รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ของนักศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

เลขที่สัญญาโครงการ ๘ / ๒๕๖๖

ผู้วิจัย
นายอุกฤษฎ์ นาจำปา
สาขาวิชาฟิสิกส์

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุน ทุนการวิจัยคณะครุศาสตร์
ประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๖
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

งานวิจัย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ของนักศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ผู้วิจัย นายอุกฤษฎ์ นาจำปา

สาขาวิชา ฟิสิกส์ **ปีการศึกษา** 2566

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ **ปีที่พิมพ์** 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา และ 2) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นักศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย เป็นนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 222 คน กลุ่มตัวออย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 1 และ หมู่เรียน 2 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ศึกษาในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ซึ่งได้มาจากการการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อทดสอบความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย (Multiple Choice) 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 2) สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ตามจุดมุ่งหมายรายวิชา และวิธีการสอนรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ 3) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผลการศึกษา พบว่า

1. นักศึกษาที่รับการจัดการเรียนรู้ โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 16.18) และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D. = 1.32) ของคะแนนก่อนเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคะแนนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 19.35) และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D. = 0.94) เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก อย่างง่ายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (P = 0.00)

2. นักศึกษาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นักศึกษาโดยใช้โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา จากคะแนน ผลงานสะเต็ม กระบวนการ (STEM) เน้นออกแบบเชิงวิศวกรรม การนำเสนอผลงาน การบูรณาการความรู้ (STEM) โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าร้อยละเท่ากับ 94.45 และคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 19.35 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 96.75 โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E2) มีค่าร้อยละเท่ากับ 96.75 ซึ่งสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (94.45/96.75) มีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ (75/75)

คำสำคัญ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, รายวิชาฟิสิกส์, การจัดการเรียนรู้, สะเต็มศึกษา

Research The Development of Academic Achievement in Physics Subjects of Students in the Bachelor of Education Program with STEM Education Management Buriram Rajabhat University
Researcher Mr. Ukrit Nachampa
Department Physics Academic Year 2023
University Buriram Rajabhat University Publication Year 2023

Abstract

This research Development of Learning Efficiency in Physics Subject: Simple Harmonic Motion Using Enriched Learning Activities aims to enhance the learning efficiency of physics students through the implementation of enriched learning activities focused on the topic of simple harmonic motion. The objectives of this study are twofold: 1) to improve the learning outcomes of students who receive instruction using the enriched learning activities format, and 2) to develop students' problem-solving skills in the field of physics through the application of enriched learning activities in the physics project course.

The research population consists of 222 physics students from the Faculty of Education, Buriram Rajabhat University. The research sample comprises 40 third-year students from two classes (Class 1 and Class 2) enrolled in the physics project course with the course code 1193903 during the second semester of the 2023 academic year.

The research methodology involves the use of specific tools, including:

1) A pre- and post-test questionnaire developed by the researcher to assess learning outcomes before and after the implementation of enriched learning activities. The questionnaire consists of 20 multiple-choice questions with five options.

2) The creation of an enriched learning activity format aligned with the objectives and teaching methods of the physics project course.

3) The development of an assessment tool to measure learning outcomes based on the enriched learning activities implemented in the physics project course with the course code 1193903.

The research findings will contribute to the understanding of how enriched learning activities can enhance learning efficiency and problem-solving skills in the field of physics. This research will provide valuable insights for educators and curriculum developers seeking to improve the teaching and learning process in physics education.

The study results found that:

1. Students who received learning management through the STEM activity set scored a maximum of 20 points, with an average score ($\bar{x}$) of 16.18 and a standard deviation (S.D.) of 1.32 for the pre-learning physics topic on simple harmonic motion. The post-learning scores, using the STEM activity set, had an average score ($\bar{x}$) of 19.35 and a standard deviation (S.D.) of 0.94. When comparing the learning efficiency, it was found that the learning efficiency for the physics topic on simple harmonic motion after learning was significantly higher than before learning, with statistical significance at the 0.01 level (P = 0.00).

2. Students developed their problem-solving abilities in science by using the STEM activity set. Their scores in the STEM process, emphasizing engineering design, presentation of results, and integration of knowledge (STEM), were found to be 94.45%. The post-learning test scores had an average score of 19.35 out of a maximum of 20, resulting in a percentage of 96.75%. The efficiency of the process (E2) was found to be 96.75%, which is higher than the specified requirement of 75/75.

Keyword : Learning effectiveness, Physics subject, Learning management, Study motivation

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ง

สารบัญ จ

สารบัญตาราง ฉ

บทที่ 1 บทนำ **1**

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 3

1.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.6 ขอบเขตการวิจัย 4

1.7นิยามศัพท์เฉพาะ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **6**

2.1 เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พุทธศักราช 2558 7

2.2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 10

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 23

2.4 โครงงานฟิสิกส์ 26

2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ 29

2.5.2 งานวิจัยต่างประเทศ 31

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย **35**

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูล 35

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 38

3.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 40

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 42

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 42

3.6 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 43

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 4 ผลการศึกษา.....41

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....41

4.2 การวิเคราะห์เครื่องมือในการวิจัย.....42

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล.....42

4.4 ผลการการศึกษา.....42

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....48

5.1 สรุปผลการวิจัย.....49

5.2 อภิปรายผล.....49

5.3 ข้อเสนอแนะ.....50

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้.....50

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป.....50

บรรณานุกรม.....51

ภาคผนวก

ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....48

ข ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ.....49

ค รายชื่อนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา.....70

ง เกณฑ์การบันทึกคะแนนผลงาน รูปแบบสะเต็มศึกษา.....73

จ สื่อประกอบชุดกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก.....76

ฉ ภาพกิจกรรมการเรียนการสอนและกิจกรรมสะเต็มศึกษา.....100

ประวัติผู้วิจัย.....105

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
3.1	แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design	38
3.2	การจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา	41
4.1	ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย	43
4.2	การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	45
4.3	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่ แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา	47

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ซึ่งมีกระแสการปรับเปลี่ยนทางสังคมเป็นอย่างมาก ทั้งการเปลี่ยนแปลงทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ การศึกษา เทคโนโลยี การติดต่อสื่อสารที่สามารถเชื่อมต่อกันอย่างรวดเร็ว และครออบคลุมทั่วทุกมุมโลก การขยายตัวทางเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม ส่งผลให้เกิดการแข่งขันในด้าน เศรษฐกิจที่สูงขึ้น วิทยาการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีส่วนช่วยให้เศรษฐกิจและสังคมเจริญก้าวหน้า แนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณาการด้านศาสตร์ต่าง ๆ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เพิ่มโอกาสในการทำงาน ในอนาคต และสร้างความแข็งแกร่งให้กับประเทศการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ โดยใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เหล่านี้เข้าด้วยกันได้ สามารถประยุกต์ความรู้และทักษะเหล่านี้เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือการผลิตสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงานได้ ซึ่งในปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้รับความสนใจจากครู อาจารย์ และบุคทางการศึกษา (อลงกต ใหม่ด้วง. 2557)

การสร้างความเข้มแข็งให้แก่ประเทศไทยและการศึกษาในประชาคมอาเซียน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ซึ่งรับผิดชอบเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำร่างแผนยุทธศาสตร์การพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2555 - 2559 โดยตั้งเป้าจะพัฒนาเด็กไทยให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหา ในชีวิตจริง และสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นฐาน ให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุข และมองเห็น เส้นทางในการประกอบอาชีพในอนาคต พัฒนาให้มีความสามารถระดับนานาชาติภายในปี 2570 หรือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกช่วงชั้นจะต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 4 ต่อปี ซึ่งจะวัดผลจากการสอบโอเน็ตโดยเป้าหมายนี้จะใช้ระบบ“สะเต็มศึกษา” ในการพัฒนาและสอดคล้องกับแนวทางพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้มีความเหมาะสมในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจะช่วยให้ประเทศไทยมีกำลังคนทางด้านสะเต็มศึกษา เช่น วิศวกร สถาปนิก นักวิทยาศาสตร์ แพทย์ ทันตแพทย์ เป็นต้น ที่ช่วยพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้กับประเทศอย่างยั่งยืน (ปัณญานัตย์ วิเศษสมวงศ์. 2557: 3)

การจัดการเรียนการสอน ในศตวรรษที่ 21 โดยให้ความสาคัญของการศึกษาที่มุ่งเน้นองค์ความรู้ ความคิดความสามารถให้ผู้เรียนได้รู้จักการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ มีปฏิภาณในการแก้ปัญหาได้ มี ทักษะการใช้ชีวิต และประกอบอาชีพ มีทักษะการใช้เทคโนโลยีอย่างถูกต้องและคุ้มค่า ตลอดจนมีคุณธรรมจริยธรรมและความรับผิดชอบต่อสังคม เป็นการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เปลี่ยนบทบาทครูผู้บรรยาย

มาเป็นคณะครูผู้ร่วมกันออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือไปสร้างองค์ความรู้ผ่านวิธีการต่าง ๆ โดยเฉพาะเทคโนโลยีให้เข้าถึงความรู้ได้อย่างรวดเร็วและกว้างขวาง จากนั้นนาความรู้ที่ได้มาอภิปรายแลกเปลี่ยนในห้องเรียน การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตัวเอง โดยครูทำหน้าที่ให้การปรึกษาและคอยให้คำแนะนำ (สำนักเลขาธิการสภาการศึกษา, 2562)

การเรียนรู้ในรูปแบบบูรณาการสะเต็ม (STEM) เป็นรูปแบบของการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ โดยการแสวงหาและศึกษาค้นคว้า เพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเอง โดยใช้ทักษะการเรียนรู้ทั้ง 3 วิชาและ 1 กระบวนการ คือ 1.รายวิชาวิทยาศาสตร์ 2.รายวิชาเทคโนโลยี 3.รายวิชาคณิตศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมทั้ง 5 ขั้นตอน ซึ่งมีครูผู้สอนคอยสนับสนุน ทำให้ผู้เรียนสามารถคิดค้น วางแผน ออกแบบ เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดได้ซึ่งผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้ตนเอง และสามารถนามาใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้ หลักการ การคิดวิเคราะห์ค้นคว้า เพื่อแก้ปัญหาให้เกิดองค์ความรู้ของตนเองในรูปแบบการบูรณาการ การเรียนรู้ทั้ง 3 ศาสตร์ วิชา และ 1 กระบวนการ ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้เรียนได้รับ ผู้เรียนต้องใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีเพื่อศึกษา ค้นคว้าและการร้างเครื่องมือ ใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพื่อวิเคราะห์ถึงสถานการณ์ที่ได้รับเพื่อแก้ปัญหาด้านวิทยาศาสตร์ ใช้ความรู้ด้านคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณ วิเคราะห์ คาดคะเน การหาพื้นที่ตลอดจน การคำนวณค่าใช้จ่ายในการสร้างชิ้นวัตถุนี้ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้การบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาหรือสร้างชิ้นวัตถุ การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้น เป็นรูปแบบการเรียนที่นำผู้เรียนไปสู่การพิจารณาข้อโต้แย้งและข้อสงสัยต่างๆ ซึ่งจะก่อให้เกิดประเด็นคำถามที่ต้องการสำรวจตรวจสอบ และจะเป็นกระบวนการเช่นนี้ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จนเรียกได้ว่าเป็น วัฏจักรการสืบเสาะ (Inquiry cycle) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะในการหาความรู้ตามหลักวิทยาศาสตร์ (นรรัชต์ ฝันเชียร, 2563)

การการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาจึงส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เน้นกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และการประกอบอาชีพในอนาคต ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ปัญหา เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรม ผู้เรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงงานสะเต็มจะมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นอีกกระบวนการหนึ่งที่จัดได้ว่าเป็นการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา (อุมาพร จารุสมบัติ. 2557: 16 - 19)

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ของนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์และนำไปปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา

1.2.2 เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นักศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ ของนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3.2 นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ ของนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์

1.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย เป็นนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 222 คน

กลุ่มตัวออย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 1 และ หมู่เรียน 2 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ศึกษาในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ซึ่งได้มาจากการการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการสอนวิชาฟิสิกส์โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ของนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ และได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1.5.1 กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน

1.5.2 รายวิชา / เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ ของนักศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา ตัวแปรต้น คือ ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ความสามารถในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

1.5.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ ของนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์เพิ่มขึ้น

1.4.2 นักศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

สะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง แนวทางการศึกษาที่ได้บูรณาการความรู้ระหว่างศาสตร์วิชาต่าง ๆ เช่น ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี ความรู้ทางด้านวิศวกรรม และความรู้ด้านคณิตศาสตร์ ที่ใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา หมายถึง การนำสื่อการเรียนการสอนที่หลากหลายมารวบรวมไว้เป็นชุดอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ได้ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ส่งเสริมให้นักเรียนได้รับความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ตั้งไว้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ หมายถึง ความรู้ ความสามารถในการเรียนรู้เชิงพฤติกรรมของนักเรียน 4 ด้าน คือความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการเรียน โดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ โดยวัดได้จากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 5 ตัวเลือกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบปรนัยเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 หมู่เรียน รวม 40 คน

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ของนักศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นพื้นฐานในการวิจัย ดังนี้

2.1 เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พุทธศักราช 2565

2.2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

- 2.2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
- 2.2.2 จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.2.3 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา
- 2.2.4 ข้อจำกัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.2.5 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.2.6 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
- 2.2.7 บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.2.8 การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
- 2.2.9 ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3.2 ความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3.3 จุดมุ่งหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.3.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.4 โครงงานฟิสิกส์

- 2.4.1 คำอธิบายรายวิชา
- 2.4.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้
- 2.4.3 จุดมุ่งหมายรายวิชา
- 2.4.4 วิธีการสอน
- 2.4.5 การประเมินผล และกลไกการทวนสอบมาตรฐาน

2.5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

2.5.2 วิจัยต่างประเทศ

2.1 เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา พุทธศักราช 2565

2.1.1 ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานการอุดมศึกษา ตามที่ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 34 กำหนดให้คณะกรรมการการอุดมศึกษาจัดทำมาตรฐานการอุดมศึกษา ที่สอดคล้องกับความต้องการตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และสอดคล้องกับ มาตรฐานการศึกษาของชาติ โดยคำนึงถึงความเป็นอิสระและความเป็นเลิศทางวิชาการ ของสถาบันอุดมศึกษา

คณะกรรมการการอุดมศึกษาจึงได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการอุดมศึกษา เพื่อใช้เป็นกลไกระดับกระทรวง ระดับคณะกรรมการการอุดมศึกษา และระดับหน่วยงาน เพื่อนำไปสู่การกำหนดนโยบายของสถาบันอุดมศึกษาในการพัฒนาการอุดมศึกษาต่อไป

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 8 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2546 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ โดยคำแนะนำ ของคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในคราวประชุมครั้งที่ 7/2549 เมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2549 จึงประกาศมาตรฐานการอุดมศึกษาไว้ดังต่อไปนี้

2.1.1.1 มาตรฐานการอุดมศึกษา

1) มาตรฐานด้านคุณภาพบัณฑิต บัณฑิตระดับอุดมศึกษาเป็นผู้มีความรู้ คุณธรรม จริยธรรม มีความสามารถ ในการเรียนรู้ และพัฒนาตนเอง สามารถประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการดำรงชีวิตในสังคม ได้อย่างมีความสุขทั้งทางร่างกายและจิตใจ มีความสำนึกและความรับผิดชอบ ในฐานะ พลเมืองและพลโลก บัณฑิตมีความรู้ ความเชี่ยวชาญในศาสตร์ของตนสามารถเรียนรู้ ประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อพัฒนาตนเอง สามารถปฏิบัติงานและสร้างงานเพื่อพัฒนาสังคมให้สามารถแข่งขันได้ในระดับสากล

2) บัณฑิตมีจิตสำนึก ดำรงชีวิต และปฏิบัติหน้าที่ตามความรับผิดชอบ โดยยึดหลักคุณธรรม จริยธรรม

3) บัณฑิตมีสุขภาพดีทั้งด้านร่างกายและจิตใจ มีการดูแล เอาใจใส่ รักษา สุขภาพของตนเองอย่างถูกต้อง เหมาะสม

2.1.1.2 มาตรฐานด้านการบริหารจัดการการอุดมศึกษา มีการบริหารจัดการอุดมศึกษาตามหลักธรรมาภิบาล และพันธกิจของการอุดมศึกษาอย่างมีดุลยภาพ

1) มาตรฐานด้านธรรมาภิบาลของการบริหารการอุดมศึกษา มีการบริหารจัดการการอุดมศึกษาตามหลักธรรมาภิบาล โดยคำนึงถึง ความหลากหลาย และความเป็นอิสระทางวิชาการ มีการบริหารจัดการบุคลากรที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล มีความยืดหยุ่น สอดคล้องกับ

ความต้องการที่หลากหลายของประเภทสถาบันและสังคม เพื่อเพิ่มศักยภาพในการปฏิบัติงานอย่างมีอิสระทางวิชาการ

2) มีการบริหารจัดการทรัพยากรและเทคโนโลยีสารสนเทศและ การสื่อสารที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล คล่องตัว โปร่งใสและตรวจสอบได้ มีการจัดการศึกษาผ่านระบบและวิธีการต่าง ๆ อย่างเหมาะสมและคุ้มค่าคุ้มทุน

2.1.2 ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง มาตรฐานสถานบันอุดมศึกษา พ.ศ.2554 ตามที่มาตรา 34 แห่งพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ซึ่งแก้ไข เพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 กำหนดให้ คณะกรรมการการอุดมศึกษาเสนอมาตรฐานการอุดมศึกษาที่สอดคล้องกับความต้องการ ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ โดยคำนึงถึงความเป็นอิสระและความเป็นเลิศทางวิชาการของสถาบันอุดมศึกษาระดับปริญญาตามกฎหมายว่าด้วยการจัดตั้งสถานศึกษาแต่ละแห่งและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

คณะกรรมการการอุดมศึกษา จึงได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานสถาบันอุดมศึกษา เพื่อนำไปสู่การพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาตามกลุ่มสถาบันที่มีปรัชญา วัตถุประสงค์ และพันธกิจในการจัดตั้งที่แตกต่างกัน เพื่อให้สถาบันอุดมศึกษาสามารถจัดการศึกษาได้อย่าง มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 8 และมาตรา 16 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบ บริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2546 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ โดยคำแนะนำของคณะกรรมการการอุดมศึกษา จึงประกาศมาตรฐานสถาบันอุดมศึกษา ไว้ดังต่อไปนี้

2.1.2.1 มาตรฐานสถาบันอุดมศึกษาประกอบด้วยมาตรฐาน 2 ด้าน ดังนี้

1) มาตรฐานด้านศักยภาพและความพร้อมในการจัดการศึกษา ประกอบด้วยด้านกายภาพ สถาบันอุดมศึกษามีอาคารที่ประกอบด้วยลักษณะสำคัญของ อาคารเรียนที่ดี มีห้องครบทุกประเภท พื้นที่ใช้สอยที่ใช้ในการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรม ทุกประเภทมีจำนวนเพียงพอและเหมาะสมกับจำนวนอาจารย์ประจำ จำนวนนักศึกษา ในแต่ละหลักสูตร และจำนวนนักศึกษาตามแผนการรับนักศึกษา ตามเกณฑ์พื้นที่ใช้สอย อาคารโดยประมาณ รวมทั้งต้องจัดให้มีห้องสมุดตามเกณฑ์มาตรฐาน มีครุภัณฑ์ประจำ อาคารครุภัณฑ์การศึกษา และคอมพิวเตอร์จำนวนเพียงพอต่อการจัดการศึกษาด้านวิชาการ

2.1.3 ประกาศกระทรวงศึกษาธิการเรื่อง มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พ.ศ.2554

ตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับ อุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 กำหนดให้จัดทำมาตรฐานคุณวุฒิสาขาหรือสาขาวิชา เพื่อให้สถาบันอุดมศึกษานำไปจัดทำหลักสูตรหรือปรับปรุงหลักสูตรและจัด การเรียนการสอนเพื่อให้คุณภาพของบัณฑิต ในสาขาหรือสาขาวิชาของแต่ละระดับ คุณวุฒิมีมาตรฐานใกล้เคียงกัน จึงจำเป็นต้องกำหนดมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ให้สอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิ

ระดับอุดมศึกษาดังกล่าว อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 8 และมาตรา 16 แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2546 รัฐมนตรีว่าการกระทรวง ศึกษาธิการโดยคำแนะนำของคณะกรรมการการอุดมศึกษา ในการประชุมครั้งที่ 9/2554 เมื่อวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2554 จึงออกประกาศไว้ดังต่อไปนี้

2.1.3.1 การจัดการศึกษาหลักสูตรระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ต้องมีมาตรฐานไม่ต่ำกว่า “มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรีสาขา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2554”

2.1.3.2 การจัดทำหลักสูตรหรือปรับปรุงหลักสูตรระดับปริญญาตรีสาขา วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ต้องมุ่งให้เกิดมาตรฐานผลการเรียนรู้ของบัณฑิต โดยมีหลักสูตรการจัดการเรียน การสอนและองค์ประกอบอื่น ๆ ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2554 ที่แนบท้ายประกาศนี้

2.1.3.3 สถาบันอุดมศึกษาใดจัดการศึกษาในหลักสูตรระดับปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ อยู่ในวันที่ประกาศฉบับนี้ใช้บังคับ ต้องปรับปรุง หลักสูตรให้เป็นไปตามประกาศนี้ภายในปีการศึกษา 2555

2.1.3.4 ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ข้างต้นได้หรือมีความจำเป็นต้องปฏิบัตินอกเหนือจากที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ ให้อยู่ในดุลยพินิจของคณะกรรมการ การอุดมศึกษาที่จะพิจารณา และให้ถือคำวินิจฉัยของคณะกรรมการการอุดมศึกษานั้นเป็นที่สุด (สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาประกาศกระทรวงศึกษาธิการเรื่อง มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พ.ศ.2554 หน้า 125. 30 ธันวาคม 2554)

2.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ศูนย์สะเต็มแห่งชาติ (2557)ได้ให้ความหมายสะเต็มศึกษาว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีกระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแกปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่การจัดการเรียนรู้แบบ 21 สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีผนวกกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีและนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันนั้นเพื่อให้ได้เทคโนโลยียุ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ลักษณะสำคัญของสะเต็ม ศึกษาประกอบด้วย ประการ 5ได้แก่

2.2.1.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะของวิชาที่เกี่ยวข้องในสะเต็มศึกษาในระหว่างการเรียนรู้

2.2.1.2 มีการท้าทายนักเรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด

2.2.1.3 มีกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ)Active learning) ของนักเรียน

2.2.1.4 ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ผ่านการทำกิจกรร 21มหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้

2.2.1.5 สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรมมีความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนหรือการประกอบอาชีพในอนาคต

มนตรี จุฬาวัฒนทล (2556 : 16) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาเกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาลประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรเพียงอยางเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะ การหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มาบูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

ศานิกานต์ เสนีวงศ์ (2556 : 30) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นแนวการจัดการศึกษาที่การบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยเน้น การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ ต่อการดำเนินชีวิตและอาชีพ

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556 : 49) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

สุพรรณี ชาญประเสริฐ(2557: 4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มาบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ มีการบูรณาการพฤติกรรมที่ต้องการหรือคาดหวังให้เกิดขึ้นกับการเรียนรู้เนื้อหา ด้วยพฤติกรรมเหลานี้รวมถึงการกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้การสำรวจ ตรวจสอบการคิดอย่างมีเหตุมีผลในเชิงตรรกะ รวมถึงทักษะของการเรียนรู้หรือการทำงานแบบร่วมมือ

ชลาธิป สมาหิโต (2557: 1) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระ อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาระวิชา 9 และกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญและจำเป็นอีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคต

Gonzalez และ Kuenzi (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า การเรียนการสอนหรือการเรียนรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ รวมถึงการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งที่เป็นทางการ เช่น ในห้องเรียน

Lantz ((2009ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการความรู้ทั้ง 4วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ให้เป็นอันหงอันเดียวกันเพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากโรงเรียนสู่โลกแห่งความเป็นจริง

O'Neil et al. ((2012ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละวิชาที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จากความหมายของสะเต็มศึกษาสามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรูวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพและพัฒนาประเทศในอนาคต

2.2.2 จุดเริ่มต้นของแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จุดเริ่มต้นของแนวคิด สะเต็มศึกษา (STEM Education) เนื่องจากว่าประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศ และส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม ดังนั้นรัฐบาลจึงมีนโยบาย ส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาขึ้นมา เพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA (Program for International Student Assessment) และ TIMSS การทดสอบด้านคณิตวิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study)ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

2.2.3 แนวคิดและลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวคิดและลักษณะ

2.2.3.1 เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักการศึกษาให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็น 10 กิจกรรมที่เหมาะกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับผู้เรียนระดับ

มัธยมศึกษาหรือมหาวิทยาลัยเพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจแต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้นรู้สึกท้าท้ายและเกิดความมั่นใจในการเรียนส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความตองการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งคนสวนใหญ่ มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่าแม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่มการจัดแบบรูปและการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept)ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสารเช่นมากกวาน้อยกว่าเล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมาคือการส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking)

2.2.3.2 จุดเริ่มต้นของแนวคิด สะเต็มศึกษา (STEM Education) เริ่มจากประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประสบปัญหา ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศ และส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม ดังนั้นรัฐบาลจึงมีนโยบายส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาขึ้นมาเพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับ ผลการทดสอบ PISA (Program for International Student Assessment) และ TIMSS การทดสอบด้านคณิตวิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study) ให้สูงขึ้นและจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

2.2.3.3 เป็นการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21

2.2.4 ข้อจำกัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จากการศึกษารายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ข้อจำกัดการจัดการเรียนรู้ หลายประการดังนี้

2.2.4.1 จำนวนผู้เรียนสายวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ลดลงตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐาน อาชีวศึกษา และอุดมศึกษา นอกจากนี้การประเมินผลทั้งในระดับประเทศ และระดับนานาชาติ บ่งชี้วาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่าง ๆ โดยเฉลี่ย

2.2.4.2 ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่มที่มีรายได้ระดับปานกลาง ซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูง เช่น การเกษตรแบบก้าวหน้า การผลิตสินค้าที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การสื่อสาร การคมนาคม การพลังงานและการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และเครื่องจักรที่มีเทคโนโลยีสูงตลอดจนการจัดการลอจิสติกส์ เป็นต้น แต่การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยียังไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมของชาติ

2.2.4.3 ในยุคประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community - AEC) ที่เริ่มในปี พ.ศ. 2558 จะมีการเคลื่อนย้ายเสรีของกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) เช่น วิศวกร นักสำรวจ สถาปนิก แพทย์ ทันตแพทย์ และพยาบาล ซึ่งประเทศไทยยังขาดแคลนกำลังคน ทางด้านนี้ทั้งปริมาณและคุณภาพจึงจำเป็นต้องเร่งปรับยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เน้นความรู้ทักษะที่เหมาะสมกับการประกอบอาชีพในเศรษฐกิจ

2.2.5 จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557: 4)

2.2.5.1 ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหาในชีวิตจริงและสร้างนวัตกรรมที่ใช้สะเต็มเป็นพื้นฐาน

2.2.5.2 ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความสุขและมองเห็นเส้นทางการประกอบอาชีพในอนาคต

2.2.5.3 ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีสูงขึ้น

2.2.5.4 ครูสามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอย่างมั่นใจ

2.2.5.5 สสวท. ได้รูปแบบการจัดการศึกษาสะเต็มที่เชื่อมโยงกับกลุ่มสาระอื่น ๆ ที่เกี่ยวของ เพิ่มพูนโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในบริบทที่หลากหลาย มีความหมายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

2.2.5.6 ประเทศไทยจะมีกำลังคนด้านสะเต็ม (STEM Workforce) ที่จะช่วยยกระดับรายได้ของชาติให้สูงกว่าระดับรายได้ปานกลางในอนาคต สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความต้องการของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์

ที่มีความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งถือเป็นทรัพยากรสำคัญของการยกระดับความสามารถของประเทศในการแข่งขัน กับประเทศอื่น ๆ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษายังเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ให้นักเรียนเกิดทักษะทางด้านความรู้ควบคู่ไปกับ ทักษะในการดำรงชีวิตที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคตต่อไป

2.2.6 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เสนอไว้ ดัง (2558)นี้

1) จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียนซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษา ที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียน มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรม ได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวรู้วัดของกิจกรรมนั้น ๆเป็นเกณฑ์หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้างจากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอน ในเนื้อหานั้น ๆ ก็สามารถนากิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2) จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชา ที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงงาน เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีรู้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยากและมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่นักเรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาหรือออกแบบและสร้างขึ้นงานของนักเรียนได้

3) จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้มักเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

มานะ อินทรสว่าง 2556), นได้ให้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด (13-11 . สะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

1) เชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีสู่โลกจริงคือ นักเรียนมองเห็นว่า แนวคิดหลักหรือกระบวนการที่เรียนรู้นั้น สามารถเกิดขึ้นได้ในธรรมชาติใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริงก็เป็นก้าวแรกสู่การบูรณาการความรู้สู่การเรียนอย่างมีความหมายเนื่องจากปรากฏการณ์ใดๆรอบตัวเราไม่ไดเป็นผลของความรู้จากศาสตร์หนึ่งศาสตร์ไตพียงศาสตร์เดียว การประยุกต์ความรู้ง่ายๆ เช่น การคำนวณพื้นที่ของกระดาษชำระแบบม้วนเชื่อมโยงสู่ความรู้ความสงสัยด้านวัสดุศาสตร์

เทคโนโลยีการผลิตและการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมวิเคราะห์ปัญหาและสร้างสรรค์วิธีแก้ไขได้อย่างหลากหลาย

2) การสืบเสาะหาความรู้การจัดการเรียนการสอนโดยให้นักเรียนได้ศึกษาประเด็นปัญหาหรือตั้งคำถามแล้วสร้างคำอธิบายด้วยตนเองโดยการรวบรวมประจักษ์พยานหลักฐานที่เกี่ยวข้อง สื่อสารแนวคิด และเหตุผลเปรียบเทียบแนวคิดต่างๆ โดยพิจารณาความหนักแน่นของหลักฐานก่อนการตัดสินใจไปในทางใดทางหนึ่ง เป็นกระบวนการเรียนรู้สำคัญที่ไม่เพียงแต่สนับสนุนการเรียนรู้ในประเด็นที่ศึกษาเท่านั้น แต่เป็นช่องทางให้มีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำถาม นับเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนของสะเต็มศึกษาได้เป็นอย่างดี

3) การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การทำโครงงานเป็นการสืบเสาะหาความรู้ในรูปแบบหนึ่ง แต่ผู้เขียนได้แยกโครงงานออกมาเป็นหัวข้อเฉพาะเนื่องจากเป็นแนวทางที่สามารถส่งเสริมการบูรณาการความรู้สู่การแก้ปัญหาได้ชัดเจน การสืบเสาะหาความรู้บางคนครูเป็นผู้กำหนดประเด็นปัญหาหรือให้ข้อมูล สำหรับศึกษาวิเคราะห์หรือกำหนดวิธีการในการสำรวจตรวจสอบตามข้อจำกัดของเวลาเรียนวัสดุอุปกรณ์หรือปัจจัยแวดล้อมต่างๆ แต่การทำโครงงานนั้นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้สำคัญในทุกขั้นตอนเอง ตั้งแต่การกำหนดปัญหา ศึกษาความรู้ที่เกี่ยวข้องออกแบบวิธีการรวบรวมข้อมูล ดำเนินการลงข้อสรุปและสื่อสารสิ่งที่ค้นพบโครงงานในรูปแบบสิงประดิษฐ์จะมีการบูรณาการกระบวนการทางวิศวกรรมได้อย่างโดดเด่น แต่โครงงานในรูปแบบอื่นทั้งโครงงานเชิงทดลอง เชิงสำรวจหรือเชิงทฤษฎีก็มีคุณค่าควรแก่การสนับสนุนไม่แพ้กันแม้นักเรียนจะมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงาน แต่บทบาทของครูในการให้คำปรึกษาระหว่างนักเรียนทำโครงงานนั้นเป็นบทบาทที่สำคัญและท้าทาย เนื่องจากครูมีความรับผิดชอบในการสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความรู้ความสามารถตามเป้าหมายการจัดการเรียนรู้โดยครูต้องเตรียมพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ไปพร้อมๆกับนักเรียนในทุกหัวข้อ

4) การสร้างสรรค์ชิ้นงาน ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานเป็นการสร้างทักษะการคิดการออกแบบ การตัดสินใจการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานที่ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระและสร้างสรรค์การสร้างชิ้นงานเหล่ารู้จะประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์อย่างไม่รู้ตัวบางคนครูอาจจัดให้นักเรียนสะท้อนความคิดว่าได้เกิดประสบการณ์หรือเรียนรู้อะไรบ้างจากงานที่มอบหมายให้ทำเพราะเป้าหมายของการเรียนรู้อยู่ที่กระบวนการทำงานด้วยเช่นกันหากนักเรียนมองเพียงเป้าหมายชิ้นงานที่สำเร็จอย่างเดียวอาจไม่ตระหนักว่าตนเองได้เรียนรู้บทเรียนสำคัญมาก

5) การบูรณาการเทคโนโลยีเพียงครูบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ครูก็ได้ก้าวเข้าให้เป้าหมายการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาอีกก้าวหนึ่งแล้ว เทคโนโลยีที่ครูสามารถใช้ประโยชน์ในชั้นเรียนปัจจุบัน มีได้ตั้งแต่การสืบค้นข้อมูลลักษณะต่างๆ การบันทึกและนำเสนอข้อมูลด้วยภาพนิ่งวีดีทัศน์และมัลติมีเดีย การใช้อุปกรณ์ Sensor/Datalogger บันทึกข้อมูลในการสำรวจตรวจสอบการใช้ซอฟแวร์จัดกระวิเคราะห์ข้อมูลและเทคโนโลยีอื่นๆอีก

มากมาย การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีเหล่ารู้กระตุ้น ให้นักเรียนสนใจการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ประยุกต์ใช้ความรู้แก้ปัญหาและทำงานร่วมกันรวมทั้งสร้างทักษะสำคัญในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต

6) การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ไ 21ด้เป็นอย่างดียกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม)Learningand Innovation Skills) ตามกรอบแนวคิดของ Partnership for 21th Century Skills ที่ครอบคลุม4C คือ การคิดเชิงวิพากษ์) Citical Thinking) การสื่อสาร)Communication) การทำงานร่วมกัน)Collaboration) และการคิดสร้างสรรค์)Creativity) จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบโครงงานหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานที่กล่าวถึงข้างต้นนั้น สามารถสร้างเสริมทักษะเหล่าผู้ได้มากอย่างไรก็ตามในบริบทของโรงเรียนทั่วไป ครูอาจไม่สามารถให้นักเรียนรู้ด้วยการทำโครงงานหรือการสร้างสรรค์งานเท่านั้น ดังนั้น ในบทเรียนอื่นๆ ถ้าครูมุ่งเน้น ทักษะแห่งศตวรรษที่ ในทุก 21 โอกาสที่เอื้ออำนวยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทำงานร่วมกัน เรียนรู้การหาที่ดีฝึกคิด) หาที่ชมหรือเสนอวิ (เชิงวิพากษ์ธีการใหม่ ฝึกคิดเชิงสร้างสรรค์ก็นับว่าครูจัดการเรียนการสอนเข้า (ใกล้สะเต็มศึกษามากขึ้นตามสภาพจริงของชั้นเรียน

7) การสร้างการยอมรับและการมีส่วนร่วมจากชุมชน ครูหลายท่านอาจเคยมีประสบการณ์กับผู้ปกครองที่ไม่เข้าใจแนวคิดการศึกษาที่พัฒนานักเรียนให้เป็นคนเต็มคน แต่มุ่งหวังให้สอนเพียงเนื้อหา ติวข้อสอบ อยากให้ครูสร้างเด็กที่สอบเรียนต่อได้แต่อาจใช้ชีวิตไม่ได้ในสังคมจริงของการเรียนรู้และการทำงาน เมื่อครูมอบหมายให้นักเรียนสืบค้น สร้างชิ้นงานหรือทำโครงงานผู้ปกครอง ไม่ให้การสนับสนุนหรืออีกด้านหนึ่งผู้ปกครองรับหน้าที่ทำให้ทุกอย่างอย่างไรก็ตามผลงานจากความสามารถของเด็กเป็นอาวุธที่สำคัญที่ครูจะนำมาเผยแพร่จัดแสดงเพื่อชนะใจผู้ปกครองและชุมชนให้ได้ การสนับสนุนการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูสามารถนำนักเรียนไปศึกษาในแหล่งเรียนรู้ของชุมชน สำรวจสิ่งแวดล้อมธรรมชาติในท้องถิ่น ศึกษาและรายงานสภาพมลพิษหรือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในขึ้นที่ให้ชุมชนรับทราบตลอดจนศึกษาและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ในชุมชนกิจกรรมการเรียนรู้เหล่ารู้เกิดประโยชน์สำหรับนักเรียนเอง อาจเป็นประโยชน์สำหรับชุมชนและสามารถสร้างการมีส่วนร่วม ความภาคภูมิใจและที่สำคัญอย่างยิ่งคือความรู้สึกของเจ้าของร่วมรับผิดชอบคุณภาพการจัดการศึกษาในท้องถิ่นตัวเองให้เกิดขึ้นได้

8) การสร้างการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น การให้นักเรียนศึกษาปัญหาปลายเปิดตามความสนใจของตนเองในลักษณะโครงงานตลอดจนเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่การใช้ประโยชน์ในบริบทจริงนั้น บางครั้งนำไปสู่คำถามที่ซับซ้อนจนต้องอาศัยความรู้ความชำนาญเฉพาะทาง ครูไม่ควรกลัวจะยอมรับกับนักเรียนว่าครูไม่รู้คำตอบหรือครูช่วยไม่ได้แต่ควรใช้เครือข่ายที่มีเชื่อมโยงให้ผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นมาช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน เครือข่ายดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งศิษย์เก่าผู้ปกครอง ปราชญ์ชาวบ้าน เจ้าหน้าที่รัฐหรืออาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาในท้องถิ่น ครูสามารถเชิญ

วิทยากรภายนอกมาบรรยายหรือสาธิตในบางหัวข้อหรือใช้เทคโนโลยีเช่น ประชุมผ่านวีดีทัศน์อำนวยให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถพูดคุย ให้ความคิดเห็นหรือวิพากษ์ผลงานนักเรียน เป็นต้น

9) การเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ (Informal learning) เด็กๆนั้นรักความสนุก หากจำกัดความสนุกในห้องเรียน ความสุขคงอยู่หางไกลจากครูและจากเด็กไปเรื่อยๆ การบูรณาการความสนุกการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างไรต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ของครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทาย เพลิดเพลิน ให้การเรียนเหมือนเป็นการเล่นแต่ในขณะเดียวกันก็ต้องอาศัยความรู้และความสามารถตามวัตถุประสงค์หลักสูตรด้วยการเรียนรู้อย่างไม่เป็นทางการ ที่ได้รับความนิยมคือการจัดกิจกรรมค่ายการเรียนจากเพลง เกมละครหรือการประกวดแข่งขันกิจกรรมเหล่ารู้เป็นโอกาสดีที่จะสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชน เช่น อาจเชิญผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่นเป็นวิทยากรในค่าย เป็นกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิหรือให้การสนับสนุนของรางวัล

10) การเรียนรู้ตามอัธยาศัย (Non-formal learning) เมื่อครูได้ดำเนินการ 9 ข้อข้างต้นแล้วอาจมองออกนอกขอบเขตรั้วโรงเรียน สร้างนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้เป็นวัฒนธรรมของชุมชนร่วมกันสร้างแหล่งเรียนรู้ด้านสะเต็มศึกษาในท้องถิ่น เช่น เส้นทางศึกษาธรรมชาติหรือประยุกต์ความรู้สะเต็มเพื่อสนับสนุนแหล่งเรียนรู้วิถีชุมชน เช่น ส่งเสริมให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมนำเสนอข้อมูลภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรมชุมชนจากการศึกษาเอกสาร สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นทำได้หลากหลายแนวทางแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำเสนอเป็นส่วนหนึ่งของวิธีการที่หลากหลายที่จะปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในห้องเรียนมีดังนี้คือการเชื่อมโยงเอหาวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เทคโนโลยีสู่โลกจริง การสืบเสาะหาความรู้การการเรียนการสอน รูปแบบการจัดการเรียนรู้ต่างๆ เช่น โครงงานเป็นฐาน ปัญหาเป็นฐาน มาการระหว่าง 4 วิชาต่างๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์จนสามารถสร้างสรรค์ดูเป็นชิ้นงานได้

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558: 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1) จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าท้ายการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้น ให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียน สามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

2) จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจ โดยรวมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงงานรวมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น

และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานเละประสบการณทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานรวมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน

2.2.7 บทบาทของผู้สอนต่อการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

จำรัส อินทิลาภาพร และคณะ (2558: 64 - 65) ได้กล่าวถึง บทบาทของผู้สอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ดังนี้

2.2.7.1 จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2.2.7.2 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าท้ายความรู้ความสามารถกระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

2.2.7.3 จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ

2.2.7.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

2.2.7.5 จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.2.7.6 เป็นผู้โค้ช (Coach)

2.2.7.7 เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

2.2.7.8 ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

2.2.7.9 ประเมินกระบวนการทางานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างและหลังจากปฏิบัติการทดลอง โดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

2.2.8 การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

Edward (2013 :12 - 15) ได้เสนอวิธีการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

2.2.8.1 ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry - based Learning) ในการสอนวิทยาศาสตร์ ผู้สอนสามารถประเมินผู้เรียนดังนี้ คือ

1) การตั้งคำถามในแบบทดสอบ

2) การปฏิบัติการทดลอง

3) การรายงานผลการทดลอง

4) การศึกษาตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

2.2.8.2 ในกรณีที่ผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design) ผู้สอนสามารถประเมินกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมของผู้เรียน ดังนี้

1) การระดมความคิด

2) การพัฒนาโมเดลต้นแบบ

3) การทำงานเป็นทีม

สรุปได้ว่า ในการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรใช้การประเมินหลายครั้งคือประเมินก่อนเรียน ระหว่างเรียน และประเมินหลังเรียนการประเมินระหว่างเรียน ผู้สอนทำได้โดยการใช้คำถาม การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนการประเมินตนเอง

2.2.9 ประโยชน์จากการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.2.9.1 ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ)2557, น .5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่ได้จากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีดงต่อไปรู้

1) นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ๆที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นฐาน

2) นักเรียนเข้าใจและสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษา

3) นักเรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

4) หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา

5) ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา

6) สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

2.2.9.2)Lantz, 2009) สรุปการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการส่งเสริมคุณภาพการสอน ดังนี้

1 (นักเรียนสามารถที่จะสร้างแรงกระตุ้นในการพัฒนาตนเอง มีแรงจูงใจในการพัฒนาความรู้และเพิ่มความเชื่อมั่น ในตนเองในการทำงานในช่วงเวลาและสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้

2 (นักเรียนสามารถที่จะเข้าใจเหตุและผล และตรรกะผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมต่างๆได้

3 (นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อกำหนดกรอบหรือขอบเขตที่จะศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นหุ้นฐาน สู่การออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ เพื่อสนองความต้องการของโลกปัจจุบัน

4 (นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถอธิบายธรรมชาติของเทคโนโลยี การพัฒนาทักษะที่จำเป็น และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

5 (นักเรียนสามารถที่จะกำหนดคำถามและปัญหา ออกแบบและค้นคว้า เพื่อรวบรวมข้อมูล ลงข้อสรุป และสามารถประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ได้โดยใช้ทักษะความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ร่วมด้วย

6 (นักเรียนสามารถออกแบบอย่างสร้างสรรค์ทำการทดลอง และออกแบบช้า โดยการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ในชีวิตจริงเพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม

2.3.6.7 Bybee, 2013 ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสะเต็มศึกษา ดังนี้

1 (การได้เรียนรู้ถึงความรู้ด้านสะเต็มศึกษาและใช้ความรู้เหล่านั้นมาระบุปัญหา ได้เรียนรู้องค์ความรู้ใหม่และประยุกต์ใช้ความรู้ที่สัมพันธ์กับสะเต็มศึกษาในประเด็นปัญหาต่างๆ

2 (เข้าใจลักษณะของสาขาทางด้านสะเต็มศึกษาว่า เป็นความพยายามของมนุษย์ที่ได้รวมเอากระบวนการสืบเสาะหาความรู้ความรู้ทางเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาใช้ในการออกแบบทางวิศวกรรมศาสตร์

3 (ตระหนักรู้ถึงรูปแบบของสะเต็มศึกษาด้านเนื้อหา การใช้ปัญญาและเป็นวัฒนธรรมหนึ่งของโลก

4 (เข้าร่วมในประเด็นที่สัมพันธ์กับ สะเต็มศึกษา สามารถใช้แนวคิดเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาว่า เป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับพลเมืองโลกจากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมา สรุปได้ว่า สะเต็มศึกษาเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงงานที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์นำไปสู่การสร้างสรรค์งาน นักเรียนที่ได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมหรือได้ทำโครงงานสะเต็มศึกษาจะมีความพร้อมที่จะใช้องค์ความรู้ และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีรวมถึงกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาประเทศต่อไป

2.3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ปราณี กองจินดา (2549 : 13) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถหรือผลสำเร็จที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและประสบการณ์เรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย จิตพิสัย และทักษะพิสัย และยังได้จำแนกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ตามลักษณะของวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์)2540: 19) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นการทดสอบที่มุ่งทดสอบความรู้ ทักษะ และสมรรถของสมองในด้านต่างๆ ของผู้เรียนว่าหลังเรียนรู้เรื่องนั้นๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด มีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไป จากพฤติกรรมเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้นเพียงใด

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548 : 12) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ไพโรจน์ คะเชนทร์ (2556 : 65) ให้คำจำกัดความผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า คือคุณลักษณะรวมถึงความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือ มวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไร ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียนการฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ รวมทั้งความรู้สึกค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2546 : 56) ให้ความหมายว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นการวัดความสำเร็จทางการเรียน หรือวัดประสบการณ์ทางการเรียนที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอน โดยวัดตามจุดมุ่งหมายของการสอนหรือวัดผลสำเร็จจากการศึกษาอบรมในโปรแกรมต่าง ๆ

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง และกาญจนา กาฬภักดี .2550: 101 1; อ้างอิงจาก ศุภพงศ์ คล้ายคลึง)2548: 18(ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากพฤติกรรมการกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไมใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยาหรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่างๆ ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)สสวทได้กำหนดความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสต (.ร์ไว้ ดังนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีชั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิทยาศาสตร์ เพื่อเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี อิทธิพลของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่มีต่อมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อม

สมพร เชื้อพันธ์ (2547 : 17) สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ ความสำเร็จและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ของแต่ละบุคคลซึ่งสามารถวัดได้จากการทดสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ กาญจนา กาหภักดี11 :2550 .; อ้างอิงจาก สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ(7 :2527 . ให้นิยามคำว่า ผลสัมฤทธิ์)Achievement) หมายถึง ผลสำเร็จที่เกิดจากการปฏิบัติงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่ต้องอาศัยความพยายามทางร่างกายทางสมอง ซึ่งถือได้ว่าเป็นความสามารถพาะตัวของแต่ละบุคคล

อัจฉรา สุขารมณ์ และ อรพินทร์ ชูชม กาญจนา กาหภักดี .2550: ; อ้างอิง จากอัจฉรา สุขารมณ์ และอรพินทร์ :ชูชม 2530:10 ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามจำนวนหนึ่ง ซึ่งมีผลมาจากการกระทำที่อาศัยความสามารถทางร่างกายหรือสมอง ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียนที่อาศัยการทดสอบ เช่น จากการสังเกตหรือการตรวจการบ้านหรืออาจอยู่ในรูปของเกรดที่ได้มาจากโรงเรียน ซึ่งอาศัยกรรมวิธีที่ซับซ้อนและช่วงเวลาในการประเมินอันยาวนาน หรืออีกวิธีหนึ่งอาจวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

2.3.2 ความสำคัญของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความสามารถของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดและประเมินผลการสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพ

2.3.3 จุดมุ่งหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าการวัดผลสัมฤทธิ์มีจุดมุ่งหมายคือ เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่า เรียนรู้แล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถในด้านใดมากน้อยแค่ไหน เช่น มีพฤติกรรมด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้การสังเคราะห์และการประเมินค่ามากน้อย อยู่ในระดับใดเป็นต้น นั้นคือการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียน ในด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) นั้นเอง ซึ่งเป็นการวัด 2 องค์ประกอบ ตามจุดมุ่งหมายและลักษณะวิชาที่เรียน ดังนี้

2.3.3.1 การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติ โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมาให้ทำ การสังเกตและวัดได้เช่น วิชาศิลปศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ “ข้อสอบภาคปฏิบัติ” (Performance Test) ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาที่วิธีปฏิบัติและผลงานที่ปฏิบัติ

2.3.3.2 การวัดด้านทฤษฎีเป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ เนื้อหาวิชา รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอน

2.3.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี (สิริพร ทิพย์คง. 2545; พิชิต ฤทธิ์จรูญ. 2545)

2.3.4.1 ความเที่ยงตรง เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปวัดในสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

2.3.4.2 ความเชื่อมั่น แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่น คือ สามารถวัดได้คงที่ไม่ว่าจะวัดกี่ครั้งก็ตาม เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดกับนักเรียนคนเดิมคะแนนจากการสอบทั้งสองครั้งควรมีความสัมพันธ์กันดีเมื่อสอบได้คะแนนสูงในครั้งแรกก็ควรได้คะแนนสูงในการสอบครั้งที่สอง

2.3.4.3 ความเป็นปรนัย เป็นแบบทดสอบที่มีคำถามชัดเจน เฉพาะเจาะจง ความถูกต้องตามหลักวิชา และเข้าใจตรงกัน เมื่อนักเรียนอ่านคำถามจะเข้าใจตรงกัน ข้อคำถามต้องชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน

2.3.4.4 การถามลึก หมายถึง ไม่ถามเพียงพฤติกรรมขั้นความรู้ความจำ โดยถามตามตำราหรือถามตามที่ครูสอน แต่พยายามถามพฤติกรรมขั้นสูงกว่าขั้นความรู้ความจำได้แก่ ความเข้าใจการนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า

2.3.4.5 ความยากง่ายพอเหมาะ หมายถึง ข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือตอบถูกน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมากข้อสอบข้อนั้นก็ง่ายและถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบข้อนั้นก็ยาก ข้อสอบที่ยากเกินความสามารถของนักเรียนจะตอบได้นั้นก็ไม่มีความหมาย เพราะไม่สามารถจำแนกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบง่ายเกินไปนักเรียนตอบได้หมด ก็ไม่สามารถจำแนกได้เช่นกัน ฉะนั้นข้อสอบที่ดีควรมีความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากเกินไปไม่ง่ายเกินไป

2.3.4.6 อำนาจจำแนก หมายถึง แบบทดสอบนี้สามารถแยกนักเรียนได้ว่าใครเก่งใครอ่อนโดยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับอย่างละเอียดตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

2.3.4.7 ความยุติธรรม คำถามของแบบทดสอบต้องไม่มีช่องทางชี้แนะให้นักเรียนที่ฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูกต้องและไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนที่เกียจคร้านตอบได้ และต้องเป็นแบบทดสอบที่ไม่ลำเอียงต่อกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี ต้องเป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงความเชื่อมั่น ความเป็น ปรนัย ถามลึก มีความยากง่ายพอเหมาะ มีค่าอำนาจจำแนก และมีความยุติธรรม

2.4 โครงงานฟิสิกส์

2.4.1 คำอธิบายรายวิชา

เลือกทำการวิจัยหรือค้นคว้าด้วยตนเองในหัวข้อที่สนใจมากที่สุดโดยการเสนอหัวข้อที่จะค้นคว้าหรือทดลองในลักษณะเฉพาะตัว เป็นกลุ่ม ต่ออาจารย์ผู้สอน วางแผนให้เป็นขั้นตอนและเหมาะสมกับวิธีทางวิทยาศาสตร์ หัวข้อที่จะทำการทดลองหรือค้นคว้าให้อยู่ในดุลยพินิจของอาจารย์ผู้สอน

2.4.2 มาตรฐานผลการเรียนรู้

2.4.2.1 นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจทางด้านการวิจัย สามารถศึกษาต่อและทำวิจัยในระดับ การศึกษาที่สูงขึ้นได้

2.4.2.2 นักศึกษาสามารถสร้างองค์ความรู้โดยวิธีการวิจัยได้

2.4.2.3 นักศึกษามีทักษะและมีสมรรถนะในด้านการทำวิจัยในชั้นเรียนเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนและพัฒนาผู้เรียน

2.4.3 จุดมุ่งหมายรายวิชา

2.4.3.1 เพื่อให้นักศึกษา ทำการวิจัยหรือค้นคว้าด้วยตนเองในหัวข้อที่สนใจ โดยการเสนอหัวข้อที่จะค้นคว้าหรือทดลองในลักษณะเฉพาะตัว เป็นกลุ่ม

2.4.3.2 เพื่อให้นักศึกษา สามารถวางแผนการจัดทำโครงงานฟิสิกส์ ให้เป็นขั้นตอนและเหมาะสมกับวิธีทางวิทยาศาสตร์

2.4.3.3 สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำโครงงานไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

2.4.3.4 สามารถวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหา โดยอาศัยกฎหรือทฤษฎีทางฟิสิกส์

2.4.3.5 สามารถนำเสนอข้อมูลจากการทำโครงงานในรูปแบบที่เหมาะสม

2.4.4 วิธีการสอน

2.4.4.1 ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จากแบบฝึกทักษะ ใบกิจกรรม และตัวอย่างแบบทดสอบ

2.4.4.2 ศึกษาจากเอกสารประกอบการสอน ด้วยตนเองจากสื่อการสอน และแหล่งการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสม

2.4.4.3 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากห้องสมุด และศูนย์หนังสือ โดยรู้จักวิเคราะห์ข้อมูลที่ศึกษาให้มีความถูกต้อง

2.4.4.4 รวบรวมข้อมูล นำเสนอรายงานเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่มในกรณี ศึกษาหน้าชั้นเรียน

2.4.4.5 วิเคราะห์กรณีศึกษา จากตัวอย่างที่อาจารย์กำหนด

2.4.4.6 แก้โจทย์ปัญหา โดยศึกษาเนื้อหา ความสัมพันธ์ สามารถเลือกใช้สูตร และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้อง

2.4.4.7 ทดลองปฏิบัติตามกิจกรรมการเรียนการสอนที่ระบุ

2.4.4.8 การนำเสนอผลงาน การศึกษาค้นคว้าเป็นรายบุคคล และเป็นกลุ่ม โดยใช้ / เทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างเหมาะสม

2.4.5 การประเมินผล และกลไกการทวนสอบมาตรฐาน

การประเมินผลการศึกษา ในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์

2.4.5.1 ประเมินคุณภาพโครงงานหรือวิจัยโดยอาจารย์ประจำวิชา และอาจารย์ที่ปรึกษา

2.4.5.2 ประเมินผลความก้าวหน้าในระหว่างการทำวิจัยหรือโครงงาน โดยอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประจำวิชา จากการสังเกต จากการรายงานด้วยวาจาและเอกสาร

2.4.5.3 ประเมินผลการทำงานของนักศึกษาในภาพรวม จากการติดตามการทำงาน ผลงานที่เกิดในแต่ละขั้นตอน และรับผลการรายงานโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

2.4.5.4 อาจารย์เข้าฟังการนำเสนอผลการศึกษาของผู้เรียนและประเมินผลตามแบบประเมิน

2.4.5.5 ผู้ประสานงานรายวิชานำคะแนนทุกส่วนเสนอขอความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการประเมินของสาขาวิชา ประมวลให้ได้เป็นผลคะแนนของรายวิชา กระบวนการประเมินผล

กลไกการทวนสอบมาตรฐาน เช่น

2.4.5.6 ประเมินคุณภาพโครงงานหรือวิจัยโดยอาจารย์ประจำวิชา และอาจารย์ที่ปรึกษา

2.4.5.7 ประเมินผลความก้าวหน้าในระหว่างการทำวิจัยหรือโครงงาน โดยอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ประจำวิชา จากการสังเกต จากการรายงานด้วยวาจาและเอกสาร

2.4.5.8 ประเมินผลการทำงานของนักศึกษาในภาพรวม จากการติดตามการทำงาน ผลงานที่เกิดในแต่ละขั้นตอน และรับผลการรายงานโดยอาจารย์ที่ปรึกษา

2.4.5.9 อาจารย์เข้าฟังการนำเสนอผลการศึกษาของผู้เรียนและประเมินผลตามแบบประเมิน

2.4.5.10 ผู้ประสานงานรายวิชานำคะแนนทุกส่วนเสนอขอความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการประเมินของสาขาวิชา ประมวลให้ได้เป็นผลคะแนนของรายวิชา

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 งานวิจัยในประเทศ

จารีพร ผลมูล 2557), บทคัดย่อ(ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจของนักเรียน และศึกษาประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้แบบแผนการวิจัย คือ One –Group PretestPosttest Design กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2557 ปีการศึกษา 3 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธ 33 โรงเรียนเมืองหลังสวน จำนวนี้ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ65)อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 05.จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์ระดับดีเฉลี่)ย (3.51อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .และหน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 01 80/ตามเกณฑ์80 78.33/81.65

ณัฐพล โยธานิติกุล (บทคัดย่อ : 2558) ได้ศึกษาการเพิ่มการมีส่วนร่วมของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – วิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 36 คน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่องการเจริญเติบโตหลังการปฏิสนธิของพืชดอก ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่แตกต่างกันออกไปตามความถนัด โดยนักเรียนมีบทบาทในกิจกรรมมากกว่าร้อยละ 80 ของเวลาในแต่ละคาบเรียน นักเรียนสะท้อนผล การเรียนรู้ทั้งในด้านความรู้ทางชีววิทยาและฟิสิกส์ ทักษะการใช้เทคโนโลยี มีเจตคติที่ดีต่อวิชา ชีววิทยาในเชิงบวก และมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมอยู่ในระดับมากที่สุดในทุกด้าน

นงนุช เอกตระกูล 2557), บทคัดย่อ (ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาศึกษาปีที่ ที่ได้รับการจัดการ 6 โรงเรียน 6 เรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาศึกษาปีที่ ปีก 2 อัสสัมชัญธนบุรี เขตบางแค กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ารศึกษา ห้องเรียน 1 จำนวน 2557 เนื้อหาที่ใช้ได้แก่ เรื่อง ไฟฟ้า เครื่องมือที่ใช้ได้แก่แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม เรียนรู้ด้วยความสนุกสนานโดยการลงมือปฏิบัติ รู้จักแก้ปัญหาโดยการสืบเสาะหาความรู้

บุญเลี้ยง จอดนอก (บทคัดย่อ : 2558) ได้วิจัยการบูรณาการสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมความเข้าใจของ นักเรียนและการประยุกต์ใช้แนวคิดของตนเองในเรื่องภาวะโลกร้อนภายใต้กรอบแนวคิดปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง ผลการวิจัยพบว่า ผลการบูรณาการสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะช่วย ให้นักเรียนแสดงความหมายในการเรียนรู้ และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ และผลการศึกษายังสามารถเป็นข้อมูลประโยชน์ต่อการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ประดิษฐ์ ประสิทธิศิลป์ชัย 2557), บทคัดย่อ(ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ โรงเรียนลำปาววิทยาคม 2 อำเภอยางตลาดโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อ (1เปรียบเทียบ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และ (2เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาและวิธีสอนแบบปกติประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าใช้การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์และสามารถกล่าวได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการแก้ปัญหาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทักษะการสื่อสารและความร่วมมือ และเจตคติต่อการเรียนดีขึ้น ดังนั้นควรสนับสนุนให้ครูผู้สอนได้นำ แนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และวิชาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาต่อไป

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (บทคัดย่อ : 2558) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษากับแบบปกติ ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือ ได้แก่ 1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และ 4. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนเคมี ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี สูงกว่าการเรียนรู้แบบปกติ

พัทธมน นามปวน และคณะ (บทคัดย่อ : 2557) ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุแบบสะเต็มศึกษา (STEM education) ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ดัชนีประสิทธิพลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุ แบบสะเต็มศึกษาเท่ากับ 0.6655 ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 66.55

ศรีวัย กัณหาไธสง (บทคัดย่อ : 2558) ได้วิจัยเกี่ยวกับการ พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรม STEM เพื่อสร้างแรงบันดาลใจทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยได้ออกแบบกิจกรรม 5 กิจกรรม ในเรื่อง สสาร พลังงานกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรม STEM ในระดับมากที่สุด

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว (บทคัดย่อ : 2558) ได้วิจัยเกี่ยวกับพัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร 5 ด้าน คือ ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม ความพึงพอใจ ต่อหลักสูตรสะเต็ม และความคิดเห็นของครูต่อหลักสูตรสะเต็ม จากการศึกษาพบว่า หลักสูตรสะเต็ม ศึกษามีความเหมาะสมในระดับดีมากคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังใช้หลักสูตรสูงกว่าก่อนใช้ หลักสูตรอย่างมีนัยสำคัญ นักเรียนพึงพอใจต่อการเรียนรูปแบบสะเต็มอยู่ในระดับมาก และครูมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อการพัฒนาหลัก

2.5.2 วิจัยต่างประเทศ

Anju Balisu (abstract : 2015) ได้จัดกิจกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับสะเต็มศึกษา สำหรับครูผู้สอน โดยมีจุดประสงค์ในการดำเนินการออกแบบและเตรียมพร้อมต่อการใช้หลักสูตรวิศวกรรมเคมีสำหรับการ เรียนการสอนในโรงเรียนมัธยม โดยมีหัวข้อ ดังนี้ หลักสูตรวิศวกรรมเคมีและการเพิ่มโอกาสในการประกอบอาชีพ การดำเนินงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเขียนไดอะแกรม กฎของการอนุรักษ์มวลและความสมดุลของวัสดุ กิจกรรมปฏิบัติการผลิตไบโอดีเซลผ่านกิจกรรมการปฏิบัติงานเป็นกลุ่มและการอภิปรายผล การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีการจัดกิจกรรมด้วยตนเองก่อนที่จะนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในกับนักเรียนให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง จากการลงมือปฏิบัติจริง มีการเน้นให้นักเรียนทางานเป็นกลุ่ม และวัด ประเมินผลการเรียนรู้ตามสภาพจริง โดยงานวิจัยนี้นำแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษามาใช้เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยนำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาให้นักเรียนแก้ปัญหาภายใต้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้

Burrows,. (abstract : 2014) ได้ศึกษากรอบแนวคิดหลักในการบูรณาการระหว่างรายวิชาชีววิทยาและเคมี ในหัวข้อเรื่อง การผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซลสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา งานวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยครูจากสองวิชาได้ดำเนินการสร้างบทเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาและทำการวัดทักษะและเจตคติต่อวิชาSTEM (วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามแนวทาง STEM และเจตคติที่ดีขึ้น โดยพิจารณาจากการตอบคำถามของนักเรียนในห้องเรียน แบบบันทึกหลังแผนการสอนของครูและผลงานของนักเรียนในกิจกรรมการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซล

Catherine Vee. (abstract :: 2012) ได้ทำการศึกษาในลักษณะของรูปแบบสะเต็มโดยมุ่งเน้นที่โรงเรียนมัธยมที่ได้รับคัดเลือกจากภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา เพื่อเป็นการเตรียม ความพร้อมให้กับนักเรียนในการประกอบอาชีพสาขาสะเต็ม จากผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า นักเรียน ที่เข้าเรียนในโรงเรียนที่ได้รับการจัดการเรียน ตามแนวทาง สะเต็มมีความสามารถในการแก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและสามารถฝึกงานในการประกอบอาชีพที่ตอบสนองความต้องการหลังสำเร็จ การศึกษาได้เป็นอย่างดีเมื่อเปรียบเทียบกับโรงเรียนอื่น ๆ ที่ไม่ได้ใช้การจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา

Diana. (abstract : 2012) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้นักเรียนเกรด 3-เป็นกรณีศึกษาให้ทำโครงงานในหัวข้อเรื่อง ดาวอังคารในจ 8นตนาการ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความพื้นฐานให้จินตนาการศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบสร้างสรรค์ออกแบบโมเดลดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิดการออกแบบของตัวเองให้เพื่อนๆ ได้รู้จัก ผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM ในการให้นักเรียนได้ทำโครงงานส่งผลทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เผชิญหน้าและประยุกต์กับปัญหาใหม่ๆ

Dillivan. (abstract : 2014) ได้ศึกษาผลจากการเข้าค่ายภาคฤดูร้อนต่อความสนใจในสาขาวิชา วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นนักเรียนในโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามนักเรียน แบบสอบถามพ่อแม่และผู้ปกครอง จากผลการวิจัยพบว่า การเข้าร่วมค่ายภาคฤดูร้อนมีผลต่อความสนใจทางด้านวิทยาศาสตร์ผลการเรียน ผลการสอบถามแสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีทัศนคติในเชิงบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์และยังพบว่า ค่ายสะเต็มศึกษาสามารถเพิ่มเจตคติและกระตุ้นความสนใจในสาขาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น

Fang Vasaski. (abstract :: 2013) ได้ศึกษาเพื่อความสนใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เพิ่มขึ้น โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีการเรียนการสอนโดยใช้เทคนิคความคิด สร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา โดยผ่านการสร้างโมเดลโยโย่กับความคิดทางฟิสิกส์และความเป็นไปได้ ที่จะเกิดขึ้นบนโลกใบนี้ ทำการทดลองในนักเรียนมัธยมปลายจำนวน 122 คน จากโรงเรียน ทั่วรัฐยูท่าในสหรัฐอเมริกา จากการศึกษาวิจัยพบว่านักเรียนมีแนวคิดใช้การอธิบายที่ดีเข้าใจง่ายในการนำเสนอประสบการณ์ของนักเรียน การเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนระดมความคิดที่มีประสิทธิภาพของนักเรียน

Sahin. (abstract : 2014) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาต่อการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กหลังเลิกเรียนและศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับการเรียนรู้ของนักเรียน โดยทำการศึกษากับนักเรียนในเขตตะวันออกเฉียงใต้ของสหรัฐอเมริกา งานวิจัยเป็นการศึกษาเชิงคุณภาพ เพื่อทำความเข้าใจมุมมองของนักเรียนและความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมสะเต็มศึกษาและวิถีการเรียนรู้ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเก็บรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย การสังเกตอย่างเป็นทางการ การสัมภาษณ์แบบโครงสร้างและการจดบันทึกข้อมูล จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมสะเต็มศึกษา มีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้การทำงานร่วมกัน และการสืบเสาะหาความรู้ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่21

Shields Sadava. (abstract : 2006) ศึกษาผลของโครงการ Enginerring is Elementary ในโรงเรียนระดับ ประถมศึกษาของนิวเจอรซี่จำนวน 12 โรงเรียน โดยให้ครูจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อลมและน้ำให้กับนักเรียนในระดับเกรด 3 - 5 จำนวน 450 คน พบว่าการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและมีความกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีความรู้สึกเชิงบวกกับการเรียนทางด้านวิศวกรรม ด้วยครูผู้สอนเกิดความรู้สึกท้าทายและมีความสนใจที่จะสอนวิทยาศาสตร์ โดยเน้นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

Tseng. (abstract : 2011) ได้ศึกษาเจตคติต่อการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรม และคณิตศาสตร์)STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงงาน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือผู้ที่เริ่มทำงานใหม่ในสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวัน จำนวน คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 30 แห่งรวม 5 ด้วยโครงงานเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์เกือบทั้งหมด แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของSTEM คือ ความรู้ทักษะและประสบการณ์ทางด้านSTEM จะเป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ร่วมกับการใช้โปรแกรม)ER & P) มีผลการเรียนรู้ดีขึ้น

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ของนักศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

3.1เครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูล

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 เค้าโครงการสอน (มคอ.3) รายวิชาโครงงานฟิสิกส์

3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคการศึกษา 2/2565 นักศึกษาชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 1 และ หมู่เรียน 2

3.1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อทดสอบความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย (Multiple Choice) 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

3.1.4 การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือและดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

3.2.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคการศึกษา 2/2565 นักศึกษาชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 1 และ 2

1) วิเคราะห์จุดมุ่งหมายรายวิชา และวิธีการสอนรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคการศึกษา 2/2565 นักศึกษาชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 1 และ หมู่เรียน 2

2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น

3) นำจุดมุ่งหมายรายวิชา และวิธีการสอนรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ใส่แบบร่างกระดาษเป็นต้นแบบ เพื่อ กำหนดหัวข้อและรายละเอียดในแต่ละสัปดาห์ที่ทำการจัดการศึกษา

4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาหลังจากนั้นนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

5) สร้างเค้าโครงการสอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่ได้รับการปรับปรุงและแก้ไข

6) หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยพิจารณาจากความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในการเรียน เพื่อนำมาปรับปรุงและแก้ไข ซึ่งกำหนดค่าระดับความคิดเห็นออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+ 1	หมายถึง	เห็นด้วย
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
- 1	หมายถึง	ไม่เห็นด้วย

3.1.5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคการศึกษา 2/2565 ของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 1 และ หมู่เรียน 2 ผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และหาคุณภาพตามขั้นตอนดังนี้

3.2.5.1 ศึกษาทฤษฎีหลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความเชื่อมั่น ค่าความเที่ยงตรง และการวัดผลจากหนังสือการวิจัย เบื้องต้นของบุญชม ศรีสะอาด (2545 : 53 - 66) และหนังสือการวัดผลการศึกษาของ สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 178 - 232) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคการศึกษา 2/2565 โดยการจัดการเรียนรู้แบบแบบสะเต็มศึกษา ให้สอดคล้องกับเนื้อหาจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกจำนวน 25 ข้อ เพื่อใช้จริง 20 ข้อ

3.2.5.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ นำมาปรับปรุง

3.2.5.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยใช้ IOC ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน + 1 ความหมาย แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน 0 ความหมาย ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้
ให้คะแนน - 1 ความหมาย แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่วัดตามจุดประสงค์การเรียนรู้

3.2.5.4 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) (สมนึก ภัททิยธนี. 2552 : 103 - 105) และเลือกข้อสอบที่มีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้

3.2.5.5 นำแบบทดสอบที่ได้ผ่านการตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงจากผู้เชี่ยวชาญไปทดสอบ (Try - Out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 สาขาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 30 คน ที่ผ่านการศึกษาในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 มาแล้ว

3.2.5.6 วิเคราะห์แบบทดสอบเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (B) เป็นรายข้อโดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 จำนวน 25 ข้อ และคัดเลือกให้เหลือเพียงจำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.30 - 0.73 และค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.33 - 0.82 จากนั้นนำข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ คำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ทั้งฉบับ โดยใช้วิธีการของโลเวท (Lovett) เพื่อให้ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแสดง ว่าผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

3.2.5.7 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ แล้วเป็นแบบทดสอบฉบับที่สมบูรณ์ จำนวน 20 ข้อ แล้วนำไปใช้ในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.3.1. แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการวิจัยโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design (ประวิต เอราวรรณ์. 2552: 53) คือ การออกแบบการเรียนการสอนโดยให้มีการทดสอบก่อนเรียน (Pretest) จากนั้นก็ให้นักศึกษาศึกษาคู่มือแล้วจึงทดสอบหลังเรียน (Posttest) ดังตาราง 3.1

ตาราง 3.1 แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design

ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

X แทน การสอนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2. ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ผู้วิจัยทำความรู้จักกับนักเรียนและดำเนินการจัดห้องเรียน ชี้แจงให้คำแนะนำเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่และกิจกรรมการสอนรูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.2.2.2 ดำเนินการทดลองสอนโดยผู้วิจัยทำการสอนกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเองด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเตรียม

1.1) นำหนังสือบันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์เก็บรวมรวมข้อมูลกับอาจารย์ประจำรายวิชา เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยต่อหัวหน้าสาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

1.2) ผู้วิจัยเตรียมสถานที่ ห้องเรียนและให้คำแนะนำนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 40 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 และจัดตารางเวลาในการทดลองใช้เครื่องมือจำนวน 10 ชั่วโมง โดยไม่รวมเวลาในการทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน

2) ขั้นดำเนินการทดลอง การวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

2.1) ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคการศึกษา 2/2565

โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ไปทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน และตรวจเก็บคะแนนไว้ โดยผู้วิจัยจัดสอบเองและตรวจให้คะแนนเอง

2.2) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มตามลำดับคะแนนแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และนักเรียนที่เรียนอ่อน

2.3) ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคการศึกษา 2/2565 นักศึกษาชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 1 และ หมู่เรียน 2 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 1 ชุด

2.4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง (Posttest) และตรวจเก็บคะแนน

2.5) ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pretest) โดย ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไปทดสอบก่อนเรียน (Pretest) กับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน และตรวจเก็บคะแนนไว้ โดยผู้วิจัยดำเนินการตามเค้าโครงการสอน (มคอ.3) รายวิชาโครงงานฟิสิกส์

2.6) แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มตามลำดับคะแนนแต่ละกลุ่มประกอบด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง ปานกลาง และนักเรียนที่เรียนอ่อน

2.7) ดำเนินการทดลองสอนตามเค้าโครงการสอน (มคอ.3) รายวิชาโครงงานฟิสิกส์อ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 1 ชุด

2.8) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง (Posttest) และตรวจเก็บคะแนน

3.3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาและการเชื่อมโยงความรู้ (บูรณาการ) ในสาขาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) คณิตศาสตร์ (M) และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (E)

ได้ลำดับการบูรณาการตามการลงมือปฏิบัติที่มีการระดมสมองทีมระบุปัญหาหลักการความรู้ 5 จึงเริ่มสืบค้นใช้ ICT ได้ใช้ข้อมูลความรู้แนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการเขียนออกแบบนวัตกรรมเชื่อมโยงความรู้ T คิดวางแผนการเลือกจำแนกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม ใช้ทักษะทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เพื่อการพอเพียงในการใช้อุปกรณ์อย่างประหยัดคุ้มค่าที่สุด และลงมือปฏิบัติการสร้าง ผลงานตามลำดับของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 5 ขั้นตอนประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การระบุปัญหา ระดมสมองของทุกคนทำความเข้าใจกับปัญหาที่เกิดขึ้น สร้างข้อคิดคำถามแนวทางเลือกในการแก้ไขปัญหา การแสดงถึงความเข้าใจสถานการณ์ การใช้คำถามวิเคราะห์นำทางไปสู่การแก้ปัญหา อธิบายเหตุผลการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ปัญหานั้น

ขั้นตอนที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง มีการอภิปรายแนวคิดความรู้ที่เกี่ยวข้องรวบรวมข้อมูลในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกันตามหลักการเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การออกแบบเทคโนโลยีได้อย่างชัดเจน และการคิดความคุ้มทุน การเลือกวัสดุอย่างเหมาะสม งบประมาณวัสดุตามหลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 การวางแผนและการพัฒนา คิดวางแผนเป็นระบบ ทำงานอย่างมีส่วนร่วม ทำงานระดมสมองวางเป้าหมาย ระยะเวลาดำเนินการ ออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ต้นแบบขึ้นมาในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลการคำนวณวัสดุอุปกรณ์ใช้อย่างพอเพียงใช้อย่าง คุ้มค่าประหยัด ไม่ฟุ่มเฟือยวัสดุเกินกว่าการใช้งานอย่างมีเหตุผล สร้างผลงานนวัตกรรมใช้ในการ แก้ปัญหาที่เป็นไปได้สูงสร้างผลงานเสร็จตามเวลาที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบและการประเมินผลการทดสอบการใช้งานของนวัตกรรมต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาสามารถผ่านการทดสอบได้ดี ซึ่งอาจมีการนำมาใช้ในการปรับปรุงพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพการแก้ปัญหาที่ยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์หลักการพัฒนาปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือการนำเสนอผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ อธิบายเหตุผลแนวทางการติดตามแผนที่วางไว้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ตาราง 3.2 การจัดกิจกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา

S	T	E	M
การสร้างชิ้นงานที่แตกต่างกัน โดนยึดหลักการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก ความสามารถของเชือกเมื่อแขวนมวล ทำให้ทราบค่าของความยาวเชือกมวล และสามารถคำนวณหา คาบการเคลื่อนที่ (T) ได้	การสืบค้นข้อมูลเขียนการออกแบบตามหลักการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาเหตุผลความ เป็นไปได้ของการ แก้ปัญหาการใช้ เครื่องมือในการทดลอง เก็บข้อมูลกระบวนการทำงานเทคโนโลยี	การออกแบบรูปทรงและเลือกใช้วัสดุในการสร้างฮาร์มอนิก	- ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณราคาวัสดุ - การคำนวณหาคาบในการเคลื่อนที่ (T)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคการศึกษา 2/2565 นักศึกษาชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 1 และ หมู่เรียน 2 โดยใช้คะแนนเพิ่มสัมพันธ์ (Relative Gain Score)

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

3.5.2 ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลัง

N แทน จำนวนข้อมูล

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน t - test (Dependent Samples) โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 218)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติจากกานแจกแจงแบบที (t-Distribution)

D แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน กลุ่มที่ศึกษาหรือจำนวนคู่

$\sum D$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนน

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่ยกกำลังสอง

3.6 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

3.6.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) โดยใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540: 117)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม/ขั้นตอนในการแก้ปัญหา/ประเด็นที่ต้องการวัด

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

3.6.2 หาค่าเชื่อมั่น (Reliability) คำนวณได้จากสูตร ดังนี้ โดยใช้สูตร Kuder-Richason 20 : KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน ดังนี้ คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

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

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (q = 1-p)

s^2 แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบ

3.6.3 หาความยากง่าย (Difficulty :P)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยากของแต่ละข้อสอบ

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3.6.4 อำนาจจำแนก

$$r = \frac{R_H - R_L}{n}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

R_H แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L แทน จำนวนผู้สอบที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการศึกษา

งานวิจัย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ของนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ผลการศึกษา ปรากฏ ดังนี้

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 การวิเคราะห์เครื่องมือในการวิจัย

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4 ผลการการศึกษา

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ผู้วิจัยใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้
P	แทน	ค่าความยากของแต่ละข้อสอบ
r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
p	แทน	ค่าร้อยละ
$\overline{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
S.D.	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
A	แทน	ผลงานสะเต็ม
B	แทน	กระบวนการ (STEM) เน้นออกแบบเชิงวิศวกรรม
C	แทน	การนำเสนอผลงาน
D	แทน	การบูรณาการความรู้ (STEM)
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.2 การวิเคราะห์เครื่องมือในการวิจัย

ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยสร้างชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

4.2.1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน มีค่าความยากง่าย จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 โดยผู้ทำการวิจัย ได้นำแบบทดสอบมาหาค่าความยากง่ายของของแบบทดสอบจำแนกแบบทดสอบระดับง่าย จำนวน 1 ข้อ (0.81 – 1.00) ระดับปานกลาง จำนวน 8 ข้อ (0.60 – 0.80) ระดับยาก จำนวน 11 ข้อ (0.40 – 0.59) ระดับยากมาก จำนวน 1 ข้อ (0.20 – 0.39)

4.2.2 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ จะมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 โดยผู้ทำการวิจัย ได้นำมาหาค่าอำนาจจำแนก พบว่า แบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนก ระดับพอใช้ จำนวน 1 ข้อ (0.10 – 0.19) ระดับดี จำนวน 11 ข้อ (0.20 – 0.39) ระดับดีมาก จำนวน 7 ข้อ (0.40 – 0.59)

4.2.3 ความเชื่อมั่นของแบทดสอบ โดยผู้ทำการวิจัย ได้นำวิจัยมาหาค่าความเชื่อมั่นของของแบบทดสอบ โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.846

จากการวิเคราะห์แบบทดสอบ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ โดยแบบทดสอบที่มีคุณภาพมี 25 ข้อ และแบบทดสอบที่ไม่มีคุณภาพมี 5 ข้อ ผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ ในการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัย

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากนักศึกษาได้ศึกษาตามชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เพื่อวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยได้ดำเนินการวิเคราะห์ผลคะแนน นักศึกษาระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4.4 ผลการศึกษา

งานวิจัย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ ของนักศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ดังแสดงในตาราง 4.1 – 4.5

ตาราง 4.1 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

คนที่	รายการที่ประเมิน				คะแนนรวม
	A (40 คะแนน)	B (20 คะแนน)	C (20 คะแนน)	D (20 คะแนน)	(100 คะแนน)
1	36	18	18	17	89
2	39	18	18	20	95
3	36	16	16	18	86
4	37	18	18	19	92
5	38	19	20	19	96
6	38	19	19	20	96
7	38	19	20	20	97
8	38	19	20	19	96
9	39	18	19	20	96
10	38	19	20	19	96
11	37	18	19	18	92
12	36	18	18	17	89
13	39	18	18	20	95
14	37	18	18	19	92
15	38	19	20	19	96
16	38	19	20	19	96
17	38	19	20	19	96
18	39	18	19	20	96
19	36	17	17	18	88
20	38	18	18	19	93
21	38	18	20	20	96
22	39	19	20	20	98
23	37	18	18	19	92
24	38	19	20	19	96
25	38	19	20	19	96

คนที่	รายการที่ประเมิน				คะแนนรวม (100 คะแนน)
	A (40 คะแนน)	B (20 คะแนน)	C (20 คะแนน)	D (20 คะแนน)	
26	39	18	19	20	96
27	38	19	20	19	96
28	39	19	20	20	98
29	39	19	20	20	98
30	37	18	19	18	92
31	39	18	18	20	95
32	40	20	20	20	100
33	38	19	20	19	96
34	39	18	19	20	96
35	37	18	18	19	92
36	38	19	20	19	96
37	36	18	18	17	89
38	37	18	18	19	92
39	39	18	19	20	96
40	38	19	20	19	96
$\sum x$	**1516.00**	**736.00**	**761.00**	**765.00**	**3778.00**
$\bar{X}$	**37.90**	**18.40**	**19.03**	**19.13**	**94.45**
S.D.	**1.32**	**0.70**	**1.04**	**0.87**	**3.03**
ร้อยละ	**94.75**	**92.00**	**95.13**	**95.63**	**94.45**

หมายเหตุ A แทน ผลงานสะเต็ม

B แทน กระบวนการ (STEM) เน้นออกแบบเชิงวิศวกรรม

C แทน การนำเสนอผลงาน

D แทน การบูรณาการความรู้ (STEM)

จากตาราง 4.1 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา สำหรับของนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จากคะแนน ผลงานสะเต็ม กระบวนการ (STEM) เน้นออกแบบเชิงวิศวกรรม การนำเสนอผลงาน การบูรณาการความรู้ (STEM) โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าร้อยละเท่ากับ 94.45

ตาราง 4.2 การทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

คนที่	**คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)**	
	ก่อนเรียน	**หลังเรียน**
1	14	17
2	16	20
3	15	18
4	17	20
5	16	19
6	17	20
7	16	19
8	17	20
9	16	20
10	17	20
11	16	19
12	17	20
13	17	20
14	14	18
15	14	17
16	17	20
17	17	20
18	17	20

คนที่	คะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
19	15	19
20	17	20
21	18	20
22	17	20
23	17	20
24	15	18
25	17	20
26	15	18
27	13	19
28	17	20
29	18	20
30	17	19
31	16	19
32	17	20
33	13	19
34	17	20
35	18	20
36	15	19
37	17	20
38	17	20
39	17	20
40	14	17
$\sum x$	**647.00**	**774.00**
$\bar{X}$	**16.18**	**19.35**
S.D.	**1.32**	**0.94**
ร้อยละ	**80.88**	**96.75**

จากตาราง 4.2 พบว่า นักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จากคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 19.35 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 96.75 โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E2) มีค่าร้อยละเท่ากับ 96.75

ตาราง 4.3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา

แบบทดสอบ	N	$\overline{X}$	S.D.	t	df	P
ก่อนเรียน	40	16.18	1.32	24.70*	39	0.00*
หลังเรียน	40	19.35	0.94			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

จากตาราง 4.3 พบว่า นักศึกษาที่รับการจัดการเรียนรู้ โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนก่อนเรียนวิชาฟิสิกส์ (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เท่ากับ 16.18 และ 1.32 ตามลำดับ และคะแนนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน เท่ากับ 19.35 และ 0.94 ตามลำดับ เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่ าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (P= 0.00)

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัย การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักศึกษาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา และ 2) พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นักศึกษาโดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษา แบบสะเต็มศึกษา ในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัย เป็นนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ จำนวน 222 คน กลุ่มตัวออย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ ชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 1 และ หมู่เรียน 2 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ที่ศึกษาในรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 40 คน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ซึ่งได้มาจากการการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อทดสอบความสามารถก่อนเรียนและหลังเรียน รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบปรนัย (Multiple Choice) 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 2) สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ตามจุดมุ่งหมายรายวิชา และวิธีการสอนรายวิชาโครงงานฟิสิกส์ 3) การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดำเนินการ ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาโครงงานฟิสิกส์ รหัสวิชา 1193903 ภาคการศึกษา 2/2565 โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ไปทดสอบก่อนเรียน (Pre - test) กับนักศึกษา กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เมื่อดำเนินการงิจัยแล้วเสร็จ ได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิมทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างอีกครั้ง (Post -test) ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E / 1E2) และ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาเรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ของนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ปรากฏผลดังนี้

1. นักศึกษาที่รับการจัดการเรียนรู้ โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 16.18) และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D. = 1.32) ของคะแนนก่อนเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เท่ากับ 16.18 และ 1.32 ตามลำดับ และคะแนนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 19.35) และส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐาน (S.D. = 0.94) เมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (P = 0.00)

2. นักศึกษาพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์นักศึกษาโดยใช้โดยชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา จากคะแนน ผลงานสะเต็ม กระบวนการ (STEM) เน้นออกแบบเชิงวิศวกรรม การนำเสนอผลงาน การบูรณาการความรู้ (STEM) โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าร้อยละเท่ากับ 94.45 และคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 19.35 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 96.75 โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E2) มีค่าร้อยละเท่ากับ 96.75 ซึ่งสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1/E2) มีค่ามากกว่าที่กำหนดไว้ (75/75)

5.2 อภิปรายผล

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ของนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากชุดกิจกรรมการ เรียนรู้ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎี แนวคิดและหลักการของ เคมพ์ และเดย์ตัน (Kemp & Dayton. 1985 : 13 - 15) และบุญเกื้อ ควรหาเวช (2545) โดยนักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้และฝึกฝนการทำงาน เป็นหมู่คณะด้วยกระบวนการกลุ่ม รวมทั้งได้เรียนรู้ด้วยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากการทำกิจกรรมและเกิดทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ ปฏิบัติการทดลอง จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558) ได้ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้โดยใช้ชุดสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 สวิตตา นัสรินทร์ บือซา (2558) ได้ทำการศึกษาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความ หลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นครูผู้สอนควรชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจถึงบทบาทหน้าที่ของนักศึกษาและวิธีการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เข้าใจเพื่อให้นักเรียนสามารถปฏิบัติตามชุดกิจกรรมได้ถูกต้อง

5.3.1.2 การนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ควรปรับให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนและรายวิชาในการจัดการเรียนการสอน

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยขอเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

5.3.2.1 ควรนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักศึกษาในระดับชั้น และสาขาวิชาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อจะได้ข้อสรุปเกี่ยวกับผลการวิจัยที่กว้างขวางและมีประสิทธิภาพ

บรรณานุกรม

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถานเอกอัครราชทูตไทย ประจำกรุงวอชิงตัน ดี.ซี. (2556). โอ บามา ประกาศแผนการใหม่ในการสร้างกลุ่มต้นแบบการสอน **STEM (STEM Master Teaching Corps)**. เข้าถึงเมื่อ 18 สิงหาคม 2565. เข้าถึงได้จาก http://www.ostc.thaiembdc.org/test2012/stnews_Sept12_5

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ. (2558). "**การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา.**" สาขามนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). **การจัดการเรียนรู้แนวใหม่**. นนทบุรี: สหมิตรพริ้นติ้ง แอนด์พับลิสชิ่ง.

นงนุช เอกตระกูล. (2558). "การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ STEM เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (CPS) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6." งานวิจัยทางการศึกษา โรงเรียนอัสสัมชัญธนบุรี.

ปานทอง กุลนาถศิริ. (2557). **การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21.** เข้าถึงเมื่อ 4 กันยายน 2562. เข้าถึงได้จาก https://sites.google.com/site/snpinnrabawxin/home/nana-sara-kab-khnitsastr-1/karcadkarsuksakhnitsastrnistwrrsthi21

ปัณญานัตย์ วิเศษสมวงศ์.(2557). **การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา.** สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาประกาศกระทรวงศึกษาธิการเรื่อง มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ พ.ศ.2554 หน้า 125. (20 ตุลาคม 2565). **เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับอุดมศึกษา**. file:///C: Downloads/thitiyab

ประวิต เอราวรรณ์.(2552). **แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design.** http://permboonlearningcenter.com/pdf/r2r/3.pdf

ปราณี กองจินดา.(2549). **ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.** http://www.mcc-muangchol.ac.th/research/research

เปรียบฟ้า ด้วงนุ่ม. (2560). **"กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**." สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). "**STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21."** วารสารนัก บริหาร, (เมษายน-มิถุนายน 2556).

พัทธมน นามปวน และคณะ. (2557). **ศึกษารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุและสมบัติของวัสดุแบบสะเต็มศึกษา (STEM education) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปที่ 5.** file:///C:/Users/New%20pc/Downloads/

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข.(2548). **ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.** http://www.pratya.nuankaew.com

พลศักดิ์ แสงพรมศรี .(2558). **เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นสูงและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษากับแบบปกติ**. file:///C:/Users/New%20pc/Downloads/thitiyab

พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). **ทำการศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดสะเต็มศึกษา.**http://edu.msu.ac.th/journal/home

พรทิพย ศิริภัทราชัย.(2556). **ความหมายของสะเต็มศึกษา.** https://www.nxpo.or.th/th/8880/

พวงรัตน์ ทวีรัตน์.(2530). **จุดมุ่งหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**. https://sites.google.com/

ไพโรจน์ คะเชนทร์.(2556). **ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.** http://www.edu-journal.ru.ac.th/

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2546). **ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.** http://www.bspc.ac.th/

มนตรี จุฬาวัฒนทล.(2556). **ความหมายของสะเต็มศึกษา.** https://www. stem-education-sa-tem-suksa

รัฏฏิกา ตั้งพุทธิพงศ์. (2559). "**การวิเคราะห์กระบวนการขับเคลื่อนนโยบายสะเต็มศึกษาจากระดับชาติสู่ ห้องเรียน.**" ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิธีวิทยาการวิจัยการศึกษา จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. (2538). **สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.** https://computer.srru.ac.th

วิจารณ์ พานิช. (2555). **กระบวนการที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง.** file:///C:/Users/New%20pc/Downloads/thitiyab

ศิริลักษณ์ ชาวลุ่มบัว. (2558). **พัฒนาหลักสูตรสะเต็มศึกษา เรื่อง อ้อย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาประสิทธิภาพของหลักสูตร 5 ด้าน.** file:///C:/Users/New%20pc/Downloads/rachchanon_yam

ศรีวัย กัณหาไธสง . (2558). **การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรม STEM เพื่อสร้างแรงบันดาลใจทางด้านวิทยาศาสตร์ออกแบบกิจกรรม 5 กิจกรรม ในเรื่อง สสาร พลังงานกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**.

file:///C:/Users/New%20pc/Downloads/chadarat,+%7B$userGroup%7D,+%E0%

ศานิกานต์ เสนีวงศ. (2556). **ความหมายของสะเต็มศึกษา**. https://www.nxpo.or.th/th/8880/

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556a). **คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา**. เข้าถึง เมื่อ 12 มีนาคม 2562. เข้าถึงได้จาก http://www.stemedthailand.org/?page_id=25

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556b). **สะเต็มศึกษา STEM Education.** เข้าถึงเมื่อ 27 มีนาคม 2562. เข้าถึงได้จาก www.stemedthailand.org

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). **ความรู้เบื้องต้นสะเต็ม**. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.

สวิตตา นัสรินทร์ บือซา.(2558). **ทำการศึกษาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ โดยใช้รูปแบบการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.** https://sites.google.com/site/mrsororunboun

สิริพร ทิพย์คงและพิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). **ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี**. http://www.nana-bio.com

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557). **ความหมายของสะเต็มศึกษา.** https://minorsmartkids.com

สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา.(2554). **มาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์**. หน้า 125

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). **แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**. https://tci-thailand.org/wp-contentstyle/tci_search/author./themes/magazine-

อลงกต ใหม่ด้วง. (2557). **การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา.** file:///C:/Users/New%20pc/Downloads/thitiyab

Anju Balisu . (2015). **กิจกรรมที่เกี่ยวเนื่องกับสะเต็ม**. Available from https://www.twinkl.com

Bybee, R. W. (2013). **The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities** [Press release]

Catherine Vee . (2012). **การศึกษาในลักษณะของรูปแบบสะเต็ม** Available from https://www.twinkl.com/

Diana, L. R. (2015). **Integrated STEM Education through Project-Based Learning**. เข้าถึง เมื่อ 28 January 2022. Available from https://studentsatthecenterhub.org

Edward. (2013). **การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.** Available from https://repository.rmutr.ac.th/bitstream

Fang Vasaski . (2013). **ศึกษาเพื่อความสนใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เพิ่มขึ้น โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา.** Available from https://so02.tci-thaijo.org/

Gonzalez และ Kuenzi.(2012). **ความหมายของสะเต็มศึกษา.** Available from https://www.twinkl.com/

Kemp & Dayton. (1985). **STEM Incorporating Technology Tools and the 5E Instructional Model to Teach High School Students Chemistry by Online Instruction.** Available from https://eric.ed.gov/?id=ED623168

Lantz, H.B. (2009). **Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education What Form? What Function?** [Online]. Available from: http://www.currtechintegrations.com/ pdf/STEMEducationArticle.pdf [Cited 12 March 2014].

O'Neil, T. L., Yamagata, J.Y. & Togioka, S. (2012). **Teaching STEM Means Teacher** Learning.Phi Delta Kappan.

Shields Sadava . (2006). **Enginerring is Elementary.** Available from https://sites.google.com/site

Turan, Serife; Matteson, Shirley M. (2021). **STEM Mathematics Classrooms Practice Based on 5E Instructional Model**. International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, v9 n1 p22-39 2021

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ของนักศึกษา สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ ประกอบด้วย

1. อาจารย์อุกฤษฏ์ นาจำปา	อาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
2. อาจารย์ปัฐพงศ์ เทียมตรี	อาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
3. อาจารย์อารีรัตน์ เมืองแสน	อาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

ข.1 การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

ข.2 การประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมสะเต็ม เรื่องฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ข.3 การประเมินค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาคผนวก ข.1

การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
(รูปแบบสะเต็มศึกษา)

ข้อ	รายการที่ประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC
		1	2	3		
1	**สาระสำคัญ**					
	1.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	1.2 มีประโยชนต่อชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1.00
	1.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	1.4 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00
2.	**จุดประสงค์การเรียนรู้**					
	2.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	2.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00
	2.3 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	2.4 ระบุพฤติกรรมที่สามารถวัดและประเมินได้	+1	+1	+1	3	1.00
3.	**สาระการเรียนรู้**					
	3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	3.2 มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1.00
	3.3 มีความยากง่ายเหมาะสมกับชั้นเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	3.4 นำสนใจและเป็นประโยชนต่อผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
4.	**การจัดกระบวนการเรียนรู้**					
	4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	4.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ใช้จัดกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
	4.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
5.	**สื่อการเรียน**					
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
	5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00

ข้อ	รายการที่ประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC
		1				
	5.3 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00
	5.4 เร้าความสนใจของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
6.	**การวัดและประเมินผล**					
	6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	6.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00
	6.3 การวัดที่ระบุไว้สามารถประเมินได้	+1	+1	+1	3	1.00
	6.4 ใช้เครื่องมือวัดได้เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00

ภาคผนวก ข.2

การประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมสะเต็ม เรื่องฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ผลการแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของชุดกิจกรรมสะเต็มฮาร์มอนิก

คำชี้แจง โปรดพิจารณาความสอดคล้องของประเด็นข้อคำถามเพื่อใช้ในชุดกิจกรรมสะเต็มฮาร์มอนิก แต่ละข้อว่ามีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เมื่อพิจารณาแล้วให้ใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องความคิดเห็น โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+ 1 หมายถึง เห็นด้วย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

- 1หมายถึง ไม่เห็นด้วย

รายการขอความคิดเห็น	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC
	1	1	1		
1. ความสอดคล้องเหมาะสมกับหลักสูตร	+1	+1	+1	3	1.00
2. ความสอดคล้องของธรรมชาติกับเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
3. ความสอดคล้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
4. ความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพปัจจุบันและปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00
5. ความเหมาะสมต่อกระบวนการพัฒนาผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00
6. ความเหมาะสมของเนื้อหา	+1	+1	+1	3	1.00
7. ความเหมาะสมของเวลา	+1	+1	+1	3	1.00
8. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00
9. ความเหมาะสมกับความสนใจของนักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00
10. รูปแบบการวัดผล ประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00

ผลการแบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ

คำชี้แจง ขอท่านผู้เชี่ยวชาญพิจารณาข้อคำถามของแบบทดสอบว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ในระดับใด โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

+1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงกับจุดประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นวัดไม่ได้ตรงกับจุดประสงค์

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวมคะแนน	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ข.3
การประเมินค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการประเมินค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (R)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (R)	ความหมาย
1	0.55	0.5	ใช้ได้
2	0.35	0.1	ใช้ได้
3	0.60	0.4	ใช้ได้
4	0.45	0.3	ใช้ได้
5	0.65	0.3	ใช้ได้
6	0.55	0.3	ใช้ได้
7	0.55	0.3	ใช้ได้
8	0.55	0.3	ใช้ได้
9	0.75	0.3	ใช้ได้
10	0.55	0.3	ใช้ได้
11	0.45	0.3	ใช้ได้
12	0.60	0.2	ใช้ได้
13	0.45	0.5	ใช้ได้
14	0.70	0.4	ใช้ได้
15	0.55	0.5	ใช้ได้
16	0.55	0.5	ใช้ได้
17	0.70	0.4	ใช้ได้
18	0.80	0.3	ใช้ได้
19	0.75	0.3	ใช้ได้
20	0.75	0.3	ใช้ได้
21	0.90	0.1	ใช้ไม่ได้
22	0.75	0.3	ใช้ได้
23	0.55	0.3	ใช้ได้
24	0.55	0.3	ใช้ได้

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (R)	ความหมาย
25	0.90	0.1	ใช้ไม่ได้
26	0.10	0.9	ใช้ไม่ได้
27	0.55	0.3	ใช้ได้
28	0.75	0.3	ใช้ได้
29	0.75	0.3	ใช้ได้
30	0.90	0.1	ใช้ไม่ได้

ค่าความเชื่อมั่น = 0.846282373

ภาคผนวก ค.

รายชื่อนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมการจัดการเรียนรู้รูปแบบสะเต็มศึกษา

รายชื่อนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรม การจัดการเรียนรู้
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (รูปแบบสะเต็มศึกษา)

เลขที่	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-สกุล
1	640113119001	นายจริยะพัฒน์ ขำวง
2	640113119002	นายชุติพงศ์ มีศรี
3	640113119003	นายทวีโชค นกนาค
4	640113119004	นายธนรัตน์ บุญสำเร็จ
5	640113119005	นายธราเทพ จันสีดา
6	640113119006	นายพิชิต ย่ำรัมย์
7	640113119007	นายภูวดล ศรีเรืองหัตถ์
8	640113119008	นายวทัญญู เที่ยงธรรม
9	640113119009	นายวีระพล พรมประโคน
10	640113119011	นาวสาวกัญญารัตน์ ตัดฤยาวัตร
11	640113119013	นางสาวจิดาภา จันทร์ดี
12	640113119014	นางสาวชนิดา อุปวงษา
13	640113119016	นางสาวเบญญาถา นามเชตต์
14	640113119017	นางสาวปนัดดา สาสุข
15	640113119018	นางสาวพลอยพัชชา สมบัติ
16	640113119020	นางสาวภาวิดา บัวศรี
17	640113119023	นางสาวศศิธร ศรีหาญ
18	640113119025	นางสาวสุกัลญา บุบผามาลัย
19	640113119027	นางสาวอภิญญา ดีรักชาติ
20	640113119028	นางสาวอรุณปภา สาแก้ว
21	640113119030	นายชนาธิป ดุลยติธรรม
22	640113119031	นายทิปปกรณ์ ทาเงิน
23	640113119032	นายธนกฤต ไร่นา
24	640113119033	นายธนาคม บุตรพันธ์
25	640113119034	นายนราวิชญ์ ตาน้อย
26	640113119036	นายรุจิเทพ ศรีสุข
27	640113119037	นายวิทยากรณ์ สวัสดีลาภา
28	640113119038	นายศุภกร การรัมย์
29	640113119039	นางสาวกนกวรรณ โกรทินธาคม

30	640113119040	นางสาวกุลธิดา เข็มบุปผา
31	640113119041	นางสาวเกศมณี สะอื้นรัมย์
32	640113119042	นางสาวเจนจิรา หอมชื่น
33	640113119043	นางสาวชลนิภา สังสีแก้ว
34	640113119045	นางสาวปนัดดา ฟองสูงเนิน
35	640113119046	นางสาวปัณชญา มินทรรัมย์
36	640113119050	นางสาวรัตนาภรณ์ ลีประโคน
37	640113119051	นางสาวศศิธร คำก้อน
38	640113119053	นางสาวศิริลักษณ์ แกล้วกล้า
39	640113119054	นางสาวสุพัตรา ไชยวงค์
40	640113119055	นางสาวสุรีพร เป็นเคลือ

ภาคผนวก ง.
เกณฑ์การบันทึกคะแนนผลงาน รูปแบบสะเต็มศึกษา

เกณฑ์การบันทึกคะแนนผลงาน รูปแบบสะเต็มศึกษา

ระดับ รายการ ประเมิน	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
ผลงาน	แบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยฮาร์มอนิกส์สามารถแกว่งได้ และสามารถหาคาบในการเคลื่อนที่ (T) ได้โดยไม่เกิดการชำรุดของอุปกรณ์	แบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยฮาร์มอนิกส์สามารถแกว่งได้ และสามารถหาคาบในการเคลื่อนที่ (T) ได้โดยเกิดการชำรุดของอุปกรณ์บางส่วน	แบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยฮาร์มอนิกส์สามารถแกว่งได้ และสามารถหาคาบในการเคลื่อนที่ (T) ได้โดยเกิดการชำรุดของอุปกรณ์เกือบทั้งหมด	ฮาร์มอนิกส์ไม่สามารถแกว่งได้ และไม่สามารถหาคาบในการเคลื่อนที่ (T) ได้
การนำเสนอผลงาน	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจถูกต้อง ชัดเจน อธิบายเหตุผลของ	รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ชัดเจน อธิบายเหตุผลของแนวคิดได้ถูก ต้องบางส่วน	แนวคิดได้รูปแบบการนำเสนอสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจได้ไม่ชัดเจน อธิบายเหตุผลของ แนวคิดได้ถูกต้องบางส่วน	รูปแบบการนำเสนอ สื่อความหมายไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน อธิบายเหตุผลของแนวคิดไม่ได้

เกณฑ์การบันทึกคะแนนผลงาน

เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง ฮาร์มอนิก

ระดับ รายการ ประเมิน	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ควรปรับปรุง (1)
การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูล และแสดงถึงการใช้ข้อมูลมาเป็นพื้นฐานการตัดสินใจในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีการสืบค้นข้อมูล แต่ไม่ได้นำมาใช้เป็นพื้นฐานการตัดสินใจในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แต่ไม่มีการสืบค้นข้อมูล	ขาดการใช้การออกแบบเชิงวิศวกรรม
การบูรณาการความรู้ (STEM)	สามารถอธิบายความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้องครบ ทั้ง 3 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้อง 2 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้องเพียง ด้านเดียว	ไม่สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้อง กับการออกแบบผลงานได้

เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K)
ใบงาน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก

ประเด็นที่ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
การคิดวิเคราะห์	มีการจับประเด็นสำคัญ ขยายความ เปรียบเทียบและสรุปความคิดรวบยอดได้ดี	มีการจับประเด็นสำคัญได้แต่ขยายความหรือยกตัวอย่างไม่ได้	มีการจับประเด็นได้น้อย
การเขียนสื่อข้อความ	เขียนสื่อความได้ถูกต้องตามอักขรวิธี ตรงประเด็นและเข้าใจง่าย	เขียนสื่อความไม่ถูกต้องตามอักขรวิธี 2-3แห่ง ตรงประเด็น	เขียนสื่อความได้น้อย ไม่ตรงประเด็น
ประโยชน์ของการนำข้อมูลไปใช้	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม	สามารถนำไปประยุกต์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้บ้าง	สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก

เกณฑ์การผ่าน ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินพฤติกรรม กำหนดไว้ดังนี้

คะแนน 5-6 หมายถึง ระดับคุณภาพดี
คะแนน 3-4 หมายถึง ระดับคุณภาพพอใช้
คะแนน 1-2 หมายถึง ระดับคุณภาพปรับปรุง

เกณฑ์แบบประเมินพฤติกรรมรายบุคคล (A)

รายการประเมิน	**ระดับคะแนน**	
	2	**1**
1. นักเรียนมีความรับผิดชอบใน การ ทำงาน	ส่งงานตรงเวลา ทำงานที่ได้รับ มอบหมายเสร็จเรียบร้อย รวมถึงงานที่ทำมีความเป็น ระเบียบเรียบร้อย อ่านง่าย	ส่งงานไม่ตรงเวลา และทำงาน ที่ได้รับมอบหมายไม่เสร็จ
2. นักเรียนมีความสนใจใฝ่เรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา พร้อมทั้งมีหนังสือและสมุดเรียน	เข้าเรียนไม่ตรงเวลาและไม่นำสมุดและหนังสือเรียนมาเข้าเรียน
3. นักเรียนมีใจเป็นกลาง มีเหตุผลทางด้านวิทยาศาสตร์	สามารถอธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ เรียนได้อย่างมีเหตุผล ไม่ใช้ ความรู้สึกหรือประสบการณ์ เดิมในการตัดสินใจ	อธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่เรียนโดย ใช้ความรู้สึกหรือประสบการณ์ เดิมในการตัดสินใจ

เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมรายบุคคล

ผ่านเกณฑ์การประเมิน ต้องได้คะแนนร้อยละ 50 (3 คะแนน) ขึ้นไป

คะแนน	**ระดับคุณภาพ**
5-6	**อยู่ในระดับ ดี**
3-4	**อยู่ในระดับ พอใช้**
1-2	**อยู่ในระดับ ปรับปรุง**

ภาคผนวก จ.

สื่อประกอบชุดกิจกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก

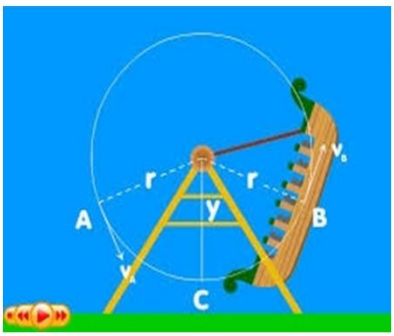
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
(Simple Harmonic Motion)

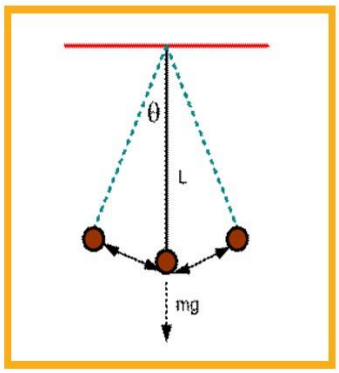
ความหมาย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

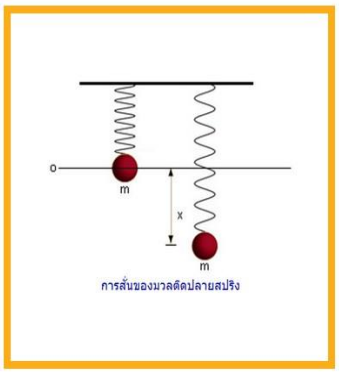
การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายหรือซิมเปิลฮาร์มอนิก เป็นการเคลื่อนที่แบบสั่นหรือแกว่งของวัตถุต่าง ๆ ที่ถูกตรึงหรือยึดไว้ เมื่อปล่อยให้วัตถุนั้นสั่นหรือแกว่างอย่างอิสระ วัตถุนั้นจะสั่นหรือแกว่งกลับไปกลับมาผ่านจุดสมดุลโดยไม่มีแรงเสียดทานและเกิดแรงย้อนกลับที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางเข้าสู่แนวสมดุล ด้วยความถี่คงตัวค่าหนึ่ง เช่น การสั่นของวัตถุที่ติดกับปลายข้างหนึ่งของสปริง หรือการแกว่งของลูกตุ้ม



รูปที่ 1 ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย



รูป (ก) การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา



รูป (ข) การสั่นของสปริง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ปริมาณต่างๆ กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก

1. แอมพลิจูด (Amplitude : A) แทน การกระจัดสูงสุดของการเคลื่อนที่ วัดจากจุดสมดุลไปยัง จุดปลาย มีค่าคงที่เสมอ มีหน่วยเป็น เมตร (m)
2. คาบ (Period : T) แทน ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ นับจากจุดปลายด้านหนึ่งไปยัง จุดปลายอีกด้านหนึ่งแล้วเคลื่อนที่กลับมายังจุดปลายเดิม มีหน่วยเป็น วินาที/รอบ หรือ วินาที

ปริมาณต่างๆ กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก

3. ความถี่ (Frequency : f) แทน จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น รอบ/วินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

4. อัตราเร็วเชิงมุม (angular velocity: ω) หรือความถี่เชิงมุม แทน อัตราการเปลี่ยนแปลงมุม รอบจุดคงที่ในหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยเป็น เรเดียน/วินาที (rad/s)

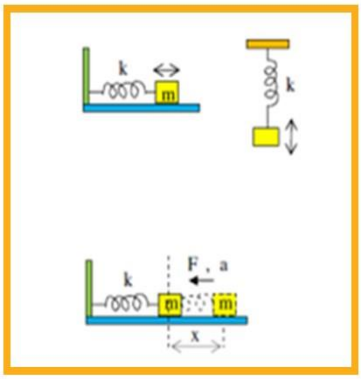
สมการความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ กับอัตราเร็วเชิงมุม สามารถเขียนได้เป็น

$$T = \frac{1}{f} \quad \text{หรือ} \quad f = \frac{1}{T}$$

ตัวอย่างการนำการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายไปใช้ประโยชน์ เช่น การออกแบบระบบกันสะเทือนในยานพาหนะอย่างเช่นรถยนต์ โดยลดการสั่นสะเทือนที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของล้อไปบนพื้นผิวถนนที่ขรุขระ โดยใช้ขดลวดปริง ที่อยู่ระหว่างตัวรถกับล้อรถ เป็นตัวรับน้ำหนักและแรงกระแทกที่เกิดขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

การหาคาบและความถี่ของการสั่นของวัตถุที่ติดปลายสปริง



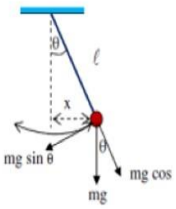
คาบของการเคลื่อนที่ มีค่าเท่ากับ

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

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

ให้จำสูตรนี้ไว้ เมื่อกล่าวถึงคาบหรือความถี่ของการสั่นของวัตถุที่ติดสปริง ลองนึกภาพมวลมาก T มากตาม สมเหตุสมผล

การหาคาบและความถี่ของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย



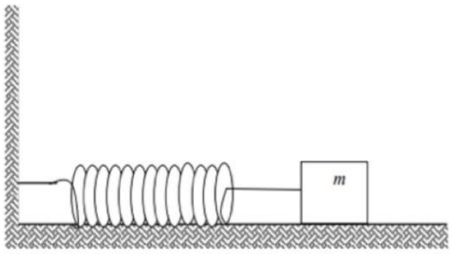
คาบของการเคลื่อนที่ มีค่าเท่ากับ

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

ให้จำสูตรนี้ไว้ เมื่อกล่าวถึงคาบหรือความถี่ของการแกว่งของลูกตุ้ม เชือกยาวมาก T มากตาม สมเหตุสมผล

ตัวอย่างการคำนวณ

มวล 1.0 กิโลกรัมติดอยู่ปลายสปริงดังรูป ที่มีค่าคงที่สปริงเป็น 1000 นิวตันต่อเมตร จับมวลดึงสปริงให้ยืดเป็นระยะ 10 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้สั่นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ถามว่าขณะที่มวลผ่านแนวสมดุล มวลมีขนาดของความเร็วกี่เมตรต่อวินาที



วิธีทำ จากโจทย์กำหนด $k = 1000$ N/m

$m = 1$ kg

โจทย์ให้หา ขนาดความเร็ว (v) เมื่อมวลผ่านแนวสมดุล

จากสมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

แทนค่าจะได้ $= 2\pi\sqrt{\frac{1}{1000}}$

$T = \frac{2\pi}{10\sqrt{10}}$ ---------- (1)

หา v จากสมการ $V = \omega A$

$= \frac{2\pi}{T}A$

แทนค่า T จากสมการ (1) จะได้ $= \frac{\frac{2\pi}{2\pi}(0.1)}{10\sqrt{10}}$

$= \sqrt{10}$

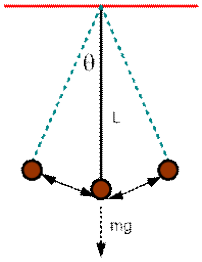
ตอบ ขนาดความเร็วของมวลที่ผ่านแนวสมดุลมีค่าเท่ากับ $\sqrt{10}$ เมตรต่อวินาที

ใบความรู้ที่ 1

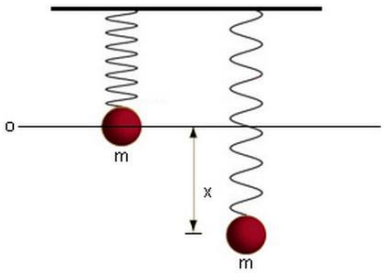
เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก

<u>การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย (Simple Harmonic Motion)</u>

การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกเป็นการเคลื่อนที่แบบสั่นหรือแกว่งของวัตถุต่าง ๆ ที่ถูกตรึงหรือยึดไว้เมื่อปล่อยให้วัตถุนั้นสั่นหรือแกว่างอย่างอิสระ วัตถุนั้นจะสั่นหรือแกว่งกลับไปกลับมาผ่านจุดสมดุลโดยไม่มีแรงเสียดทานและเกิดแรงย้อนกลับที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางเข้าสู่แนวสมดุล ด้วยความถี่คงตัวค่าหนึ่ง เช่น การสั่นของวัตถุที่ติดกับปลายข้างหนึ่งของสปริง หรือการแกว่งของลูกตุ้ม ดังรูป



รูป (ก) การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา



รูป (ข) การสั่นของสปริง

รูปที่ 1 ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกอย่างง่าย

<u>ปริมาณต่าง ๆ กับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก</u>

1. แอมพลิจูด แทน การกระจัดสูงสุดของการเคลื่อนที่ วัดจากจุดสมดุลไปยัง จุดปลาย มีค่าคงที่เสมอ มีหน่วยเป็น เมตร (m)

2. คาบ (Period : T) แทน ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ นับจากจุดปลายด้านหนึ่งไปยัง จุดปลายอีกด้านหนึ่งแล้วเคลื่อนที่กลับมายังจุดปลายเดิม มีหน่วยเป็น วินาที/รอบ หรือ วินาที

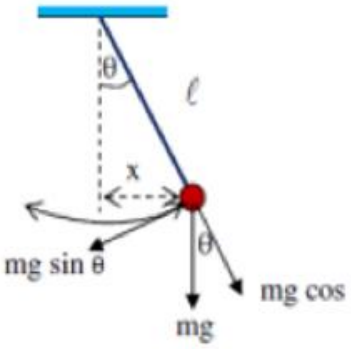
3. ความถี่ (Frequency : f) แทน จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น รอบ/วินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

4. อัตราเร็วเชิงมุม หรือความถี่เชิงมุม แทน อัตราการเปลี่ยนแปลงมุม รอบจุดคงที่ในหนึ่งหน่วยเวลา หน่วยเป็น เรเดียน/วินาที (rad/s)

สมการความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ กับอัตราเร็วเชิงมุม สามารถเขียนได้เป็น

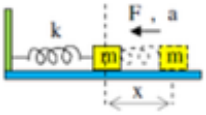
$$T = \frac{1}{f} \text{ หรือ } f = \frac{1}{T}$$

<u>การหาคาบและความถี่ของการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย</u>



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

<u>การหาคาบและความถี่ของการสั่นของวัตถุที่ติดปลายสปริง</u>



คาบของการเคลื่อนที่ มีค่าเท่ากับ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

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

สรุปการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย จึงอาจจะเขียนได้ในรูปที่ซึ่งมีการกระจัดเป็นฟังก์ชันของเวลา

$X = A\cos\omega t$

$V = \omega A\sin\omega t$

$V = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$V = \omega A$

$a = \omega^2 A\cos\omega t$

$a = \omega^2 x$

$a_m = \omega^2 A$

ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการเคลื่อนที่หลายอย่าง เช่น การสั่นของสปริง นอกจากนี้ การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายยังประมาณปรากฏการณ์อื่นได้ ซึ่งรวมการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอย่างง่าย ตลอดจนการสั่นของโมเลกุล การเคลื่อนที่ของมวลบนสปริงเมื่ออยู่ภายใต้แรงดึงกลับยืดหยุ่นเชิงเส้นตามกฎของฮุก เป็นตัวอย่างของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย การเคลื่อนที่นี้มีความถี่พ้องเดียว ในการเกิดการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย แรงลัพธ์ของวัตถุที่ปลายลูกตุ้มต้องเท่ากับการกระจัด

ใบงาน

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ชื่อ.....ชั้น..... เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> เติมข้อความหรือความหมายลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุที่ติดปลายสปริงมีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย พร้อม ยกตัวอย่าง

2. จงบอกความหมายของ คามถี่ คาบ และสมการที่ใช้ของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกของวัตถุที่ติดปลายสปริง

3. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของการแกว่งของลูกตุ้มมีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย พร้อมยกตัวอย่าง

4. มวล 1.0 กิโลกรัมติดอยู่ปลายสปริงดังรูป ที่มีค่าคงที่สปริงเป็น 1000 นิวตันต่อเมตร จับมวลดึงสปริงให้ยืดเป็นระยะ 10 เซนติเมตร แล้วปล่อยให้สั่นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ถามว่าขณะที่มวลผ่านแนวสมดุล มวลมีขนาดของความเร็วกี่เมตรต่อวินาที

5. ลูกตุ้มยาว 150.3 cm แกว่งครบ 100 รอบในเวลา 246.7 s จงคำนวณหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (g) ณ ตำแหน่งซึ่งนาฬิกา

เฉลย ใบงาน

เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกย่าง

ชื่อ.....ชั้น ..... เลขที่.....

<u>คำชี้แจง</u> เติมข้อความหรือความหมายลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายของวัตถุที่ติดปลายสปริงมีลักษณะอย่างไร จงอธิบาย พร้อม ยกตัวอย่าง

   <u>ตอบ</u> เป็นการเคลื่อนที่แบบสั่นหรือแกว่งของวัตถุต่างๆ ที่ถูกตรึงหรือยึดไว้เมื่อปล่อยให้วัตถุนั้นสั่นหรือแกว่างอย่างอิสระ วัตถุนั้นจะสั่นหรือแกว่งกลับไปกลับมาผ่านจุดสมดุลโดยไม่มีแรงเสียดทานและเกิดแรงย้อนกลับที่กระทำต่อวัตถุมีทิศทางเข้าสู่แนวสมดุล ด้วยความถี่คงตัวค่าหนึ่ง

2. จงบอกความหมายของ คามถี่ คาบ และสมการที่ใช้ของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกของวัตถุที่ติด ปลายสปริง

   <u>ตอบ</u> คาบ (Period : T) คือ ช่วงเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ครบหนึ่งรอบ นับจากจุดปลายด้านหนึ่งไปยัง จุดปลายอีกด้านหนึ่งแล้วเคลื่อนที่กลับมายังจุดปลายเดิม มีหน่วยเป็น วินาที/รอบ หรือ วินาที

   ความถี่ (Frequency : f) คือ จำนวนรอบที่วัตถุเคลื่อนที่ได้ในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็น รอบ/วินาที หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

   สมการที่ใช้ คือ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ หรือ $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1.ข้อใดไม่ใช่ลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

ก. มีความเร็วสูงสุด ณ จุดสมดุล

ข. คาบของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับเวลา

ค. คาบของการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแอมพลิจูด

ง. ทิศของความเร่งเข้าสู่จุดสมดุลตลอดเวลา

จ. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่แปรตามการกระจัด

2.ในการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ข้อความในข้อใดไม่ถูกต้อง

ก. เฟสของการกระจัดและความเร่งต่างกัน

ข. เฟสของการกระจัดและความเร่งต่างกัน เรเดียน

ค.วัตถุมีความเร็วมากที่สุด เมื่อการกระจัดและความเร่งเป็นศูนย์

ง. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีทิศตรงกันข้ามกับการกระจัดของวัตถุจากตำแหน่ง สมดุล

จ. เฟสของการกระจัดและความเร่งต่างกัน วัตถุมีความเร่งแปรผันตรงกับการกระจัด แต่ความเร็วเป็นศูนย์เมื่อมีการกระจัดมากสุด โดยมีแอมพลิจูดคงที่

3. ข้อความต่อไปนี้ ข้อใดถูกต้องสำหรับการเคลื่อนที่ฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1. เมื่อวัตถุมีการกระจัดมากที่สุด ความเร่งวัตถุจะมีค่าน้อยที่สุด
2. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่ามากที่สุด เมื่อวัตถุมีอัตราเร็วน้อยที่สุด
3. ถ้าแอมพลิจูดของการสั่นลดลง ความถี่ของการสั่นจะสูงขึ้น
4. ถ้ามวลของวัตถุมีค่ามากขึ้น คาบของวัตถุก็มากขึ้นด้วย

ก. 1 และ2 ข. 2 และ 3 ค. 2 และ 4 ง. 1 และ 4 จ. 1 และ 3

4. มวลผูกติดกับสปริงเบาแล้วดึงให้สปริงยืดออก 5 cm แล้วปล่อยให้สั่นฮาร์มอนิกอย่างง่าย ด้วยความถี่ 10 rad/s จงหาว่าเมื่อมวลเคลื่อนที่ผ่านจุดสมดุล มวลจะมีอัตราเร็วเชิงเส้นเท่าใด

ก. 0.50 m/s ข. 3.14 m/s ค. 5.00 m/s ง. 6.28 m/s จ. 6.74 m/s

5. แขวนมวล 30 กรัม ติดกับปลายสปริงเบาที่มีค่านิจสปริง (k) = 100 N/m เมื่อดึงมวลออกมาให้ห่างจาก สมดุล 20 cm แล้วปล่อยให้แกว่งแบบฮาร์โมนิก จงหา ความถี่เชิงมุมของการสั่น

ก. 0.57 rad/s ข. 1.82 rad/s ค. 18.2 rad/s ง. 57.7 rad/s จ. 0.47 rad/s

6.วัตถุหนึ่งสั่นแบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายด้วยความ ถี่ 70 Hz และแอมพลิจูด 0.03 cm จงหาความเร่งสูงสุด และอัตราเร็วสูงสุดของวัตถุ

ก. 58.03 m/s^2 ; 0.132 m/s ข. 49.39 m/s^2 ; 0.132 m/s

ค. 58.03 m/s^2 ; 0.341 m/s ง. 49.39 m/s^2 ; 0.341 m/s

ง. 49.39 m/s^2 ; 0.132 m/s

7. ลูกตุ้มยาว 150.3 cm แกว่งครบ 100 รอบในเวลา 246.7 s จงคำนวณหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (g)

ก. 9.75 m/s^2 ข. 9.81 m/s^2 ค. 9.98 m/s^2 ง. 10.2 m/s^2 จ. 9.77 m/s^2

8. การแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาเป็นเครื่องบอกเวลา พบว่า ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของดวงจันทร์มีค่าเป็น 1/6 เท่าของความเร่งเนื่องจาก แรงโน้มถ่วงของโลก จงหาว่า นาฬิกาจะตีบอกเวลา 1 ชั่วโมง จะต้องใช้เวลาจริง ๆ เท่าใด

ก. 1.00 ชั่วโมงเท่าเดิม ข. 1.45 ชั่วโมง ค. 2.00 ชั่วโมง ง. 2.40 ชั่วโมง จ . 2 . 4 5 ชั่วโมง

9.จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีแอมพลิจูดคงตัว

2) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีความถี่คงตัว

3) การเคลื่อนที่แบบสั่น จะเรียกว่าเป็น ฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อมีความเร็วคงตัว

ข้อความที่ถูกต้องคือ

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

ง. ข้อ 1 , 2 และ 3 จ.ไม่มีข้อถูก

10. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อความเร็วต่ำสุด ความเร่งมีค่ามากที่สุด

2) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย เมื่อความเร็วต่ำสุด การกระจัดมีค่ามากที่สุด

3) การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย คาบและความถี่ไม่ขึ้นอยู่กับช่วงกว้างของการเคลื่อนที่

ข้อความที่ถูกต้องคือ

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

ง. ข้อ 1 , 2 และ 3 จ.ไม่มีข้อถูก

11. ข้อความใดกล่าวได้ถูกต้องเกี่ยวกับ การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

1) อัตราส่วนระหว่างการกระจัดกับมวลของวัตถุมีค่าคงที่เสมอ

2) วัตถุมีความเร็วสูงสุด ขณะที่วัตถุได้รับแรงมากที่สุด

3) เมื่อการกระจัดมีค่ามากที่สุด ความเร่งมีค่ามากที่สุด

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

ง. ข้อ 1 , 2 และ 3 จ. ไม่มีข้อถูก

12. สมการการกระจัดของวัตถุที่เคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่ายเป็น $x = 2\cos 12t$ ข้อความใด กล่าวได้ ถูกต้อง

ก. แอมพลิจูด = 12 หน่วย ข. อัตราเร็ว = 24 หน่วย ค. อัตราเร็วเชิงมุม = 2 หน่วย

ง. ความเร่งสูงสุด = 72 หน่วย จ. แอมพลิจูด = 1 หน่วย

13. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย พบว่าเฟสของการกระจัดและของความเร่งมีความต่างกันอยู่เท่าใด

ก. 0 ข. $\frac{\pi}{2}$ ค. $\frac{3\pi}{4}$ ง. 2π จ. π

14. วัตถุหนึ่งมีการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ได้ ความเร่งสูงสุดและความเร็วสูงสุดเท่ากับ 54 เมตรต่อ (วินาที)^2 และ 6 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ จงหาอัตราเร็วเชิงมุมของวัตถุนี้เป็นกี่เรเดียนต่อวินาที

ก. 9 rad/s ข. 60 rad/s ค. 120 rad/s ง. 170 rad/s จ. 324 rad/s

15. รถมวล 490 กรัม ติดกับปลายสปริง เมื่อดึงด้วยแรง 5 นิวตัน ในทิศขนานกับพื้น สปริงจะยืดออก 20 เซนติเมตร เมื่อปล่อยรถจะเคลื่อนที่กลับไปมา บนพื้นเกลี้ยงด้วยความถี่เท่าใด

ก. 0.11 Hz ข. 0.44 Hz ค. 1.13 Hz ง. 4.40 Hz จ. 0.21 Hz

16. ลูกเหล็กทรงกลมมวล 1 กรัม แกว่งแบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย มีแอมพลิจูด 2 มิลลิเมตร ความเร่งที่จุดปลาย ของการแกว่งมีค่า 8×10^3 เมตรต่อวินาที^{2} จงหาความเร็วเมื่อวัตถุมีการกระจัด 1.6 มิลลิเมตร

ก. 1.2 m/s ข. 2.4 m/s ค. 3.2 m/s ง. 4.8 m/s จ. 9.8 m/s

17. ในการเคลื่อนที่ของวัตถุติดปลายสปริงข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. มวลที่ติดปลายสปริงมีค่ามาก จะทำให้ความถี่ในการสั่นมาก

ข. มวลที่ติดปลายสปริงมีค่ามาก จะทำให้คาบเวลาในการสั่นมาก

ค. มวลที่ติดปลายสปริงมีค่ามาก จะทำให้คาบเวลาในการสั่นน้อย

ง. คาบเวลาและความถี่ของการสั่น จะขึ้นอยู่กับขนาดของมวลที่ติดปลายสปริง

จ. ความถี่ในการสั่นบนโลกและบนดวงจันทร์มีค่าเท่ากัน ถ้ามวลที่ติดปลายสปริงเท่ากัน

18. ในขณะที่มวลติดปลายสปริงกำลังสั่นและระบบมีพลังงานรวมลดลง เราสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ก. แอมพลิจูดคงที่ ความถี่ลดลง

ข. แอมพลิจูดคงที่ ความถี่เพิ่มขึ้น

ค. แอมพลิจูดลดลง ความถี่ลดลง

ข. แอมพลิจูดคงที่ ความถี่คงที่

จ. แอมพลิจูดลดลง ความถี่คงที่

19. สปริงยาว 10 เซนติเมตร ถูกแขวนไว้ในแนวดิ่ง นำมวลก้อนหนึ่งมาถ่วงที่ปลายด้านล่างทำให้สปริงยาวขึ้นอีก 1 เซนติเมตร หลังจากนั้นดึงมวลก้อนดังกล่าวลงมาอีก 3 เซนติเมตร แล้วปล่อยมือ แอมพลิจูดของการสั่นมีค่าเท่าใด

ก. 1 เซนติเมตร

ข. 2 เซนติเมตร

ค. 3 เซนติเมตร

ง. 4 เซนติเมตร

จ. 5 เซนติเมตร

20. การทดลองเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ถ้าให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่จาก A ไป B แล้วไป C ดังรูป โดยใช้เวลา 2 วินาที คาบของการเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด

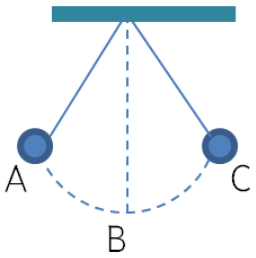
ก. 3 วินาที

ข. 4 วินาที

ค. 5 วินาที

ง. 6 วินาที

จ. 7 วินาที



ชุดกิจกรรม เรื่อง ฮาร์มอนิกอย่างง่าย

รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา

1. หาคาบการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย (การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก)
2. เขียนกราฟระหว่างคาบการแกว่งของลูกตุ้ม (T) กับความยาวเชือก (L)

วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์	รายละเอียด
1. เชือก	ความยาวตามตารางกำหนด
2. เทปใส	1 ม้วน
3. แลคซีน	1 อัน
4. ขวดน้ำ	2 ขวด
5. ถุงร้อน	2 ถุง
6. กรรไกร	1 เล่ม
7. ไม้บรรทัด ไม้เมตร หรือ สายวัด	เลือกได้ 1 อย่าง
8. ตะเกียบ	3 คู่
9. นาฬิกาจับเวลา	1 เครื่อง
10. มวล	5 ขนาด

วิธีดำเนินกิจกรรม

1. รับชมวีดีทัศน์เกี่ยวกับการแกว่งของ ฮาร์มอนิก และรับชมวีดีทัศน์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก
2. สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ ฮาร์มอนิกเพื่อประกอบการออกแบบและสร้างแบบจำลอง ฮาร์มอนิก โดยมีเงื่อนไขดังนี้

“ ถ้านักศึกษาได้รับผิดชอบในการออกแบบเรือไวกิ้งส์ สำหรับสวนสนุกที่กำลังจะเปิด โดยกำหนดให้ เรือไวกิ้ง สามารถใส่มวล และ ความยาวของแขนเรือ การแกว่งไวกิ้งส์จำนวน 20 รอบ ซึ่งถ้านักศึกษากลุ่มใดสามารถทำให้เรือไวกิ้งส์เคลื่อนที่ได้ ตามที่กำหนด และสามารถหาคาบในการเคลื่อนที่ได้ (T)

3. ร่วมกันศึกษาและอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

3.1 ความรู้วิทยาศาสตร์ด้านใดบ้างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก

3.2 นักเรียนต้องคำนึงถึงปัจจัยอะไรบ้าง เพื่อให้เล่น ฮาร์มอนิกสนุกและปลอดภัย

4. ทดลองเพื่อหาค่าหาคาบการแกว่งของลูกตุ้มอย่างง่าย (การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก)

5. ร่วมกันออกแบบและสร้างแบบจำลอง ฮาร์มอนิกสตามแนวคิด ข้อมูลที่ได้สืบค้นการคำนวณและการทดลอง

6. ทำการแข่งขันว่าแบบจำลอง ฮาร์มอนิกกลุ่มไหนสามารถหาคาบในการเคลื่อนที่ได้และมีค่าใช้จ่ายในการสร้างแบบจำลอง ฮาร์มอนิกถูกที่สุด

7. นำเสนอและร่วมกันอภิปรายแนวคิดและวิธีการออกแบบ ฮาร์มอนิก ตลอดจนวิธีการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. วีดิทัศน์เรื่อง ฮาร์มอนิก
2. ใบกิจกรรม STEM
3. ใบความรู้

3.1 ใบความรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิก

แบบบันทึกผลกิจกรรมสะเต็ม
เรื่อง ฮาร์มอนิกอย่างง่าย

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

1.ระบุปัญหาหรือสถานการณ์

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

2.ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

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

3. ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 คาบการแกว่งของลูกตุ้ม เมื่อใช้มวลต่างกัน

มวล (g)	เวลา รอบ 20	คาบ
1		
2		
3		
4		
5		

ตอนที่ 2 คาบการแกว่งของลูกตุ้ม เมื่อใช้เชือกยาวต่างกัน

ความยาวเชือก (cm)	เวลา รอบ 20	คาบ
15		
20		
25		
30		
35		

<u>วิธีการคำนวณหาคาบในการเคลื่อนที่ (T)</u>

.....

.....

.....

.....

<u>กราฟระหว่างคาบการแกว่งของลูกตุ้ม (T) กับความยาวเชือก (L)</u>

4. ภาพร่างการออกแบบชิ้นงาน

(ให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานพร้อมระบุประเภทของวัสดุอุปกรณ์)

ผลการทดสอบแบบจำลอง ฮาร์มอนิก.....คะแนน

5. วิธีการปรับปรุงชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. ประเมินผลชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายกิจกรรม

1. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมนี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนได้บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมในการออกแบบและสร้างแบบจำลอง ฮาร์มอนิกอย่างไร

.....

.....

.....

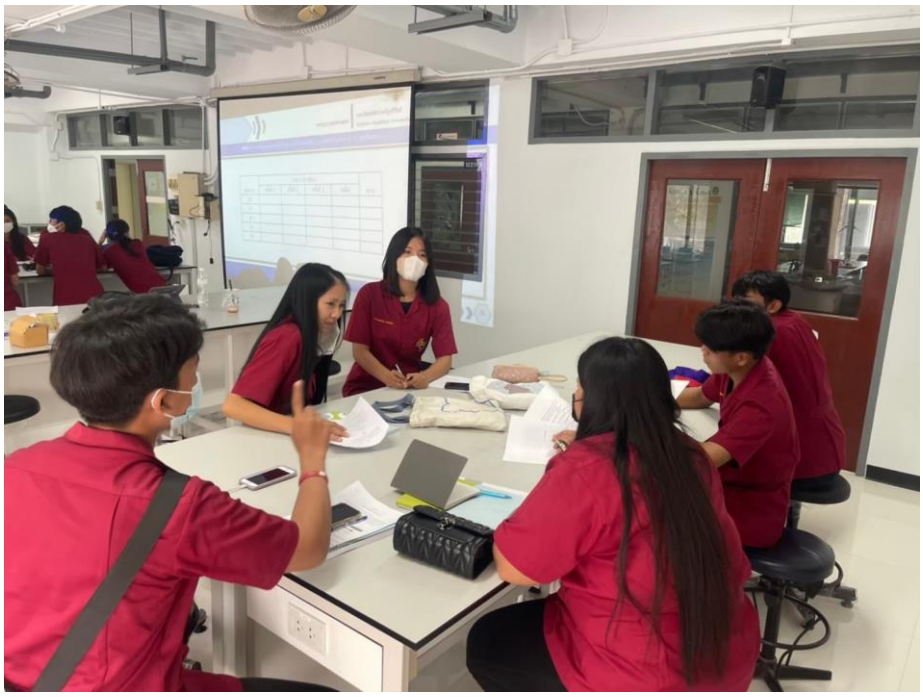
.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ
ภาพกิจกรรมการเรียนการสอนและกิจกรรมสะเต็มศึกษา

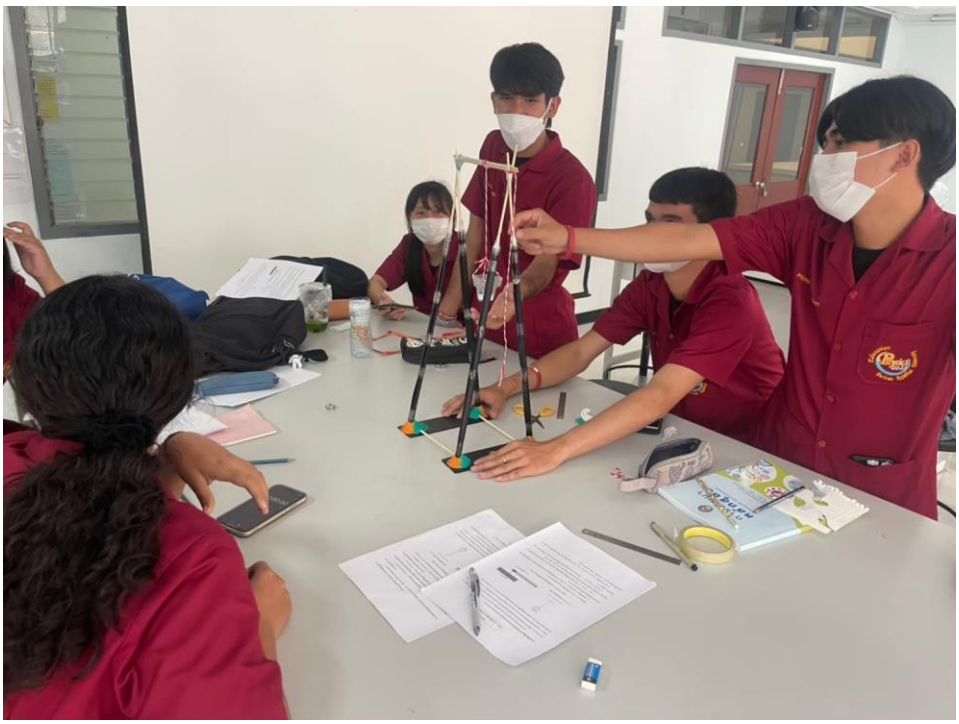


อาจารย์นำเข้าสู่บทเรียนและชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้

นักศึกษาออกแบบชิ้นงาน

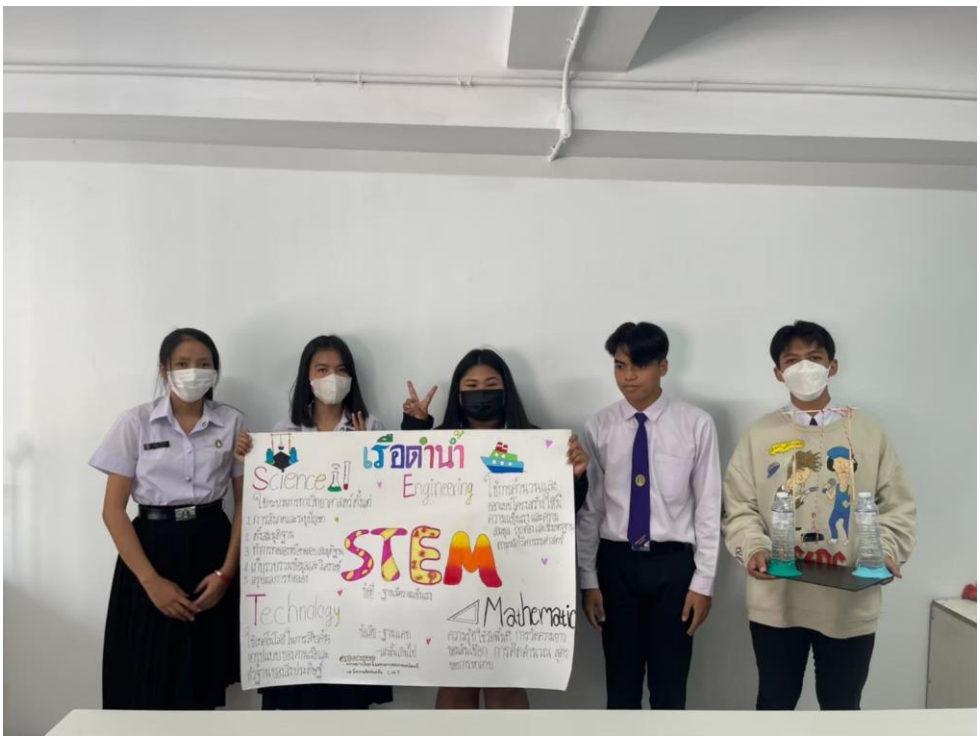
นักศึกษาลงมือปฏิบัติกิจรรม / ประดิษฐ์ชิ้นงานที่ออกแบบไว้

อาจารย์คอยเป็นที่ปรึกษาในการปฏิบัติงาน



นักศึกษาทดสอบชิ้นงานกลุ่มของตนเองออกแบบ

นักศึกษาแก้ไขชิ้นงานกลุ่มที่ตนเอง



นำเสนอผลงาน

ภาพรวมกิจกรรมการเรียนการสอน

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2542 ครุศาตรบัณฑิต (ฟิสิกส์) สถาบันราชภัฏนครราชสีมา

พ.ศ. 2545 การศึกษามหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลงานวิจัย

อุกฤษฎ์ นาจำปา. (2545). การสังเคราะห์งานวิจัยความต้องการเพิ่มสมรรถภาพการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและระดับมัธยมศึกษาด้วยวิธีการสังเคราะห์แบบเมตต้า. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

อุกฤษฎ์ นาจำปา. (2560). วัสดุกันกระแทกจากไฟเบอร์กลาสผสมน้ำยางพารา. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

อุกฤษฎ์ นาจำปา. (2564). การยึดติดของอนุภาคนาโนสำหรับผ้าไหมทอมือ. “ราชมงคลสุรินทร ครั้งที่ 12” วิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจวิถีใหม่ ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ (The 12th Rajamangala Surin National Conference: 12th RSNC).

อุกฤษฎ์ นาจำปา. และคณะ(2565). ผลการปรับค่าพีเอชกับการสังเคราะห์ซิงค์ออกไซด์ด้วยวิธีโซลเจล สำหรับการย่อยสลายสีย้อมเมทิลีนบลูด้วยกิจกรรมการเร่งปฏิกิริยาเชิงแสง. The 21st International Union of Materials Research Societies - International Conference in Asia. (23th – 26th February 2021): 34-39.

อุกฤษฎ์ นาจำปา. และคณะ(2565). กระเบื้องหลังคาเฟอร์โรซีเมนต์เสริมด้วยไฟเบอร์กลาส. รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.