบบเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ก็เป็นส่วนสำคัญที่จะต้องถ่ายทอดและปลูกฝังให้แก่ นักเรียน เพราะเป็นส่วนที่ทำให้ นักเรียนสามารถนำไปใช้ศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ เกิดความพอใจและมีเจตคติที่ดีทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของวิทยาศาสตร์ที่ขาดไม่ได้สำหรับการเรียนการสอนของวิชานี้ คือ เนื้อหา วิธีการ และเจตคติ

ลักษณะการถ่ายทอดเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่คืบนั้น จะต้องให้นักเรียนได้เรียนรู้โดยผ่านกระบวนการวิทยาศาสตร์ได้ทำงานตามขั้นตอนเหมือนนักวิทยาศาสตร์ผู้ค้นพบเนื้อหาที่นักเรียนกำลังเรียนอยู่ ดังนั้น ลักษณะของสื่อการสอนต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงาน of นักเรียน อาจแบ่งตามลักษณะการใช้สื่อการสอนที่แตกต่างกันได้ 3 ลักษณะ ดังนี้ ขั้นตอนการตั้งปัญหาและสมมติฐาน ขั้นการทำทดลอง และขั้นสรุปผลและนำผลไปประยุกต์ใช้

1) ขั้นการตั้งปัญหาและสมมติฐาน ในขั้นนี้ สื่อที่ใช้ต้องเป็นสื่อข้อมูลเสนอสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความสนใจ เกิดการสังเกต เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้สึกรู้สึกในปัญหา รวบรวมข้อมูลจนเข้าใจปัญหาและตั้งสมมติฐาน คือ เค้าคำตอบสำหรับปัญหานั้น ๆ ได้ โดยที่สื่ออาจเป็นสิ่งที่เสนอสถานการณ์ที่มีจุดเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน หรือขัดแย้งแตกต่างไปจากความเคยชินหรือสถานการณ์ปัญหาโดยตรง

2) ขั้นทำการทดลอง รวบรวมข้อมูล หาหลักฐานเชิงประจักษ์เพื่อทดสอบความถูกต้องของสมมติฐาน และปรับเปลี่ยนสมมติฐานให้ตรงกับความเป็นจริง สื่อการสอนในขั้นนี้ นักเรียนควรจะเป็นผู้เลือกออกแบบและใช้สื่อด้วยตนเอง ทั้งนี้ ถ้าการใช้สื่อในข้อ (1) เป็นไปอย่างเหมาะสมจะเป็นแนวทางให้นักเรียนเลือกใช้สื่อในการทดลองและรวบรวมข้อมูลในขั้นนี้ตรงกับที่ครูผู้สอนวางแผนไว้

3) ขั้นสรุปและนำผลไปประยุกต์ใช้ สื่อการสอนในขั้นนี้ ควรจะเป็นประเภทถ่ายทอดเนื้อหาในประเด็นเดียวกันกับข้อสรุปของนักเรียน แต่เป็นไปเพื่อขยายขอบเขตของปัญหาให้นักเรียนได้เห็นข้อจำกัดของผลสรุปของคนนำทางไปสู่ปัญหาใหม่ ๆ ต่อไป

3. การจัดสื่อการสอนให้สอดคล้องกับเป้าหมายในเชิงปรัชญาของหลักสูตร คำว่าเป้าหมายเชิงปรัชญาของหลักสูตรนี้ หมายถึง เป้าหมายที่ถือเป็นประเด็นสำคัญของหลักสูตรนั้น ๆ

ซึ่งเป็นผลมาจากความคิดและความเชื่อทางปรัชญาของนักการศึกษาผู้สร้างหลักสูตรและการสอนในระดับมัธยมศึกษาที่สำคัญ ๆ มีสามพวก คือ กลุ่มสารัตถวาท กลุ่มพิพัฒนาวาท และกลุ่มอัตถวาท

1) ลักษณะสื่อการใช้การสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรและการสอนทางกลุ่มสารัตถวาท กลุ่มนี้เนื้อหาสาระความรู้ และหลักสูตรและการสอนเน้นให้นักเรียนได้รับความรู้วิทยาศาสตร์กันทั่วไวก่อนแล้ว ดังนั้น สื่อที่ใช้จึงเป็นสื่อประเภทเสนอเนื้อหาโดยตรง ครูผู้สอนจะเลือกสื่อที่มีประสิทธิภาพในการเสนอเนื้อหา เสนอได้มากในเวลาอันสั้นชัดเจน

2) ลักษณะสื่อการใช้การสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรและการสอนทางกลุ่มพิพัฒนาวาท กลุ่มนี้มุ่งการเรียนรู้โดยการกระทำและนำไปใช้ประโยชน์ได้ หลักสูตรจะเน้นประโยชน์ใช้สอย เนื้อหาอาจไม่ต่อเนื่องกันเป็นระบบ

3) ลักษณะสื่อการใช้การสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรและการสอนทางกลุ่มอัตถวาท กลุ่มนี้เห็นความแตกต่างระหว่างบุคคล การเรียนรู้ คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างความคิดของแต่ละบุคคล ดังนั้น ลักษณะการใช้สื่อการเรียนการสอนของกลุ่มนี้ จึงเป็นการเสนอสถานการณ์ ปัญหา ข้อมูล วัตถุ และปรากฏการณ์ต่างๆ ให้นักเรียนได้สังเกต รวบรวมข้อมูล ศึกษาปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทดสอบและสรุปผลด้วยตนเอง

โดยสรุป การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์นิยมพิจารณาจัดให้สอดคล้องกับระดับการศึกษาและสอดคล้องกับลักษณะอันเป็นพื้นฐาน 3 ประการคือ (1) การจัดสื่อให้สอดคล้องกับลักษณะ โครงสร้างและขอบเขตเนื้อหา (2) การจัดสื่อให้สอดคล้องกับลำดับขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ(3) การจัดสื่อการสอนให้สอดคล้องกับเป้าหมายในเชิงปรัชญาของหลักสูตร

4. การทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ครอบคลุม (1) ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (2) ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (3) การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (4) วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (5) การตีความหมายผลการคำนวณหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (6) ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (9) สิ่งที่ควรปฏิบัติหลังทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และ (10) การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.1-19)

4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ชัยขงค์ พรหมวงษ์ (2556, น.7) กล่าวถึง ความหมายของประสิทธิภาพ การทดสอบประสิทธิภาพ มีสาระสรุป ดังนี้

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงานเพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใด ๆ อย่างถูกวิธี คำว่า ประสิทธิภาพ มักสับสนกับคำว่าประสิทธิผล (Effectiveness) ซึ่งเป็นคำที่คลุมเครือ ไม่เน้นปริมาณ และมุ่งให้บรรลุวัตถุประสงค์และเน้นการทำสิ่งที่ถูกที่ควร ดังนั้นสองคำนี้จึงมักใช้คู่กัน คือ ประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การหาคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยพิจารณาขั้นตอนของการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) เพื่อหาคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้นักเรียนมีความรู้เพียงพอ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปสอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development-R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้ เพื่อประกันคุณภาพของสถาบันการศึกษาทางไกลนานาชาติ

โดยสรุป จากการศึกษาความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยสรุปความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นการนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้เบื้องต้น แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุง แก้ไข และทดลองสอนจริง

4.2 ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อประกันว่าจะมีประสิทธิภาพจริงตามที่มุ่งหวัง ผู้วิจัยได้ศึกษาและสรุปสาระสำคัญ ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ความ ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.8)

1. ความจำเป็นสำหรับหน่วยงานผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นการประกันคุณภาพว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการหาประสิทธิภาพเสียก่อนแล้ว หากผลิตออกมาใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ก็ต้องผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

2. ความจำเป็นสำหรับผู้ใช้น้ำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่สอนช่วยสร้างภาพการเรียนรู้ให้นักเรียนและเปลี่ยนพฤติกรรมนักเรียนตามที่มุ่งหวัง บางครั้งต้องช่วยครูสอน บางครั้งต้องสอนแทนครู ดังนั้นก่อนนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไปใช้ ครูจึงควรมั่นใจว่า มีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง การหาประสิทธิภาพตามลำดับขั้น ช่วยให้ผู้ใช้ได้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

3. ความจำเป็นสำหรับผู้ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การทดสอบประสิทธิภาพทำให้ผู้ผลิตมั่นใจว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เหมาะสมกับวัยนักเรียนและท้องถิ่น ง่ายต่อการเข้าใจ ช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้น ประหยัดแรงสมอง แรงงาน และเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

โดยสรุป จากการศึกษาความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบประสิทธิภาพ เพื่อทดสอบว่าการดำเนินการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพจริงตามความต้องการ

4.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ชัยขงศ์ พรหมวงศ์ (2556, น.8-9) ได้กล่าวถึงการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญ ดังนี้

ความหมายของเกณฑ์ (Criterion) เกณฑ์เป็นขีดกำหนดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพและหรือปริมาณที่จะรับได้

การตั้งเกณฑ์ ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนาม ตั้งไว้ 80/80 ถือว่าเป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง

อนึ่งเนื่องจากเกณฑ์ที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์ต่ำสุด ดังนั้น หากการทดสอบคุณภาพของสิ่งใดหรือพฤติกรรมใดได้ผลสูงกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้เกิน 2.5 ก็ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น แต่หากได้ค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ต้องปรับปรุงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพใช้หลายครั้งในภาคสนามจนได้ค่าถึงเกณฑ์ที่กำหนด

ความหมายของเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตพึงพอใจว่า หากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน และคุ้มแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของนักเรียน 2 ประเภท คือ ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 = Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) คือ

1. การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องหรือกระบวนการ คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ๆ หลาย ๆ พฤติกรรมของนักเรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ที่เกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่น ๆ ที่ครูผู้สอนกำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของนักเรียน โดยพิจารณาจากการทดสอบหลังเรียนหรือจากการสอบได้

ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ครูผู้สอนคาดหวังว่านักเรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและ การประกอบกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผล

การทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทั้งหมด นั่นคือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้ว นักเรียนจะสามารถทำแบบฝึกปฏิบัติ หรืองาน ได้ผลเฉลี่ย 80% และประเมินหลังเรียนและงานสุดท้ายได้ผลเฉลี่ย 80%

การที่จะกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยพิจารณาพิสัยการเรียนรู้ที่จำแนกเป็นพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย

ในขอบข่ายพุทธิพิสัยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลงมา คือ 90/90 85/85 80/80

ส่วนเนื้อหาสาระที่เป็นจิตพิสัย จะต้องใช้เวลาไปฝึกฝนและพัฒนา ไม่สามารถทำให้ถึงเกณฑ์ระดับสูงได้ในห้องเรียนหรือในขณะที่เรียน จึงอนุโลมให้ตั้งไว้ต่ำลง นั่นคือ 80/80 75/75 แต่ไม่ต่ำกว่า 75/75 เพราะเป็นระดับความพอใจต่ำสุด จึงไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำกว่านี้ หากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น

โดยสรุป จากการศึกษาการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ เป็นการประเมินพฤติกรรมต่อเนื่องหรือกระบวนการ และการประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้ายที่เป็นผลลัพธ์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 นำไปใช้ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4.4 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญของ วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพสามารถดำเนินการได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตร และโดยใช้วิธีคำนวณธรรมดา (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.10)

4.4.1 วิธีการคำนวณโดยใช้สูตร การคำนวณโดยใช้สูตรมี 2 สูตรที่ต้องนำมาใช้

สูตรที่ 1

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

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของกิจกรรมระหว่างเรียนที่กำหนดให้นักเรียนทำ

A แทน คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียนที่กำหนดให้นักเรียนทำ

N แทน จำนวนนักเรียน

สูตรที่ 2

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

4.4.2 วิธีการคำนวณ โดยไม่ใช้สูตร

ในกรณีที่ไม่มีสูตรตามข้อ 1 ก็สามารถใช้วิธีการคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้ สำหรับค่า E_2 ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ทำได้โดยการเอาคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนคิดเป็นร้อยละ

สำหรับ E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมระหว่างเรียน กระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกัน แล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับ E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละหน่วยในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กำหนดให้ทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อย เพื่อหาค่าร้อยละ

โดยสรุป จากการศึกษาวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ ผู้วิจัย หาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยการใช้สูตรคำนวณหาค่า E_1/E_2

4.5 การตีความหมายผลการคำนวณหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หลังจากคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้แล้วผู้หาประสิทธิภาพต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดยยึดหลักการและแนวทาง มีสาระสรุป ดังนี้ (ชัยรงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.11)

ความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อน หรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง = $\pm 2.5\%$ นั้นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือเป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% และสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

หากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ ค่า E_1 หรือ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพ จะต้องใกล้เคียงกันและห่างกันไม่เกิน 5% ซึ่งเป็นตัวชี้ที่จะยืนยันได้ว่านักเรียนได้มีการเปลี่ยนพฤติกรรมต่อเนื่องตามลำดับขั้นหรือไม่ก่อนที่จะมี

การเปลี่ยนพฤติกรรมขั้นสุดท้าย หรืออีกนัยหนึ่งต้องประกันได้ว่านักเรียนมีความรู้จริงไม่ใช่ทำกิจกรรมหรือสอบได้เพราะการเดา

การประเมินในอนาคตจะเสนอผลการประเมินเป็นตัวเลขสองตัว คือ E_1 คู่ E_2 เพราะจะทำให้ผู้อ่านผลการประเมินทราบลักษณะนิสัยของนักเรียนระหว่างนิสัยในการทำงานอย่างต่อเนื่อง คงเส้นคงวาหรือไม่ (ดูจากค่า E_1 คือ กระบวนการ) กับการทำงานสุดท้ายว่ามีคุณภาพมากน้อยเพียงใด (ดูจากค่า E_2 คือ ผลลัพธ์) เพื่อประโยชน์ของการถ่วงกรงบุคคลากรเข้าทำงาน

ตัวอย่าง นักเรียนสองคนคือ เกษมกับปรีชา เกษมได้ผลลัพธ์ $E_1/E_2 = 78.50/82.50$ ส่วนปรีชาได้ผลลัพธ์ $82.50/78.50$ แสดงว่านักเรียนคนแรกคือเกษม ทำงานและแบบฝึกปฏิบัติทั้งปีได้ 78% และสอบไล่ได้ 83% จะเห็นได้ว่าจะมีลักษณะนิสัยที่เป็นกระบวนการผู้เรียนคนที่สองคือ ปรีชาที่ได้ผลลัพธ์ $E_1/E_2 = 82.50/78.50$ ไม่ได้

โดยสรุป เมื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพแล้วต้องตีความหมายของผลลัพธ์โดยผู้วิจัยยึดหลักการและแนวทางดังนี้ (1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างมีคุณค่าคุณภาพไม่เกินร้อยละ 5% (2) หากคะแนน E_1 หรือ E_2 ห่างกันเกิน 5% ต้องปรับแก้

4.6 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, น.11-12) กล่าวว่า เมื่อผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้ ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพมีขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบเดี่ยว การทดลองแบบกลุ่ม และการทดลองแบบภาคสนาม ผู้วิจัยได้สรุปสาระสำคัญ ดังนี้

1. การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครูผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับนักเรียน 1 – 3 คน โดยใช้นักเรียนที่เรียนอ่อน นักเรียนที่เรียนปานกลาง และนักเรียนที่เรียนเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าหงาย หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภาระกิจและงานที่มอบให้ทำ และทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

2. การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครูผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับนักเรียน 6 – 10 คน (คละนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลางกับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม

สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและประเมินผลลัพธ์ คือ การทดสอบหลังเรียนและงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงในคราวนี้คะแนนของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10% นั่นคือ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

3. การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครูผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับนักเรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนจากกระบวนการ คือ กิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2 – 3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกัน เกณฑ์ที่ตั้งไว้หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ก็ให้ยอมรับว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มากกว่า -2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำจนกว่าจะถึงเกณฑ์ จะหยุดปรับปรุงแล้วสรุปว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไม่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้หรือจะลดเกณฑ์ลง เพราะ “ถอดใจ” หรือยอมแพ้ไม่ได้

หากสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน +2.5 ก็ยอมรับว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

หากค่าที่ได้สูงกว่าเกณฑ์เกิน +2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น เช่น ตั้งไว้ 80/80 ก็ให้ปรับขึ้นเป็น 85/85 หรือ 90/90 ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบประสิทธิภาพได้

ตัวอย่าง เมื่อทดสอบหาประสิทธิภาพแล้วได้ 83.50/85.40 ใกล้เคียงกับเกณฑ์ 85/85 ที่ตั้งไว้ แต่ถ้าตั้งเกณฑ์ไว้ 75/75 เมื่อผลการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 83.50/85.40 ก็อาจเลื่อนเกณฑ์ขึ้นมาเป็น 85/85 ได้

โดยสรุป จากการศึกษาขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพมีขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอน คือ การทดลองแบบเดี่ยว ใช้นักเรียน 3 คน เป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน การทดลองแบบกลุ่ม ใช้นักเรียน 6 – 10 คน เป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน และการทดลองแบบภาคสนาม ใช้นักเรียน 40 – 100 คน

4.7 การคัดเลือกนักเรียนมาทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เพื่อให้การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ผลคุ้มค่า ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงการคัดเลือกนักเรียนมาทดสอบประสิทธิภาพ นักเรียนที่จะมาทดสอบต้องเป็นตัวแทนที่เราจะนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไปใช้ โดยมีข้อควรพิจารณาในการคัดเลือกนักเรียน ดังนี้ (ชัยวงศ์ พรหมวงศ์, 2556, น.14)

1. สำหรับทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพครู 1 คน ต่อนักเรียน 1 – 3 คน ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนที่เรียนอ่อนเสียก่อน ทำการปรับปรุงแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนที่เรียนปานกลาง และนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนที่เรียนเก่ง อย่างไรก็ตามหากเวลาไม่อำนวยและสภาพการณ์ไม่เหมาะสมก็ให้ทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือนักเรียนที่เรียนปานกลาง โดยไม่ต้องทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนที่เรียนเก่งก็ได้ แต่การทดสอบประสิทธิภาพกับเด็กทั้งสามระดับจะเป็นการสะท้อนธรรมชาติการเรียนรู้ที่แท้จริง ที่นักเรียนที่เรียนเก่ง กลาง อ่อนจะได้ช่วยเหลือกัน เพราะนักเรียนที่เรียนอ่อนบางคนอาจจะเก่งในเรื่องที่นักเรียนที่เรียนเก่งทำไม่ได้

2. สำหรับทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ครู 1 คนทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียน 6 – 12 คน โดยให้มีนักเรียนคละกันทั้งนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง นักเรียนที่เรียนอ่อน ห้ามทดสอบประสิทธิภาพกับนักเรียนที่เรียนอ่อนล้วน หรือนักเรียนที่เรียนเก่งล้วน

3. สำหรับทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ใช้ครู 1 คน กับนักเรียนทั้งชั้น กับนักเรียน 30 – 40 คน (หรือ 100 คน สำหรับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายบุคคล) ชั้นเรียนที่เลือกมาทดสอบประสิทธิภาพจะต้องมีนักเรียนคละกันทั้งเก่งและอ่อน ไม่ควรเลือกห้องเรียนที่มีนักเรียนที่เรียนเก่งหรือนักเรียนที่เรียนอ่อนล้วน

สัดส่วนที่ถูกต้องในการกำหนดจำนวนนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ควรยึดจำนวนจากการแจกแจงปกติที่จำแนกนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม คือ นักเรียนที่เรียนเก่งมาก (เหรียญเพชร) ร้อยละ 1.37 (1 คน) นักเรียนที่เรียนเก่ง (เหรียญเงิน) ร้อยละ 14.63 (15 คน) นักเรียนที่เรียนปานกลาง (เหรียญเงิน) ร้อยละ 68.00 (68 คน) นักเรียนที่เรียนอ่อน (เหรียญทองแดง) ร้อยละ 14.63 (15 คน) และนักเรียนที่เรียนอ่อนมาก (เหรียญตะกั่ว) ร้อยละ 1.37 (1 คน)

เมื่อยึดการแจกแจงปกติเป็นเกณฑ์กำหนดจำนวนนักเรียนที่จะนำมาทดสอบ ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ก็จะได้นักเรียนที่เรียนเก่งประมาณร้อยละ 16 นักเรียนที่เรียน ปานกลางร้อยละ 68 และนักเรียนที่เรียนอ่อนร้อยละ 16 เนื่องจากการทดสอบประสิทธิภาพหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ต้องใช้สถานที่ในการจัดกิจกรรมและใช้เวลามากกว่า สำหรับการทดสอบ ประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ควรใช้เวลาออกชั้นเรียนหรือแยกนักเรียนต่างหากจาก ห้องเรียน อาจเป็นห้องประชุมของโรงเรียน โรงอาหารหรือสนามได้ร่วมไม้กันได้

ส่วนการทดสอบประสิทธิภาพแบบสนามควรใช้ห้องเรียนจริง แต่นักเรียนที่ใช้ ทดสอบประสิทธิภาพต้องสุ่มนักเรียนแต่ละระดับมาจากหลายห้องเรียนในโรงเรียนเดียวกันหรือ ต่างโรงเรียน เพื่อให้ได้สัดส่วนจำนวนตามการแจกแจงปกติ

ในกรณีที่ไม่สามารถหานักเรียนตามสัดส่วนการแจกแจงปกติได้ ผู้ทดสอบ ประสิทธิภาพอาจสุ่มแบบเจาะจง โดยใช้ห้องเรียนใดห้องเรียนหนึ่งทำการทดสอบประสิทธิภาพ แต่ จะต้องระบุไว้ในข้อจำกัดของการวิจัยในบทนำและนำไปอภิปรายผลในบทสุดท้ายเพราะค่า ประสิทธิภาพที่ได้แม้จะถึงเกณฑ์ที่กำหนดก็ถึงอย่างมีเงื่อนไข เพราะกลุ่มตัวอย่างมิได้สะท้อน สัดส่วนที่แท้จริงตามการแจกแจงปกติ

โดยสรุป จากการศึกษาการคัดเลือกนักเรียนมาทดสอบประสิทธิภาพ ควรพิจารณา ในการคัดเลือกนักเรียนสำหรับทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ซึ่งแต่ละขั้นตอน ของการทดสอบประสิทธิภาพจะต้องคละนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อน

4.8 ข้อควรคำนึงในการทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เพื่อให้การทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ได้ผลคุ้มค่า มีสิ่งที่มี ผู้ ทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ควรคำนึงถึง มีสาระสรุป ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.15)

1. การเลือกนักเรียนเข้าร่วมการทดสอบประสิทธิภาพ ควรเลือกนักเรียนที่เป็น ตัวแทนของนักเรียนที่ใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามแนวทางการสุ่มตัวอย่างที่ถูกต้อง
2. การเลือกเวลาและสถานที่ทดสอบประสิทธิภาพ ควรหาสถานที่และเวลาที่ ปราศจากเสียงรบกวน ไม่ร้อนอบอ้าว และควรทดสอบประสิทธิภาพในเวลาที่นักเรียนไม่หิว กระหาย ไม่รีบร้อนกลับบ้าน หรือไม่ต้องพะวักพะวนไปเข้าเรียนในชั้นอื่น
3. การชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการ ต้องชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงวัตถุประสงค์ ของการทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และการจัดห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน หาก นักเรียนไม่คุ้นเคยกับวิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

4. การรักษาสถานการณ์ตามความเป็นจริง สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามในชั้นเรียนจริง ต้องรักษาสภาพการณ์ให้เหมือนที่เป็นอยู่ในห้องเรียนทั่วไป เช่น ต้องใช้ครูเพียงคนเดียวห้ามคนอื่นเข้าไปช่วย ผู้สังเกตการณ์ต้องอยู่ห่าง ๆ ไม่เข้าไปช่วยเหลือเด็ก ต้องปล่อยให้ครูผู้ทดสอบประสิทธิภาพสอนแก้ปัญหาด้วยตัวเอง หากจำเป็นต้องได้รับความช่วยเหลือก็ให้ครูผู้สอนเป็นผู้บอกให้เข้าไปช่วย มิฉะนั้นการทดสอบประสิทธิภาพสอนก็ไม่สะท้อนสถานการณ์จริงที่มีคนสอนเพียงคนเดียว

5. ดำเนินการสอนตามขั้นตอน ไม่ว่าจะเป็นการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และภาคสนาม หลังจากชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และวิธีการสอนแล้วครูจะต้องดำเนินการสอนตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบการสอน

โดยสรุป การทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีข้อที่ควรคำนึง คือ (1) การเลือกนักเรียน (2) การเลือกเวลาและสถานที่ (3) การชี้แจงวัตถุประสงค์และสถานที่ (4) การรักษาสถานการณ์ตามความเป็นจริง และ (5) ดำเนินการสอนตามขั้นตอน

4.9 สิ่งที่ต้องปฏิบัติหลังทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เสร็จแล้ว ครูผู้สอนและสมาชิกในกลุ่มฝึกปฏิบัติผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีสิ่งควรปฏิบัติ มีสาระสรุปดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.17)

1. นำผลงานและแบบฝึกปฏิบัติของนักเรียนมาตรวจ โดยการให้คะแนนกิจกรรมทุกชนิดแล้วหาค่าเฉลี่ยและทำเป็นร้อยละ

2. นำผลการสอบหลังเรียนมาหาค่าเฉลี่ยและทำเป็นคำร้อยละ

โดยสรุป จากการศึกษาสิ่งที่ควรปฏิบัติหลังทดสอบประสิทธิภาพ นำผลงานและกิจกรรมของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนกิจกรรมทุกชนิด นำผลการสอบหลังเรียน มาหาค่าเฉลี่ยและทำเป็นคำร้อยละ นำผลการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเขียนแผนภูมิเปรียบเทียบ และนำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มาปรับปรุงแก้ไข

4.10 การยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

เมื่อทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ภาคสนามแล้วเทียบค่า E1/E2 ที่หาได้จากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์กับ E_1/E_2 ที่ตั้งเกณฑ์ไว้ เพื่อดูว่าเราจะยอมรับประสิทธิภาพหรือไม่ การยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าความแปรปรวน 2.5 – 5% อาทินั้นคือ ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 5% แต่โดยปกติเราจะกำหนดไว้ 2.5% อาทิ เราตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบ 1:100 แล้ว หนังสืออิเล็กทรอนิกส์นั้นมีประสิทธิภาพ 87.50/87.50 เราก็สามารถยอมรับได้ว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ นั้นมีประสิทธิภาพ

การยอมรับประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ 3 ระดับ (1) สูงกว่าเกณฑ์ (2) เท่าเกณฑ์ และ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ (ชัยขงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.18)

โดยสรุป จากการศึกษาการยอมรับหรือไม่ยอมรับประสิทธิภาพ การยอมรับประสิทธิภาพค่าความแปรปรวน 2.5 – 5% มี 3 ระดับ คือ (1) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไม่เกิน.25% (2) เท่าเกณฑ์ที่กำหนด และ(3) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไม่เกิน .25% โดยการยอมรับประสิทธิภาพให้ถือค่าความแปรปรวน 2.5 – 5 %

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 มีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา มีจำนวน 5 เรื่อง ในช่วงปี พ.ศ. 2550-ปัจจุบัน ดังนี้

5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี ดังนี้

วารุณี ศรีงาม (2555) ศึกษาการสร้างชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานนิวเคลียร์และกัมมันตภาพรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ผลการศึกษาพบว่าชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานนิวเคลียร์และกัมมันตภาพรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนหลังเรียนด้วยชุดการสอนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

โดยสรุป งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการสอน รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีจำนวน 1 เรื่อง คือ การสร้างชุดการสอน กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานนิวเคลียร์และกัมมันตภาพรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย ใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (STS) ผลการศึกษาพบว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น มัธยมศึกษา มีดังนี้

เจดชัย พลกุล (2552) ได้ศึกษาการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์เรื่องแบบจำลองอะตอมของโบร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก

สุทัศน์ ไชยปัญญา (2554) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์อยู่ในระดับมากที่สุด

ปทุมทิพย์ อินทร์เอก (2557) การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) เรื่องกัมมันตภาพรังสี สำหรับใช้เป็นการเรียนรู้เพื่อเสริมการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี ผลการวิจัยพบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วนรรยนันท์ เอียดเต็ม (2557) การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นกล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

โดยสรุป จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์สามารถนำไปใช้ เป็นสื่อการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (2) ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง (3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยครอบคลุม (1) การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างการวิจัย (2) การสร้างเครื่องมือการวิจัย (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

1.1 ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 จำนวน 61 โรงเรียน มีจำนวน 9,357 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนอุทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 30 คน โดยมีขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.2.1 **สุ่มโรงเรียน** โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 จำนวน 61 โรงเรียน ได้โรงเรียนอุทอง อำเภออุทอง จังหวัดสุพรรณบุรี

1.2.2 **เลือกแบบเจาะจงระดับชั้นเรียน** โรงเรียนอุทอง จากจำนวน 6 ระดับชั้น คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ได้ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องด้วยรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เปิดสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560

1.2.3 **สุ่มห้องเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4** ของโรงเรียนอุทุมพรพิสัย ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 8 ห้องเรียน คือ 4/1 4/2 4/3 4/4 4/5 4/6 4/7 และ 4/8 ได้ห้องเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 มีจำนวนนักเรียน 40 คน

1.2.4 **จำแนกนักเรียนตามผลการเรียนของนักเรียน** นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น โดยจำแนกตามผลการเรียนของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2559 มีเกณฑ์ในการจำแนกผลการเรียนเฉลี่ยดังนี้ คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดีในระดับ 3.00 – 4.00 จำนวน 9 คน ผลการเรียนปานกลางระดับ 2.50 – 2.99 จำนวน 11 คน และผลการเรียนอ่อน ระดับ 1.00 – 2.49 จำนวน 10 คน รวมจำนวน 30 คน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระดับผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1

ระดับผลการเรียน	จำนวน (คน)
3.00 – 4.00 ผลการเรียนดี	11
2.50 – 2.99 ผลการเรียนปานกลาง	10
1.00 – 2.49 ผลการเรียนอ่อน	9

1.2.5 **สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว** สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 30 คน ได้นักเรียนจำนวน 3 คน ดังนี้ คือ ผลการเรียนดี จำนวน 1 คน ผลการเรียนปานกลาง จำนวน 1 คน และผลการเรียนอ่อน จำนวน 1 คน ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ระดับผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 แบบเดี่ยว

ระดับผลการเรียน	จำนวน (คน)
3.00 – 4.00 ผลการเรียนดี	1
2.50 – 2.99 ผลการเรียนปานกลาง	1
1.00 – 2.49 ผลการเรียนอ่อน	1

1.2.6 สุ่มเพื่อทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม สุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 จำนวน 27 คน ได้นักเรียนจำนวน 6 คน ดังนี้ คือ ผลการเรียนรู้ดี จำนวน 2 คน ผลการเรียนรู้ปานกลาง จำนวน 2 คน และผลการเรียนอ่อน จำนวน 2 คน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ระดับผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 แบบกลุ่ม

ระดับผลการเรียน	จำนวน (คน)
3.00 – 4.00 ผลการเรียนรู้ดี	2
2.50 – 2.99 ผลการเรียนรู้ปานกลาง	2
1.00 – 2.49 ผลการเรียนรู้อ่อน	2

1.2.7 ทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม เหลือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 ที่ใช้ในการทดสอบภาคสนาม จำนวน 21 คน ที่มีผลการเรียนรู้ดี จำนวน 8 คน ปานกลาง จำนวน 7 คน และผลการเรียนอ่อนจำนวน 6 คน ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ระดับผลการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนที่ 1 แบบภาคสนาม

ระดับผลการเรียน	จำนวน (คน)
3.00 – 4.00 ผลการเรียนรู้ดี	8
2.50 – 2.99 ผลการเรียนรู้ปานกลาง	7
1.00 – 2.49 ผลการเรียนรู้อ่อน	6

2. เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ (1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบคู่ขนาน และ (3) แบบสอบถามความพึงพอใจ

2.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในการผลิตหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยในเรื่อง แนวคิดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และเนื้อหาสาระเรื่อง สนามของแรง ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 หัวเรื่องที่ศึกษาและแหล่งที่ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัย

หัวเรื่องที่ศึกษา	แหล่งที่ศึกษา
1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
1.1 ความหมายของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	ครุฑจิต วัลย์วงศ์ (2540, น.1) กิดานันท์ มลิทอง (2548, น.203) ไพฑูรย์ ศรีฟ้า (2551, น.14)
1.2 ความสำคัญของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2558, น.30)
1.3 รูปแบบและประเภทของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	Baker (1992, p.139-149)
1.4 องค์ประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	ณัฐกร สงคราม (2553, น. 5) คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2558, น.33-35)
1.5 การออกแบบและการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	คันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2558, น.38-40)
1.6 ประโยชน์ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ (2545, น. 33-35)
2. เนื้อหาสาระเรื่อง สนามของแรง	
2.1 สนามแม่เหล็ก	พัฒนชัย จันทร (2558, น. 39-61)
2.1.1 ความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็ก	สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
2.1.2 ความหมายและการตรวจสอบสนามแม่เหล็ก	เทคโนโลยี (2555, น. 26-75)
2.1.3 ลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก	อรุณี เรื่องพิเศษ (2559, น. 27-45)
2.1.4 ผลของสนามแม่เหล็ก	
2.2 สนามไฟฟ้า	
2.2.1 สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ	
2.2.2 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า	
2.2.3 การตรวจสอบสนามไฟฟ้า	
2.2.4 ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาค	
2.3 สนามโน้มถ่วง	
2.3.1 ลักษณะของสนามโน้มถ่วงของโลก	
2.3.2 ผลของสนามโน้มถ่วงของโลกต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ	

ขั้นที่ 2 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย หน้าปก คำนำ สารบัญ สารของหนังสือแต่ละหน้า อ้างอิง ข้อมูลผู้ผลิต และปกหลัง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

2.1 กำหนดหมวดหมู่เนื้อหา และประสบการณ์ ผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาสาระรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 60 ชั่วโมงต่อภาคการศึกษา แบ่งออกเป็น 4 หน่วยการเรียนรู้ ในปีการศึกษา 2560 ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 วิเคราะห์เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เวลาเรียน 60 ชั่วโมง/ภาคการศึกษา

หน่วยที่	ชื่อหน่วย	เวลา(ชั่วโมง)	ประเภทเนื้อหา
1	การเคลื่อนที่	18	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
2	สนามของแรง	14	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
3	คลื่น	18	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย
4	กัมมันตภาพรังสี	10	พุทธิพิสัยและทักษะพิสัย

2.2 เลือกหน่วยการสอน ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหา โดยเลือกแบบเจาะจง ในหน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง เนื่องจากหน่วยการเรียนนี้มี เนื้อหาที่ค่อนข้างยากกว่าหน่วยการเรียนอื่น ๆ

2.3 กำหนดหัวเรื่อง ในหน่วยที่ 2 มาสร้างเป็นหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง แล้วทำการแบ่งหัวข้อย่อย ดังนี้

หน่วยที่ 2 สนามของแรง

ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก

หัวเรื่องย่อยที่ 2.1.1 ความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็ก

หัวเรื่องย่อยที่ 2.1.2 ความหมายและการตรวจสอบสนามแม่เหล็ก

หัวเรื่องย่อยที่ 2.1.3 ลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก

หัวเรื่องย่อยที่ 2.1.4 ผลของสนามแม่เหล็ก

ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

หัวเรื่องย่อยที่ 2.2.1 สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ

หัวเรื่องย่อยที่ 2.2.2 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า

หัวเรื่องย่อยที่ 2.2.3 การตรวจสอบสนามไฟฟ้า

หัวเรื่องย่อยที่ 2.2.4 ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาค

ตอนที่ 2.3 สนามโน้มน้าว

หัวเรื่องย่อยที่ 2.3.1 ลักษณะของสนามโน้มน้าวของโลก

หัวเรื่องย่อยที่ 2.3.2 ผลของสนามโน้มน้าวของโลกต่อการ

เคลื่อนที่ของวัตถุ

2.4 กำหนดแนวคิด แนวคิดที่กำหนดเป็นแนวคิดระดับ

นำไปใช้ 1 แนวคิดต่อ 1 หัวเรื่อง ดังตารางที่ 3.7 ดังนี้

ตารางที่ 3.7 จำนวนแนวคิดระดับนำไปใช้ของหน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง

ตอนที่	จำนวนแนวคิด
2.1 สนามแม่เหล็ก	1
2.2 สนามไฟฟ้า	1
2.3 สนามโน้มน้าว	1

2.5 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในแต่ละหน่วยมี
วัตถุประสงค์ ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 จำนวนวัตถุประสงค์นำไปใช้ของหน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง

ตอนที่	จำนวนวัตถุประสงค์
2.1 สนามแม่เหล็ก	4
2.2 สนามไฟฟ้า	4
2.3 สนามโน้มน้าว	2

2.6 กำหนดแนวทางการประเมิน มีการประเมิน 2 ประเภท คือ (1) ประเมินผลจากกิจกรรมระหว่างเรียน และ (2) ประเมินจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

2.7 ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีขั้นตอน ดังนี้

2.7.1 เขียนแผนผังแนวคิด เรื่อง สนามของแรง โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ (1) สนามแม่เหล็ก (2) สนามไฟฟ้า และ (3) สนามโน้มน้าว

2.7.2 เขียนแผนการสอนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย ชื่อวิชา หัวเรื่อง หัวเรื่องย่อย แนวคิด วัตถุประสงค์ และกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมิน

2.7.3 ออกแบบเนื้อหา โดยการวิเคราะห์เนื้อหา และกำหนดเนื้อหาแต่ละหัวเรื่อง เขียนรายละเอียดของเนื้อหาตามลำดับหัวเรื่องจากง่ายไปยาก

2.7.4 กำหนดส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย

1) หน้าปก (Front Cover) คือ ปกด้านหน้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะอยู่ส่วนแรก ประกอบด้วย ชื่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ชื่อเรื่อง สนามของแรง และชื่อผู้ผลิต

2) คำนำ (Introduction) คือ คำบอกกล่าวของผู้ผลิตเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจและที่มาเกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง

3) สารบัญ (Contents) คือ ตัวบ่งบอกหัวเรื่องสำคัญที่อยู่ภายในเล่ม ซึ่งประกอบด้วย คำนำ แผนผังแนวคิด แผนการสอน และชื่อแต่ละหัวเรื่อง ได้แก่ (1) สนามแม่เหล็ก (2) สนามไฟฟ้า และ (3) สนามโน้มถ่วง

4) สารของหนังสือแต่ละหน้า (Pages Content) คือ ส่วนประกอบสำคัญในแต่ละหน้าที่ปรากฏภายในเล่ม ประกอบด้วย วิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แผนผังแนวคิด แผนการสอนประจำหน่วย และเนื้อหาสาระแต่ละเรื่อง

5) อ้างอิง (Reference) คือ แหล่งข้อมูลที่ใช้นำมาอ้างอิง ได้แก่ แบบเรียน หรือหนังสือและเว็บไซต์ภาพ

6) ข้อมูลผู้ผลิต ประกอบด้วย ชื่อนามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ และโรงเรียนที่สอน

7) ปกหลัง (Back Cover) คือ ปกด้านหลังของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะอยู่ส่วนท้ายเล่ม

2.7.5 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์

2.7.6 สร้าง story board เพื่อนำเสนอเนื้อหาและกำหนดการเชื่อมโยง

2.7.7 ออกแบบทางเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับสีพื้นหน้าจอ ขนาดของตัวอักษร รูปแบบของตัวอักษร ภาพนิ่ง และการเชื่อมโยงเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.7.8 ดำเนินการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามที่ออกแบบ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบก่อนทดสอบประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3

คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 1 คน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 1 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในภาคผนวก)

1) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา เสนอแนะให้ปรับปรุงเนื้อหา และใช้ภาษาอธิบายเนื้อหาให้เข้าใจง่าย

2) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา เสนอแนะให้ปรับปรุง (1) เสียงดนตรีควรมีจังหวะค่อนข้างช้า (2) การจัดรูปแบบหน้าปกให้มีความน่าสนใจโดยการใส่ภาพประกอบที่เกี่ยวข้องกับเนื้อเรื่อง (3) พื้นหลังควรเป็นสีอ่อนสบายตา และ (4) ขนาดและรูปแบบของตัวอักษรของหัวเรื่องควรเป็นรูปแบบเดียวกันจนตลอดเรื่อง

3) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการวัดและการประเมินผล เสนอแนะให้ปรับปรุง (1) ตัวเลือกของแบบทดสอบ และ (2) แก๊ไขข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบางข้อไม่เป็นคู่ขนาน

ขั้นที่ 4 ปรับปรุงคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้ปรับปรุงคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้ (1) ด้านเนื้อหา เขียนเนื้อหาให้เข้าใจง่าย (2) ด้านเทคโนโลยีการศึกษา ปรับเปลี่ยนเสียงดนตรีมาใช้ประกอบ เพิ่มภาพประกอบบนหน้าปก ปรับสีพื้นหลังให้เป็นสีอ่อนสบายตา และปรับขนาด รูปแบบตัวอักษรไปเป็นไปในแนวทางเดียวกัน และ (3) ด้านวัดและประเมินผล ปรับตัวเลือกของแบบทดสอบบางข้อให้ตัวเลือกมีลักษณะลวงผู้ตอบ และปรับข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียนบางข้อให้เป็นคู่ขนาน

ขั้นที่ 5 ทดลองใช้ หลังจากปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นที่เรียบร้อยแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนามต่อไป (ผลการทดสอบประสิทธิภาพ แสดงในภาคผนวก)

2.2 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่อง สนามของแรง ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแบบคู่ขนาน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

ขั้นที่ 1 สร้างตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย โดยยึดรูปแบบของเบนจามิน บลูม มี 6 ระดับ คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มี 4 ระดับ คือ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.9 (รายละเอียดของตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แสดงในภาคผนวก)

ตารางที่ 3.9 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง

ชื่อหน่วย	พุทธิพิสัย						รวม
	ความรู้	ความ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมิน	
หน่วยที่ 2 สนามของแรง	4	2	3	1	-	-	10

ขั้นที่ 2 ศึกษาตำรา และเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบและเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบทดสอบ ครอบคลุมลักษณะ รายละเอียดและขั้นตอนการสร้าง และการใช้แบบทดสอบ

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบระดับพุทธิพิสัยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบคู่ขนาน หน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง เป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก แบบคู่ขนาน จำนวน 10 ข้อ

ขั้นที่ 4 สร้างแบบทดสอบระดับพุทธิพิสัย แบบทดสอบก่อนเรียน มีจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ (ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อและทดสอบหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ รวมเป็นแบบทดสอบจำนวน 40 ข้อ)

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผลและผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 2 คน ตรวจสอบด้านความตรงเชิงเนื้อหาภาษาที่ใช้และความถูกต้องของแบบทดสอบว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ผลการตรวจสอบและประเมินคุณภาพของแบบทดสอบผู้ทรงคุณวุฒิแต่ละคนประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดี สำหรับภาพรวมคุณภาพของแบบทดสอบอยู่ในระดับดี แต่ผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะในการปรับแก้แบบทดสอบในเรื่อง (1) ตัวเลือกของแบบทดสอบบางข้อไม่สามารถลงผู้ตอบได้ และ (2) ปรับข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียนให้เป็นคู่ขนาน (รายละเอียดของแบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบแสดงในภาคผนวก)

ขั้นที่ 6 ทดลองใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของหน่วย นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน โรงเรียนอุทุมพร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ซึ่งมีคุณลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างที่เคยเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้ นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.20 - 0.80 โดยมีค่า p ระหว่าง 0.20 - 0.50 เป็นข้อสอบยาก และค่า p ระหว่าง 0.60 - 0.80 ซึ่งเป็นข้อสอบง่าย และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 - 1.00

จากผลการวิเคราะห์รายชื่อของข้อสอบคัดเลือกเฉพาะข้อที่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ข้อสอบที่เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ โดยสรุปค่าความยากง่ายของแบบทดสอบก่อนเรียนอยู่ระหว่าง 0.35 - 0.60 และค่าความยากง่ายของแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ระหว่าง 0.43 - 0.83 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบก่อนเรียนอยู่ระหว่าง 0.47 - 0.67 และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.60

เมื่อได้แบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนจำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 10 ข้อ จากนั้นวิเคราะห์ค่าความเที่ยงหรือค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder – Richardson) ผลของความเชื่อมั่น ดังนี้ แบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 0.70 และแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 0.73

ขั้นที่ 8 จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ โดยพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบประสิทธิภาพในการทดลองเบื้องต้นกับการทดลองใช้จริง (รายละเอียดของแบบทดสอบอยู่ในภาคผนวก)

2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง โดยเนื้อหาครอบคลุมเกี่ยวกับความพึงพอใจด้านคุณภาพ และผลที่ได้รับ มีจำนวน 3 ตอน

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบปลายเปิด

ขั้นที่ 1 กำหนดสิ่งที่จะสอบถาม สิ่งที่จะสอบถามมี 2 ด้าน คือ (1) ด้านคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และ (2) ด้านผลที่ได้รับของนักเรียนที่เรียนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ขั้นที่ 2 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ครอบคลุมลักษณะของแบบสอบถาม ขั้นตอนการสร้างและ การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นที่ 3 กำหนดรูปแบบของแบบสอบถามความพึงพอใจ มี 3 ตอน ลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายปิด แบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับลิกเตอร์ (Likert Rating Scale) และแบบสอบถามแบบปลายเปิดแบบเขียนตอบ

ขั้นที่ 4 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถาม มีจำนวน 3 ตอน

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ลักษณะแบบสอบถาม ครอบคลุม คุณภาพของเนื้อหา คุณภาพวิธีการใช้ และคุณภาพการออกแบบ เป็นแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับ มีจำนวน 14 ข้อคำถาม ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับ

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ครอบคลุม ความรู้ที่ได้รับ ความมั่นใจในการเรียน สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และความต้องการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในหน่วยหรือรายวิชาอื่น ๆ มีจำนวน 5 ข้อคำถาม ลักษณะของแบบสอบถามเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ลักษณะเป็นแบบสอบถามปลายเปิด เขียนตอบจำนวน 1 ข้อคำถาม

ระดับของการสอบถามความพึงพอใจมี 5 ระดับ

ระดับความพึงพอใจ	5	หมายถึง	มากที่สุด
ระดับความพึงพอใจ	4	หมายถึง	มาก
ระดับความพึงพอใจ	3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับความพึงพอใจ	2	หมายถึง	น้อย
ระดับความพึงพอใจ	1	หมายถึง	น้อยที่สุด

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน (รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิแสดงในภาคผนวก) เพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ครอบคลุม วัตถุประสงค์ สิ่งที่จะประเมิน และการนำไปใช้ ผลการตรวจสอบ ของผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่า แบบสอบถามความพึงพอใจอยู่ในระดับดี ไม่มีข้อเสนอแนะให้ปรับปรุง

ขั้นที่ 6 ทดลองใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถาม ที่ผ่านการทดสอบ โดยผู้ทรงคุณวุฒิไปใช้กับนักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพ แบบเดี่ยวและ

แบบกลุ่ม จำนวน 9 คน โดยให้นักเรียนแสดงเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่เข้าใจหรือไม่เข้าใจ ในกรณีไม่เข้าใจ แบบสอบถามมีที่ว่างเว้นให้นักเรียนกลุ่มทดลองใช้ให้ข้อมูลด้วย เพื่อนำมาปรับปรุงได้ถูกต้อง จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ เข้าใจในข้อคำถาม และภาษาที่ใช้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 7 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้ โดยพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำแบบสอบถามไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง (รายละเอียดของแบบสอบถามอยู่ในภาคผนวก)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง ผู้วิจัยได้จัดทำ การทดสอบประสิทธิภาพ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน โดยการทดสอบแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และภาคสนาม การเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 3 ขั้นตอน ครอบคลุม (1) การเตรียมสถานที่ในการวิจัย (2) วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง และ (3) ขั้นตอนการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และการรวบรวมข้อมูล

3.1 การเตรียมสถานที่ใช้ในการวิจัย การทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม แบบภาคสนามโดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ของโรงเรียน อุทอง ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งหมด 40 เครื่อง นักเรียนสามารถใช้ได้ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง สามารถรองรับการทำงานระบบมัลติมีเดีย ติดตั้งหูฟังไว้สำหรับทุกเครื่อง โดยผู้วิจัยได้ติดตั้ง หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรงไว้ทุกเครื่องเพื่อความสะดวกของนักเรียน

3.2 วันเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ ในการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม ผู้วิจัยทำการทดสอบตามวันและเวลาดังนี้ ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 กำหนดวันและเวลาการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

การทดลองประสิทธิภาพ	วัน/เดือน/ปี	เวลา
การทดสอบแบบเดี่ยว	30 ตุลาคม 2560	8.00-12.00 น.
การทดสอบแบบกลุ่ม	13 พฤศจิกายน 2560	8.00-12.00 น.
การทดสอบแบบภาคสนาม	18 ธันวาคม 2560	8.00-12.00 น.

3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

3.3.1 กำหนดเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง

3.3.2 ปฐมนิเทศนักเรียน โดยชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยและการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง พร้อมทั้งแนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แจกคู่มือการเรียนรู้ และแบบฝึกปฏิบัติแก่นักเรียน

3.3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และการรวบรวมข้อมูล เรื่องสนามของแรง มีขั้นตอนดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และการรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	การรวบรวมข้อมูล
1) ประเมินผลก่อนเรียน โดยทำแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง	แบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อนำมาทดสอบค่าที่
2) ศึกษาเนื้อหาสาระจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง	-
3) ทำกิจกรรมและตรวจสอบแนวตอบในแบบฝึกปฏิบัติ	กิจกรรมระหว่างเรียนเพื่อนำมาหาค่าประสิทธิภาพ E_1
4) ประเมินผลหลังเรียน โดยการทำแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง	แบบทดสอบหลังเรียนและนำมาหาค่าประสิทธิภาพ E_2 และการทดสอบค่าที่

3.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้ (1) การเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และกิจกรรมระหว่างเรียน (2) การเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม และ (3) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจในการทดสอบภาคสนาม

1) การเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และกิจกรรมระหว่างเรียน จากการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง

2) การเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม เมื่อนักเรียนได้ทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่มของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนจำนวน 3 คน ในการทดลองแบบเดี่ยว แล้วนำมาปรับปรุง และในการทดลองแบบกลุ่มนักเรียนจำนวน 6 คน เพื่อหาข้อบกพร่องของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงและแก้ไข

3) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจในการทดสอบแบบภาคสนาม หลังจากทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม จำนวน 21 คน ผู้วิจัยได้สอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อนำมาปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในการทดลองใช้จริง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูล 3 ประเด็น ดังนี้ (1) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง (2) การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ (3) การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนเกี่ยวกับคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง ให้เกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (ชัยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.10)

สูตรที่ 1 การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ

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

- E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ แทน คะแนนรวมของกิจกรรมระหว่างเรียนที่กำหนดให้นักเรียนทำ
 A แทน คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียนที่กำหนดให้นักเรียนทำ
 N แทน จำนวนนักเรียน

สูตรที่ 2 การหาประสิทธิภาพของผลลัพท์

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

- E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพท์
 $\sum F$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน
 B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N แทน จำนวนนักเรียน

การยอมรับประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง ที่สร้างขึ้นมี 3 เกณฑ์ คือ (1) เท่ากับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 (2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แต่ไม่เกิน 2.5 % และ (3) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 แต่ไม่เกิน 2.5 %

4.2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนด้วยการนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหาความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่แล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้สูตรการทดสอบค่าที่ t -test โดยเกณฑ์นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้สูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 109-111)

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

- เมื่อ t แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
 D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
 n แทน จำนวนนักเรียน

4.3 การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง ด้วยการนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจของ

นักเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของแบบสอบถาม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D. (Standard Deviation) แล้วแปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.3.1 การหาค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามความพึงพอใจใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น 104)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทน ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert Rating Scale) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50 – 5.00	ความพึงพอใจระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	ความพึงพอใจระดับมาก
2.50 – 3.49	ความพึงพอใจระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	ความพึงพอใจระดับน้อย
1.00 – 1.49	ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

4.3.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น 104)

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

เมื่อ	S. D.	แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	\bar{x}	แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน
	$\sum x$	แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

- Σx^2 แทน ผลรวมคะแนนของนักเรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
N - 1 แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (Degrees of Freedom)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย เรื่องการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่อง สนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ซึ่งได้มาโดยการเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 สามารถแบ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลได้เป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง และตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง มี 3 ขั้นตอน คือ (1) การทดสอบแบบเดี่ยว (2) การทดสอบแบบกลุ่ม และ (3) การทดสอบแบบภาคสนาม

1.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการทดสอบแบบเดี่ยว ครอบคลุม ผลการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 3 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดีจำนวน 1 คน ผลการเรียนปานกลางจำนวน 1 คน และผลการเรียนอ่อนจำนวน 1 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 3 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ในการทดสอบแบบเดี่ยว ($n = 3$)

หน่วยที่	ร้อยละของคะแนน กิจกรรมระหว่างเรียน(E_1)	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน (E_2)	E_1/E_2
2	62.22	60.00	62.22/60.00

จากตารางที่ 4.1 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรงมีประสิทธิภาพ คือ 62.22/60.00

หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 3 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์ (รายละเอียดของแบบสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก) ผลการสัมภาษณ์สรุปได้ ดังนี้

1. ตัวอักษรขนาดเล็ก และสีตัวอักษรกลมกลืนกับสีของพื้นหลัง
2. ภาพประกอบเนื้อหาไม่ชัดเจน และมีจำนวนน้อย
3. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความน่าสนใจ และมีประโยชน์ต่อการเรียน

หลังจากสัมภาษณ์แล้วผู้วิจัยทำการปรับปรุงเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้

3. ปรับขนาดตัวอักษรให้ใหญ่ขึ้น และเปลี่ยนสีตัวอักษรให้เหมาะสมกับสีของพื้นหลัง
4. ปรับเปลี่ยนและเพิ่มเติมภาพประกอบเนื้อหาเพื่อให้เข้าใจได้ยิ่งขึ้น

1.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการทดสอบแบบกลุ่ม
 ครอบคลุม ผลการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนมีผลการเรียนดีจำนวน 2 คน ผลการเรียนปานกลางจำนวน 2 คน และผลการเรียนอ่อนจำนวน 2 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 6 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ในการทดสอบแบบกลุ่ม ($n = 6$)

หน่วยที่	ร้อยละของคะแนน กิจกรรมระหว่างเรียน(E_1)	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน(E_2)	E_1/E_2
2	71.11	70.00	71.11/70.00

จากตารางที่ 4.2 พบว่า การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรงมีประสิทธิภาพ คือ 71.11/70.00

หลังจากการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียน จำนวน 6 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์ (รายละเอียดของแบบสัมภาษณ์แสดงในภาคผนวก) ผลการสัมภาษณ์สรุปได้ ดังนี้

1. ใช้เสียงดนตรีเหมาะกับเสียงบรรยาย เพราะเสียงดนตรีรบกวนเสียงบรรยาย
2. เมนูและปุ่มการใช้งานมีความกลมกลืนกับหน้าหนังสือทำให้เกิดความสับสนในการใช้หลังจากสัมภาษณ์แล้วผู้วิจัยได้นำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาปรับปรุง ดังต่อไปนี้

2.1 ใช้เสียงดนตรีให้เบาและเหมาะกับเสียงบรรยาย สำหรับนักเรียนที่ต้องการฟังเสียงดนตรีประกอบสามารถที่จะเลือกฟังเสียงหรือหยุดเสียงชั่วคราวแล้วฟังต่อได้ตามความต้องการ

2.2 ปรับเปลี่ยนรูปแบบเมนูและปุ่มการใช้งานให้มีความชัดเจน และสังเกตง่าย

1.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการทดสอบแบบภาคสนาม ครอบคลุม ผลการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 21 คน ซึ่งมีผลการเรียนคละกัน คือ นักเรียนที่มีผลการเรียนดีจำนวน 8 คน ผลการเรียนปานกลางจำนวน 7 คน และผลการเรียนอ่อนจำนวน 6 คน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 21 คน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ผลปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ในการทดสอบแบบภาคสนาม ($n = 21$)

หน่วย	ร้อยละของคะแนน กิจกรรมระหว่างเรียน(E_1)	ร้อยละของคะแนน ทดสอบหลังเรียน(E_2)	E_1/E_2
2	80.47	82.38	80.47/82.38

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ในการทดสอบแบบภาคสนาม หนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรงมีประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 80.47/82.38$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ ที่กำหนด 80/80

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรงในการทดสอบประสิทธิภาพ แบบภาคสนาม (n = 21)

การทดสอบ	คะแนนก่อนเรียน		คะแนนหลังเรียน		t-test
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
แบบภาคสนาม	5.14	1.98	8.24	1.03	7.90*

*p<.05, df = 20, t = 1.7247

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามจำนวน 21 คน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ในการทดสอบแบบภาคสนาม

ตารางที่ 4.5 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรงต่อ
คุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (n = 21)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
1. คุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์			
1.1 ด้านเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์			
1) เนื้อหาใช้ภาษาเข้าใจง่าย	4.48	0.60	พึงพอใจมาก
2) การจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก	4.43	0.60	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านเนื้อหา	4.46	0.60	พึงพอใจมาก
1.2 ด้านวิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์			
1) คำแนะนำวิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความชัดเจน	4.48	0.60	พึงพอใจมาก
2) คำแนะนำการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความชัดเจน	4.57	0.60	พึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมด้านวิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.52	0.60	พึงพอใจมากที่สุด
1.3 ด้านการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์			
1) ขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.33	0.58	พึงพอใจมาก
2) รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.38	0.59	พึงพอใจมาก
3) สีตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.57	0.60	พึงพอใจมากที่สุด
4) ปริมาณข้อความเหมาะสมกับหน้าจอ	4.67	0.48	พึงพอใจมากที่สุด
5) สีพื้นหลังของหน้าจอมีความเหมาะสม	4.33	0.73	พึงพอใจมาก
6) ภาพประกอบมีความชัดเจนสอดคล้องกับเนื้อหา	4.43	0.51	พึงพอใจมาก
7) ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจในเนื้อหา	4.57	0.60	พึงพอใจมากที่สุด
8) เสียงบรรยายมีความชัดเจน	4.43	0.51	พึงพอใจมาก
9) เสียงดนตรีมีความเหมาะสม	4.52	0.51	พึงพอใจมากที่สุด
10) ปุ่มการใช้งานวางในตำแหน่งเหมาะสมใช้งานได้สะดวก	4.38	0.59	พึงพอใจมาก
11) การเชื่อมโยงเนื้อหาสะดวกต่อการใช้งาน	4.19	0.68	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยรวมด้านการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.44	0.59	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยรวมคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.45	0.59	พึงพอใจมาก

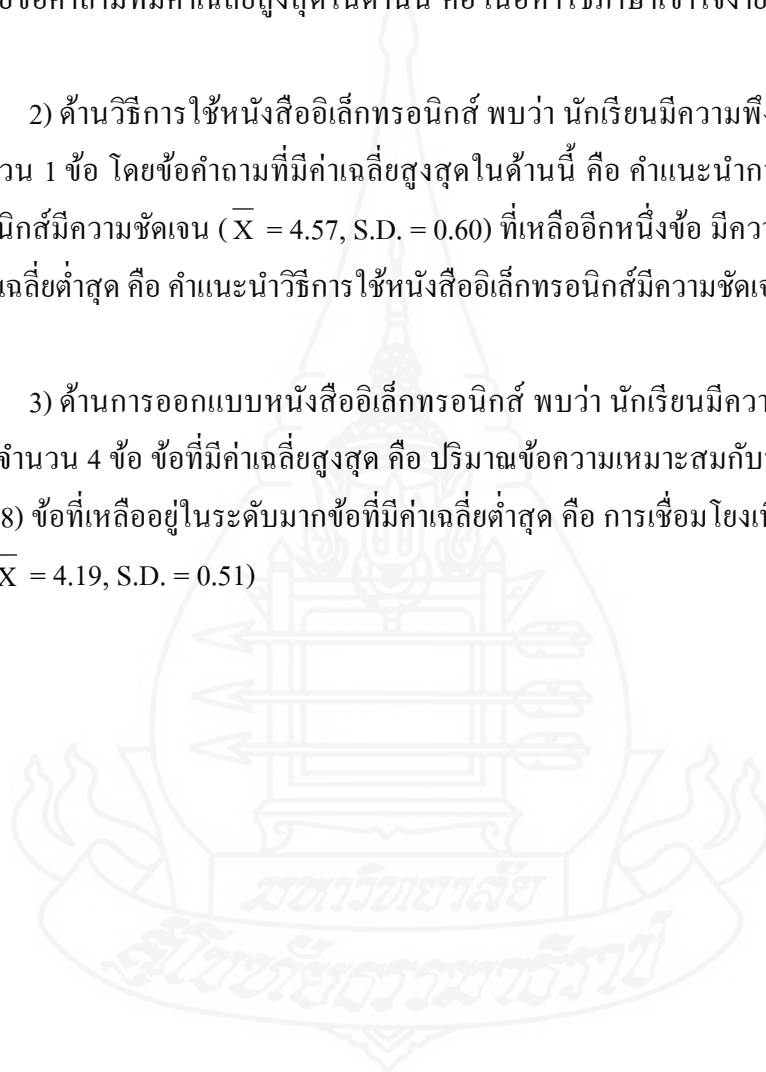
จากตารางที่ 4.5 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ด้านคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.45$, S.D. = 0.59)

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน ดังนี้

1) ด้านเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในด้านนี้ คือ เนื้อหาใช้ภาษาเข้าใจง่าย ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.60)

2) ด้านวิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 1 ข้อ โดยข้อคำถามที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในด้านนี้ คือ คำแนะนำการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความชัดเจน ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.60) ที่เหลืออีกหนึ่งข้อ มีความพึงพอใจในระดับมากที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ คำแนะนำวิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความชัดเจน ($\bar{X} = 4.48$, S.D. = 0.60)

3) ด้านการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด จำนวน 4 ข้อ ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ปริมาณข้อความเหมาะสมกับหน้าจอ ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.48) ข้อที่เหลืออยู่ในระดับมากที่สุดที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ การเชื่อมโยงเนื้อหาสะดวกต่อการใช้งาน ($\bar{X} = 4.19$, S.D. = 0.51)



ตารางที่ 4.6 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ต่อผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในการทดสอบประสิทธิภาพ แบบภาคสนาม ($n = 21$)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	S.D.	แปลความหมาย
2. ผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์			
1) นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.38	0.59	พึงพอใจมาก
2) นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น	4.62	0.50	พึงพอใจมากที่สุด
3) นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	4.52	0.51	พึงพอใจมากที่สุด
4) นักเรียนชอบเรียนด้วยหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์	4.52	0.51	พึงพอใจมากที่สุด
5) นักเรียนต้องการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในหน่วยหรือรายวิชาอื่นๆ	4.43	0.51	พึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ยรวมผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	4.49	0.52	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ด้านผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$, S.D. = 0.52)

เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 3 ข้อ ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.50) ข้อที่เหลือนี้อมีความพึงพอใจในระดับมาก ข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.59)

บทที่ 5

รายละเอียดต้นแบบชิ้นงาน

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัด สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 มีต้นแบบชิ้นงาน ได้แก่ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง มีรายละเอียดดังนี้

ภาคที่ 1 คู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1. รายละเอียดของรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์
2. ส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
3. การเตรียมตัวของครูผู้สอน
4. บทบาทของครูและนักเรียน
5. แผนผังการจัดชั้นเรียน

ภาคที่ 2 คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1. ส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
2. ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
3. การใช้ซีดีรอมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
4. การเตรียมตัวของนักเรียน
5. บทบาทของนักเรียน

ภาคที่ 3 รายละเอียดของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1. หน้าปก
2. คำนำ
3. สารบัญ
4. สารของหนังสือแต่ละหน้า
5. อ้างอิง
6. ข้อมูลผู้ผลิต
7. ปกหลัง

ภาคที่ 4 แบบฝึกปฏิบัติ

1. แบบทดสอบก่อนเรียน
2. เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
3. แผนผังแนวคิด
4. แผนการสอนประจำหน่วย
5. แผนการสอนประจำตอน
6. กิจกรรมระหว่างเรียน
7. แนวตอบกิจกรรมระหว่างเรียน
8. แบบทดสอบหลังเรียน
9. เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน



ภาคที่ 1

คู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์



แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

คู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ผลิตโดย นางสาวจุฑามาส คงกะพัน

คำนำ

คู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง เป็นสื่อประกอบการสอน

ผู้ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก

จุฑามาส คงกะพัน
ผู้ผลิต



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	76
รายละเอียดของวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์	78
ส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	79
การเตรียมตัวของครูผู้สอน	80
บทบาทของครูและนักเรียน	81
แผนผังการจัดชั้นเรียน	82



1. รายละเอียดของรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์

1.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักการพื้นฐานของแรงและการเคลื่อนที่ในเรื่อง ระยะทาง การกระจัด อัตราเร็ว ความเร็ว ความเร่ง การเคลื่อนที่แนวตรง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แรงที่กระทำต่อวัตถุในสนามโน้มถ่วงและการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงแรงที่กระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก รวมทั้งแรงนิวเคลียร์ในนิวเคลียสและการใช้ประโยชน์จากแรงและการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ศึกษาหลักการพื้นฐานของพลังงานในเรื่ององค์ประกอบของคลื่น สมบัติของคลื่น เสียง และการได้ยิน ความเข้มเสียง มลพิษทางเสียง สเตอริโอคัลนแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสี ริงส์ในชีวิตประจำวัน ปฏิกริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ และการใช้ประโยชน์ในทางสร้างสรรค์ ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด มีความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้อ การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

1.2 ตัวชี้วัดความสำเร็จ

1. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของวัตถุในสนามโน้มถ่วง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ม.4-6/1)
2. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามไฟฟ้า และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ม.4-6/2)
3. ทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคในสนามแม่เหล็ก และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 4.1 ม.4-6/3)
4. วิเคราะห์และอธิบายแรงนิวเคลียร์และแรงไฟฟ้าระหว่างอนุภาคในนิวเคลียส (ว 4.1 ม.4-6/4)
5. อธิบายและทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการกระจัด เวลา ความเร็ว ความเร่งของการเคลื่อนที่ในแนวตรง (ว 4.2 ม.4-6/1)
6. สังเกตและอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (ว 4.2 ม.4-6/2)
7. อภิปรายผลการสืบค้นและประโยชน์ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ แบบวงกลม และแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (ว 4.2 ม.4-6/3)

8. ทดลองและอธิบายสมบัติของคลื่นกล และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว ความถี่ และความยาวคลื่น (ว 5.1 ม.4-6/1)
9. อธิบายการเกิดคลื่นเสียงบีตส์ของเสียง ความเข้มเสียงระดับความเข้มเสียง การได้ยิน เสียง คุณภาพเสียง และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (ว 5.1 ม.4-6/2)
10. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ มลพิษทางเสียงที่มีต่อสุขภาพของมนุษย์ และการเสนอวิธีป้องกัน (ว 5.1 ม.4-6/3)
11. อธิบายคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและนำเสนอผลการสืบค้นข้อมูล เกี่ยวกับประโยชน์ และการป้องกันอันตรายจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ว 5.1 ม.4-6/4)
12. อธิบายปฏิกิริยานิวเคลียร์ ฟิชชัน ฟิวชัน และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับพลังงาน (ว 5.1 ม.4-6/5)
13. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยานิวเคลียร์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ว 5.1 ม.4-6/6)
14. อภิปรายผลการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับโรงไฟฟ้านิวเคลียร์และนำไปใช้ประโยชน์ (ว 5.1 ม.4-6/7)
15. อธิบายชนิดและสมบัติของรังสีจากธาตุกัมมันตรังสี (ว 5.1 ม.4-6/8)
16. อธิบายการเกิดกัมมันตภาพรังสีและบอกวิธีการตรวจตรวจสอบรังสีในสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ว 5.1 ม.4-6/9)

1.3 หน่วยการเรียนรู้

หน่วยที่ 1 การเคลื่อนที่

หน่วยที่ 2 สนามของแรง

หน่วยที่ 3 คลื่น

หน่วยที่ 4 กัมมันตภาพรังสี และพลังงานนิวเคลียร์

2. ส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยรายการหลัก 7 รายการ ได้แก่ (1) หน้าปก (2) คำนำ (3) สารบัญ (4) สารของหนังสือแต่ละหน้า (5) อ้างอิง (6) ข้อมูลผู้ผลิต และ (7) ปกหลัง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) หน้าปก คือ ปกด้านหน้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะอยู่ส่วนแรก ประกอบด้วย ชื่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ชื่อเรื่องสนามของแรง และชื่อผู้ผลิต

2) คำนำ คือ คำบอกกล่าวจุดประสงค์และที่มาของผู้ผลิต เกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง

3) สารบัญ คือ ลำดับของส่วนประกอบที่อยู่ภายในเล่มของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย คำนำ แผนผังแนวคิด แผนการสอน และชื่อแต่ละตอนของเรื่อง ได้แก่ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และสนามโน้มถ่วง

4) สารของหนังสือแต่ละหน้า คือ ส่วนประกอบสำคัญในแต่ละหน้า ที่ปรากฏภายในเล่ม ประกอบด้วย

(1) การแนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

(2) แผนผังแนวคิด

(3) แผนการสอนประจำหน่วย

(4) เนื้อหาสาระแต่ละเรื่อง

5) อ้างอิง คือ แหล่งข้อมูลที่นำมาอ้างอิง ได้แก่ แบบเรียนหรือหนังสือ และเว็บไซต์ภาพ

6) ข้อมูลผู้ผลิต ประกอบด้วย ชื่อนามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ และโรงเรียนที่สอน

7) ปกหลัง คือ ปกด้านหลังของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งอยู่ส่วนท้ายเล่ม

3. การเตรียมตัวของครูผู้สอน

3.1 ก่อนการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1) ครูผู้สอนต้องศึกษาคู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์อย่างละเอียด

2) ตรวจสอบความพร้อมของวัสดุและอุปกรณ์

(1) ตรวจสอบสภาพการใช้งานของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

(2) จัดเตรียมคอมพิวเตอร์ที่สามารถรองรับระบบมัลติมีเดียสำหรับนักเรียน

(3) จัดเตรียมคู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และแบบฝึกปฏิบัติ

สำหรับนักเรียนคนละ 1 ชุด

(4) ติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์ เพื่อแก้ไขปัญหา หากเครื่องเกิดข้อผิดพลาดขณะทำการเรียนการสอน

3.2 ระยะเวลาใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1) ปฐมนิเทศ โดยชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง พร้อมทั้งแนะนำขั้นตอนการเรียนรู้ และแจกคู่มือการเรียนรู้และแบบฝึกปฏิบัติแก่นักเรียน

2) ดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน ตามลำดับดังนี้

(1) ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

(2) ศึกษาบทเรียน นักเรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละตอน หลังจากนั้นทำกิจกรรมจนครบทุกเรื่อง

(3) ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

3.3 หลังการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1) เก็บแบบฝึกปฏิบัติของนักเรียนไปตรวจสอบ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความก้าวหน้าของนักเรียน

2) ตรวจสอบสภาพเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียน จัดเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย

4. บทบาทของครูและนักเรียน

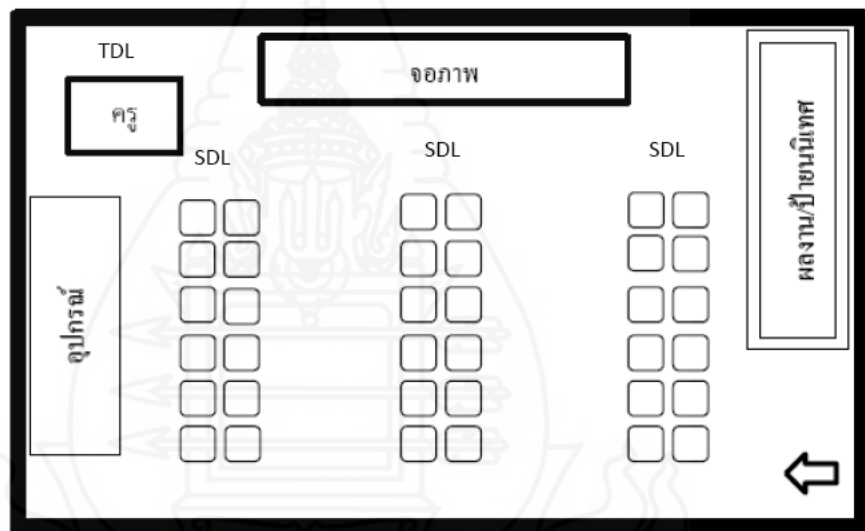
3.1 บทบาทของครู การสอนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้สอนมีบทบาท ดังนี้

- 1) กำกับดูแลการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษาบทเรียนด้วยตนเอง
- 2) ให้คำแนะนำแก่นักเรียนเมื่อพบปัญหาขณะเรียน
- 3) ตรวจสอบการทำกิจกรรมระหว่างเรียนของนักเรียน
- 4) ประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน

4.2 บทบาทของนักเรียน การเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์นักเรียนมีบทบาท ดังนี้

- 1) ศึกษาเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และบันทึกสาระสำคัญอย่างตั้งใจ และมีความรับผิดชอบในการเรียน
- 2) ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนตามลำดับขั้นตอนอย่างเต็มความสามารถ
- 3) หากพบปัญหาในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ขณะกำลังเรียนอยู่ให้นักเรียนรีบแจ้งครูผู้สอนโดยทันที
- 4) ไม่รบกวนผู้อื่นขณะเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

5. แผนผังการจัดชั้นเรียนในการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 5.1 แผนผังการจัดชั้นเรียนในการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

TDL = การเรียนกับครู (Teacher Directed Learning)

SDL = การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self Directed Learning)



ภาคที่ 2

คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา
สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
รายวิชาศึกษาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลิตโดย นางสาวจุฑามาส กงกะพัน

คำนำ

คู่มือการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่อง สนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลิตขึ้นเพื่อเป็นคู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียน รายละเอียดประกอบด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การใช้ชีวิตของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การเตรียมตัวของนักเรียน และบทบาทของนักเรียน

ผู้ผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนและนักเรียนเป็นอย่างมาก

จุฑามาส กงกะพัน

ผู้ผลิต



สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
คำนำ	85
ส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	87
ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	87
การใช้ซีดีรอมของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์	88
การเตรียมตัว of นักเรียน	89
บทบาทของนักเรียน	89



1. ส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยรายการหลัก 7 รายการ ได้แก่ (1) หน้าปก (2) คำนำ (3) สารบัญ (4) สารของหนังสือแต่ละหน้า (5) อ้างอิง (6) ข้อมูลผู้ผลิต และ (7) ปกหลัง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 หน้าปก คือ ปกด้านหน้าของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะอยู่ส่วนแรก ประกอบด้วย ชื่อรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ชื่อเรื่องสนามของแรง และชื่อผู้ผลิต

1.2 คำนำ คือ คำบอกกล่าวจุดประสงค์และที่มาของผู้ผลิต เกี่ยวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง

1.3 สารบัญ คือ ลำดับของส่วนประกอบที่อยู่ภายในเล่มของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย คำนำ แผนผังแนวคิด แผนการสอน และชื่อแต่ละตอนของเรื่อง ได้แก่ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า และสนามโน้มถ่วง

1.4 สารของหนังสือแต่ละหน้า คือ ส่วนประกอบสำคัญในแต่ละหน้า ที่ปรากฏภายในเล่ม ประกอบด้วย

- (1) แนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
- (2) แผนผังแนวคิด
- (3) แผนการสอนประจำหน่วย
- (4) เนื้อหาสาระแต่ละเรื่อง

1.5 อ้างอิง คือ แหล่งข้อมูลที่ใช้นำมาอ้างอิง ได้แก่ แบบเรียน หรือหนังสือ และเว็บไซต์ภาพ

1.6 ข้อมูลผู้ผลิต ประกอบด้วย ชื่อนามสกุล ตำแหน่งทางวิชาการ และโรงเรียนที่สอน

1.7 ปกหลัง คือ ปกด้านหลังของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ซึ่งอยู่ส่วนท้ายเล่ม

2. ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ในการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง มีลำดับขั้นตอนในการเรียนดังนี้

2.1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ลงในกระดาษคำตอบของแบบฝึกปฏิบัติ เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

2.2 ศึกษาบทเรียนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ นักเรียนศึกษาเนื้อหาของบทเรียนในแต่ละหัวเรื่องและบันทึกสาระสำคัญลงในแบบฝึกปฏิบัติ

2.3 ทำกิจกรรมระหว่างเรียน โดยทำลงในแบบฝึกปฏิบัติที่ครูแจกให้

2.4 ทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 10 ข้อ ทำลงในกระดาษคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติ เวลาในการทำแบบทดสอบ 10 นาที

๑. การใช้ซีดีรอมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

การใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง มีขั้นตอนในการใช้ ดังนี้

3.1 ใส่แผ่นซีดีรอมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในช่องอ่านซีดีรอม

3.2 รอสักครู่ โปรแกรมหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะเริ่มทำงานเองโดยอัตโนมัติ

3.3 เมื่อโปรแกรมทำงานแล้ว ให้นักเรียนเริ่มเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามลำดับต่อไปนี้

1) เมื่อพบหน้าปกบทเรียนที่แสดง ชื่อและรายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียน ให้นักเรียนคลิกหน้าปกของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อเข้าสู่บทเรียน

2) ให้นักเรียนอ่านคำแนะนำการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ให้เข้าใจ

3) หน้าสารบัญนักเรียนสามารถเลือกหัวเรื่องที่ต้องการศึกษาได้

4) เมื่อเข้าใจวิธีการการเรียนรู้ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แล้ว ให้นักเรียนเริ่มทำ

แบบทดสอบก่อนเรียน

5) ศึกษาเนื้อหา โดยไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับเนื้อหา

6) เมื่อจบเนื้อหาในแต่ละเรื่อง ให้นักเรียนทำกิจกรรมการเรียนรู้ในแบบฝึกปฏิบัติ และทำแบบทดสอบหลังเรียน

7) ดูรายละเอียดเกี่ยวกับครูผู้สอน

4. การเตรียมตัวของนักเรียน

ในการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง นักเรียนต้องเตรียมตัวในการเรียน ดังนี้

- 4.1 ศึกษารายละเอียดการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ในคู่มือการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์อย่างละเอียด
- 4.2 ตรวจสอบความพร้อมในการใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ และซีดีรอมที่บรรจุหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หากพบปัญหาให้แจ้งครูผู้สอนทันที
- 4.3 เตรียมอุปกรณ์เครื่องเขียน สำหรับทำแบบฝึกปฏิบัติ

5. บทบาทของนักเรียน

ในขณะที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง นักเรียนมีบทบาท ดังนี้

- 5.1 ศึกษาเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และบันทึกสาระสำคัญอย่างตั้งใจ และมีความรับผิดชอบในการเรียน
- 5.2 ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนตามลำดับขั้นตอนอย่างเต็มความสามารถ
- 5.3 หากพบปัญหาในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ขณะกำลังเรียนอยู่ ให้นักเรียนรีบแจ้งครูผู้สอนโดยทันที
- 5.4 ไม่รบกวนผู้อื่นขณะเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

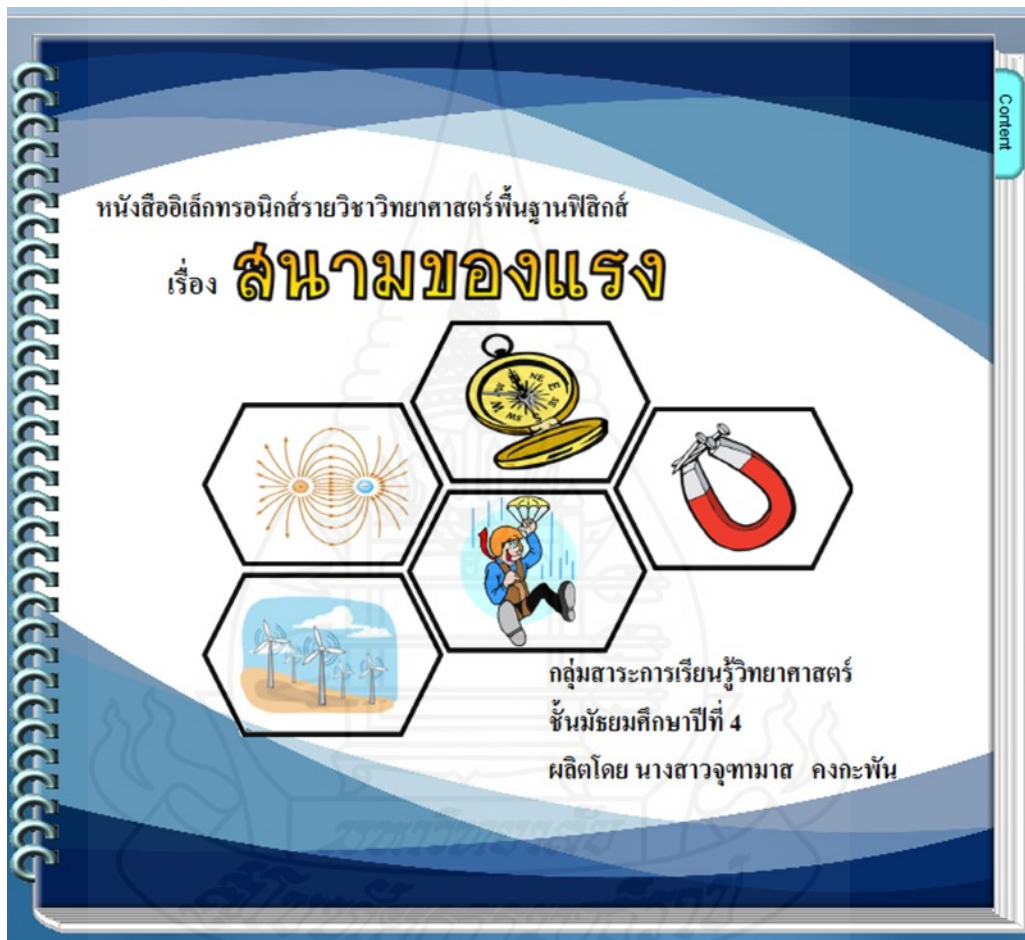


ภาคที่ 3

รายละเอียดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

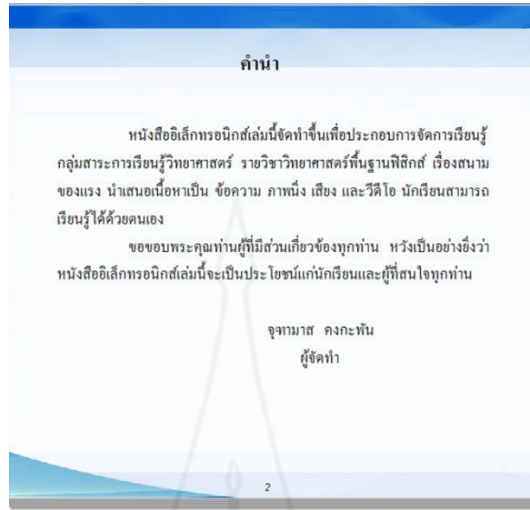
การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) หน้าปก (2) คำนำ (3) สารบัญ (4) สารของหนังสือแต่ละหน้า (5) อ้างอิง (6) ข้อมูลผู้ผลิต และ (7) ปกหลัง แสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. หน้าปก



ภาพที่ 5.2 หน้าปกหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2. คำนำ



ภาพที่ 5.3 คำนำ

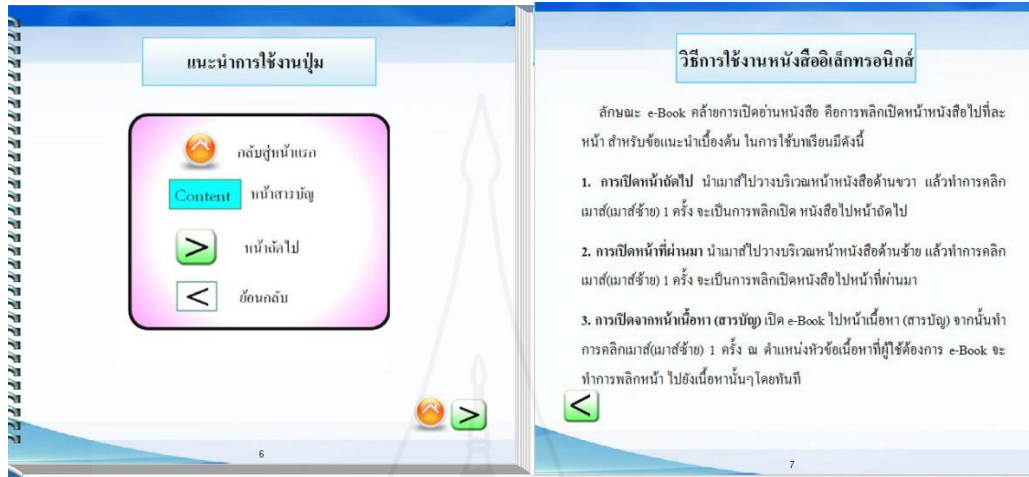
3. สารบัญ

สารบัญ		Content	
แนะนำการใช้งานปฎิ...	6	2.2.4 ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า	55
วิธีการใช้นั่งสื่อ	7	ตอนที่ 2.3 สนามโน้มถ่วง	61
แหล่งสังเนาศึก	8	2.3.1 ลักษณะของสนามโน้มถ่วงของโลก	64
แผนการสอน	9	2.3.2 ผลของสนามโน้มถ่วงของโลกต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ	66
ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก	16	บรรณานุกรม	71
2.1.1 ความหมายและคุณสมบัติของแม่เหล็ก	21	ผู้จัดทำ	72
2.1.2 ความหมายและการตรวจสอบสนามแม่เหล็ก	25		
2.1.3 ลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก	32		
2.1.4 ผลของสนามแม่เหล็ก	34		
ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า	42		
2.2.1 สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ	47		
2.2.2 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า	49		
2.2.3 การตรวจสอบสนามไฟฟ้า	52		

ภาพที่ 5.4 สารบัญ

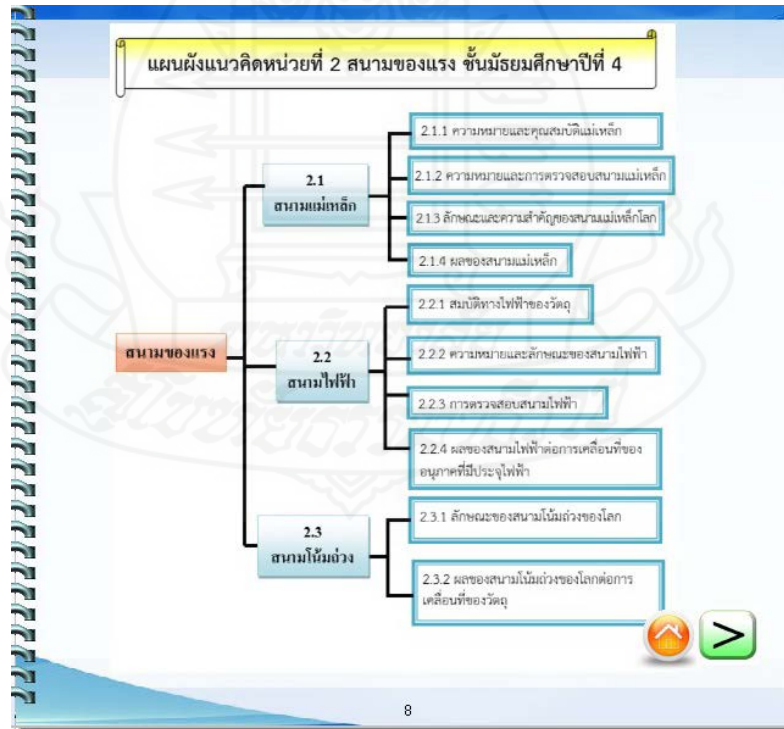
4. สารของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แต่ละหน้า สารของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แต่ละหน้ามีส่วนประกอบดังนี้

1) วิธีการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



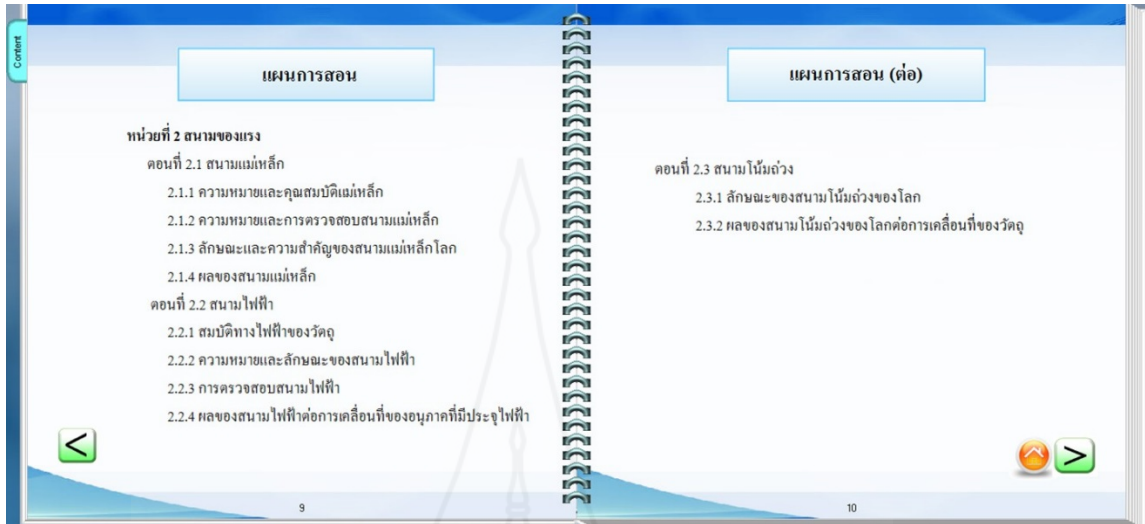
ภาพที่ 5.5 วิธีการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2) แผนผังแนวคิด

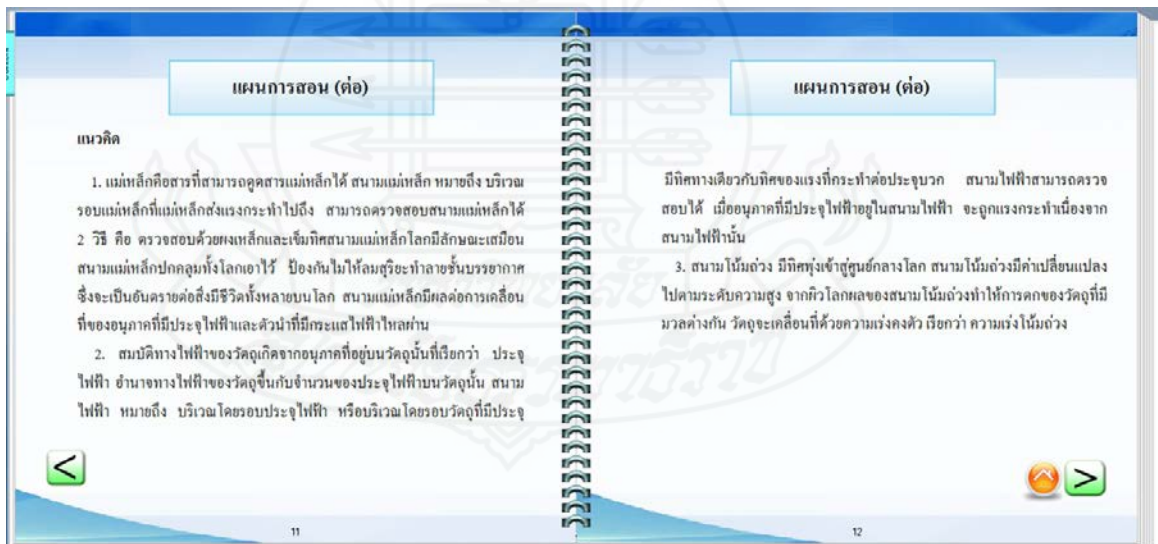


ภาพที่ 5.6 แผนผังแนวคิด

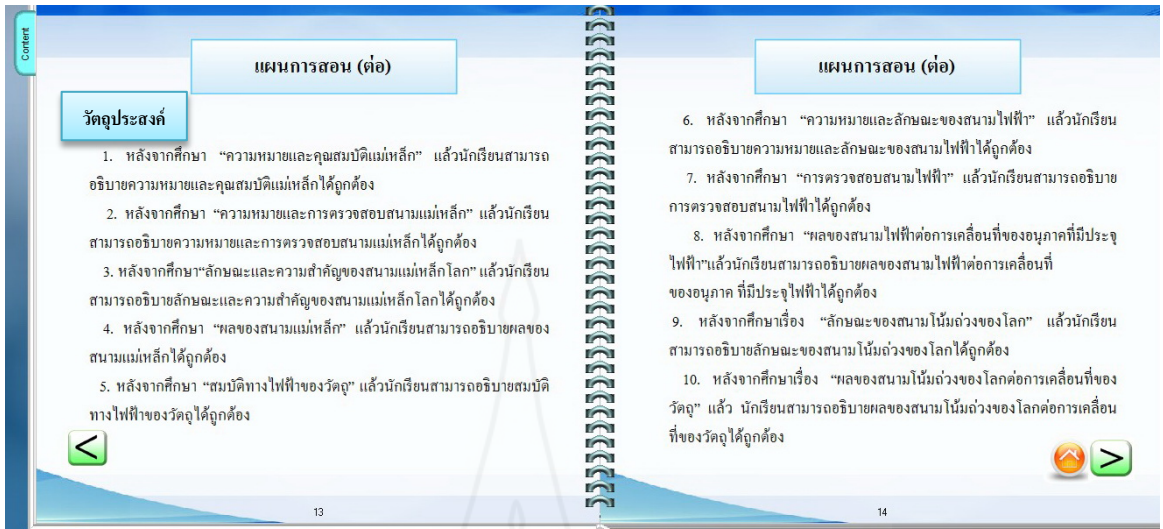
3) แผนการสอนประจำหน่วย



ภาพที่ 5.7 แผนการสอนประจำหน่วย

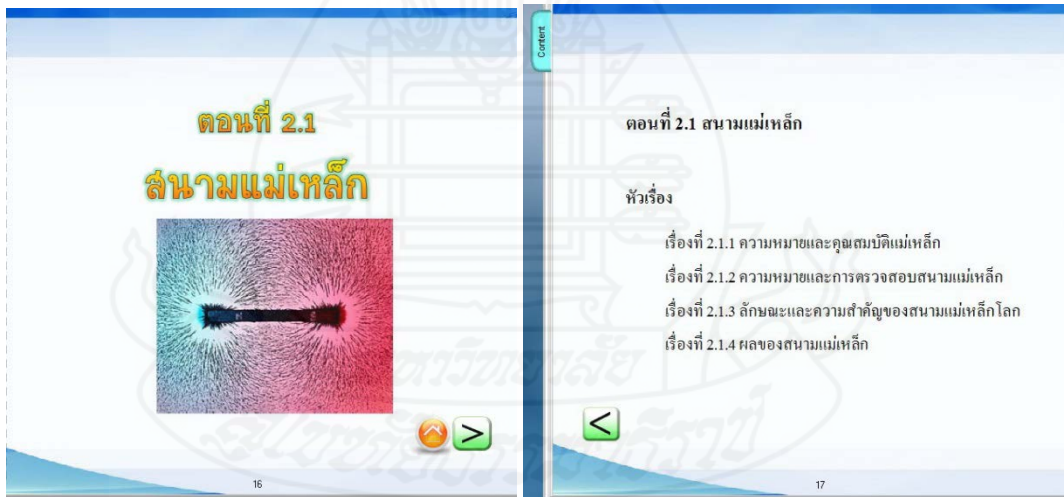


ภาพที่ 5.8 แผนการสอนประจำหน่วย(ต่อ)

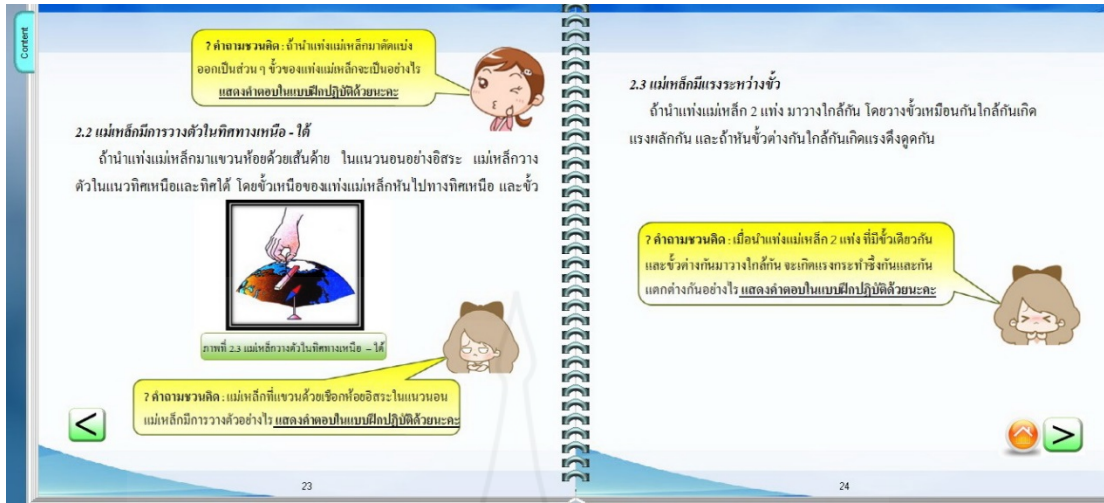


ภาพที่ 5.9 แผนการสอนประจำหน่วย(ต่อ)

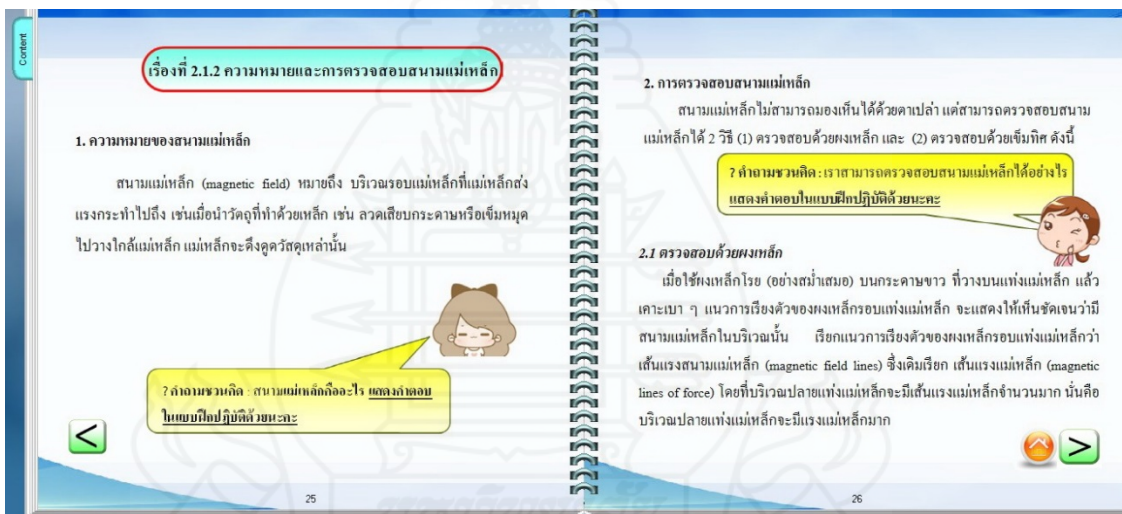
4) เนื้อหา ประกอบด้วยเนื้อหาแต่ละตอน ดังนี้



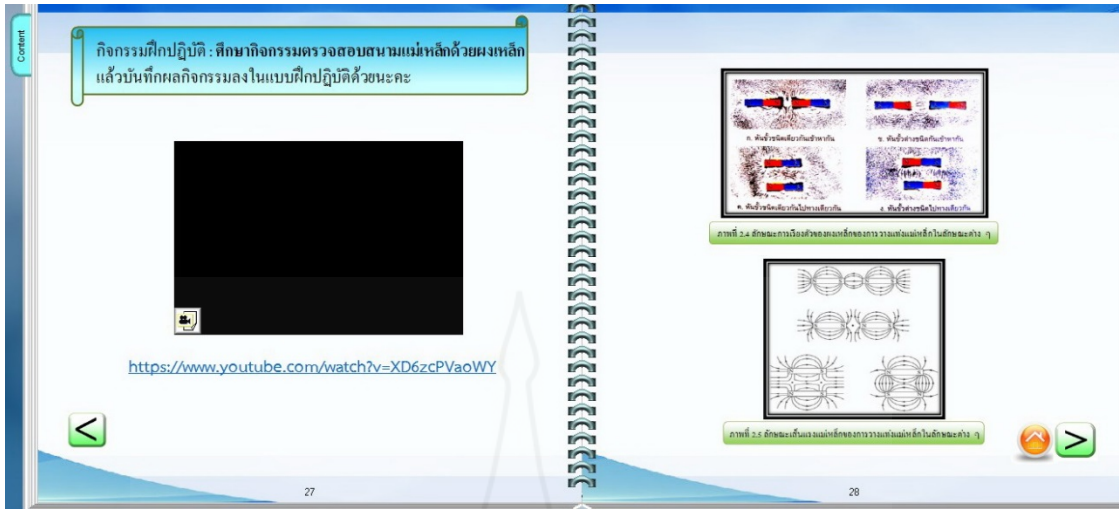
ภาพที่ 5.10 ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก



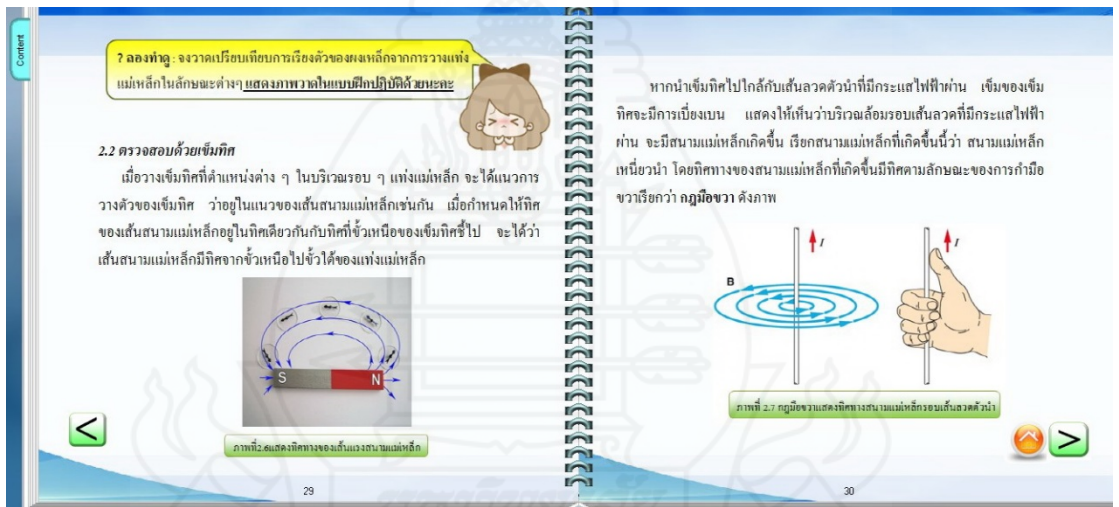
ภาพที่ 5.11 เนื้อหาสาระแม่เหล็กและคุณสมบัติของแม่เหล็ก



ภาพที่ 5.12 เนื้อหาสาระความหมายและการตรวจสอบสนามแม่เหล็ก

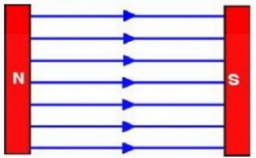


ภาพที่ 5.13 กิจกรรมระหว่างเรียนตรวจสอบสนามแม่เหล็ก



ภาพที่ 5.14 เนื้อหาสาระการตรวจสอบสนามแม่เหล็ก

หากนำแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง มาวางขนานกัน โดยหันขั้วเหนือและขั้วใต้เข้าหากัน พบว่าสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นระหว่างแท่งแม่เหล็กทั้งสองจะมีทิศออกจากขั้วเหนือไปขั้วใต้เช่นกัน โดยเมื่อนำเข็มทิศไปวางระหว่างแท่งแม่เหล็ก เข็มทิศจะชี้จากขั้วเหนือไปขั้วใต้ คามทิศของสนามแม่เหล็ก โดยสนามแม่เหล็กที่มีค่าคงตัวเป็นสนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ จะมีเส้นสนามแม่เหล็กเป็นเส้นตรงขนานกัน และมีทิศทางเดียวกัน




ภาพที่ 2.8 สนามแม่เหล็กสม่ำเสมอ

เรื่องที่ 2.1.3 ลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก

โลกมีสมบัติเสมือนมีแม่เหล็กขนาดใหญ่อยู่ในโลก โดยวางตัวในแนวทิศเหนือใต้และแผ่สนามแม่เหล็กปกคลุมทั้งโลก เรียกว่า **สนามแม่เหล็กโลก** (Earth's magnetic field)

1. ลักษณะของสนามแม่เหล็กโลก

สนามแม่เหล็กโลกมีลักษณะที่สำคัญคือ ขั้วของแม่เหล็กโลกที่อยู่ด้านขั้วโลกเหนือ คือ ขั้วใต้ของแม่เหล็กโลก เนื่องจากการที่ส่งแรงดึงดูดกับขั้วเหนือของเข็มทิศหรือแท่งแม่เหล็กได้นั้น แสดงว่าต้องเป็นขั้วตรงขกัน และขั้วของแม่เหล็กโลกที่อยู่ด้านขั้วโลกใต้ คือ ขั้วเหนือของแม่เหล็กโลก เนื่องจากการที่ส่งแรงผลักกับขั้วเหนือของเข็มทิศหรือแท่งแม่เหล็กได้นั้น แสดงว่าต้องเป็นขั้วชนิดเดียวกัน




ภาพที่ 2.9 สนามแม่เหล็กโลก

ภาพที่ 5.15 เนื้อหาสาระลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก

2. ความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก

นอกจากการที่มนุษย์นำความรู้เรื่องสนามแม่เหล็กโลกไปประดิษฐ์เข็มทิศแล้ว สนามแม่เหล็กโลกยังมีความสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ทำหน้าที่เสมือนเป็นเกราะกำบังกระแสนอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าโปรตอนและอิเล็กตรอนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์บนผิวของดวงอาทิตย์ เรียกว่า ลมสุริยะ (solar wind) โดยสนามแม่เหล็กโลก จะป้องกันไม่ให้อนุภาคเหล่านั้นทำลายชั้นบรรยากาศซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลก



ภาพที่ 2.10 สนามแม่เหล็กโลก

? คำถามชวนคิด: สนามแม่เหล็กโลกมีลักษณะอย่างไร และมีความสำคัญต่อโลกอย่างไร **แสดงคำตอบบนแบบฝึกปฏิบัติด้วยนะ**

เรื่องที่ 2.1.4 ผลของสนามแม่เหล็ก

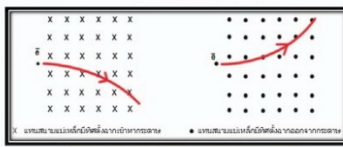
สนามแม่เหล็กสามารถดึงดูดและผลักวัตถุขนาดเล็กได้ แต่ถ้าเป็นอนุภาคขนาดเล็กที่เป็นองค์ประกอบของอะตอม เช่น อิเล็กตรอน จะมีแรงกระทำต่ออนุภาคเหล่านั้น โดยเราสามารถศึกษาผลของสนามแม่เหล็กได้ 2 กรณี คือ (1) ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า และ (2) ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

1. ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

สนามแม่เหล็กเป็นสิ่งที่แสดงอำนาจแม่เหล็ก และแรงแม่เหล็กเป็นผลมาจากสนามแม่เหล็ก เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไป ในสนามแม่เหล็กในแนวที่ไม่ขนานกับสนามแม่เหล็ก แนวการเคลื่อนที่ของอนุภาคจะเบนไปจากแนวเดิม เนื่องจากมีแรงจากสนามแม่เหล็กหรือแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคที่มี

ภาพที่ 5.16 เนื้อหาสาระผลของสนามแม่เหล็ก

ประจุไฟฟ้านี้ เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าลบ เช่น อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ในแนวตรงเข้าไปในสนามแม่เหล็ก โดยทิศทางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออิเล็กตรอน ทำให้การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปเป็นแนวโค้งงอกลมทิศทางของแรงแม่เหล็กขึ้นอยู่กับทิศของความเร็วของอิเล็กตรอนและทิศของสนามแม่เหล็ก แต่ถ้าอนุภาคที่ไม่มีประจุไฟฟ้า เคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กหรืออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าแต่เคลื่อนที่เข้าไปในแนวขนานกับสนามแม่เหล็ก จะไม่เกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาค อนุภาคจึงเคลื่อนที่ในแนวเดิม

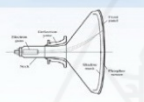


ภาพที่ 5.11 แนวทางเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็กที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

? คำถามชวนคิด: เมื่อนำโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอนไปวางในสนามแม่เหล็กที่สม่ำเสมอ จะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคเหล่านั้นหรือไม่ จงอธิบายแสดงคำตอบบนแบบฝึกปฏิบัติด้วยนะ

จากการที่อิเล็กตรอนถูกแรงแม่เหล็กกระทำ ขณะผ่านเข้าไปในสนามแม่เหล็ก ทำให้แนวการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเบนไปจากแนวเดิม จึงนำหลักการนี้ไปใช้ในหลอดภาพโทรทัศน์หรือจอคอมพิวเตอร์ดังกล่าว มีส่วนประกอบสำคัญคือหลอดภาพ ซึ่งทำงานโดยอาศัยการเคลื่อนที่ของลำอิเล็กตรอนในสนามแม่เหล็ก หลอดภาพมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนแรกคือ ขั้วแคโทดที่ทำหน้าที่ผลิตลำอิเล็กตรอน นิยมเรียกว่า “ปืนอิเล็กตรอน” ส่วนที่สองคือ จอเรืองแสงซึ่งฉายสารเรืองแสงไว้ เมื่ออิเล็กตรอนตกกระทบทำให้เกิดจุดสว่าง และขั้วสุดท้ายคือขดลวดเบี่ยงเบน ทำหน้าที่ผลิตสนามแม่เหล็กเพื่อเบี่ยงเบนลำอิเล็กตรอน และควบคุมให้ลำอิเล็กตรอนเคลื่อนที่กวาดไปมาบนจอภาพในแนวระดับด้วยความเร็วสูงมาก ทำให้เกิดภาพขึ้น อย่างไรก็ตามการที่ลำอิเล็กตรอนกระทบกับจอภาพจะมีรังสีเกิดขึ้นด้วย จึงไม่ควรดูโทรทัศน์ใกล้จอมากเกินไป


ภาพที่ 5.17 เนื้อหาสาระผลของสนามแม่เหล็กต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า



ภาพที่ 5.13 ผลของสนามแม่เหล็กต่อกระแสไฟฟ้าผ่าน

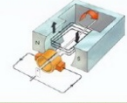
2. ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออิเล็กตรอน ส่งผลให้แนวการเคลื่อนที่เบนไปจากแนวเดิม เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำที่วางตั้งกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อตัวนำ มีผลให้ตัวนำเคลื่อนที่ ทิศทางของแรงแม่เหล็กขึ้นอยู่กับทิศทางของกระแสไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก



ภาพที่ 5.14 แรงแม่เหล็กที่กระทำต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าในสนาม

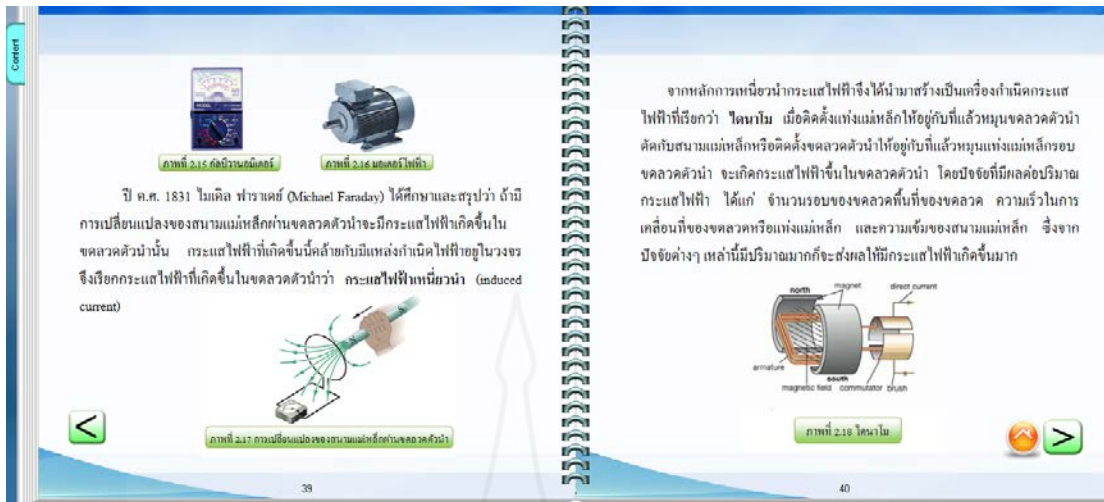
เมื่อนำลวดตัวนำมาทำเป็นขดลวด แล้วค้ำกับเบรคเกอร์เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดตัวนำ จะเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่อขดลวดตัวนำ ทำให้ขดลวดเกิดการหมุน



ภาพที่ 5.14 การหมุนของขดลวดในสนามแม่เหล็ก

การหมุนของขดลวดในสนามแม่เหล็กในขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านดังกล่าวนี้ จะสามารถนำไปใช้เป็นหลักในการสร้างเครื่องมือวัดปริมาณไฟฟ้า ที่เรียกว่า กัลวานอมิเตอร์ (galvanometer) ใช้วัดกระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า และนำไปสร้างมอเตอร์ไฟฟ้าในเครื่องใช้ไฟฟ้าหลายชนิด เช่น พัดลม ส่วนไฟฟ้า เครื่องดูดฝุ่น เครื่องปั่นอาหาร ของเล่นหลายชนิด เป็นต้น โดยมอเตอร์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล จึงช่วยให้เกิดการหมุนของขดลวด

ภาพที่ 5.18 เนื้อหาสาระผลของสนามแม่เหล็กต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน



ภาพที่ 5.19 เนื้อหาสาระการเหนี่ยวนำไฟฟ้า



ภาพที่ 5.20 ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.1 สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ

สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุเกิดจากอนุภาคที่อยู่บนวัตถุนั้นที่เรียกว่า ประจุไฟฟ้า (electric charge) ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวก และประจุลบ อำนาจทางไฟฟ้าของวัตถุขึ้นกับจำนวนของประจุไฟฟ้าบนวัตถุนั้น แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

- (1) วัตถุเป็นบวกทางไฟฟ้า: วัตถุมีประจุบวกมากกว่าประจุลบ
- (2) วัตถุเป็นลบทางไฟฟ้า: วัตถุมีประจุลบมากกว่าประจุบวก
- (3) วัตถุเป็นกลางทางไฟฟ้า: วัตถุมีประจุบวกเท่ากับประจุลบ

วัตถุโดยทั่วไปมีประจุเป็นกลางทางไฟฟ้า แต่เมื่อจำนวนของประจุต่างชนิดกันบนวัตถุมีจำนวนไม่เท่ากัน เรียกว่า เกิดประจุไฟฟ้าอิสระเกิดขึ้น ทำให้วัตถุแสดงอำนาจทางไฟฟ้าขึ้น

วัตถุที่มีประจุไฟฟ้าอิสระ สามารถเกิดแรงขึ้นระหว่างไฟฟ้า เรียกว่า แรงไฟฟ้า (electric force) สำหรับวัตถุที่มีประจุชนิดเดียวกัน แรงไฟฟ้าเป็นแรงผลัก แต่สำหรับวัตถุที่มีประจุต่างชนิดกัน แรงไฟฟ้าเป็นแรงดูด

ภาพที่ 2.19 แรงระหว่างประจุไฟฟ้า

คำถามชวนคิด : สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุเกิดขึ้นได้อย่างไร และ วัตถุมีสมบัติทางไฟฟ้าอย่างไรบ้าง แสดงคำตอบในรูปแบบฝึกปฏิบัติด้วยนะ

ภาพที่ 5.21 เนื้อหาสาระสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ

เรื่องที่ 2.2.2 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า

1. ความหมายของสนามไฟฟ้า
สนามไฟฟ้า (electric field) หมายถึง บริเวณโดยรอบประจุไฟฟ้า หรือบริเวณโดยรอบวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าสามารถ ส่งอำนาจไฟฟ้าไปถึง

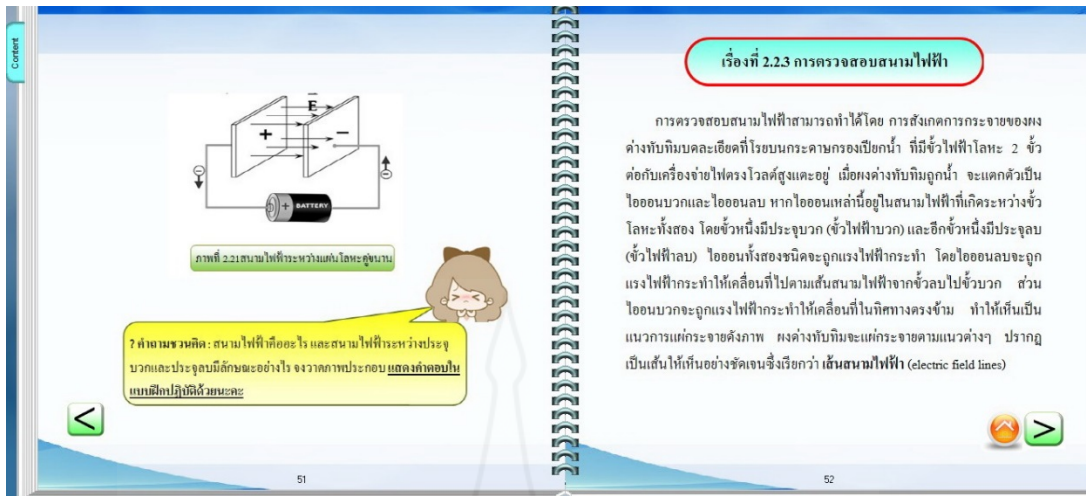
2. ลักษณะของสนามไฟฟ้า
สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเดียวกับทิศทางแรงที่กระทำต่อประจุบวก โดยสนามไฟฟ้าโดยสนามไฟฟ้าที่คิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุไฟฟ้า และสนามไฟฟ้าของแท่ง โลหะคู่ขนาน

1. สนามไฟฟ้าของประจุไฟฟ้า มีลักษณะ 2 ลักษณะ คือ 1. สนามไฟฟ้าของประจุบวกมีทิศพุ่งออกจากประจุ และ 2. สนามไฟฟ้าของประจุลบมีทิศพุ่งเข้าสู่ประจุ

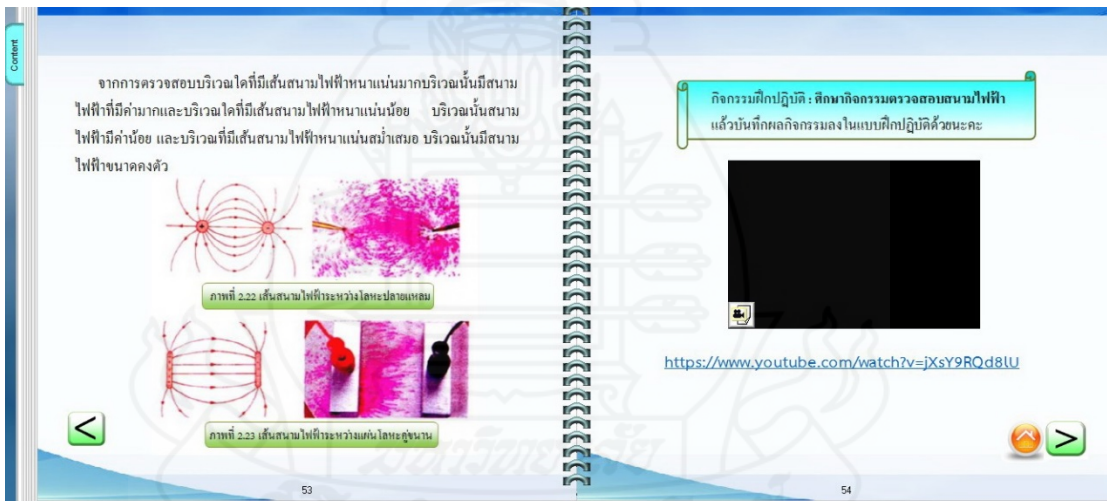
ภาพที่ 2.20 สนามไฟฟ้าของประจุไฟฟ้า

2. สนามไฟฟ้าระหว่างแท่งโลหะคู่ขนาน ถ้านำโลหะตัวนำที่มีลักษณะเป็นแท่ง 2 แท่งมาวางขนานกันแล้วต่อเข้ากับแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งให้กระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางการไหลลงตัวพบว่า เกิดสนามไฟฟ้าขนาดสม่ำเสมอระหว่างแท่งโลหะตัวนำคู่ขนานทิศทางของสนามไฟฟ้าพุ่งออกจากแท่งที่มีประจุไฟฟ้าบวก (หัวไฟฟ้าบวก) ไปสู่แท่งที่มีประจุไฟฟ้าลบ (หัวไฟฟ้าลบ)

ภาพที่ 5.22 เนื้อหาสาระความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า



ภาพที่ 5.23 เนื้อหาสาระการตรวจสอบสนามไฟฟ้า



ภาพที่ 5.24 กิจกรรมระหว่างเรียนการตรวจสอบสนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.4 ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า จะถูกแรงกระทำเนื่องจากสนามไฟฟ้า นั่น โดยอนุภาคที่มีประจุบวก จะถูกแรงไฟฟ้ากระทำในทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า ส่วนอนุภาคที่มีประจุลบนั้น จะถูกแรงไฟฟ้ากระทำในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า

ภาพที่ 2.24 การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าของแอมป์ไลอะตูดูดาน

? คำถามชวนคิด : ไปคอนแอมป์ไลอะตูดูดานเคลื่อนที่เข้าไปในแนวตั้งจากกับสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอที่มีทิศทางแนวการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเป็นอย่างไร จงวาดภาพประกอบแสดงที่ตอบในแบบฝึกปฏิบัติด้วยนะ

หลักการนี้สามารถนำไปใช้ในการกำจัดฝุ่นหรือพอกอากาศ เพื่อลดมลพิษทางอากาศ โดยเมื่อให้อากาศที่มีควันผ่านเครื่องกำจัดควัน ควันเล็ก ๆ จะรับประจุไฟฟ้าลบจากขั้วลบของเครื่อง และถูกดึงดูดติดแน่น โดยแผ่นขั้วบวก เครื่องกำจัดควันนี้มักใช้ดักจับควันจากปล่องควันของบ้านเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรมก่อนที่จะปล่อยออกสู่อากาศ

ภาพที่ 2.25 การกำจัดฝุ่นหรือพอกอากาศ

ภาพที่ 5.25 เนื้อหาสาระผลของสนามไฟฟ้าต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

ในการทำให้ลำอิเล็กตรอนเบนไปจากแนวเดิม นอกจากสามารถใช้สนามแม่เหล็กแล้ว ก็ยังใช้สนามไฟฟ้าได้ด้วย กล่าวคือ เมื่ออิเล็กตรอนซึ่งเป็นอนุภาคที่มีประจุลบเคลื่อนที่ในทิศทางตั้งฉากกับสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอ พบว่าแรงไฟฟ้าที่กระทำต่ออิเล็กตรอนจะทำให้แนวการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเบนจากแนวการเคลื่อนที่เดิม ดังภาพ

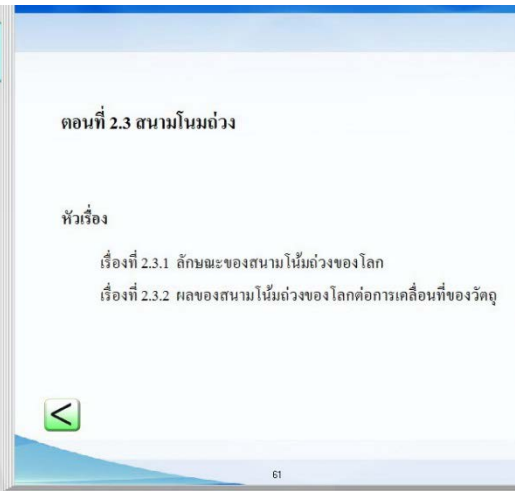
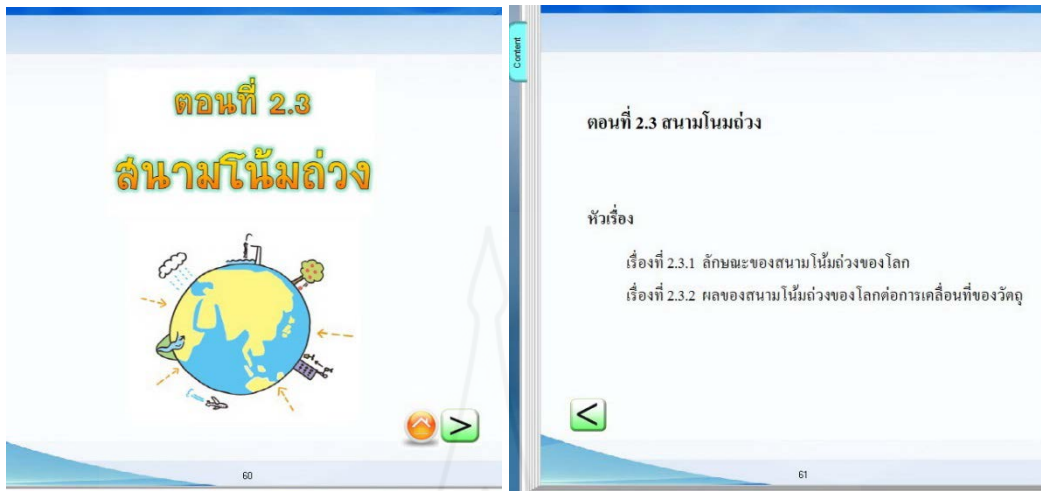
ภาพที่ 2.25 การเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในทิศทางที่ตั้งฉากกับสนามไฟฟ้า

ความรู้เกี่ยวกับการเบนของลำอิเล็กตรอนในสนามไฟฟ้าและหลอดรังสีแคโทดนำไปสู่การสร้างจอแสดงผลของเครื่องมือและอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด เช่น ออสซิลโลสโคป จอเรดาร์ และจอภาพของเครื่องอัลตราซาวด์ เป็นต้น

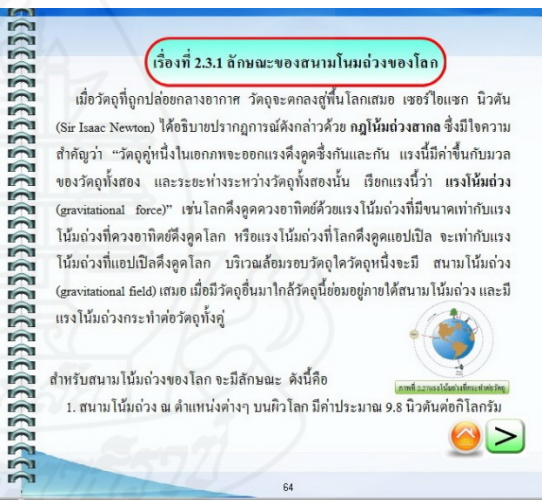
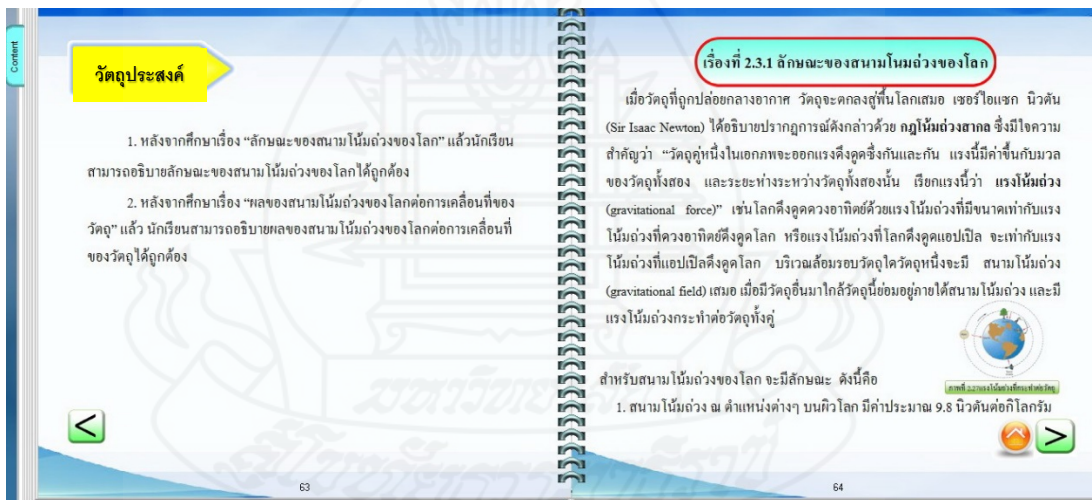
ภาพที่ 2.26 จอภาพของเครื่องอัลตราซาวด์

? คำถามชวนคิด : หลักการเบนของอิเล็กตรอนในสนามไฟฟ้าและหลอดรังสีแคโทด ถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างไร แสดงคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติด้วยนะ

ภาพที่ 5.26 เนื้อหาสาระการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้า



ภาพที่ 5.27 ตอนที่ 2.3 สนามโน้มถ่วง



ภาพที่ 5.28 เนื้อหาสาระลักษณะของสนามโน้มถ่วงของโลก

2. สนามโน้มถ่วงของโลกมีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก นั่นคือเมื่อวัตถุที่ถูกปล่อยกลางอากาศ วัตถุจะตกลงสู่พื้นโลกเสมอ

3. สนามโน้มถ่วงที่ระดับความสูงต่าง ๆ กันจากผิวโลก มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสูง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ดังตาราง

ตาราง 2.1 ตารางแสดงค่าสนามโน้มถ่วงของโลกที่ระดับความสูงต่างๆ จากผิวโลก

ความสูงเหนือ โลก (km)	สนามโน้ม ถ่วง (N/kg)	หมายเหตุ
ผิวโลก	9.80	
10	9.77	สถานที่บนของเครื่องบินโดยสาร
400	8.68	ระดับความสูงของสถานีอวกาศนานาชาติ บนชั้นวงโคจร
35,700	0.225	ระดับความสูงของดาวเทียมสื่อสารจากนอกเขต
384,000	0.0026	ระยะทางเฉลี่ยระหว่างโลกกับดวงจันทร์

? คำถามชวนคิด: สนามโน้มถ่วงมีลักษณะอย่างไร
แสดงคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติด้วยนะ

เรื่องที่ 2.3.2 ผลของสนามโน้มถ่วงของโลกต่อการเคลื่อนที่

วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงของโลกจะถูกโลกดึงดูด ดังนั้นเมื่อปล่อยวัตถุให้ตกบริเวณใกล้ผิวโลก แรงดึงดูดของโลกจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น นั่นคือวัตถุมีความเร่ง

การตกของวัตถุที่มีมวลต่างกัน ในสนามโน้มถ่วงวัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว เรียกว่า ความเร่งโน้มถ่วง (gravitational acceleration) แทนด้วย มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางของโลกความเร่งโน้มถ่วงที่ผิวโลกมีค่าต่างกันตามตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

ภาพที่ 5.29 วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งโน้มถ่วง

ภาพที่ 5.29 เนื้อหาสาระผลของสนามโน้มถ่วงต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ในการตกของวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ลงด้วยความเร่งโน้มถ่วง 9.8 เมตรต่อวินาที หมายความว่าความเร็วยังวัตถุจะเพิ่มขึ้นวินาทีละ 9.8 เมตรต่อวินาที ถ้าโยนวัตถุขึ้นในแนวตั้ง วัตถุจะเคลื่อนที่ในสนามโน้มถ่วง โดยมีความเร่งโน้มถ่วงที่มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก ขณะที่วัตถุหล่นจากมือจะมีความเร็วสูงจากนั้นความเร็วลดลง เพราะการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางตรงข้ามกับความเร่งจนกระทั่งถึงจุดสูงสุดความเร็วของวัตถุเป็นศูนย์ จากนั้นวัตถุเริ่มตกลงมา ทำให้ความเร็วของวัตถุจะเพิ่มขึ้น เพราะการเคลื่อนที่ของวัตถุมีทิศทางเดียวกับความเร่ง

? คำถามชวนคิด: ปล่อยวัตถุจากยอดตึกสูงเมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาที วัตถุมีความเร็วเท่าใด แสดงคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติด้วยนะ

การเคลื่อนที่ขึ้นหรือลงของวัตถุที่บริเวณใกล้ผิวโลกถ้าค้างนิ่งเร่งโน้มถ่วงเพียงแรงเดียว โดยไม่คิดสิ่งแรงอื่น เช่น แรงต้านอากาศ หรือแรงพุ่งของวัตถุในอากาศแล้ววัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งโน้มถ่วงในทิศทางลงที่มีค่าคงตัวเท่ากับ 9.8 เมตรต่อวินาที เรียกว่าการเคลื่อนที่แบบเสรี (free fall)

ภาพที่ 5.30 การตกแบบเสรีของวัตถุ

? คำถามชวนคิด: ปล่อยตะกั่วและขนนกพร้อมกัน ให้ตกในฟองที่สุญญากาศออกนอกเขต วัตถุทั้งสองจะถึงพื้นพร้อมกันหรือไม่เพราะเหตุใด แสดงคำตอบในแบบฝึกปฏิบัติด้วยนะ

ภาพที่ 5.30 เนื้อหาสาระการตกแบบเสรีของวัตถุ

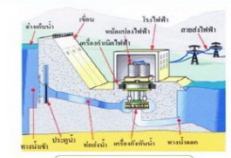
ในชีวิตประจำวันจะเห็นว่าเครื่องชั่งน้ำหนักมีหน่วยวัดเป็นกิโลกรัมด้วยเหตุนี้ ทำให้คิดว่ามวลและน้ำหนักเป็นสิ่งเดียวกัน แต่ความจริงการวัดมวลของวัตถุ คือการวัดปริมาณของสารในวัตถุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม ส่วนการวัดน้ำหนักของวัตถุ คือการวัดขนาดแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ นั่นคือแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ ก็คือ น้ำหนัก (weight) ของวัตถุบนโลก หาได้จากสมการ

$$W = mg$$

เมื่อ m	เป็นมวลของวัตถุ มีหน่วยกิโลกรัม (kg)
g	เป็นความเร่งโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งที่วัตถุวางอยู่ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ² (m/s ²)
W	เป็นน้ำหนักของวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

7 ล้านจิวล: หินก้อนหนึ่งบนดวงจันทร์มีมวล 5 กิโลกรัม และมีน้ำหนัก 8.1 นิวตัน ความเร่งโน้มถ่วงที่ดวงจันทร์มีค่าเท่าใด ถ้าหนักบนดวงจันทร์ที่บนพื้นโลก หินจะมีน้ำหนักเท่าใด **แสดงคำตอบบนแบบฝึกหัดท้ายบท**

โรงไฟฟ้าพลังน้ำที่มีอยู่หลายแห่งในประเทศไทย ใช้หลักการที่สนามโน้มถ่วงของโลกกระทำค่อน้ำที่เก็บกักไว้ในที่สูงเหมือนเขื่อนให้ไหลลงสู่ที่ต่ำกว่า ซึ่งเป็นบริเวณที่มีกังหันที่ต่อแกนเข้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ทำให้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้



ภาพที่ 2.50 การผลิตกระแสไฟฟ้า

ภาพที่ 5.31 เนื้อหาสาระมวลและน้ำหนักของวัตถุ

5. อ้างอิง

บรรณานุกรม

พัฒนาชัช ฉันทพร.(2558).แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่4-6. พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.)จำกัด:กรุงเทพมหานคร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.(2555).หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4-6. สกสศ.ลาดพร้าว:กรุงเทพมหานคร.

อรุณี เรืองวิเศษ.(2559).แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6.อักษรเจริญทัศน์ อจท.จำกัด :กรุงเทพมหานคร

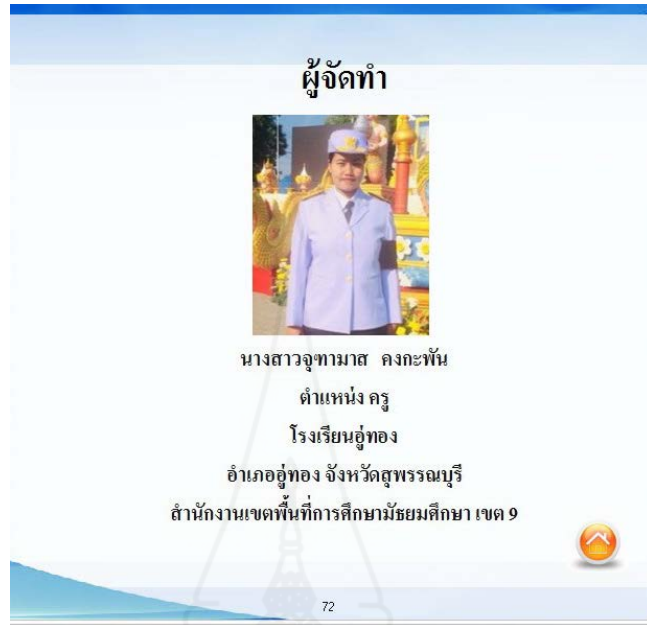
<https://www.youtube.com/watch?v=XD6zcvPaoWY>
:สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2560

<https://www.youtube.com/watch?v=XsY9RQd8IU>
:สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2560

<https://www.youtube.com/watch?v=y4wQ8AZDIBc>
:สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2560

ภาพที่ 5.32 อ้างอิง

6. ข้อมูลผู้ผลิต



ภาพที่ 5.33 ข้อมูลผู้ผลิต

7. ปกหลัง



ภาพที่ 5.34 ปกหลัง



ภาคที่ 4

แบบฝึกปฏิบัติ

แขนงวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

แบบฝึกปฏิบัติ

รายวิชาศึกษาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลิตโดย นางสาวจุฑามาส คงกะพัน

คำนำ

แบบฝึกปฏิบัติ เรื่อง สนามของแรง เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน แผนผังความคิด แผนการสอนประจำหน่วย แผนการสอนประจำตอน บันทึก
สาระสำคัญและกิจกรรมการเรียนรู้ และแนวตอบบันทึกสาระสำคัญและกิจกรรม

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสนามของแรง และเห็นคุณค่าจากการนำ
ข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน นักเรียนควรศึกษาตามขั้นตอน คำชี้แจงการใช้แบบฝึก
ปฏิบัติ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จุฑามาส กงกะพัน

ผู้ผลิต



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำชี้แจงในการทำแบบฝึกปฏิบัติ	113
แบบทดสอบก่อนเรียน	114
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	117
แผนการสอนประจำหน่วย	118
แผนผังแนวคิด	118
แผนการสอนประจำตอนที่ 2.1	122
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.1.1	123
กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.1	123
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.1.2	124
กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.2	124
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.1.3	125
กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.3	125
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.1.4	126
กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.4	126
แผนการสอนประจำตอนที่ 2.2	127
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.2.1	128
กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.1	128
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.2.2	129
กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.2	130
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.2.3	130
กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.3	131
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.2.4	131
กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.4	132
แผนการสอนประจำตอนที่ 2.3	132
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.3.1	133
กิจกรรมเรื่องที่ 2.3.1	133
บันทึกสาระสำคัญ เรื่องที่ 2.3.2	134
กิจกรรมเรื่องที่ 2.3.2	134

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง

หน้า

แบบทดสอบหลังเรียน

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

แนวตอบบันทึกสาระสำคัญและกิจกรรม



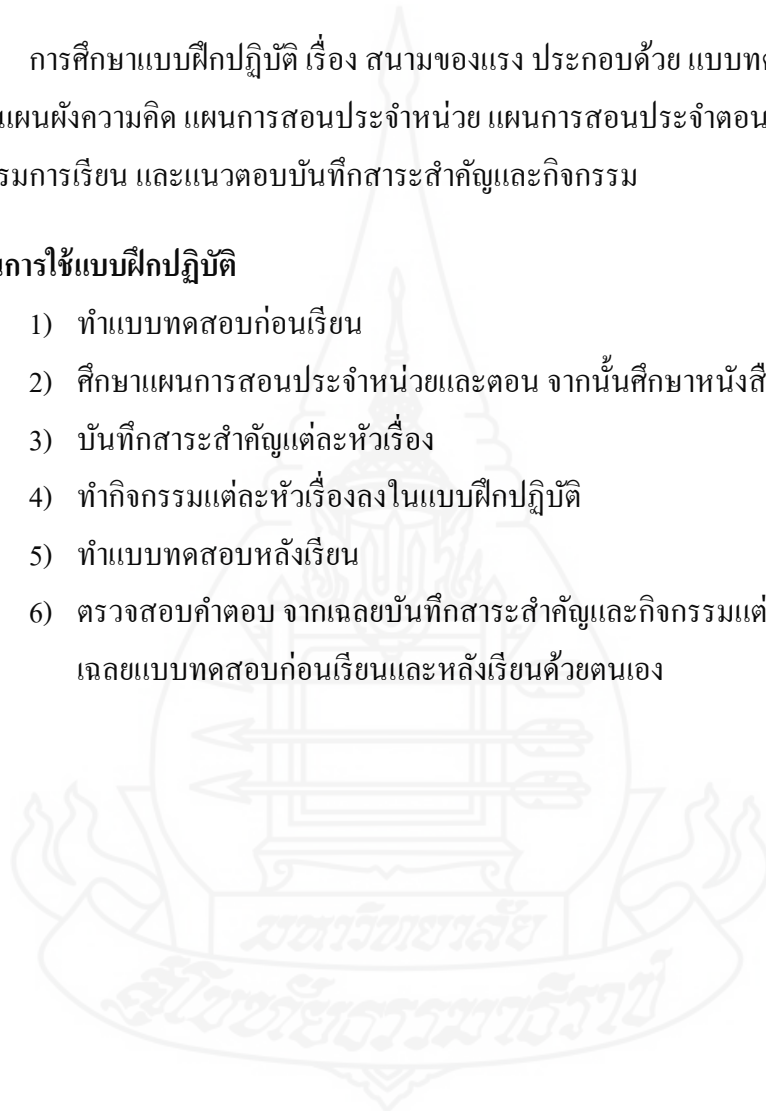
คำชี้แจงการฝึกปฏิบัติ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง

1. ส่วนประกอบของแบบฝึกปฏิบัติ

การศึกษาแบบฝึกปฏิบัติ เรื่อง สนามของแรง ประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แผนผังความคิด แผนการสอนประจำหน่วย แผนการสอนประจำตอน บันทึกสาระสำคัญ และกิจกรรมการเรียนรู้ และแนวตอบบันทึกสาระสำคัญและกิจกรรม

2. ขั้นตอนการใช้แบบฝึกปฏิบัติ

- 1) ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- 2) ศึกษาแผนการสอนประจำหน่วยและตอน จากนั้นศึกษาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
- 3) บันทึกสาระสำคัญแต่ละหัวเรื่อง
- 4) ทำกิจกรรมแต่ละหัวเรื่องลงในแบบฝึกปฏิบัติ
- 5) ทำแบบทดสอบหลังเรียน
- 6) ตรวจสอบคำตอบ จากเฉลยบันทึกสาระสำคัญและกิจกรรมแต่ละหัวเรื่อง และเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยตนเอง



แบบทดสอบก่อนเรียน

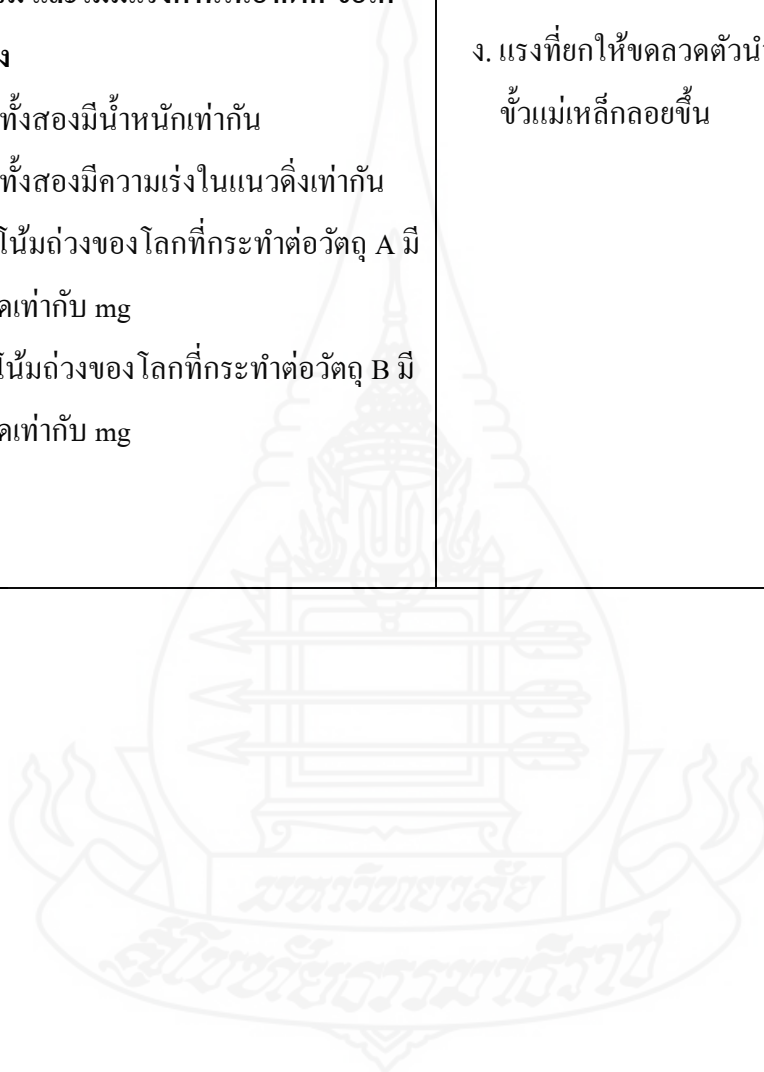
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ หน่วยที่ 2 สนามของแรง

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ
ข้อละ 1 คะแนน รวม 10 คะแนน

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องตัวอักษรที่ถูกต้องที่สุดลงใน
กระดาษคำตอบ

<p>1. ข้อใดคือแม่เหล็ก</p> <p>ก. สารที่เป็นของแข็ง</p> <p>ข. สารที่แม่เหล็กดูดได้</p> <p>ค. สารที่ดูดสารแม่เหล็กได้</p> <p>ง. สารประกอบแมกนีเซียม</p> <p>2. ข้อใดเป็นความหมายของสนามแม่เหล็ก</p> <p>ก. บริเวณรอบสารแม่เหล็ก</p> <p>ข. บริเวณที่มีเส้นแรงแม่เหล็ก</p> <p>ค. บริเวณที่มีขั้วเหนือและขั้วใต้</p> <p>ง. บริเวณที่แรงส่งออกไปกระทำกับวัตถุ</p> <p>3. สนามแม่เหล็กโลกมีความสำคัญยกเว้นข้อใด</p> <p>ก. ทำเข็มทิศ</p> <p>ข. ป้องกันลมสุริยะ</p> <p>ค. ป้องกันรังสีคอสมิก</p> <p>ง. ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต</p> <p>4. ข้อใดไม่ใช่เครื่องมือที่ได้จากการหมุนขดลวดในสนามแม่เหล็กที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน</p> <p>ก. กัลวานอมิเตอร์</p> <p>ข. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>ค. มอเตอร์ไฟฟ้า</p> <p>ง. ไดนาโม</p>	<p>5. ข้อใดเป็นสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ</p> <p>ก. มีประจุไฟฟ้าสองชนิด</p> <p>ข. ประจุชนิดเดียวกันดูดกัน</p> <p>ค. ประจุต่างชนิดกันผลักกัน</p> <p>ง. วัตถุทั่วไปเป็นบวทางไฟฟ้า</p> <p>6. ข้อใดเป็นความหมายของสนามไฟฟ้า</p> <p>ก. บริเวณรอบวัตถุ</p> <p>ข. บริเวณที่มีเส้นสนามไฟฟ้า</p> <p>ค. บริเวณที่มีขั้วเหนือและขั้วใต้</p> <p>ง. บริเวณที่แรงส่งออกไปกระทำกับวัตถุ</p> <p>7. จำนวนเส้นสนามไฟฟ้าที่เกิดจากการตรวจสอบสนามไฟฟ้าด้วยผงต่างทับทิมสัมพันธ์กับสิ่งใด</p> <p>ก. สนามไฟฟ้า</p> <p>ข. ประจุบวกและประจุลบ</p> <p>ค. การละลายของผงต่างทับทิม</p> <p>ง. ขั้วไฟฟ้าบวกและขั้วไฟฟ้าลบ</p> <p>8. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการใช้สนามไฟฟ้า</p> <p>ก. ไดนาโม</p> <p>ข. การพันลีส</p> <p>ค. จอเรดาร์</p> <p>ง. เครื่องฟอกอากาศ</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>9. วัตถุ A มีมวล m กิโลกรัม วางอยู่บนพื้น ส่วนวัตถุ B ซึ่งมีมวลเท่ากันเท่ากันกำลังตกลงสู่พื้น โลก กำหนดให้ทั้ง A และ B อยู่ในบริเวณที่ขนาดสนามโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ g นิวตันต่อกิโลกรัม และไม่มีแรงต้านในอากาศ ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. วัตถุทั้งสองมีน้ำหนักเท่ากัน</p> <p>ข. วัตถุทั้งสองมีความเร่งในแนวตั้งเท่ากัน</p> <p>ค. แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ A มีขนาดเท่ากับ mg</p> <p>ง. แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ B มีขนาดเท่ากับ mg</p>	<p>10. แรงในข้อใดต่อไปนี้เป็นแรงชนิดเดียวกับแรงที่ทำให้ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ได้</p> <p>ก. แรงที่ทำให้ใบไม้ร่วงลงสู่พื้น</p> <p>ข. แรงที่ทำให้แผ่นแม่เหล็กติดอยู่บนตู้เย็น</p> <p>ค. แรงที่ทำให้อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในอะตอมได้</p> <p>ง. แรงที่ยกให้ขดลวดตัวนำที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กลอยขึ้น</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ หน่วยที่ 2 สนามของแรง

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

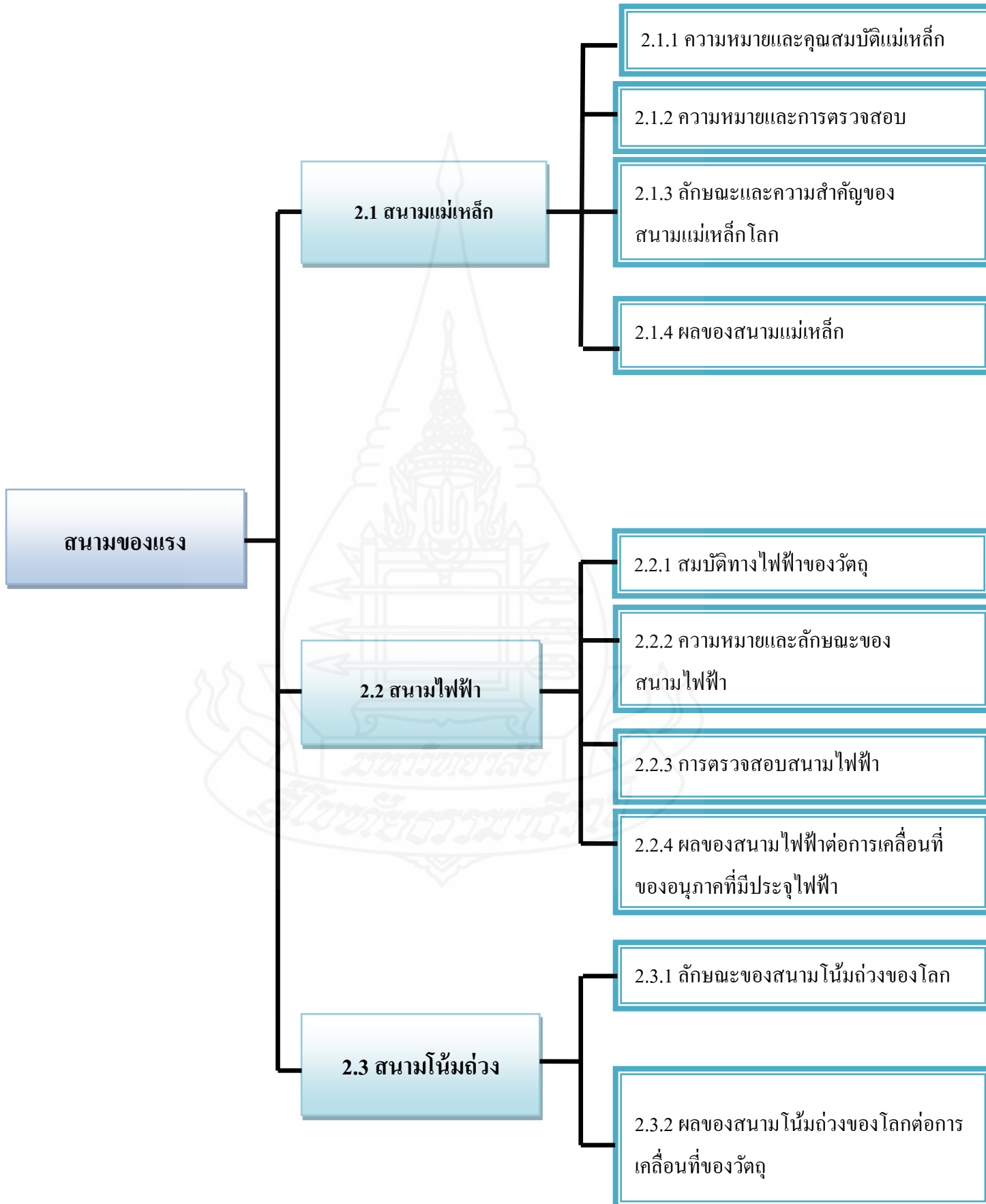
คะแนนที่ได้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

เฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ หน่วยที่ 2 สนามของแรง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			×	
2		×		
3				×
4		×		
5	×			
6		×		
7	×			
8	×			
9		×		
10	×			

แผนผังแนวคิดหน่วยที่ 2 สนามของแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



แผนการสอน

หน่วยที่ 2 สนามของแรง

ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก

- 2.1.1 ความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็ก
- 2.1.2 ความหมายและการตรวจสอบสนามแม่เหล็ก
- 2.1.3 ลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก
- 2.1.4 ผลของสนามแม่เหล็ก

ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

- 2.2.1 สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ
- 2.2.2 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า
- 2.2.3 การตรวจสอบสนามไฟฟ้า
- 2.2.4 ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

ตอนที่ 2.3 สนามโน้มถ่วง

- 2.3.1 ลักษณะของสนามโน้มถ่วงของโลก
- 2.3.2 ผลของสนามโน้มถ่วงของโลกต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แนวคิด

1. แม่เหล็กคือสารที่สามารถดูดสารแม่เหล็กได้ สนามแม่เหล็ก หมายถึง บริเวณรอบแม่เหล็กที่แม่เหล็กส่งแรงกระทำไปถึง สามารถตรวจสอบสนามแม่เหล็กได้ 2 วิธี คือ ตรวจสอบด้วยผงเหล็กและเข็มทิศสนามแม่เหล็กโลกมีลักษณะเสมือนสนามแม่เหล็กปกคลุมทั้งโลกเอาไว้ป้องกันไม่ให้ลมสุริยะทำลายชั้นบรรยากาศซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลก สนามแม่เหล็กมีผลต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าและตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

2. สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุเกิดจากอนุภาคที่อยู่บนวัตถุนั้นที่เรียกว่าประจุไฟฟ้า อำนาจทางไฟฟ้าของวัตถุขึ้นกับจำนวนของประจุไฟฟ้าบนวัตถุนั้น สนามไฟฟ้า หมายถึง บริเวณโดยรอบประจุไฟฟ้า หรือบริเวณโดยรอบวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าสามารถ ส่งอำนาจไฟฟ้าไปถึง สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเดียวกับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุบวก สนามไฟฟ้าสามารถตรวจสอบได้ เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า จะถูกแรงกระทำเนื่องจากสนามไฟฟ้านั้น

3. สนามโน้มน้าว มีทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางโลก สนามโน้มน้าวมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสูง จากผิวโลกผลของสนามโน้มน้าวทำให้การตกของวัตถุที่มีมวลต่างกัน วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว เรียกว่า ความเร่งโน้มน้าว

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษา “สนามแม่เหล็ก” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็กได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษา “สนามแม่เหล็ก” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายและการตรวจสอบสนามแม่เหล็กได้ถูกต้อง
3. หลังจากศึกษา “สนามแม่เหล็ก” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบาย ลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลกได้ถูกต้อง
4. หลังจากศึกษา “สนามแม่เหล็ก” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายผลของสนามแม่เหล็กได้ถูกต้อง
5. หลังจากศึกษา “สนามไฟฟ้า” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุได้ถูกต้อง
6. หลังจากศึกษา “สนามไฟฟ้า” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้าได้ถูกต้อง
7. หลังจากศึกษา “สนามไฟฟ้า” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายการตรวจสอบสนามไฟฟ้าได้ถูกต้อง
8. หลังจากศึกษา “ของสนามไฟฟ้า” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าได้ถูกต้อง
9. หลังจากศึกษาเรื่อง “สนามโน้มน้าว” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของสนามโน้มน้าวของโลกได้ถูกต้อง
10. หลังจากศึกษาเรื่อง “สนามโน้มน้าว” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายผลของสนามโน้มน้าวของโลกต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ถูกต้อง

กิจกรรมการเรียนรู้

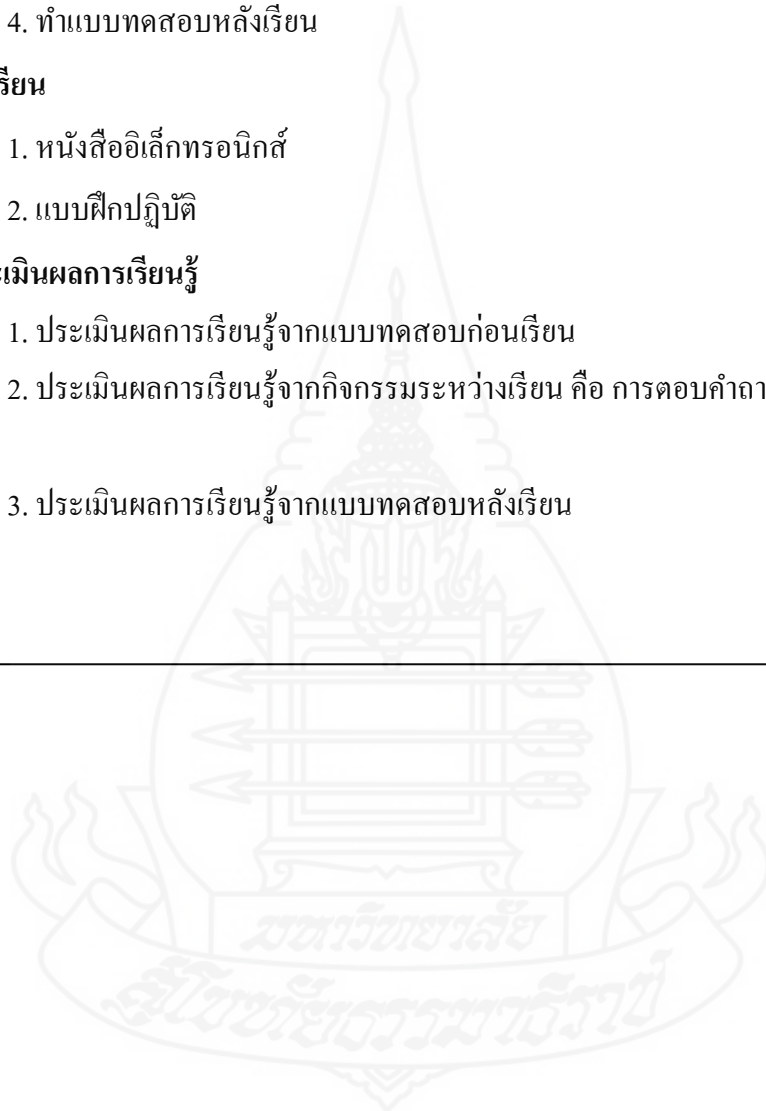
1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ศึกษาบทเรียนจากหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
3. ทำกิจกรรมระหว่างเรียน และตรวจสอบความถูกต้อง
4. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

สื่อการเรียนรู้

1. หนังสืออิเล็กทรอนิกส์
2. แบบฝึกปฏิบัติ

การประเมินผลการเรียนรู้

1. ประเมินผลการเรียนรู้จากแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ประเมินผลการเรียนรู้จากกิจกรรมระหว่างเรียน คือ การตอบคำถามลงในแบบฝึกปฏิบัติ
3. ประเมินผลการเรียนรู้จากแบบทดสอบหลังเรียน



แผนการสอนประจำตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก

หัวเรื่อง

เรื่องที่ 2.1.1 ความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็ก

เรื่องที่ 2.1.2 ความหมายและการตรวจสอบสนามแม่เหล็ก

เรื่องที่ 2.1.3 ลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก

เรื่องที่ 2.1.4 ผลของสนามแม่เหล็ก

แนวคิด

- แม่เหล็กคือสารที่สามารถดูดสารแม่เหล็กได้ โดยแม่เหล็กมีคุณสมบัติ 3 คุณสมบัติ คือ (1) แม่เหล็กมีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้วเสมอ คือ ขั้วเหนือและขั้วใต้ (2) แม่เหล็กมีการวางตัวในทิศทางเหนือ – ใต้เสมอ และ (3) แม่เหล็กมีแรงระหว่างขั้ว คือแรงดูด และแรงผลัก
- สนามแม่เหล็ก หมายถึง บริเวณรอบแม่เหล็กที่แม่เหล็กส่งแรงกระทำไปถึง สามารถตรวจสอบสนามแม่เหล็กได้ 2 วิธี คือ ตรวจสอบด้วยผงเหล็กและเข็มทิศ
- สนามแม่เหล็กโลกมีลักษณะเหมือนสนามแม่เหล็กปกคลุมทั้งโลกเอาไว้ โดยขั้วแม่เหล็กโลกเหนืออยู่ที่ขั้วโลกใต้ และขั้วแม่เหล็กโลกขั้วใต้อยู่ที่ขั้วโลกเหนือ สนามแม่เหล็กโลกมีความสำคัญคือทำหน้าที่กำบัง ลมสุริยะ โดยสนามแม่เหล็กโลก จะป้องกันไม่ให้ลมสุริยะทำลายชั้นบรรยากาศซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลก
- ผลของสนามแม่เหล็กสามารถศึกษาผลที่กระทำต่ออนุภาคได้ 2 กรณี คือ (1) ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า (2) ผลของสนามแม่เหล็กต่อการเคลื่อนที่ของตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่าน

วัตถุประสงค์

- หลังจากศึกษา “สนามแม่เหล็ก” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็กได้ถูกต้อง
- หลังจากศึกษา “สนามแม่เหล็ก” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและการตรวจสอบสนามแม่เหล็กได้ถูกต้อง
- หลังจากศึกษา “สนามแม่เหล็ก” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลกได้ถูกต้อง
- หลังจากศึกษา “สนามแม่เหล็ก” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายผลของสนามแม่เหล็กได้ถูกต้อง

ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก

เรื่องที่ 2.1.1 ความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็ก

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.1.1

ความหมายของแม่เหล็ก คือ.....

.....
.....
.....

คุณสมบัติของแม่เหล็กมี.....คุณสมบัติ คือ.....

.....
.....
.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.1

1. แม่เหล็กคืออะไร (1คะแนน)

ตอบ.....
.....

2. ถ้านำแท่งแม่เหล็กมาตัดแบ่งออกเป็น ส่วน ๆ ขั้วของแท่งแม่เหล็กจะเป็นอย่างไร (1คะแนน)

ตอบ.....
.....

3. แม่เหล็กที่แขวนด้วยเชือกห้อยอิสระในแนวนอน แม่เหล็กมีการวางตัวอย่างไร (1คะแนน)

ตอบ.....
.....

4. เมื่อนำแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ที่มีขั้วเดียวกัน และขั้วต่างกันมาวางใกล้กัน จะเกิดแรงกระทำซึ่งกัน และกันแตกต่างกันอย่างไร (1คะแนน)

ตอบ.....
.....
.....

ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก

เรื่องที่ 2.1.2 ความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็ก

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.1.2

สนามแม่เหล็ก คือ.....

.....

การตรวจสอบสนามแม่เหล็กทำได้....วิธี คือ.....

.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.2

จงแสดงเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดการทดสอบสนามแม่เหล็ก ลงในภาพต่อไปนี้

<p>⬆️ เข็มทิศ</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px;">N S</div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px;">S N</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px;">N S</div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px;">N S</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px;">N S</div> </div>	<div style="margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px; margin-bottom: 10px;">N S</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px;">S N</div> </div>
<div style="margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px; margin-bottom: 10px;">N S</div> <div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 5px 20px;">N S</div> </div>	

ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก

เรื่องที่ 2.1.3 ลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.1.3

สนามแม่เหล็กโลกมีลักษณะ.....

.....

.....

ความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก มีความสำคัญ ได้แก่.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.3

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗

หน้าข้อความที่ผิด

คำตอบ	ข้อความ
	1) ขั้วของแม่เหล็กโลกที่อยู่ด้านขั้วโลกเหนือ คือ ขั้วใต้ของแม่เหล็กโลก และขั้วของแม่เหล็กโลกที่อยู่ด้านขั้วโลกใต้ คือ ขั้วเหนือของแม่เหล็กโลก
	2) มนุษย์นำความรู้เรื่องสนามแม่เหล็กโลกไปประดิษฐ์เครื่องนำทางในการเดินทาง
	3) สนามแม่เหล็กโลกทำหน้าที่ในการป้องกันกระแสลมต่าง ๆ
	4) อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าโปรตอนและอิเล็กตรอนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์บนผิวของดวงอาทิตย์ ช่วยปกป้องชั้นบรรยากาศไม่ให้ทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลก
	5) สนามแม่เหล็กโลกสร้างลมสุริยะ

แผนการสอนประจำตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

หัวเรื่อง

เรื่องที่ 2.2.1 สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ

เรื่องที่ 2.2.2 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.3 การตรวจสอบสนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.4 ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า

แนวคิด

1. สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุเกิดจากอนุภาคที่อยู่บนวัตถุนั้นที่เรียกว่าประจุไฟฟ้า ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวก และประจุลบ อำนาจทางไฟฟ้าของวัตถุขึ้นกับจำนวนของประจุไฟฟ้าบนวัตถุนั้น แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ คือ (1) วัตถุเป็นบวกทางไฟฟ้า (2) วัตถุเป็นลบทางไฟฟ้า และ (3) วัตถุเป็นกลางทางไฟฟ้า

2. สนามไฟฟ้า หมายถึง บริเวณโดยรอบประจุไฟฟ้า หรือบริเวณโดยรอบวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าสามารถ ส่งอำนาจไฟฟ้าไปถึง สนามไฟฟ้าเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทางเดียวกับทิศของแรงที่กระทำต่อประจุบวก โดยสนามไฟฟ้าโดยสนามไฟฟ้าเกิดขึ้นได้ 2 ลักษณะ คือ สนามไฟฟ้าเนื่องจากประจุไฟฟ้าและสนามไฟฟ้าเนื่องจากแผ่นโลหะคู่ขนาน

3. การตรวจสอบสนามไฟฟ้าสามารถทำได้โดย การสังเกตการกระจายของผงต่างัฒบิม บดละเอียดที่โรยบนกระดาษกรองเปียกน้ำ ที่มีขั้วไฟฟ้าโลหะ 2 ขั้วต่อกับเครื่องจ่ายไฟตรง โวลต์สูงและอยู่

4. ผลของสนามไฟฟ้าทำให้ เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า จะถูกแรงกระทำเนื่องจากสนามไฟฟ้านั้น โดยอนุภาคที่มีประจุบวก จะถูกแรงไฟฟ้ากระทำในทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า ส่วนอนุภาคที่มีประจุลบนั้น จะถูกแรงไฟฟ้ากระทำในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษา “สนามไฟฟ้า” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุได้ถูกต้อง

2. หลังจากศึกษา “สนามไฟฟ้า” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้าได้ถูกต้อง

3. หลังจากศึกษา “สนามไฟฟ้า” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายการตรวจสอบสนามไฟฟ้าได้ถูกต้อง

4. หลังจากศึกษา “สนามไฟฟ้า” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าได้ถูกต้อง

ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.1 สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.2.1

สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุเกิดขึ้น.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.1

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

คำตอบ	ข้อความ
	1) วัตถุในธรรมชาติ ส่วนใหญ่มีสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้า
	2) วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า มีจำนวนประจุลบและประจุบวกต่างกัน
	3) ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวก และประจุลบ
	4) วัตถุเป็นบวกทางไฟฟ้า คือวัตถุที่เสียอิเล็กตรอน
	5) วัตถุเป็นลบทางไฟฟ้า คือวัตถุที่เสียอิเล็กตรอน

ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.2 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.2.2

สนามไฟฟ้า คือ.....

.....

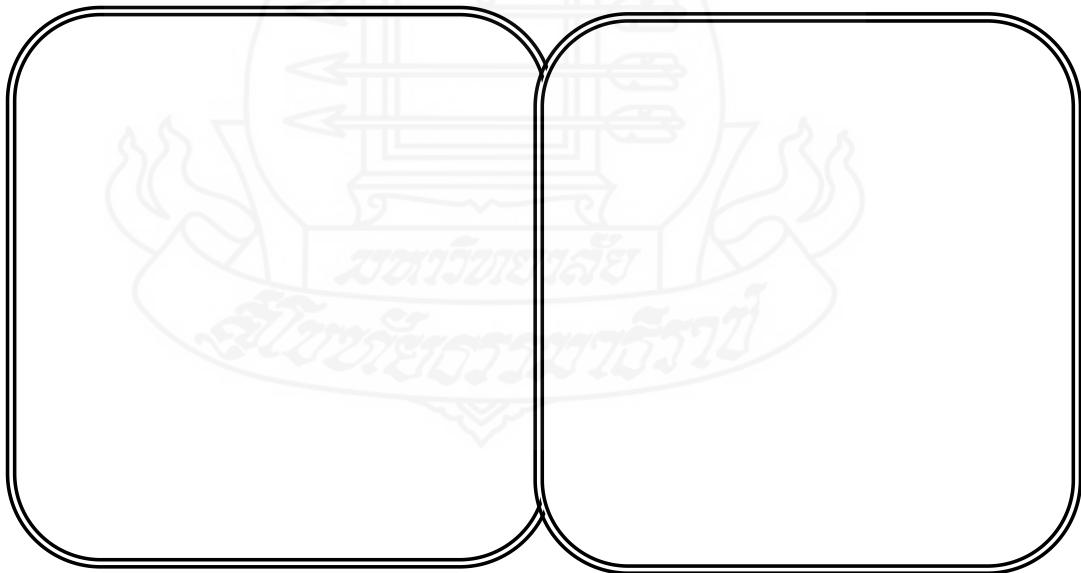
สนามไฟฟ้าลักษณะ

.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.2

เส้นแรงไฟฟ้าของประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้านลบ มีลักษณะอย่างไร วาดภาพประกอบ

ตอบ.....



ประจุไฟฟ้าบวก

ประจุไฟฟ้านลบ

ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.3 การตรวจสอบสนามไฟฟ้า

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.2.3

การตรวจสอบสนามไฟฟ้า ทำได้โดย.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.3

จากการตรวจสอบสนามไฟฟ้าด้วยผงค้างทับทิม เส้นแรงสนามไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร จงวาดภาพประกอบ (2 คะแนน)

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....



ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.4 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.2.4

สนามไฟฟ้ามีผลต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ดังนี้.....

.....
.....
.....

สนามไฟฟ้ามีผลต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ดังนี้.....

.....
.....
.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.4

โปรตอนและอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปในแนวตั้งฉากกับสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอที่มีทิศลง แนวการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเป็นอย่างไร จงวาดภาพประกอบ (4 คะแนน)

ตอบ.....

.....
.....
.....
.....



แผนการสอนประจำตอนที่ 2.3 สนามโน้มถ่วง

หัวเรื่อง

เรื่องที่ 2.3.1 ลักษณะของสนามโน้มถ่วงของโลก

เรื่องที่ 2.3.2 ผลของสนามโน้มถ่วงของโลกต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

แนวคิด

1. สนามโน้มถ่วงมีลักษณะที่สำคัญคือ (1) สนามโน้มถ่วงมีค่าประมาณ 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม
- (2) มีทิศพุ่งเข้าสู่ศูนย์กลางโลก และ (3) สนามโน้มถ่วงมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสูงจากผิวโลก
2. ผลของสนามโน้มถ่วงทำให้การตกของวัตถุที่มีมวลต่างกัน วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว เรียกว่า ความเร่งโน้มถ่วง มีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางของโลก

วัตถุประสงค์

1. หลังจากศึกษาเรื่อง “สนามโน้มถ่วง” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของสนามโน้มถ่วงของโลกได้ถูกต้อง
2. หลังจากศึกษาเรื่อง “สนามโน้มถ่วง” แล้ว นักเรียนสามารถอธิบายผลของสนามโน้มถ่วงของโลกต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ถูกต้อง

ตอนที่ 2.3 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.3.1 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.3.1

สนามโน้มถ่วงมีลักษณะสำคัญ ดังนี้.....

.....

.....

.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.3.1

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗

หน้าข้อความที่ผิด

คำตอบ	ข้อความ
	1) แรงโน้มถ่วง คือแรงดึงดูดซึ่งกันและกันของวัตถุ มีค่าขึ้นกับมวลของวัตถุทั้งสอง
	2) เมื่อวัตถุอยู่ใกล้กันจะมีแรงโน้มถ่วงมาก ถ้าวัตถุอยู่ไกลกันแรงโน้มถ่วงจะน้อย
	3) บนดาวเคราะห์ต่าง ๆ มีค่าความโน้มถ่วงเท่ากับ 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม
	4) สนามโน้มถ่วง เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง
	5) วัตถุที่อยู่สูงจากผิวโลก จะมีแรงโน้มถ่วงมากกว่าบนวัตถุที่อยู่บนโลก

ตอนที่ 2.3 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.3.2 ผลของสนามโน้มถ่วงของโลกต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.3.2

สนามโน้มถ่วงมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนี้.....

.....

.....

.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.3.2

1. ปล่อยวัตถุจากยอดตึกสูง เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาทีวัตถุมีความเร็วเท่าใด (1 คะแนน)

ตอบ.....

.....

2. ปล่อยแอปเปิ้ลและขนนกพร้อมกัน ให้ตกในท่อที่สุญญากาศออกหมด วัตถุทั้งสองจะถึงพื้นต่อพร้อมกันหรือไม่เพราะเหตุใด (1 คะแนน)

ตอบ.....

.....

3. หินก้อนหนึ่งบนดวงจันทร์มีมวล 5 กิโลกรัม และมีน้ำหนัก 8.1 นิวตัน ความเร่งโน้มถ่วงที่ผิวดวงจันทร์มีค่าเท่าใด ถ้านักบินอวกาศนำหินก้อนนี้กลับมาที่โลก หินจะมีน้ำหนักเท่าใด (2 คะแนน)

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทดสอบหลังเรียน

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ หน่วยที่ 2 สนามของแรง

คำชี้แจง แบบทดสอบฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ
ข้อละ 1 คะแนน รวม 10 คะแนน

คำสั่ง จงเขียนเครื่องหมายกากบาท (X) ในช่องตัวอักษรที่ถูกที่สุดลงใน
กระดาษคำตอบ

<p>1. ข้อใดคือแม่เหล็ก</p> <p>ก. เหล็ก นิกเกิล อะลูมิเนียม</p> <p>ข. สารประกอบแร่แมกนีเซียม</p> <p>ค. สารประกอบแร่แมกนีไทต์</p> <p>ง. สารประกอบออกไซด์</p> <p>2. ความหมายของสนามแม่เหล็กคือข้อใด</p> <p>ก. บริเวณที่สารแม่เหล็กส่งอำนาจไปถึง</p> <p>ข. บริเวณรอบแท่งแม่เหล็ก</p> <p>ค. ที่อยู่ของแม่เหล็ก</p> <p>ง. ขั้วเหนือและขั้วใต้</p> <p>3. “เกราะกำบังลมสุริยะ” คำกล่าวนี้หมายถึงข้อใด</p> <p>ก. สนามแม่เหล็กโลกป้องกันกระแสอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์</p> <p>ข. สนามแม่เหล็กโลกช่วยป้องกันลมร้อนจากดวงอาทิตย์</p> <p>ค. สนามแม่เหล็กโลกป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต</p> <p>ง. สนามแม่เหล็กโลกป้องกันสิ่งมีชีวิตบนโลก</p> <p>4. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์จากผลของสนามแม่เหล็ก</p> <p>ก. กัลวานอมิเตอร์</p> <p>ข. เครื่องกำเนิดฟูน</p> <p>ค. มอเตอร์ไฟฟ้า</p> <p>ง. ไดนาโม</p>	<p>5. ข้อใดแสดงถึงสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุ</p> <p>ก. ขั้วบวก ขั้วลบ</p> <p>ข. ขั้วเหนือ ขั้วใต้</p> <p>ค. ประจุบวก ประจุลบ</p> <p>ง. ประจุเหมือนกันและต่างกัน</p> <p>6. ความหมายของสนามไฟฟ้าคือข้อใด</p> <p>ก. บริเวณที่โดยรอบแหล่งกำเนิดไฟฟ้า</p> <p>ข. บริเวณโดยรอบประจุไฟฟ้า</p> <p>ค. ที่อยู่ของประจุไฟฟ้า</p> <p>ง. ขั้วเหนือและขั้วใต้</p> <p>7. จากการตรวจสอบสนามไฟฟ้าด้วยผงต่างัฑบฑิมนักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าบริเวณใดที่มีค่าสนามไฟฟ้ามาก</p> <p>ก. สัฑกตจากการกระตัวของผงต่างัฑบฑิมนมีความหนาแน่นมาก</p> <p>ข. สัฑกตจากแนวการเรียงตัวของผงต่างัฑบฑิมนมีความหนาแน่นมาก</p> <p>ค. สัฑกตจากแนวการเรียงตัวเป็นเส้นของผงต่างัฑบฑิมนที่มีความหนาแน่นมาก</p> <p>ง. สัฑกตบริเวณที่มีสีของผงต่างัฑบฑิมนมีความเข้มของสีเป็นปริมาณมากกว่าบริเวณใกล้เคียง</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>8. ข้อใดไม่ใช่ประโยชน์ของการใช้สนามไฟฟ้า</p> <p>ก. เครื่องปั่นอาหาร</p> <p>ข. เครื่องออสซิลโลสโคป</p> <p>ค. จอภาพเครื่องอัลตราซาวด์</p> <p>ง. การกำจัดกลุ่มควันในโรงงานอุตสาหกรรม</p> <p>9. วัตถุ A มีมวล m กิโลกรัม วางอยู่บนพื้น ส่วนวัตถุ B ซึ่งมีมวลเท่ากันเท่ากันกำลังตกลงสู่พื้นโลก กำหนดให้ทั้ง A และ B อยู่ในบริเวณที่ขนาดสนามโน้มถ่วงของโลกเท่ากับ g นิวตันต่อกิโลกรัม และไม่มีแรงต้านในอากาศ ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. วัตถุทั้งสองมีน้ำหนักเท่ากัน</p> <p>ข. วัตถุทั้งสองมีความเร่งในแนวตั้งเท่ากัน</p> <p>ค. แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ A มีขนาดเท่ากับ mg</p> <p>ง. แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ B มีขนาดเท่ากับ mg</p>	<p>10. แรงในข้อใดต่อไปนี้เป็นแรงชนิดเดียวกับแรงที่ทำให้ใบไม้ร่วงลงสู่พื้น</p> <p>ก. แรงที่ทำให้อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในอะตอมได้</p> <p>ข. แรงที่ทำให้แผ่นแม่เหล็กติดอยู่บนตู้เย็น</p> <p>ค. แรงที่ทำให้ดาวเทียมอยู่ในวงโคจรรอบโลก</p> <p>ง. แรงที่ยกให้ขดลวดตัวนำที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กลอยขึ้น</p> <p>จ. อนุภาค A เบี่ยงเบนในสนามไฟฟ้า</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ หน่วยที่ 2 สนามของแรง

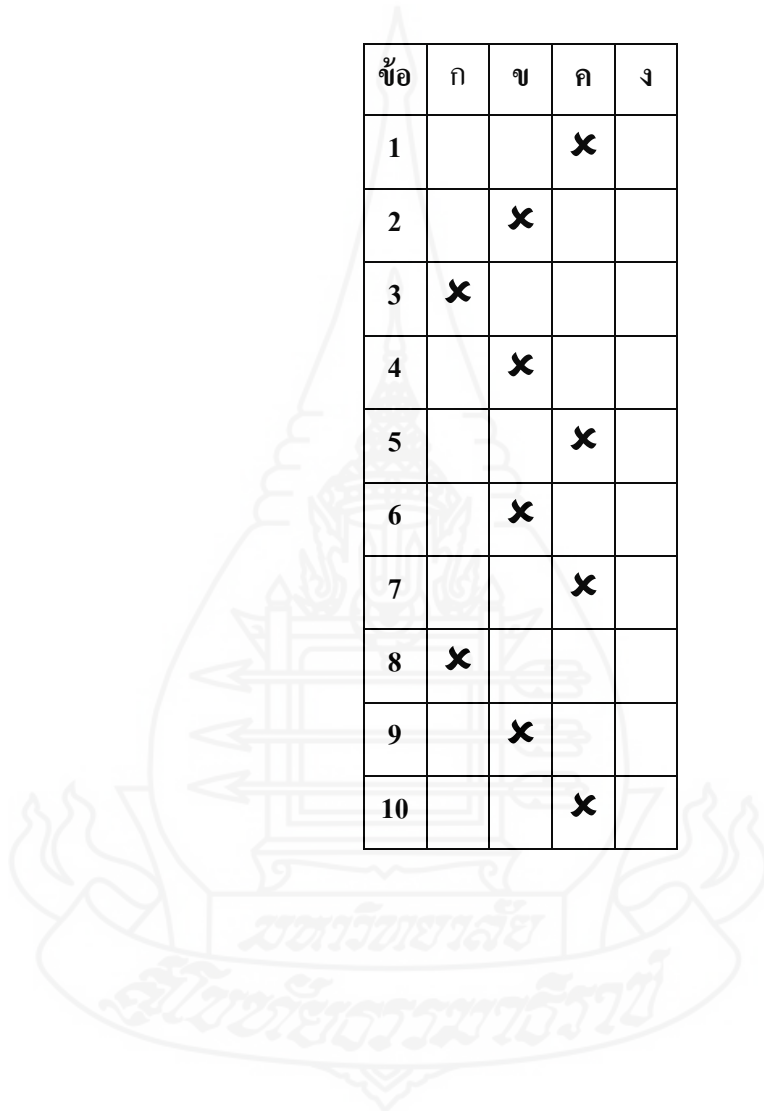
ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คะแนนที่ได้

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

เฉลยคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ หน่วยที่ 2 สนามของแรง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1			✗	
2		✗		
3	✗			
4		✗		
5			✗	
6		✗		
7			✗	
8	✗			
9		✗		
10			✗	



แนวตอบบันทึกสาระสำคัญและกิจกรรม

ตอนที่ 2.1 สานแม่เหล็ก

เรื่องที่ 2.1.1 ความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็ก

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.1.1

ความหมายของแม่เหล็ก คือ สารประกอบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีสถานะเป็นของแข็ง เป็นสารประกอบออกไซด์ของเหล็ก เรียกว่า แร่แมกนีไทต์ (Fe_3O_4) ที่มีสมบัติพิเศษในการดึงดูดสารแม่เหล็กได้ เช่น เหล็ก นิกเกิล โคบอลต์

คุณสมบัติของแม่เหล็กมี 3 คุณสมบัติ คือ (1) แม่เหล็กมีขั้วแม่เหล็ก 2 ขั้วเสมอ คือ ขั้วเหนือและขั้วใต้ (2) แม่เหล็กมีการวางตัวในทิศทางเหนือ – ใต้เสมอ และ (3) แม่เหล็กมีแรงระหว่างขั้ว คือแรงดูด และแรงผลัก

กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.1

1. แม่เหล็กคืออะไร (1คะแนน)

ตอบ สารประกอบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ มีสถานะเป็นของแข็ง เป็นสารประกอบออกไซด์ของเหล็ก เรียกว่า แร่แมกนีไทต์ (Fe_3O_4) ที่มีสมบัติพิเศษในการดึงดูดสารแม่เหล็กได้ เช่น เหล็ก นิกเกิล โคบอลต์

2. ถ้านำแท่งแม่เหล็กมาตัดแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ขั้วของแท่งแม่เหล็กจะเป็นอย่างไร (1คะแนน)

ตอบ แม่เหล็กจะมี 2 ขั้วเสมอ คือ ขั้วเหนือ และขั้วใต้

3. แม่เหล็กที่แขวนด้วยเชือกห้อยอิสระในแนวนอน แม่เหล็กมีการวางตัวอย่างไร (1คะแนน)

ตอบ ถ้านำแท่งแม่เหล็กมาแขวนห้อยด้วยเส้นด้าย ในแนวนอนอย่างอิสระ แม่เหล็กวางตัวในแนวทิศเหนือและทิศใต้ โดยขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กหันไปทางทิศเหนือ และขั้วใต้ของแท่งแม่เหล็กหันไปทางทิศใต้เสมอ

4. เมื่อนำแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง ที่มีขั้วเดียวกัน และขั้วต่างกันมาวางใกล้กัน จะเกิดแรงกระทำซึ่งกัน และกันแตกต่างกันอย่างไร (1คะแนน)

ตอบ ถ้านำแท่งแม่เหล็ก 2 แท่ง มาวางใกล้กัน โดยวางขั้วเหมือนกันใกล้กันเกิดแรงผลักกัน และถ้าวางขั้วต่างกันใกล้กันเกิดแรงดึงดูดกัน

ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก

เรื่องที่ 2.1.2 ความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็ก

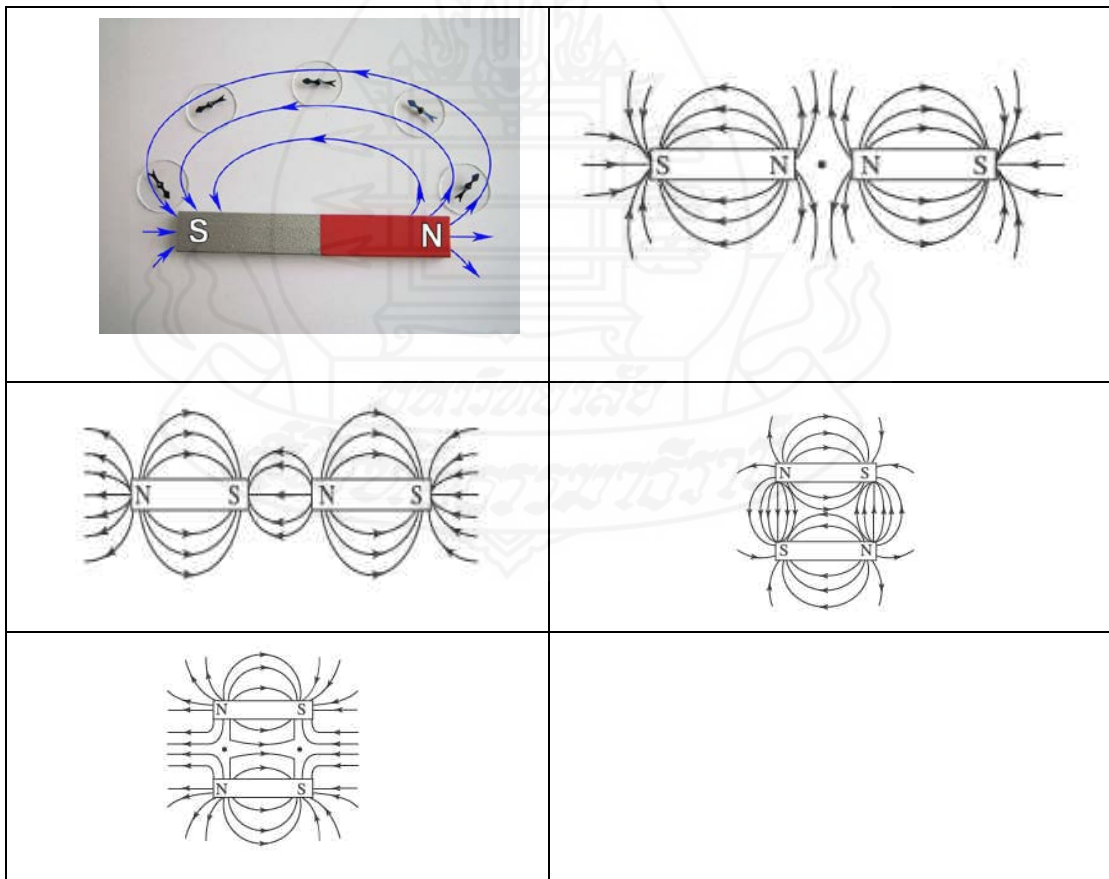
บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.1.2

สนามแม่เหล็ก คือ บริเวณรอบแม่เหล็กที่แม่เหล็กส่งแรงกระทำไปถึง เช่นเมื่อนำวัตถุที่ทำด้วยเหล็ก เช่น ลวดเสียบกระดาษหรือเข็มหมุด ไปวางใกล้แม่เหล็ก แม่เหล็กจะดึงดูดวัตถุเหล่านั้น

การตรวจสอบสนามแม่เหล็กทำได้ 2 วิธี (1) ตรวจสอบด้วยผงเหล็ก และ (2) ตรวจสอบด้วยเข็มทิศ

กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.2

จงแสดงเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดการทดสอบสนามแม่เหล็ก ลงในภาพต่อไปนี้



ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก

เรื่องที่ 2.1.3 ลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.1.3

สนามแม่เหล็กโลกมีลักษณะ.....**เสมือนสนามแม่เหล็กปกคลุมทั้งโลกเอาไว้ โดย**
ขั้วแม่เหล็กโลกเหนืออยู่ที่ขั้วโลกใต้ และขั้วแม่เหล็กโลกขั้วใต้อยู่ที่ขั้วโลกเหนือ

ความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลก มีความสำคัญ คือ**ทำหน้าที่กำบัง ลมสุริยะ โดย**
สนามแม่เหล็กโลก จะป้องกันไม่ให้ลมสุริยะทำลายชั้นบรรยากาศซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต
ทั้งหลายบนโลก.....

กิจกรรมเรื่องที่ 2.1.3

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗

หน้าข้อความที่ผิด

คำตอบ	ข้อความ
✓	6) ขั้วของแม่เหล็กโลกที่อยู่ด้านขั้วโลกเหนือ คือ ขั้วใต้ของแม่เหล็กโลก และขั้วของแม่เหล็กโลกที่อยู่ด้านขั้วโลกใต้ คือ ขั้วเหนือของแม่เหล็กโลก
✓	7) มนุษย์นำความรู้เรื่องสนามแม่เหล็กโลกไปประดิษฐ์เครื่องนำทางในการเดินทาง
✗	8) สนามแม่เหล็กโลกทำหน้าที่ในการป้องกันกระแสลมต่าง ๆ
✗	9) อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าโปรตอนและอิเล็กตรอนจากปฏิกิริยานิวเคลียร์บนผิวของดวงอาทิตย์ ช่วยปกป้องชั้นบรรยากาศไม่ให้ทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลายบนโลก
✗	10) สนามแม่เหล็กโลกสร้างลมสุริยะ

ตอนที่ 2.1 สนามแม่เหล็ก

เรื่องที่ 2.1.4 ผลของสนามแม่เหล็ก

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.1.4

สนามแม่เหล็กโลกมีผลต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า คือ.....เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กในแนวที่ไม่ขนานกับสนามแม่เหล็ก แนวการเคลื่อนที่ของอนุภาคจะเบนไปจากแนวเดิม.....

สนามแม่เหล็กโลกมีผลต่อตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน คือ.....กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กจะเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออิเล็กตรอน ส่งผลให้แนวการเคลื่อนที่เบนไปจากแนวเดิม เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านลวดตัวนำที่วางตัดกับสนามแม่เหล็กจะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่อตัวนำ มีผลให้ตัวนำเคลื่อนที่

กิจกรรมเรื่องที่ 2.14

เมื่อนำโปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอนไปวางในสนามแม่เหล็กที่สม่ำเสมอ จะมีแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาคเหล่านั้นหรือไม่ อย่างไรจงอธิบาย (2 คะแนน)

ตอบโปรตอน และอิเล็กตรอนเป็นอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเมื่อเคลื่อนที่ในแนวตรงเข้าไปในสนามแม่เหล็ก โดยมีทิศตั้งฉากกับสนามแม่เหล็ก จะเกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาค ทำให้มีการเคลื่อนที่ของอนุภาคเปลี่ยนไปเป็นแนวโค้งรูปวงกลม แต่นิวตรอนเป็นอนุภาคที่ไม่มีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็กหรืออนุภาคมีประจุไฟฟ้าแต่เคลื่อนที่เข้าไปในแนวขนานกับสนามแม่เหล็ก จะไม่เกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออนุภาค อนุภาคจึงเคลื่อนที่ในแนวเดิม.....

ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.1 สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุ

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.2.1

.....สมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุเกิดจากอนุภาคที่อยู่บนวัตถุนั้นที่เรียกว่า**ประจุไฟฟ้า**
 (electric charge) ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวก และประจุลบ อำนาจทาง
 ไฟฟ้าของวัตถุขึ้นกับจำนวนของประจุไฟฟ้าบนวัตถุนั้น แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

- (1) วัตถุเป็นบวกทางไฟฟ้า : วัตถุมีประจุบวกมากกว่าประจุลบ
 (2) วัตถุเป็นลบทางไฟฟ้า : วัตถุมีประจุลบมากกว่าประจุบวก
 (3) วัตถุเป็นกลางทางไฟฟ้า : วัตถุมีประจุบวกเท่ากับประจุลบ

กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.1

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗

หน้าข้อความที่ผิด

คำตอบ	ข้อความ
✓	6) วัตถุในธรรมชาติ ส่วนใหญ่มีสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้า
✗	7) วัตถุที่เป็นกลางทางไฟฟ้า มีจำนวนประจุลบและประจุบวกต่างกัน
✓	8) ประจุไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ ประจุบวก และประจุลบ
✓	9) วัตถุเป็นบวกทางไฟฟ้า คือวัตถุที่เสียอิเล็กตรอน
✗	10) วัตถุเป็นลบทางไฟฟ้า คือวัตถุที่เสียอิเล็กตรอน

ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.2 ความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้า

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.2.2

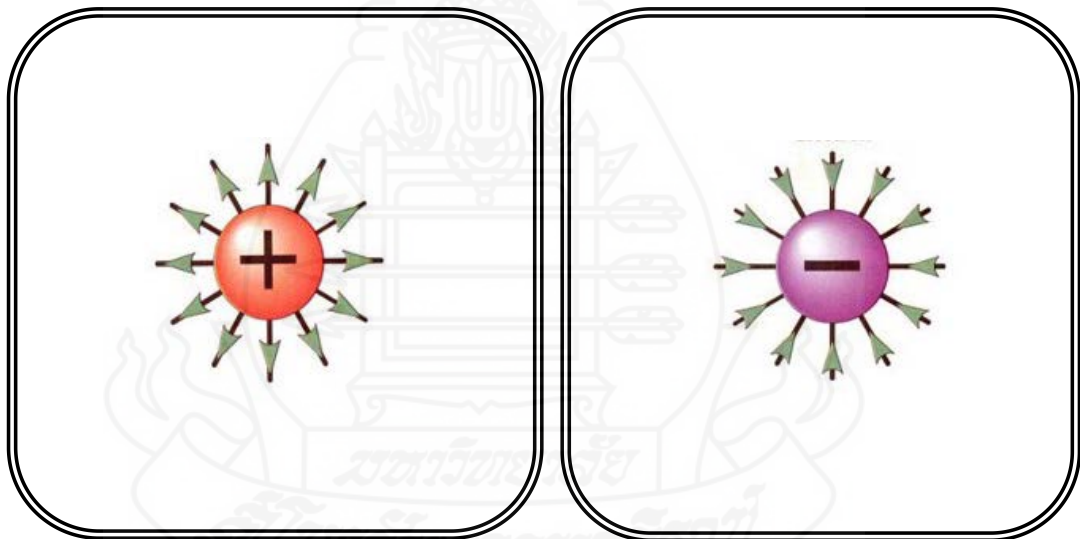
สนามไฟฟ้า คือ สนามไฟฟ้า (electric field) หมายถึง บริเวณโดยรอบประจุไฟฟ้า หรือ บริเวณโดยรอบวัตถุที่มีประจุไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าสามารถ ส่งอำนาจไฟฟ้าไปถึง

สนามไฟฟ้าลักษณะ สนามไฟฟ้าของประจุไฟฟ้ามีลักษณะ 2 ลักษณะ คือ 1. สนามไฟฟ้าของประจุบวกมีทิศพุ่งออกจากประจุ และ 2. สนามไฟฟ้าของประจุลบมีทิศพุ่งเข้าสู่ประจุ

กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.2

เส้นแรงไฟฟ้าของประจุไฟฟ้าบวกและประจุไฟฟ้านลบ มีลักษณะอย่างไร วาดภาพประกอบ

ตอบ สนามไฟฟ้าของประจุบวกมีทิศพุ่งออกจากประจุ และ 2. สนามไฟฟ้าของประจุลบมีทิศพุ่งเข้าสู่ประจุ



ประจุไฟฟ้าบวก

ประจุไฟฟ้านลบ

ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.3 การตรวจสอบสนามไฟฟ้า

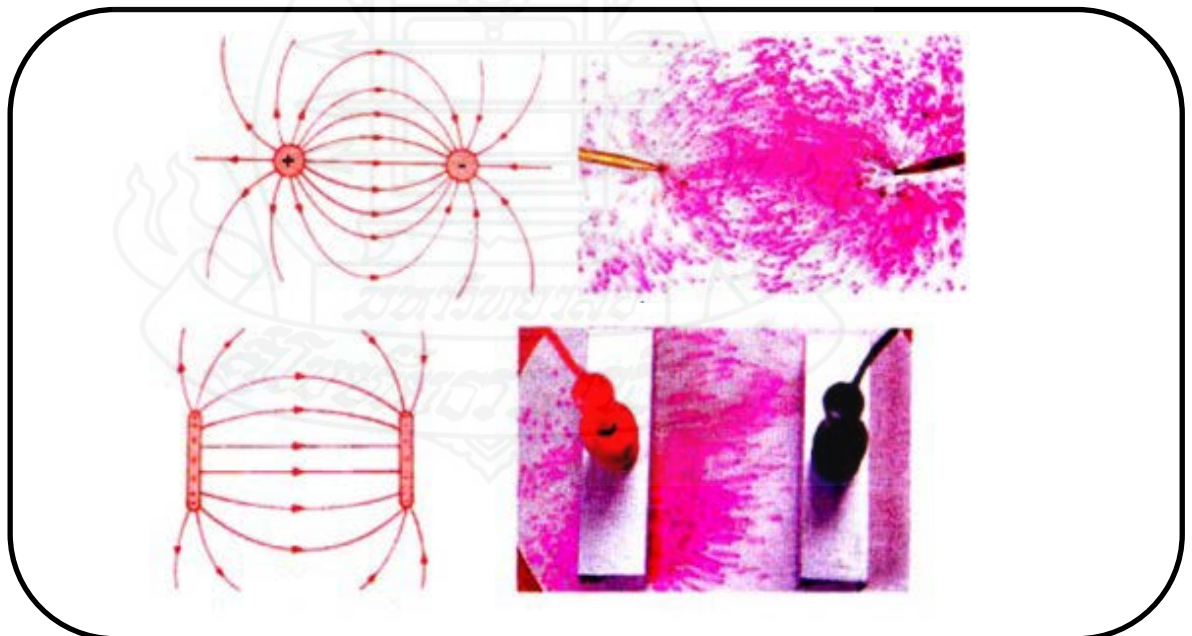
บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.2.3

การตรวจสอบสนามไฟฟ้า ทำได้โดย การสังเกตการกระจายของผงต่างทึบที่มบดละเอียดที่โรยบนกระดาษกรองเปียกน้ำ ที่มีขั้วไฟฟ้าโลหะ 2 ขั้วต่อกับเครื่องจ่ายไฟตรงโวลต์สูงและอยู่ จะเห็นเส้นสนามไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง

กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.3

จากการตรวจสอบสนามไฟฟ้าด้วยผงต่างทึบที่มบด เส้นแรงสนามไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร จงวาด ภาพประกอบ (2 คะแนน)

ตอบ เมื่อผงต่างทึบที่มบดน้ำ จะแตกตัวเป็น ไอออนบวกและไอออนลบ หากไอออนเหล่านี้อยู่ในสนามไฟฟ้าที่เกิดระหว่างขั้วโลหะทั้งสอง โดยขั้วหนึ่งมีประจุบวก (ขั้วไฟฟ้าบวก) และอีกขั้วหนึ่งมีประจุลบ (ขั้วไฟฟ้าลบ) ไอออนทั้งสองชนิดจะถูกแรงไฟฟ้ากระทำ โดยไอออนลบจะถูกแรงไฟฟ้ากระทำให้เคลื่อนที่ไปตามเส้นสนามไฟฟ้าจากขั้วลบไปขั้วบวก ส่วนไอออนบวกจะถูกแรงไฟฟ้ากระทำให้เคลื่อนที่ในทิศตรงข้าม



ตอนที่ 2.2 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.2.4 ผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาค

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.2.4

สนามไฟฟ้ามีผลต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า ดังนี้ **เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้า อยู่ในสนามไฟฟ้า จะถูกแรงกระทำเนื่องจากสนามไฟฟ้านั้น โดยอนุภาคที่มีประจุบวก จะถูกแรงไฟฟ้ากระทำในทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า ส่วนอนุภาคที่มีประจุลบนั้น จะถูกแรงไฟฟ้ากระทำในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า**

กิจกรรมเรื่องที่ 2.2.4

โปรตอนและอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เข้าไปในแนวตั้งฉากกับสนามไฟฟ้าสม่ำเสมอที่มีทิศลง แนวการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนเป็นอย่างไร จงวาดภาพประกอบ (4 คะแนน)

ตอบ **เมื่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าอยู่ในสนามไฟฟ้า จะถูกแรงกระทำเนื่องจากสนามไฟฟ้านั้น โดยอนุภาคที่มีประจุบวก จะถูกแรงไฟฟ้ากระทำในทิศเดียวกับสนามไฟฟ้า ส่วนอนุภาคที่มีประจุลบนั้น จะถูกแรงไฟฟ้ากระทำในทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้า**



ตอนที่ 2.3 สนามโน้มถ่วง

เรื่องที่ 2.3.1 ลักษณะของสนามโน้มถ่วงของโลก

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.3.1

สนามโน้มถ่วงมีลักษณะสำคัญ ดังนี้ (1) สนามโน้มถ่วง ณ ตำแหน่งต่างๆ บนผิวโลก มีค่าประมาณ 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม (2) สนามโน้มถ่วงของโลกมีทิศทางเข้าสู่ศูนย์กลางโลก นั่นคือ เมื่อวัตถุที่ถูกปล่อยกลางอากาศ วัตถุจะตกลงสู่พื้นโลกเสมอ และ (3) สนามโน้มถ่วงที่ระดับความสูงต่างๆ กันจากผิวโลก มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามระดับความสูง ณ ตำแหน่งต่าง ๆ ดังตาราง

กิจกรรมเรื่องที่ 2.3.1

จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ผิด

คำตอบ	ข้อความ
✓	1. แรงโน้มถ่วง คือแรงดึงดูดซึ่งกันและกันของวัตถุ มีค่าขึ้นกับมวลของวัตถุทั้งสอง
✓	2. เมื่อวัตถุอยู่ไกลกันจะมีแรงโน้มถ่วงมาก ถ้าวัตถุอยู่ใกล้กันแรงโน้มถ่วงจะน้อย
✗	3. บนดาวเคราะห์ต่าง ๆ มีค่าความโน้มถ่วงเท่ากับ 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม
✓	4. สนามโน้มถ่วง เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง
✗	5. วัตถุที่อยู่สูงจากผิวโลก จะมีแรงโน้มถ่วงมากกว่าบนวัตถุที่อยู่บนโลก

ตอนที่ 2.3 สนามไฟฟ้า

เรื่องที่ 2.3.2 ผลของสนามโน้มถ่วงของโลกต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ

บันทึกสาระสำคัญเรื่องที่ 2.3.2

สนามโน้มถ่วงมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนี้ วัตถุที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงของโลกจะถูกโลกดึงดูด ดังนั้นเมื่อปล่อยวัตถุให้ตกบริเวณใกล้ผิวโลก แรงดึงดูดของโลกจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น นั่นคือวัตถุมีความเร่ง

กิจกรรมเรื่องที่ 2.3.2

1. ปล่อยวัตถุจากยอดตึกสูง เมื่อเวลาผ่านไป 5 วินาทีวัตถุมีความเร็วเท่าใด (1 คะแนน)

ตอบ 49.0 เมตรต่อวินาที

2. ปล่อยแอปเปิลและขนนกพร้อมกัน ให้ตกในท่อที่สุบอากาศออกหมด วัตถุทั้งสองจะถึงพื้นท่อ พร้อมกันหรือไม่เพราะเหตุใด (1 คะแนน)

ตอบ ตกถึงพื้นพร้อมกัน เพราะเป็นการตกภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกที่ไม่คิดแรงต้าน

อากาศ

3. หินก้อนหนึ่งบนดวงจันทร์มีมวล 5 กิโลกรัม และมีน้ำหนัก 8.1 นิวตัน ความเร่งโน้มถ่วงที่ผิวดวงจันทร์มีค่าเท่าใด ถ้านักบินอวกาศนำหินก้อนนี้กลับมาที่โลก หินจะมีน้ำหนักเท่าใด (2 คะแนน)

ตอบ

ความเร่งโน้มถ่วงที่ผิวดวงจันทร์				น้ำหนักของหินบนโลก			
จาก	W	$=$	mg	จาก	W	$=$	mg
	8.1	$=$	5g		W	$=$	5 x 9.8
	g	$=$	8.1/5		W	$=$	49.0 N
	g	$=$	1.62 m/s ²				

บทที่ 6

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ครอบคลุม สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยและพัฒนา

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ทั่วไป

1) เพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9

1.2.2 วัตถุประสงค์เฉพาะ

1) เพื่อพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง

3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง มีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมาก

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

1) ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 จำนวน 61 โรงเรียน มีจำนวน 9,357 คน

2) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนอุทอง โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียนจำนวน 30 คน

1.4.2 เครื่องมือการวิจัย

1) หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่อง สนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย หน้าปก คำนำ สารบัญ สารของหนังสือแต่ละหน้า ประกอบด้วย วิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แผนผังแนวคิด แผนการสอน ประจำหน่วย เนื้อหาสาระแต่ละเรื่องและภาพประกอบ อ้างอิง ข้อมูลผู้ผลิต และ ปกหลัง สำหรับขั้นตอนการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มี ดังนี้ ขั้นที่ 1 ศึกษาตำรา เอกสารและงานวิจัย ในเรื่องแนวคิดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และเนื้อหาสาระ ขั้นที่ 2 สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ประกอบด้วย เขียนแผนผังแนวคิด เขียนแผนการสอน ออกแบบเนื้อหา กำหนดส่วนประกอบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ สร้าง story board ออกแบบทางเทคนิค และดำเนินการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ขั้นที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ขั้นที่ 4 ปรับปรุงคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และขั้นที่ 5 ทดลองใช้ หลังจากปรับปรุงหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นที่เรียบร้อยแล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเป็นแบบคู่ขนาน จากการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบก่อนเรียนอยู่ระหว่าง 0.30 - 0.60 และค่าความยากง่ายของแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ระหว่าง 0.43 - 0.70

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบก่อนเรียนอยู่ระหว่าง 0.47 - 0.67 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ระหว่าง 0.47 - 0.60 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 0.80 และแบบทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 0.87

3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า และแบบปลายเปิด มีจำนวน 3 ตอน ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผลที่ได้รับของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

1.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้ (1) สถานที่ในการวิจัย คือ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 40 เครื่อง (2) วันและเวลาในการทดสอบประสิทธิภาพ เป็นเวลา 3 ครั้ง ใช้เวลาครั้งละ 4 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8.00 น. – 12.00 น. (3) ขั้นตอนการเรียนรู้ประกอบด้วย การทดสอบก่อนเรียน การศึกษาเนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ การทำกิจกรรมระหว่างเรียน และการทดสอบหลังเรียน (4) ผู้วิจัยได้เก็บคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และกิจกรรมระหว่างเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูล และ (5) ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์นักเรียนในการทดสอบแบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม และสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนในการทดสอบแบบภาคสนาม

1.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 การทดสอบค่าที ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.5 ผลการวิจัย การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง มีผลการวิจัย ดังนี้

1.5.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า มีประสิทธิภาพ 80.47/82.38 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

1.5.2 ผลการหาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.5.3 ผลการหาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

2. อภิปรายผล

2.1 การหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ เรื่องสนามของแรง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามกระบวนการวิจัย พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจาก (1) ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามขั้นตอนและแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยได้ตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงทุกขั้นตอน โดยได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ผลปรากฏว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ตรงตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ (2) ลักษณะที่ส่งผลให้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง มีประสิทธิภาพ คือ (2.1) รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่มีความน่าสนใจ รวมทั้งการมีข้อความ ภาพนิ่ง และเรื่องที่น่าสนใจทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่าย (2.2) นักเรียนสามารถย้อนกลับเพื่อทบทวนบทเรียนหากไม่เข้าใจ สามารถเลือกเรียนได้ทุกเวลาและทุกสถานที่ที่สะดวก และสามารถเลือกเรียนในหัวข้อที่ตนสนใจก่อนได้ และ (2.3) ตอบสนองความต้องการที่แตกต่างของนักเรียนรายบุคคลได้ คือ การเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตรงกับ วชิราพร อัจฉริย โกลส (2555, น. 19) สื่อหรือเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับกระบวนการสอนรายบุคคลต้องมีลักษณะและคุณสมบัติเฉพาะในเรื่อง (1) สามารถตอบสนองความต้องการที่แตกต่างกันของนักเรียนได้ (2) มีความสะดวกต่อการเรียน ในเรื่อง วิธีการใช้ สะดวก กะทัดรัด และมีความยืดหยุ่นในเรื่องเวลาเรียน (3) เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับบทเรียน สามารถตอบสนอง และได้ตอบได้ทันที (4) มีความสมบูรณ์ในตัวเอง และ (5) มีความปลอดภัยในการเรียน และเสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ (2545, น.33-35) กล่าวว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์สามารถแสดงทั้งข้อความ ภาพนิ่งและเสียงได้พร้อมกัน มีการตอบสนองที่รวดเร็ว ทำให้เกิดความตื่นตัวไม่เบื่อหน่าย นักเรียนสามารถเลือกเรียนหัวข้อที่สนใจข้อใดก่อนก็ได้ สามารถย้อนกลับมาเพื่อทบทวนบทเรียน หากไม่เข้าใจและเลือกเรียนได้ตามเวลาและสถานที่ที่ตนเองสะดวก ช่วยฝึกลักษณะนิสัยให้นักเรียนมีระเบียบ และมีเหตุผลเนื่องจากการใช้งานนักเรียนต้องทำอย่างมีขั้นตอน

2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบโดยการมีการวางโครงสร้างเนื้อหา และจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก และออกแบบหน้าจอให้อยู่ในรูปแบบที่อ่านได้ง่าย มีการใช้

ภาพประกอบเนื้อหาสาระ มีเสียงบรรยายและเสียงดนตรีช่วยเพิ่มความน่าสนใจของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตรงกับ ฌูกร สงคราม (2553, น. 79) กล่าวว่า การวางโครงสร้างของเนื้อหาให้ชัดเจนตั้งแต่แรกนี้นอกจากจะง่ายต่อการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์และนำเสนอเนื้อหาได้อย่างครอบคลุมแล้วนั้น ยังช่วยให้นักเรียนสามารถเห็นภาพรวมของเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้นช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหัวข้อต่าง ๆ ในบทเรียนได้ เสริมสร้างความมั่นใจในการเรียนและคงความสนใจของนักเรียนได้ดี การลำดับเนื้อหาที่เหมาะสมช่วยทำให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียน โดยทั่วไปการลำดับหัวข้อเนื้อหาอาจเรียงตามลำดับในการสอน หรือเรียงตามความยากง่ายของเนื้อหา ในประเด็นนี้ตรงกับสันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2558, น.33-35) ได้กล่าวว่า ภาพประกอบที่ใช้ในการผลิตหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง เพราะภาพประกอบจะช่วยสื่อความหมายให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาที่ครูผู้สอนต้องการสอนชัดเจนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ภาพประกอบยังสามารถช่วยให้นักเรียนมีความสนุกสนาน น่าสนใจ และน่าติดตามในการอ่านเนื้อหาเรื่องนั้น ส่วนเสียงที่ใช้ประกอบในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จะเป็นส่วนประกอบที่ทำให้เนื้อหาในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น โดยเฉพาะเสียงดนตรีช่วยทำให้บรรยากาศในการเรียนมีความน่าสนใจ สร้างอารมณ์และความรู้สึกของนักเรียนให้มีต่อบทเรียนมากขึ้น

2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ที่มีต่อคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ดังนี้

1) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ด้านเนื้อหา ด้านวิธีการใช้ และด้านการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้

(1) ด้านเนื้อหา นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เนื่องจากเนื้อหาใช้ภาษาเข้าใจง่าย ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระได้ง่าย เนื่องจากผู้วิจัยได้พิจารณาเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนว่าต้องการให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจเรื่องใด และเลือกเนื้อหานั้นมานำเสนอ เนื้อหาส่วนใดไม่จำเป็นก็ตัดออกไป เพื่อไม่ให้เกิดความยุ่งยากซับซ้อน ในประเด็นนี้ตรงกับ นิคม ทาแดง และสันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2557, น.7) สื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนที่ยุ่งยากซับซ้อน โดยเฉพาะเนื้อหาที่เป็นนามธรรม สื่อจะช่วยถ่ายทอดนำไปสู่รูปธรรม ทำให้นักเรียนเข้าใจ เกิดความคิดรวบยอด

(2) ด้านวิธีการใช้ นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ในเรื่อง คำแนะนำการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความชัดเจน เนื่องจากคำแนะนำการเรียนด้วยหนังสือ

อิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญอย่างมากในการเรียน หากนักเรียนอ่านคำแนะนำการเรียนก็จะสามารถเข้าใจลำดับการเรียนของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีการวางรูปแบบให้เหมาะสมกับนักเรียนที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง

(3) ด้านการออกแบบ นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยมีความพึงพอใจมากที่สุด ในหัวข้อปริมาณข้อความเหมาะสมกับหน้าจอ เนื่องจากการออกแบบเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับหัวเรื่อง จัดลำดับการนำเสนอเนื้อหาตามลำดับความสำคัญของเนื้อหา จัดรูปแบบการพิมพ์เนื้อหาที่เหมาะสมกับหน้าจอ ไม่บรรจุข้อความจนเต็มหน้าจอ เพราะจะทำให้ยากต่อการอ่าน ตรงกับ ศันสนีย์ ตั้งสรรค่อนันต์ (2558, น. 34) กล่าวว่า ในการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงองค์ประกอบย่อย ๆ ของข้อความมากที่สุด ได้แก่ รูปแบบของข้อความ ขนาดตัวอักษร ช่องไฟตัวอักษร สีของข้อความ รวมทั้งการจัดวางตำแหน่งของข้อความที่ปรากฏบนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อผลที่ได้รับต่อการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยหัวข้อที่มีความพึงพอใจมากที่สุด คือ นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการวิเคราะห์นักเรียนและเนื้อหา และการกำหนดการเรียน เพื่อออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ให้สามารถตอบสนองความแตกต่างรายบุคคล นักเรียนสามารถเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงกับ วชิราพร อัจฉริยโกศล (2555, น. 19) กล่าวว่า การออกแบบการสอนและสื่อ สามารถสนองความแตกต่างรายบุคคลได้ดียิ่งขึ้น การวินิจฉัยเป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถของนักเรียนก่อนกำหนดให้เรียน

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การเตรียมความพร้อมด้านสถานที่ ในการจัดสถานที่สำหรับการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ควรใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ที่สามารถรองรับจำนวนนักเรียนต่อเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องต่อนักเรียนหนึ่งคน มีอุณหภูมิที่เหมาะสม และแสงสว่างเพียงพอ

3.1.2 การเตรียมความพร้อมด้านวัสดุและอุปกรณ์ ตรวจสอบความพร้อมของเครื่อง คอมพิวเตอร์ ควรมิหูฟังให้นักเรียนแต่ละคน เพื่อไม่ทำให้เกิดเสียงรบกวนเพื่อนนักเรียนคนอื่นที่กำลังเรียน

3.1.3 การเตรียมความพร้อมของนักเรียน นักเรียนที่จะเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ควรมีทักษะในการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น โดยเฉพาะ ทักษะในการใช้เมาส์ และชี้แจงวิธีการใช้งานและสัญลักษณ์ในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.1.4 การจัดการเรียนการสอน ในการเรียนการสอนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ครูผู้สอนทำหน้าที่กำกับดูแลให้นักเรียนดำเนินการศึกษาเนื้อหาให้เป็นไปตามขั้นตอน ได้แก่ ศึกษาขั้นตอนการเรียน ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ศึกษาเนื้อหา ทำกิจกรรมระหว่างเรียน และการทำแบบทดสอบหลังเรียน และคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือหรือมีข้อสงสัยในการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบหนังสือหรือแบบตำรา โดยเพิ่มส่วนประกอบในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ คือ แหล่งความรู้หรือศูนย์ความรู้ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ในหน่วยการเรียนอื่น ๆ

3.2.2 ควรพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อประสม หรือหนังสืออิเล็กทรอนิกส์แบบสื่อหลากหลาย ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ในหน่วยการเรียนอื่น ๆ



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2556). *รรมว.ศธ.เปิดการเสวนา ICT เพื่อปฏิรูปการเรียนการสอน*. สืบค้นจาก
<http://www.1579.moe.go.th>.
- กัญชวลี ยอดเพชร. (2552). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องการหักเหของแสง กลุ่มสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ใน *งานประชุมวิชาการส่งเสริมการใช้
เทคโนโลยีสารสนเทศชุมชน*. มหาสารคาม: สำนักงานโครงการทางไกลเพื่อพัฒนา
พัฒนาการศึกษาและพัฒนาชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมหาวิทยาลัยราชภัฏ
มหาสารคาม.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนชม.
- _____. (2548). *เทคโนโลยีและการสื่อสารเพื่อการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ:
อรุณการพิมพ์.
- कररचित माल्यवंग्. (2540). *หนังสืออิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ: สิทธิชาติการพิมพ์.
- ชนกานต์ สุวรรณทรัพย์. (2557). *การพัฒนารูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการเรียนกลุ่ม
สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น*. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษา
ดุขยัฒนัฒิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการ
ศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5 (1), 11-20.
- เชิดชัย พลกุล. (2552). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ แบบจำลองอะตอมของ
โบร์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ใน *งานประชุมวิชาการ
ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศชุมชน*. มหาสารคาม: สำนักงานโครงการ
ทางไกลเพื่อพัฒนาพัฒนาการศึกษาและพัฒนาชนบทในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ณัฐกร สงคราม. (2553). *การออกแบบและพัฒนาวัสดุมีเดียเพื่อการเรียนรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 3).
กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นิคม ทาแดง และศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์. (2557). สื่อการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
 สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ใน เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อกับการศึกษาขั้นพื้นฐาน
 หน่วยที่ 8-15. (พิมพ์ครั้งที่ 3, น.1-64). นนทบุรี: สาขาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย
 สุโขทัยธรรมมาธิราช.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: คุวิริยาสาน.
- ปทุมทิพย์ อินทร์เอก. (2557). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-book) เรื่อง กัมมันตรังสีสำหรับ
 ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้เพื่อเสริมการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี
 ที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ นนทบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตร
 มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยรังสิต, กรุงเทพฯ.
- ปรีชา วิหคโต. (2543). กระบวนการทักษะการเรียนรู้. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ
 กระทรวงศึกษาธิการ.
- พัฒนชัย จันทร. (2558). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่ พลังงานชั้นมัธยมศึกษา
 ปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- ไพฑูริย์ ศรีฟ้า. (2551). e-Book หนังสือพูดได้. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ฐานการพิมพ์.
- วนรรษนันท์ เอียดเต็ม. (2557). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง คลื่นกล สำหรับ
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้
 ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, สงขลา.
- วชิราพร อัจฉริยโกศล. (2555). การออกแบบการสอนรายบุคคล. ใน *ประมวลสาระชุดวิชา
 เทคโนโลยีและสื่อการสอนและการฝึกอบรม*. หน่วยที่ 1-7. น. 1-60. นนทบุรี:
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- วารุณี ศรีงาม (2556). การสร้างชุดการสอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงาน
 นิวเคลียร์และกัมมันตภาพรังสี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แนวคิด
 วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสังคม (STS). *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม*, 9
 (1), 186-198.
- วิไลวรรณ แสนพาน. (2553). *สาระการเรียนรู้และการออกแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้
 วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์. (2558). ชุดการสอนทางอิเล็กทรอนิกส์. ใน *เอกสารการสอนชุดวิชา สื่อ
 การศึกษาพัฒนาสร* ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1 (หน่วยที่ 7, น.1-44). นนทบุรี:
 มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2561). รายงานประจำปี 2560. สืบค้นจาก

<http://www.niets.or.th>.

_____. (2561). ประกาศผลสอบ O-NET. สืบค้นจาก <http://www.niets.or.th>. สถาบันส่งเสริม

การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานฟิสิกส์.

กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

_____. (2556). คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

กรุงเทพฯ: สกสค. ลาดพร้าว.

สุทัศน์ ไชยปัญญา. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง งาน

และพลังงาน รายวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร

มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

เสาวลักษณ์ ญาณสมบัติ. (2545). การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องนวัตกรรมการสอนที่ยึด

ผู้เรียนเป็นสำคัญ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์).

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อรุณี เรืองวิเศษ. (2558). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

Barker, Phillip. (1992). *Electronic Books and Libraries of the Future*. The Electronic Library. 10

(July 1992). 139-149.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือวิจัย



รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

- | | |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต ภูศิริ | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา
ข้าราชการบำนาญ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช |
| 2. รองศาสตราจารย์ นवलเสน่ห์ วงศ์เชิดธรรม | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัดและประเมินผล
ข้าราชการบำนาญ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช |
| 3. อาจารย์ ดร.ไปรยา เดชาธรรพล | ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษา
ผู้อำนวยการสถาบัน THE CHARACTERS |





ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

แบบประเมินคุณภาพแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัดผลและประเมินผล)

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพของแบบทดสอบในหน่วยที่ 2 สนามของแรง โดยทำเครื่องหมาย
 ✓ ใน ระดับการประเมินที่ท่านเห็นสมควร ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. แบบทดสอบก่อนเรียน					
1.1 คำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
1.2 คำถามมีความชัดเจน					
1.3 คำถามไม่ชี้แนะแนวคำตอบ					
1.4 ตัวเลือกในแบบทดสอบ สามารถลวงนักเรียนได้					
1.5 ภาษาในคำถามอ่านแล้วเข้าใจง่าย					
2. แบบทดสอบหลังเรียน					
2.1 คำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2.2 คำถามมีความชัดเจน					
2.3 คำถามไม่ชี้แนะแนวคำตอบ					
2.4 ตัวเลือกในแบบทดสอบ สามารถลวงนักเรียนได้					
2.5 ภาษาในคำถามอ่านแล้วเข้าใจง่าย					
3. แบบทดสอบก่อนเรียนคู่ขนานกับแบบทดสอบหลังเรียน					
4. แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีความยากและง่ายเหมาะสมกับนักเรียน					

โดยภาพรวมท่านเห็นว่า คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชา
วิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยที่ 2 สนามของแรง มีคุณภาพอยู่ใน
ระดับ

- () ดีมาก () ดี () ปานกลาง () น้อย () น้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านวัดผลและประเมินผล



แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยที่ 2 สนามของแรง
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ในระดับการประเมินที่ท่านเห็นสมควร ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. เนื้อหามีความชัดเจนสอดคล้องกับหลักสูตร					
2. เนื้อหามีความสอดคล้องครอบคลุมวัตถุประสงค์					
3. เนื้อหาสาระมีความถูกต้อง					
4. เนื้อหาสาระมีความทันสมัย					
5. เนื้อหาสาระมีความเหมาะสมกับระดับของนักเรียน					
6. ภาษาที่ใช้เขียนเข้าใจง่าย					
7. ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา					
8. คำอธิบายประกอบมีความถูกต้อง					
9. คำถามของกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหา					
10. คำถามของกิจกรรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
11. กิจกรรมระหว่างเรียนมีความหลากหลาย					
12. แนวตอบของกิจกรรมมีความชัดเจน					

โดยภาพรวมท่านเห็นว่า คุณภาพเนื้อหาสาระและกิจกรรมในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชา
วิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง มีคุณภาพอยู่ในระดับ

() ดีมาก () ดี () ปานกลาง () น้อย () น้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา



แบบประเมินคุณภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์
รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
หน่วยที่ 2 สนามของแรง
(สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา)

คำชี้แจง โปรดประเมินคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หน่วยที่ 2 สนามของแรงโดยทำเครื่องหมาย ✓ ในระดับการประเมินที่ท่านเห็นสมควร ดังนี้

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. การออกแบบหน้าจอในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
1.1 การออกแบบเมนูหลัก					
1.2 การเชื่อมโยงของปุ่มเมนูมีความสะดวกต่อการใช้งาน					
1.3 สีของเมนูหลักมีความเหมาะสม					
1.4 ขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม					
1.5 รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสม					
1.6 สีของตัวอักษรมีความเหมาะสม					
1.7 ปุ่มสัญลักษณ์เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาที่น่าสนใจ					
1.8 การเชื่อมโยงเนื้อหาแต่ละหัวข้อ					
1.9 สีพื้นหลังทำให้ตัวอักษรมีความเด่นชัด					
2. ภาพประกอบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
2.1 ภาพมีความสวยงาม					
2.2 ภาพมีความสอดคล้องกับเนื้อหา					
2.3 การวางตำแหน่งของภาพเหมาะสมกับเนื้อหา					
3. เสียง					
3.1 คุณภาพของเสียงดนตรี					
3.2 คุณภาพของเสียงบรรยาย					
4. คู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
5. คู่มือการเรียนหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					

โดยภาพรวมท่านเห็นว่า คุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน
ฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หน่วยที่ 2 เรื่องสนามของแรง มีคุณภาพอยู่ในระดับ

- () ดีมาก () ดี () ปานกลาง () น้อย () น้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา





ภาคผนวก ค

ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางภาคผนวก ที่ 1 ตารางวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	พุทธพิสัย						ทักษะ พิสัย
	ความรู้	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า	
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและคุณสมบัติแม่เหล็กได้ถูกต้อง	ข้อ 1 ✓						
2. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและการตรวจสอบสนามแม่เหล็กได้ถูกต้อง	ข้อ 2 ✓						
3. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะและความสำคัญของสนามแม่เหล็กโลกได้ถูกต้อง		ข้อ 3 ✓					
4. นักเรียนสามารถอธิบายผลของสนามแม่เหล็กได้ถูกต้อง			ข้อ 4 ✓				
5. นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติทางไฟฟ้าของวัตถุได้ถูกต้อง	ข้อ 5 ✓						
6. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายและลักษณะของสนามไฟฟ้าได้ถูกต้อง	ข้อ 6 ✓						
7. นักเรียนสามารถอธิบายการตรวจสอบสนามไฟฟ้าได้ถูกต้อง			ข้อ 7 ✓				
8. นักเรียนสามารถอธิบายผลของสนามไฟฟ้าต่อการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าได้ถูกต้อง			ข้อ 8 ✓				
9. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของสนามโน้มถ่วงของโลกได้ถูกต้อง		ข้อ 9 ✓					
10. นักเรียนสามารถอธิบายผลของสนามโน้มถ่วงของโลกต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ถูกต้อง				ข้อ 10 ✓			
รวม (10)	4	2	3	1			

ภาคผนวก ง

ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ



การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน ผู้วิจัยได้หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบดังรายละเอียด ดังนี้

1) ค่าความยากง่ายแบบทดสอบ (P) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2549, น 249)

$$P = \frac{R}{n}$$

เมื่อ P แทน ดัชนีค่าความยากง่าย
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
 n แทน จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบทั้งหมด

2) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r) โดยใช้สูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2553, น 249)

$$r = \frac{R_H - R_L}{n_{H(L)}}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบถูกของกลุ่มสูง
 R_L แทน จำนวนนักเรียนที่ทำแบบทดสอบถูกของกลุ่มต่ำ
 $n_{H(L)}$ แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง (หรือกลุ่มต่ำ)

ตารางภาคผนวกที่ 2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบก่อนเรียนและ
หลังเรียน โดยการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง

แบบทดสอบก่อนเรียน				แบบทดสอบหลังเรียน			
ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	วัตถุประสงค์ทางด้าน	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	วัตถุประสงค์ทางด้าน
1	0.57	0.47	ความรู้	1	0.47	0.53	ความรู้
2	0.57	0.47	ความรู้	2	0.43	0.47	ความรู้
3	0.47	0.53	ความเข้าใจ	3	0.70	0.47	ความเข้าใจ
4	0.50	0.47	นำไปใช้	4	0.50	0.60	นำไปใช้
5	0.53	0.53	ความรู้	5	0.60	0.53	ความรู้
6	0.57	0.60	ความรู้	6	0.47	0.53	ความรู้
7	0.60	0.67	นำไปใช้	7	0.57	0.47	นำไปใช้
8	0.35	0.47	นำไปใช้	8	0.47	0.53	นำไปใช้
9	0.57	0.47	ความเข้าใจ	9	0.53	0.53	ความเข้าใจ
10	0.57	0.47	วิเคราะห์	10	0.83	0.20	วิเคราะห์
แบบทดสอบก่อนเรียน ค่า p อยู่ระหว่าง 0.35-0.60 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.47-0.67				แบบทดสอบหลังเรียน ค่า p อยู่ระหว่าง 0.43-0.83 ค่า r อยู่ระหว่าง 0.20-0.60			

3) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_α) โดยใช้สูตรของ Kuder-Richardson (KR-20) (ล้วน
สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2549, น 198)

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

- เมื่อ r_α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้ทำถูกในแต่ละข้อ
 q แทน สัดส่วนของผู้ทำผิดในแต่ละข้อ หรือ $1 - p$
 s_t^2 แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบ

ตารางภาคผนวกที่ 3 ค่าความเชื่อมั่น (r_{∞}) ของแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สนามของแรง

ลำดับ	ข้อที่										X	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	64
2	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
3	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8	64
4	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8	64
5	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	64
6	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	6	36
7	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
8	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	7	49
9	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	64
10	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	6	36
11	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9	81
12	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	7	49
13	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	64
14	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	8	64
15	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	9	81
16	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	4
17	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	4
18	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	4
19	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3	9
20	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	9
21	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4	16
22	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	4
23	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	5	25
24	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
25	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	3	9
26	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	4	16
27	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	9
28	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	9

ตารางภาคผนวกที่ 3 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อที่										X	X ²
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	4
รวม	17	17	14	15	16	17	18	9	17	17	156	1032
p	0.57	0.57	0.47	0.50	0.53	0.57	0.60	0.30	0.57	0.57	$\sum pq$ = 2.45	
q	0.43	0.43	0.53	0.50	0.47	0.43	0.40	0.70	0.43	0.43		
pq	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.21	0.25	0.25		

คำนวณค่า $s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$

$$s_t^2 = \frac{30(1036) - (156)^2}{30(30-1)} = 7.61$$

สูตร $r_\alpha = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$

$$r_\alpha = \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{2.45}{7.61} \right]$$

$$= 0.70$$

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าความเชื่อมั่น (r_{∞}) ของแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สนามของแรง

ลำดับที่	ข้อที่										X	X ²
	1	3	6	8	9	11	14	16	18	19		
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	8	64
2	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8	64
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
4	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
5	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	8	64
6	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8	64
7	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	8	64
8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	9	81
9	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	5	25
10	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	7	49
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
12	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	7	49
13	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	6	36
14	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	6	36
15	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	8	64
16	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	4	16
17	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	4
18	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	4
19	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	4
20	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	4
21	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
22	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	3	9
23	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3	9
24	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	4
25	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3	9
26	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	9
27	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	5	5
28	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	4	4

ตารางภาคผนวกที่ 4 ค่าความเชื่อมั่น (r_{α}) ของแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง สนามของแรง (ต่อ)

ลำดับที่	ข้อที่										X	X ²
	1	3	6	8	9	11	14	16	18	19		
29	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	4
30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
รวม	14	13	21	15	18	14	17	14	16	13	156	1060
p	0.47	0.43	0.70	0.50	0.60	0.47	0.57	0.47	0.53	0.43	$\sum pq$ $=$ 2.45	
q	0.53	0.57	0.30	0.50	0.40	0.53	0.43	0.53	0.47	0.57		
pq	0.25	0.25	0.21	0.25	0.24	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25		

คำนวณค่า $S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$

$$S_t^2 = \frac{30(1060) - (156)^2}{30(30-1)} = 8.58$$

สูตร $r_{\alpha} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right]$

$$r_{\alpha} = \frac{30}{30-1} \left[1 - \frac{2.45}{8.58} \right]$$

$$= 0.73$$



ภาคผนวก จ

คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน คะแนนทดสอบก่อนเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน
ในการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่ม และแบบภาคสนาม

การหาประสิทธิภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง ให้เกณฑ์การ
ทดสอบประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (ชัยงค์ พรหมวงศ์, 2556, น.10)

สูตรที่ 1 การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ

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

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนรวมของกิจกรรมระหว่างเรียนที่กำหนดให้นักเรียนทำ

A แทน คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียนที่กำหนดให้นักเรียนทำ

N แทน จำนวนนักเรียน

สูตรที่ 2 การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$$E_2 = \frac{\sum F}{\frac{N}{B}} \times 100$$

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ แทน คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียน

ตารางภาคผนวกที่ 5 คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่า
 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)
 ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ในการทดสอบแบบเดี่ยว (1:1)

ลำดับที่	คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์			คะแนน กิจกรรม ระหว่างเรียน (30)	คะแนน ทดสอบ หลังเรียน (10)
	กิจกรรมที่ 1 (14)	กิจกรรมที่ 2 (10)	กิจกรรมที่ 3 (6)		
1	10	9	6	25	6
2	7	4	2	13	5
3	9	5	3	17	7
รวม	26	19	11	56	18
ค่าเฉลี่ย	8.67	6.00	3.67	18.67	6.00
ค่าเฉลี่ย ประสิทธิภาพ	61.90	60.00	61.11	$E_1 = 62.22$	$E_2 = 60.00$

ตารางภาคผนวกที่ 6 คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่า
 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)
 ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ในการทดสอบแบบกลุ่ม
 (1:10)

ลำดับที่	คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์			คะแนน กิจกรรม ระหว่างเรียน (30)	คะแนน ทดสอบ หลังเรียน (10)
	กิจกรรมที่ 1 (14)	กิจกรรมที่ 2 (10)	กิจกรรมที่ 3 (6)		
1	12	6	6	24	7
2	11	9	6	26	8
3	10	5	5	20	7
4	10	7	3	20	5
5	8	7	4	19	7
6	9	8	2	19	8
รวม	60	42	26	128	42
ค่าเฉลี่ย	10.00	7.00	4.33	21.33	7.00
ค่าเฉลี่ย ประสิทธิภาพ	71.43	70.00	72.22	$E_1 = 71.11$	$E_2 = 70.00$

ตารางภาคผนวกที่ 7 คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน ค่าเฉลี่ย และค่า
 ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)
 ของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่องสนามของแรง ในการทดสอบแบบภาคสนาม
 (1:100)

ลำดับที่	คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์			คะแนน กิจกรรม ระหว่างเรียน (3)	คะแนน ทดสอบ หลังเรียน (10)
	กิจกรรมที่ 1 (14)	กิจกรรมที่ 2 (10)	กิจกรรมที่ 3 (6)		
1	14	10	6	30	9
2	12	8	5	25	10
3	11	6	3	20	8
4	11	7	2	20	7
5	9	10	4	23	8
6	12	8	3	23	7
7	10	10	3	23	9
8	13	8	4	25	10
9	8	10	4	22	6
10	12	8	6	26	7
11	10	9	5	24	8
12	14	6	2	22	10
13	12	9	3	24	6
14	11	7	4	22	10
15	14	6	6	26	8
16	11	7	5	23	9
17	13	8	6	27	6
18	9	6	6	21	8

ตารางภาคผนวกที่ 7 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนด้วย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์			คะแนน กิจกรรม ระหว่างเรียน (30)	คะแนน ทดสอบ หลังเรียน (10)
	กิจกรรมที่ 1 (14)	กิจกรรมที่ 2 (10)	กิจกรรมที่ 3 (6)		
19	12	10	6	28	9
20	12	8	5	25	8
21	13	9	6	28	10
รวม	243	170	94	507	173
ค่าเฉลี่ย	11.57	8.09	4.48	24.14	8.24
ค่าเฉลี่ย ประสิทธิภาพ	82.65	80.95	74.67	E₁ = 80.47	E₂ = 82.38



ภาคผนวก ฉ

การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน
ที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง



ตารางภาคผนวกที่ 8 คะแนนความก้าวหน้าของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง
สนามของแรง ในการทดสอบแบบภาคสนาม (1:100)

ลำดับที่	คะแนนทดสอบ ก่อนเรียน (10 คะแนน)	คะแนนทดสอบ หลังเรียน (10 คะแนน)	คะแนน ความก้าวหน้า (D)	คะแนน ความก้าวหน้า ² (D ²)
1	4	9	5	25
2	7	10	3	9
3	6	8	2	4
4	3	7	4	16
5	6	8	2	4
6	5	7	2	4
7	8	9	1	1
8	2	10	8	64
9	7	8	1	1
10	6	7	1	1
11	7	8	1	1
12	9	10	1	1
13	3	8	5	25
14	6	10	4	16
15	4	8	4	16
16	4	9	5	25
17	3	8	5	25
18	5	8	3	9
19	4	9	5	25
20	2	8	6	36
21	7	10	3	9
รวม	$\bar{X} = 5.14$	$\bar{X} = 8.52$	$\sum D = 71$	$\sum D^2 = 317$

วิเคราะห์ความก้าวหน้าในการเรียนของนักเรียนด้วยการนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนมาคำนวณหาความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่แล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้สูตร t-test โดยเกณฑ์นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้สูตร ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, น. 109-111)

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

เมื่อ t แทน ค่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่
n แทน จำนวนนักเรียน

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

แทนค่า $t = \frac{71}{\sqrt{\frac{21(317) - 71^2}{21-1}}}$

$= 7.90$



ภาคผนวก ข

คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

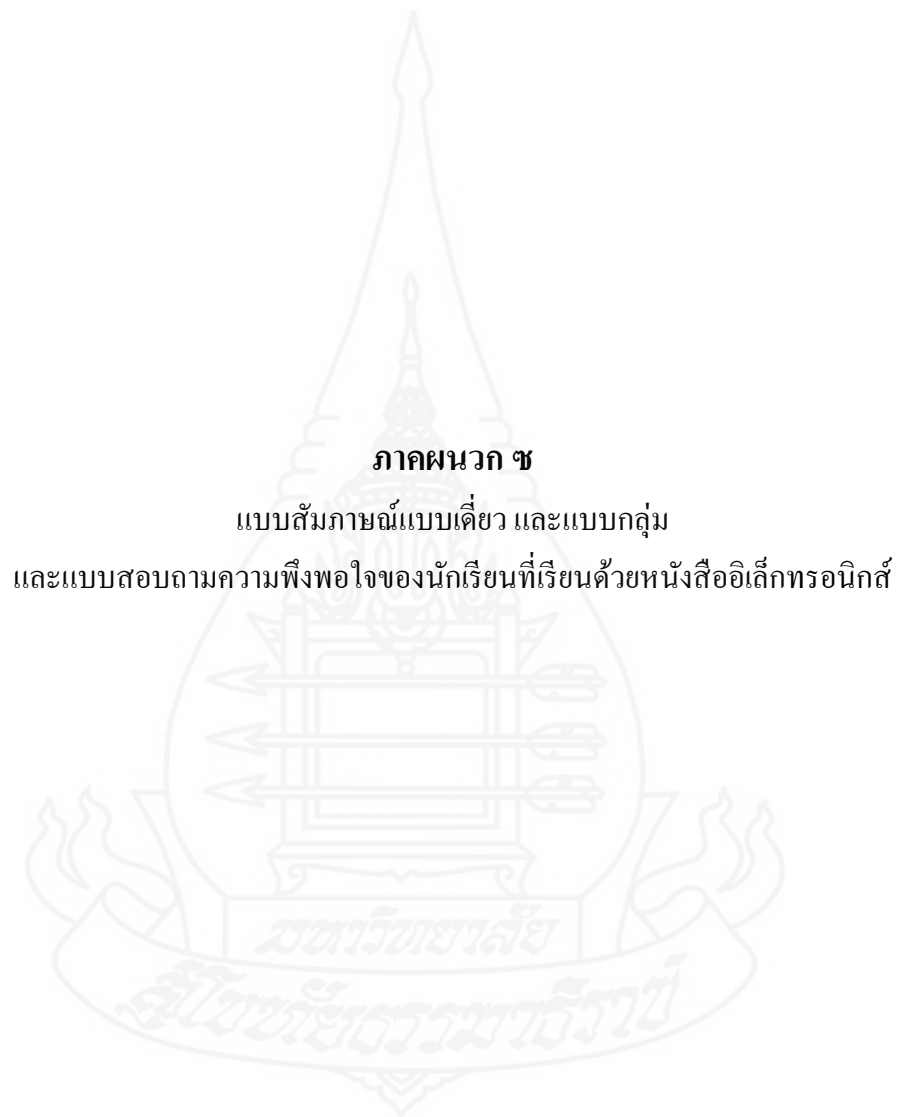
ตารางภาคผนวกที่ 9 ค่าความถี่คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพของหนังสือ

อิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง

ข้อ/ คนที่	ด้านเนื้อหา		ด้านวิธีใช้		ด้านการออกแบบ										
	1	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	5	4	5	5	4	4	5	5	3	4	4	4	5	4	5
2	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5
3	4	4	5	5	4	5	5	5	3	5	3	5	4	4	5
4	5	3	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	3	4
5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4
6	5	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5
7	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4	4	5	3
8	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4
9	4	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5
10	3	5	4	5	5	3	4	4	4	5	4	5	4	5	5
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
12	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5
13	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5
14	5	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	5	5	5
15	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	4	4	4	4
16	4	5	5	4	5	4	3	4	5	5	4	5	4	5	5
17	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4
18	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
19	5	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4
20	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5
21	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5
X	4.48	4.43	4.48	4.57	4.33	4.38	4.57	4.67	4.33	4.43	4.57	4.43	4.52	4.38	4.19
S.D.	0.60	0.60	0.60	0.60	0.58	0.59	0.60	0.48	0.73	0.51	0.60	0.51	0.51	0.59	0.68
ค่าเฉลี่ยโดยรวม 4.45															
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม 0.59															

ตารางภาคผนวกที่ 10 ค่าความถี่คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียน
ด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง

ข้อ/ คนที่	ผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์				
	1	2	3	4	5
1	4	4	4	4	4
2	4	4	4	4	5
3	5	5	5	4	4
4	4	4	4	5	5
5	5	5	5	5	4
6	4	5	5	4	4
7	4	4	5	4	4
8	5	5	5	5	5
9	5	4	4	5	5
10	3	4	5	4	4
11	4	5	5	5	4
12	5	4	5	5	4
13	5	5	4	5	5
14	5	5	4	4	4
15	4	4	5	4	5
16	4	5	4	4	4
17	4	5	4	5	5
18	5	5	5	4	4
19	4	5	4	5	5
20	4	5	4	5	4
21	5	5	5	5	5
X	4.38	4.62	4.52	4.52	4.43
S.D.	0.59	0.50	0.51	0.51	0.51
ค่าเฉลี่ยโดยรวม 4.49					
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม 0.52					



ภาคผนวก ข

แบบสัมภาษณ์แบบเดี่ยว และแบบกลุ่ม

และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

แบบสัมภาษณ์นักเรียนในการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ หน่วยที่ 2 สนามของแรง

1. เนื้อหาสาระในหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1.1 แผนผังแนวคิด.....

.....

1.2 แผนการสอน.....

.....

1.3 ปริมาณเนื้อหา.....

.....

1.4 ความเข้าใจเนื้อหา.....

.....

1.5 การจัดลำดับของเนื้อหา.....

.....

2. การออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

2.1 รูปแบบตัวอักษร.....

.....

2.2 ขนาดตัวอักษร.....

.....

2.3 สีตัวอักษร.....

.....

2.4 ภาพประกอบ.....

.....

2.5 สีพื้นของจอภาพ.....

.....

2.6 การเชื่อมโยงหน้าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

1) เมนูเชื่อมโยง.....

.....

1) ปุ่ม.....

.....

2.7 เสียงดนตรีบรรเลง.....

.....

2.8 เสียงบรรยาย.....

.....

3. คู่มือการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์

3.1 ขั้นตอนการเรียนรู้.....

.....

3.2 วิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์.....

.....

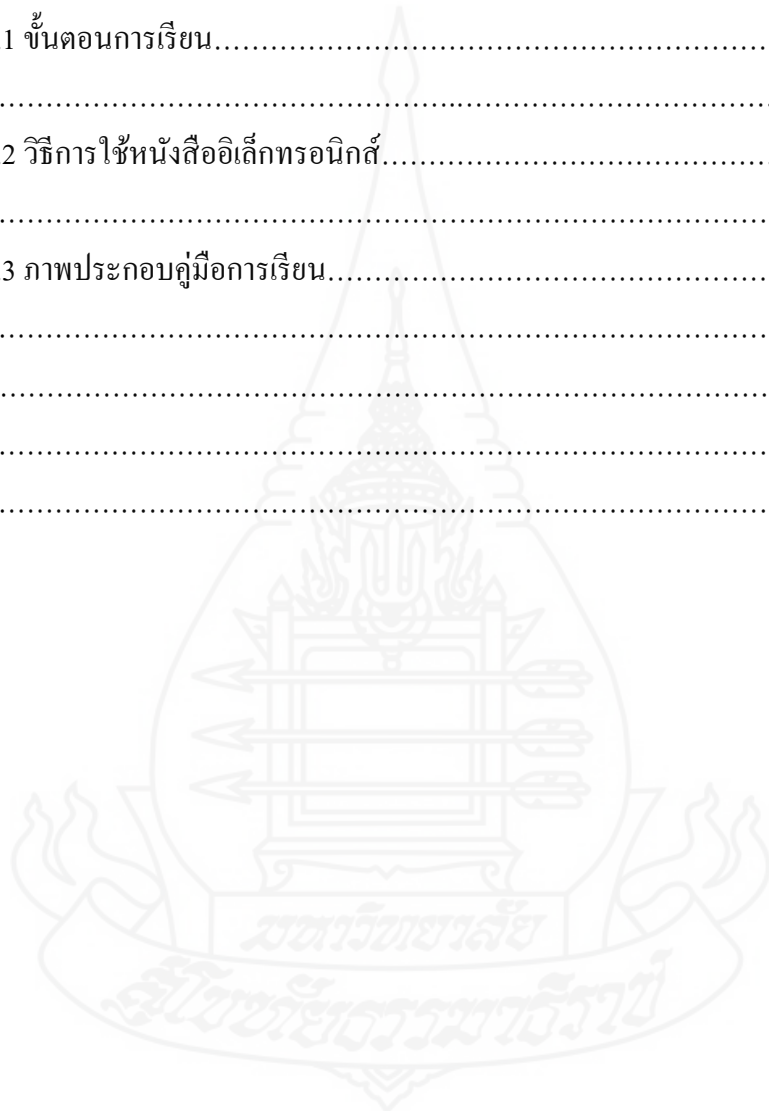
3.3 ภาพประกอบคู่มือการเรียนรู้.....

.....

4. อื่น ๆ.....

.....

.....



แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานฟิสิกส์ หน่วยที่ 2 เรื่อง สนามของแรง

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง สนามของแรง ประกอบด้วย 3 ตอน

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ในตารางที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

5	หมายถึง	พึงพอใจในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	พึงพอใจในระดับมาก
3	หมายถึง	พึงพอใจในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	พึงพอใจในระดับน้อย
1	หมายถึง	พึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อคุณภาพของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหาของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
1) เนื้อหาใช้ภาษาเข้าใจง่าย					
2) การจัดลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก					
2. ด้านวิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
1) คำแนะนำวิธีการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความชัดเจน					
2) คำแนะนำการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีความชัดเจน					
3. ด้านการออกแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
1) ขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม					
2) รูปแบบตัวอักษรมีความเหมาะสม					
3) สีตัวอักษรมีความเหมาะสม					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
4) ปริมาณข้อความเหมาะสมกับหน้าจอ					
5) สีพื้นหลังของหน้าจอมีความเหมาะสม					
6) ภาพประกอบมีความชัดเจนสอดคล้องกับเนื้อหา					
7) ภาพประกอบช่วยให้เข้าใจในเนื้อหา					
8) เสียงบรรยายมีความมีความชัดเจน					
9) เสียงดนตรีมีความเหมาะสม					
10) ปุ่มการใช้งานวางในตำแหน่งเหมาะสมใช้งานได้สะดวก					
11) การเชื่อมโยงเนื้อหาสะดวกต่อการใช้งาน					

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อผลที่ได้รับจากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1) นักเรียนได้รับความรู้จากการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์					
2) นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนเพิ่มมากขึ้น					
3) นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง					
4) นักเรียนชอบเรียนด้วยหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์					
5) นักเรียนต้องการเรียนด้วยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ในหน่วยหรือรายวิชาอื่น ๆ					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้ศึกษา

ชื่อ	นางสาวจุฑามาส คงกะพัน
วัน เดือน ปีเกิด	20 กุมภาพันธ์ 2532
สถานที่เกิด	เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนอุ้มทอง อำเภ่อู้มทอง จังหวัดสุพรรณบุรี
ตำแหน่ง	ครู

