การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหา ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

วิทยานิพนธ์

ของ

สุทธิรักษ์ นิลาลาด

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้

กันยายน 2562

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

A DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED STEM LEARNING UNIT EMPHASIZING ENGINEERING DESIGN PROCESS TO PROMOTE CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF FORCE AND MOTION CONCEPTS AND PROBLEM-SOLVING SKILL FOR MATHAYOMSUKSA 4 STUDENTS

Sutthirak Nilalad

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Education Program in

Curriculum and Learning Management

September 2019

Copyright of Buriram Rajabhat University

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ผู้วิจัย	สุทธิรักษ์ นิลาลาด
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.เทพพร โลมารักษ์ ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ พรหมเด่น ที่ปรึกษาร่วม
ปริญญา	ครุศาสตร์มหาบัณฑิต **สาขาวิชา** หลักสูตรและการจัดการเรียนรู้
สถานศึกษา	มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ **ปีที่พิมพ์** 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติ ทักษะการคิดแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 34 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 ชั่วโมง ประกอบไปด้วย 6 แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบวัดความเข้าใจมโนมติแบบ 2 ทาง จำนวน 7 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบอัตนัยเพื่อแสดงเหตุผลในการเลือก 3) แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่โดยเป็นแบบวัดชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และ 5) แบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นแบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานคือ t - test dependent

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความเข้าใจมโนมติทักษะการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก

TITLE	A Development of an Integrated STEM Learning Unit Emphasizing Engineering Design Process to Promote Conceptual Understanding of Force and Motion Concepts and Problem-solving Skill for Mathayomsuksa 4 Students
AUTHER	Sutthirak Nilalad
THESIS ADVISOR	Dr.Tepporn Lomarak Major Advisor Assistant Professor Dr. Worrawat Promden Co - advisor
DEGREE	Master of Education **MAJOR** Curriculum and Learning Management
SCHOOL	Burirum Rajabhat University **YEAR** 2019

ABSTRACT

The purposes of this research were to compare students' conceptual understanding, problem solving skill, learning achievements of their pretest and posttest after implementing an integrated STEM learning unit emphasizing engineering design process to promote conceptual understanding of force and motion concepts. Thirty-four secondary students at the 10^{th} grade level in the second semester of the academic year 2018 from Muangbuawittaya School were selected by using simple random sampling technique. Research instruments were 1) STEM education lesson plans implemented in 16 hours, 2) conceptual understanding of force and motion concept test, 3) problem solving skill test, 4) learning achievement test with 4 multiple choices, and 5) 12 item test of student attitude towards STEM with 5-level rating scale. Percentage, mean, and standard deviation were employed for analysing data. Paired sample t-tests were then used for hypotheses testing.

After implementation, the research finding indicated that students' conceptual understanding, problem solving skill, and learning achievements were statistically significant at the 0.05 level. Moreover, students' score on attitude towards STEM after implementing STEM learning unit emphasizing engineering design process showed at a high level.

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและให้ความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ดร.เทพพร โลมารักษ์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวัฒน์ พรหมเด่น ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความรู้ รวมทั้งข้อคิดที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย ตลอดทั้งช่วยเหลือและเสียสละเวลาตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของงานวิจัยด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ทำให้การดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งในความช่วยเหลือและคำแนะนำที่ได้รับ จึงกราบขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ สุวรรณรักษ์ ที่ให้เกียรติผู้วิจัยในการเป็นประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล ศักดิ์ปกรณ์กานต์ พร้อมทั้งได้ให้คำชี้แนะ กำลังใจ และข้อปรับปรุงชิ้นงานให้ผู้วิจัยได้นำไปพัฒนาต่อไป

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน ประกอบด้วย นางราศี สืบโมรา ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพยัคฆภูมิวิทยาคาร นางพัชรพรรณ พิมพ์ตะครอง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ และ ดร.จิราภรณ์ ทัพซ้าย อาจารย์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหาร คณะครูและนักเรียนโรงเรียนเมืองบัววิทยา ที่ให้กำลังใจ ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบใจนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเมืองบัววิทยาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยความเต็มใจ

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ครูอาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนผู้วิจัยทุกท่าน เพื่อน ๆ และคุณครูปรียานุช ภูพาน ที่คอยให้กำลังใจตลอดจนสนับสนุนและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบให้เป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดา มารดา ครูอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้สติปัญญาและเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการวิจัยครั้งนี้

สุทธิรักษ์ นิลาลาด

สารบัญ

	หน้า
หน้าอนุมัติ	**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ค**
ประกาศคุณูปการ	**ง**
สารบัญ	**จ**
สารบัญตาราง	**ฉ**
สารบัญภาพประกอบ	**ช**

บทที่

1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
สมมติฐานของการวิจัย	5
ความสำคัญของการวิจัย	5
ขอบเขตการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560	10
การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	20
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	33
ทักษะการคิดแก้ปัญหา	45

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ความเข้าใจมโนมติ	53
	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	60
	ทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา	67
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	71
	งานวิจัยในประเทศ	71
	งานวิจัยต่างประเทศ	73
	กรอบแนวคิดการวิจัย	75
3	**วิธีดำเนินงานวิจัย**	76
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	76
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	76
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	90
	การวิเคราะห์ข้อมูล	92
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	93
4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	97
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	97
	การวิเคราะห์ข้อมูล	97
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	98
5	**สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**	118
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	118
	สมมติฐานของการวิจัย	118
	วิธีการดำเนินการวิจัย	119
	สรุปผลการวิจัย	119

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
อภิปรายผล	120
ข้อเสนอแนะ	125
บรรณานุกรม	127
ภาคผนวก	134
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	135
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	149
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	150
แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา	157
แบบวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์	162
แบบวัดทัศคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา	166
ภาคผนวก ค ผลการหาคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ	168
ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ	169
ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)	171
ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)	172
ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC)	173
ผลการประเมินแบบวัดทัศคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ	174
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ	175
ค่าความยากรายข้อ ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ	176

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ **หน้า**

ค่าความยากรายข้อ ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาทั้งฉบับ 179

ค่าความยากรายข้อ ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นขอแบบวัดวัดความเข้าใจมโนมติทั้งฉบับ 180

ภาคผนวก จ ระดับคะแนนของการทดสอบ..... 182

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน..... 183

คะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 199

คะแนนความเข้าใจมโนมติของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 205

ภาคผนวก ฉ หนังสือขอความอนุเคราะห์..... 211

รายนามผู้เชี่ยวชาญ 212

หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย 213

หนังสือขอทดสอบเครื่องมือวิจัย 216

ประวัติย่อของผู้วิจัย 217

มหาวิทยาลัยบูรพา Burirum Rajabhat University

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

2.1 มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์เพิ่มเติม..... 19
2.2 แสดงความสัมพันธ์ของสาระการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
เรื่องแรงและการเคลื่อนที่..... 20
2.3 แสดงขั้นตอนและบทบาทของครูผู้สอนในกิจกรรมสะเต็มศึกษา
ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม..... 41
2.4 ความสอดคล้องระหว่างกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและ
กระบวนการแก้ปัญหา..... 51
2.5 การเปรียบเทียบมโนมติที่ถูกต้องกับความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน
ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่..... 59
3.1 แสดงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลของงานวิจัย..... 91
3.2 แสดงสถิติและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล..... 92
4.1 เปรียบเทียบระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงลัพธ์..... 99
4.2 เปรียบเทียบระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง มวลและน้ำหนัก..... 101
4.3 เปรียบเทียบระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎข้อที่ 1..... 102
4.4 เปรียบเทียบระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎข้อที่ 2..... 103
4.5 เปรียบเทียบระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎข้อที่ 3..... 105
4.6 เปรียบเทียบระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน..... 106
4.7 เปรียบเทียบระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน.. 108
4.8 เปรียบเทียบระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 109
4.9 เปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่.... 110
4.10 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงลัพธ์..... 111
4.11 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง มวลและน้ำหนัก..... 112
4.12 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน..... 113
4.13 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน..... 114

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

4.14 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน..... 114
4.15 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่..... 115
4.16 ทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาด้านความรู้สึกขณะทำกิจกรรม..... 116
ค.1 ผลการประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้น
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ด้านภาพรวมของหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 169
ค.2 ผลการประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้น
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 170
ค.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
จุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 171
ค.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาและ
จุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 172
ค.5 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจมโนมติและ
จุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 173
ค.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบวัดทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็ม
ศึกษาและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ..... 174
ง.1 ค่าความยากรายข้อ ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อ และค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ..... 176

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง **หน้า**

ง.2 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 177
ง.3 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาทั้งฉบับ..... 179
ง.4 ค่าความยากรายข้อและค่าอำนาจการจำแนกรายข้อของแบบวัดความเข้าใจ
มโนมติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ทั้งฉบับ 180
ง.5 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและ
การเคลื่อนที่ 180
จ.1 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่.... 183
จ.2 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่.... 185
จ.3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน..... 187
จ.4 แสดงคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาเรียนก่อนเรียน..... 189
จ.5 แสดงคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียน..... 191
จ.6 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน..... 193
จ.7 แสดงคะแนนความเข้าใจมโนมติเรียนก่อนเรียน..... 195
จ.8 แสดงคะแนนความเข้าใจมโนมติหลังเรียน..... 197
จ.9 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน..... 199
จ.10 แสดงคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียน 201
จ.11 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน 203
จ.12 แสดงคะแนนความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 205
จ.13 แสดงคะแนนความเข้าใจมโนมติหลังเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 207
จ.14 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน 209

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

2.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้..... 29

2.2 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ NGSS..... 36

2.3 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ ITEEA..... 37

2.4 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ International Technology And Engineering Educators Association's STEM Center For Teaching and Learning™ 38

2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย..... 75

3.1 ลำดับขั้นตอนและวิธีการการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม..... 80

3.2 แสดงลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา..... 82

3.3 ลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรง และการเคลื่อนที่..... 84

3.4 ลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่..... 87

3.5 ลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบสำรวจทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา.... 89

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบันที่กำลังก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ที่ความเจริญก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงจำเป็นที่แต่ละประเทศต้องเรียนรู้ที่จะปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและเตรียมพร้อมที่จะเผชิญกับความท้าทายกับกระแสโลก ประเทศไทยในฐานะเป็นหนึ่งประเทศที่ได้เตรียมพร้อมกับสถานการณ์ดังกล่าว จึงได้ทำการกำหนดทิศทางและกรอบยุทธศาสตร์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560 - 2564) โดยจัดทำบนพื้นฐานของกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) ตลอดทั้งการปรับโครงสร้างประเทศไปสู่ประเทศไทย 4.0 โดยปัจจัยสำคัญที่จะเผชิญการเปลี่ยนแปลงและก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 นั้นคือคุณภาพของประชากรในประเทศ ดังนั้นการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาประชากรให้มีคุณภาพจึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง การขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติเพื่อเตรียมความพร้อมคนให้สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ขึ้นมา โดยมีเป้าหมายคือต้องเป็นการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพเพื่อทำให้ศักยภาพที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้รับการพัฒนาอย่างเต็มที่ ทำให้เป็นคนรู้จักคิดวิเคราะห์ มีทักษะการคิดแก้ปัญหา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รู้จักเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว มีคุณธรรมจริยธรรม รู้จักพึ่งตนเองและสามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. 2556 และอภิสิทธิ์ ธงไชย. 2555)

ในการก้าวเข้าสู่สังคมในศตวรรษที่ 21 นั้น ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีนับเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เพื่อเป็นรากฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศต่อไป ขณะที่เป้าหมายการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของไทยในปัจจุบันคือการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีบทบาทในการเป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเอง มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมานั้น (พ.ศ. 2553 - พ.ศ. 2560) กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และได้ดำเนินการติดตามผลการนำ

หลักสูตรไปสู่การปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ทำการวิจัยและประเมินผลการใช้หลักสูตร ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพของการศึกษาไทยในรอบ 10 ปีที่ผ่านมายังไม่เป็นที่น่าพอใจ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับต่ำ ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนเทียบกับนานาประเทศทั่วโลกและในอาเซียนยังอยู่ในระดับต่ำ ทักษะการเรียนรู้และใฝ่หาความรู้ของคนไทยเพิ่มมากขึ้นแต่ยังขาดความสามารถในการจัดการและการสังเคราะห์ข้อมูล (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560ข : 4) ซึ่งสอดคล้องกับคะแนนรวมของทุกรายวิชาในการสอบ PISA ที่ผ่านมาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไทยอยู่ในขั้นต่ำ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561ข : 4 - 5) และจากการวิเคราะห์ความสามารถของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - NET) ในระหว่างปีการศึกษา 2556 - 2560 พบว่า คะแนนในรายวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับยังไม่น่าพอใจ ประกอบกับสภาพปัญหาในการเรียนการสอนยุคปัจจุบัน การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สอนสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน นักเรียนไม่ได้นำความรู้ที่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ทำให้เยาวชนไทยในยุคปัจจุบันนั้นยังขาดการฝึกฝนทักษะทางด้านการคิด ไม่ว่าจะเป็นการคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา การคิดสังเคราะห์จากสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอ (สุธิดา การิมี. 2560 : 1)

โรงเรียนเมืองบัววิทยาก็เป็นหนึ่งสถานศึกษาที่ประสบปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่ำและปัญหานักเรียนขาดทักษะการคิดแก้ปัญหาเช่นเดียวกัน จากการศึกษาข้อมูลผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐานพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) ระหว่างปีการศึกษา 2557 - 2560 คิดเป็นร้อยละ 61.26 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์พอใช้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหาด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์อยู่ในขั้นพอใช้ พบว่าผู้เรียนยังมี มโนมติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์อยู่มาก โดยเฉพาะในเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สำคัญที่บรรจุไว้ในหลักสูตรว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้มโนมติเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุ เพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับแรงชนิดต่าง ๆ และลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบต่าง ๆ ในธรรมชาติ ผู้เรียนส่วนใหญ่มีความรู้เดิมที่เป็นมโนมติที่คลาดเคลื่อน ซึ่งมโนมติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนเรื่องอื่นต่อไปในอนาคต ประกอบกับการเรียนการสอนนั้นนักเรียนไม่ได้มีโอกาสนำความรู้ที่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ทำให้นักเรียนนั้นยังขาดการฝึกฝนทักษะทางด้านการคิดแก้ปัญหา ไม่ว่าจะเป็นการคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหา การคิดสังเคราะห์จากสถานการณ์ปัญหาที่พบเจอ

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือนวัตกรรมใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2560) โดยจุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาคือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะช่วยส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้จะต้องอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้เรียนจะได้เรียนรู้กระบวนการที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานใหม่ ๆ และได้รับความรู้ใหม่ ๆ ที่ผู้เรียนและครูไม่รู้มาก่อนได้ (พลศักดิ์ แสงพรมศรี. 2558 ; สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์. 2558 และอาทิตยา พูลเรือง. 2558) ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม ผู้เรียนได้มีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือผลการพัฒนานวัตกรรม จากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผนแก้ปัญหา คิดหาแนวทางที่หลากหลาย การทดสอบและปรับปรุงแก้ไขเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ (อภิสิทธิ์ ธงไชย. 2556 : 1) โดยผู้เรียนต้องสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของโลกปัจจุบัน และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการประดิษฐ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความคิดอย่างมีเหตุผลและความรู้ทางเทคโนโลยี โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละศาสตร์ ที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้
(พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. 2557)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และการบูรณาการความรู้เข้ากับความรู้ในสาระ

อื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้ในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการในวิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นสาขาหลักที่ผู้วิจัยปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาแห่งนี้ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งพัฒนาการด้านสติปัญญาของนักเรียนในวัยนี้สามารถคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ มีความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ มีความคิดสร้างสรรค์ โดยคาดหวังว่าหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้จะช่วยทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องมากขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เพิ่มพูนทักษะการคิดแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกับผู้อื่น และเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุผลตามเป้าหมายของหลักสูตร แผนการพัฒนาประเทศ และส่งเสริมให้นักเรียนเป็นบุคลากรที่มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ต่อไป

คำถามของการวิจัย

1. หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติ ทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นหรือไม่

2. หลังจากเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติ ทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

3. เมื่อเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ นักเรียนมีทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

5. เพื่อศึกษาทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความเข้าใจมโนมติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. นักเรียนสามารถใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศกรรมในการแก้ปัญหาได้

3. นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา และสามารถนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 70 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 34 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) โดยการจับสลาก

ตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ตัวแปรตาม ได้แก่ ความเข้าใจมโนมติ ทักษะการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 6 ฟิสิกส์ มาตรฐาน ว 6.1 แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 ชั่วโมง ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง มวล น้ำหนัก กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน แรงเสียดทาน และกฎอนุรักษ์พลังงาน ดังต่อไปนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Need for speed	2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เราคือนักกระโดดร่ม	2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 วิศวกรน้อย	4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กลิ้งไว้ก่อนพ่อสอนไว้	2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 Roller Coaster	2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 Marble Chain	4 ชั่วโมง

ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2561 ถึง 31 มกราคม พ.ศ. 2562 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 16 ชั่วโมง โดยไม่รวมเวลาที่ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ หมายถึง หน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 ชั่วโมง ประกอบไปด้วย 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยบูรณาการและสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แก่ สาระที่ 4 เทคโนโลยี สาระที่ 6 ฟิสิกส์ และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

2. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หมายถึง กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นระบบและขั้นตอน ซึ่งใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นฐานความรู้โดยใช้วิศวกรรมเป็นจุดเชื่อมต่อเพื่อสร้างนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีเพื่อนำมาแก้ปัญหา โดยงานวิจัยนี้ได้นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้มาพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยพัฒนาจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวน 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุและอภิปรายสถานการณ์ปัญหา ขั้นวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยของปัญหา ขั้นสืบค้นข้อมูลและเสนอแนวทางแก้ปัญหา ขั้นออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา และขั้นวางแผนขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีแก้ปัญหา

3. ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐาน ว 6.1 สาระที่ 6 ฟิสิกส์ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดความเข้าใจมโนมติชนิดเลือกตอบ แบบ 2 ทาง จำนวน 7 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบอัตนัยเพื่อให้แสดงเหตุผลในการเลือก โดยแบ่งระดับความเข้าใจมโนมติเป็น 5 ระดับ คือ มโนมติที่ถูกต้องสมบูรณ์ มโนมติที่ถูกต้อง มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน มโนมติที่คลาดเคลื่อนและไม่มีมโนมติ

4. ทักษะการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้เรียนสามารถระบุปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา นำเสนอวิธีหรือนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบหรือประเมินผลจากการใช้วิธีหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหา ซึ่งวัดได้จากคะแนนของนักเรียนที่ตอบแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน เป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ

6. ทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา หมายถึง เป็นการแสดงความคิดเห็นและความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อทักษะการเรียนรู้ของตนเองที่เกิดขึ้นหลังจากได้เรียนผ่านหน่วยการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สามารถวัดได้โดยใช้แบบสำรวจทัศนคติต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ

7. รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม หมายถึง รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 6 ฟิสิกส์ มาตรฐาน ว 6.1 แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 2 หน่วยกิต จำนวนเวลาเรียน 80 ชั่วโมง/ภาคเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยในงานวิจัยนี้ได้บูรณาการร่วมกับเนื้อหาในสาระที่ 4 เทคโนโลยี ในมาตรฐาน ว 4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม 2 สาระได้แก่ จำนวนและพีชคณิต กับ การวัดและเรขาคณิต

8. นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 34 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
   - 1.1 ความสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   - 1.2 เป้าหมายของหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   - 1.3 สาระที่ 6 ฟิสิกส์
   - 1.4 สาระที่ 4 เทคโนโลยี
   - 1.5 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม
2. การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
   - 2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
   - 2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษาในประเทศไทย
   - 2.3 สมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
   - 2.4 การบูรณาการในสะเต็มศึกษา
   - 2.5 การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา
   - 2.6 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
   - 3.1 ความหมายของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
   - 3.2 ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
   - 3.3 ขั้นตอนการสอนเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
   - 3.4 บทบาทครูในการสอนตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
4. ทักษะการคิดแก้ปัญหา
   - 4.1 ความหมายของทักษะการคิดแก้ปัญหา
   - 4.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดแก้ปัญหา
   - 4.3 ขั้นตอนหรือกระบวนการในการสอนทักษะแก้ปัญหา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4.4 ความสอดคล้องระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

5. ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์
   5.1 ความหมายของความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์
   5.2 การสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์
   5.3 การวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์
   5.4 การจัดกลุ่มความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์
   5.5 มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   6.2 ระดับของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
   6.3 การสร้างเครื่องมือและรูปแบบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
7. ทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา
   7.1 ความหมายของทัศนคติ
   7.2 การสอนเพื่อสร้างทัศนคติ
   7.3 วิธีการวัดทัศนคติ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   8.1 งานวิจัยในประเทศ
   8.2 งานวิจัยต่างประเทศ
9. กรอบแนวคิดการวิจัย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดฯ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีการปรับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยการส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหา เพิ่มสาระเทคโนโลยีทั้งทางด้านการออกแบบและเทคโนโลยีและวิทยาการคำนวณโดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในประเด็นต่อไปนี้

ที่มาและความสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ให้เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศเริ่มใช้ในโรงเรียนทั่วไปในปีการศึกษา 2553

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดำเนินการติดตามผลการนำหลักสูตรไปสู่การปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560ค : 1) ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพของการศึกษาไทยในรอบ 10 ปีที่ผ่านมายังไม่เป็นที่น่าพอใจ เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับต่ำ ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนเทียบกับนานาประเทศทั่วโลกและในอาเซียนยังอยู่ในระดับต่ำ ทักษะการเรียนรู้และใฝ่หาความรู้ของคนไทยเพิ่มมากขึ้นแต่ยังขาดความสามารถในการจัดการและการสังเคราะห์ข้อมูล (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560ข : 4) นอกจากนี้การศึกษาข้อมูลทิศทางและกรอบยุทธศาสตร์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาของการปฏิรูปประเทศและสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเชื่อมโยงใกล้ชิดกันมากขึ้นโดยจัดทำบนพื้นฐานของกรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579) ซึ่งเป็นแผนหลักของการพัฒนาประเทศและเป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืน แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 - 2579 รวมทั้งการปรับโครงสร้างประเทศไปสู่ประเทศไทย 4.0 ซึ่งยุทธศาสตร์ชาติที่จะใช้เป็นกรอบแนวทางการพัฒนาในระยะ 20 ปีต่อจากนี้

ดังนั้นการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติเพื่อเตรียมความพร้อมคนให้สามารถปรับตัว รองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม กระทรวงศึกษาธิการจึงกำหนดเป็นนโยบายสำคัญและเร่งด่วนให้มีการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาศาสนาและวัฒนธรรม รวมทั้งสาระเทคโนโลยี โดยมีกรอบในการปรับปรุงคือให้มีองค์ความรู้ที่เป็นสากลเทียบเท่านานาชาติ ปรับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจน ลดความซ้ำซ้อนสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้และระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน โดยให้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560ค : 2)

โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 นี้ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศและเทคโนโลยีมี ส่วนสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอนและการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐานเพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้

วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560ก : 1)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560 : 1 - 2) กล่าวว่า หลักสูตรได้ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษาครูผู้สอนตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครูสื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการและทัดเทียมกับนานาชาติ

เป้าหมายของหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560ก : 3) ได้กล่าวถึงเป้าหมายของหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ว่าในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษาเป้าหมายของหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า มีความสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 นโยบายส่งเสริมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และนโยบายประเทศไทย 4.0 ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีบทบาทในการเป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเอง มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิตได้

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560ค : 190 - 193) ได้กล่าวว่า ในการปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานในสาระที่ 4 แล้วนั้นยังได้มีการปรับปรุงเนื้อหาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมในสาระที่ 6 ฟิสิกส์ โดยมีการปรับปรุงเนื้อหาให้ทันสมัยและลดการซ้ำซ้อนของเนื้อหาลง มีการกำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ในแต่ละระดับชั้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยมาตรฐานและตัวชี้วัดดังนี้

มาตรฐาน ว 6.1

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 6.1 ม.4/1 สืบค้น และอธิบายการค้นหาความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาความรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี

ว 6.1 ม.4/2 วัดและรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปของกราฟ วิเคราะห์และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง

ว 6.1 ม.4/3 ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็ว และความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลกและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ว 6.1 ม.4/4 ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

ว 6.1 ม.4/5 เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระทดลองและอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ว 6.1 ม.4/6 อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนักรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ว 6.1 ม.4/7 วิเคราะห์อธิบายและคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระการเรียนรู้ในมาตรฐาน ว 6.1

ศึกษา วิเคราะห์ ทดลอง และอธิบาย เกี่ยวกับ ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ฟิสิกส์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปริมาณทางกายภาพ การใช้หน่วยในระบบเอสไอ ปริมาณสเกลาร์ ปริมาณเวกเตอร์ ความแตกต่างระหว่างปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ การหาเวกเตอร์ลัพธ์ การทดลองในวิชาฟิสิกส์ ความไม่แน่นอนในการวัด เลขนัยสำคัญ การบันทึกผลการคำนวณ การวิเคราะห์ผลการทดลอง การเคลื่อนที่แนวตรง ปริมาณต่าง ๆ ของการเคลื่อนที่ การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง ความเร่ง ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความเร็ว กับเวลาสำหรับการเคลื่อนที่แนวตรง สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่างๆของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร่งคงตัว แรงและการหาแรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน น้ำหนักกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน แรงเสียดทาน การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

จากการศึกษาเนื้อหาหลักสูตรในสาระที่ 6 ฟิสิกส์แล้วนั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า สาระการเรียนรู้นั้นได้มีการปรับเนื้อหาให้ทันสมัยและมีความสอดคล้องกับสาระที่ 4 เทคโนโลยี โดยสามารถนำมาบูรณาการร่วมกันได้ โดยผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้ศึกษามากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้และใช้ในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาต่อไป

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 : 4) ได้กำหนดให้รายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีเป้าหมายมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่าง

รวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมบูรณาการกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสม เลือกใช้เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

โดยในงานวิจัยนี้ ได้กำหนดขอบเขตภายในมาตรฐาน ว 4.1 การออกแบบและเทคโนโลยี โดยมีมาตรฐานการเรียนรู้คือ เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตสังคมและสิ่งแวดล้อมโดยตัวชี้วัดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 5 ตัวชี้วัด ดังนี้

ว 4.1 ม.4/1 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่นโดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี

ว 4.1 ม.4/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงความถูกต้องด้านทรัพย์สินทางปัญญา

ว 4.1 ม.4/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลายโดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา

ว 4.1 ม.4/4 ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด

ว 4.1 ม.4/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

สาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (การออกแบบและเทคโนโลยี)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 : 8) กล่าวว่า สาระการออกแบบและเทคโนโลยี แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลัก ได้แก่ ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีกระบวนการออกแบบและความรู้และทักษะพื้นฐานเฉพาะด้านตามหัวข้อหลัก ดังนี้

หัวข้อหลักที่ 1 ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี ประกอบด้วยหัวข้อย่อย ต่อไปนี้

1. ความหมายของเทคโนโลยี
2. ระบบทางเทคโนโลยี
3. การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
4. ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น
5. ผลกระทบของเทคโนโลยี

หัวข้อหลักที่ 2 กระบวนการออกแบบ

กระบวนการออกแบบ (Design process) ในสาระเทคโนโลยี เป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างเป็นขั้นตอน โดยใช้ความรู้และทักษะ รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งในที่นี้ใช้กระบวนการที่เรียกว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

หัวข้อหลักที่ 3 ความรู้และทักษะพื้นฐานเฉพาะด้านความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานในสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) ได้แก่

1) วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือพื้นฐาน
2) กลไก ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

จากการศึกษาสาระการเรียนรู้ ผู้วิจัยพบว่า สาระการเรียนรู้นั้นมุ่งเน้นให้เกิดความชัดเจนและสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในระดับสากล มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คิดเชิงระบบ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สร้างผลงานที่สามารถเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพในอนาคต ทำให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาและการทำงานในชีวิตจริงได้ เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศและดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ได้ โดยจะนำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมาวิเคราะห์และจัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาต่อไป

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานคือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (การออกแบบและเทคโนโลยี) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าแนวการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในรายวิชาดังกล่าวจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 : 20 - 21) กล่าวว่า แนวทางการวัดและประเมินผลของสาระเทคโนโลยี (การออกแบบและเทคโนโลยี) มุ่งเน้นที่การประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) โดยวัดและประเมินผล 3 ด้าน คือ ความสามารถด้านสติปัญญา ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ โดยการประเมินตามสภาพจริง ในสาระเทคโนโลยีครูผู้สอนสามารถประเมินจากผลงานหรือการทำงานของผู้เรียนเป็นหลัก ผ่านกระบวนการสังเกต บันทึก หรือตรวจสอบเอกสารเกี่ยวกับชิ้นงานและวิธีการของผู้เรียน เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงคุณภาพที่มีความต่อเนื่อง โดยลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริงมีดังนี้

1. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการจัดการเรียนรู้และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

2. ให้ความสำคัญกับการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

3. มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารเจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้านและหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไขเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล

5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมต่อไป ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมิน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

6. ทำให้การจัดการเรียนรู้มีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

ทั้งนี้ครูผู้สอนสามารถเลือกใช้วิธีการหรือเครื่องมือวัดและประเมินผลที่หลากหลาย โดยต้องมีความสอดคล้องและความเหมาะสมกับจุดประสงค์และกิจกรรมการเรียนรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2560 : 20) ซึ่งวิธีการหรือเครื่องมือวัดที่สามารถนำมาใช้ ดังนี้

1. การเขียนสะท้อนการเรียนรู้ เป็นวิธีการประเมินด้วยการเขียนตอบตามประเด็นคำ ถามที่ผู้สอนกำหนด เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ทักษะ กระบวนการ ซึ่งสามารถประเมินได้ทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน คำตอบของผู้เรียนจะสะท้อนถึงความเข้าใจ ความก้าวหน้าในผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เครื่องมือที่นิยมใช้ คือ แบบบันทึกการเรียนรู้ แบบสะท้อนการเรียนรู้

2. การทดสอบ เป็นวิธีการประเมินความรู้ความเข้าใจและทักษะของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนควรเลือกใช้เครื่องมือทดสอบให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดและประเมินผลนั้น ๆ และต้องมีคุณภาพ มีความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นได้ เครื่องมือที่นิยมใช้ คือ แบบทดสอบชนิดต่าง ๆ

3. แฟ้มสะสมงาน เป็นวิธีการประเมินด้วยการรวบรวมผลงานและหลักฐานการเรียนรู้ที่แสดงถึงความรู้ความสามารถ ทักษะคุณลักษณะอันพึงประสงค์และพัฒนาการของผู้เรียนอย่างมีจุดมุ่งหมาย เพื่อใช้ในการประเมินความสามารถของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ผู้สอนจะเลือกผลงานและหลักฐานชิ้นใดที่รวบรวมอยู่ในแฟ้มมาประเมินก็ย่อมขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการประเมิน เช่น หากต้องการประเมินความสามารถของผู้เรียนควรเลือกผลงานหรือชิ้นงานที่ดีที่สุดของผู้เรียนมาประเมิน หากต้องการประเมินพัฒนาการทางการเรียนควรเลือกตัวแทนผลงานในแต่ละช่วงมาประเมิน หากต้องการประเมินกระบวนการทำงานและการแก้ปัญหาควรนำ บันทึกการทำงานของผู้เรียนมาประเมิน

จากการศึกษาวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าลักษณะงานประเมินนั้นจะใช้การประเมินในสภาพจริง ครอบคลุมทั้ง 3 ด้านคือความสามารถด้านสติปัญญา ความสามารถด้านทักษะปฏิบัติและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องมือในการวัดและประเมินผลในงานวิจัยนี้ได้ ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ใบกิจกรรมและออกแบบกิจรรมการเรียนรู้ แบบวัดความเข้าใจมโนมติ และแบบวัดทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561ข : 12) ได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในหลักสูตรนี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำ ไปใช้ในชีวิตจริง

3. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561ข : 19) ได้กล่าวว่าเป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียนในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม มี 2 ลักษณะคือ เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้เกิดการต่อยอดองค์ความรู้และเรียนรู้สาระนั้นอย่างลึกซึ้ง ได้แก่ สาระจำนวนและพีชคณิตและสาระสถิติและความน่าจะเป็น และไม่ได้เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดังตาราง 2.1

ตาราง 2.1 มาตรฐานการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

สาระการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้
จำนวนและพีชคณิต	1. เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบ-จำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำ ไปใช้ 2. เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้ 3. ใช้นิพจน์ สมการ อสมการและเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้
สาระการวัดและเรขาคณิต	1. เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์และนำไปใช้ 2. เข้าใจเวกเตอร์การดำเนินการของเวกเตอร์และนำไปใช้

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นั้น ผู้วิจัยพบว่า เนื้อหาและทักษะกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดขึ้นนั้นมีความสอดคล้องกันและไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อเอื้อให้เกิดการบูรณาการเนื้อหาและทักษะกระบวนการภายในหลักสูตรได้ โดยในงานวิจัยนี้ได้บูรณาการตามแนวทาง

สะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในสาระการเรียนรู้ได้ดังตาราง 2.2

ตาราง 2.2 แสดงความสัมพันธ์ของสาระการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

	วิทยาศาสตร์	**เทคโนโลยี**	**วิศวกรรม**	**คณิตศาสตร์**
สาระการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่	เลือกวัสดุมาใช้ได้อย่างเหมาะสมในการสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน	กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	ใช้สมการอธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้
ตัวชี้วัด	ว 6.1 ม.4/2 ว 6.1 ม.4/3 ว 6.1 ม.4/4 ว 6.1 ม.4/5 ว 6.1 ม.4/7	ว 4.1 ม.4/1 ว 4.1 ม.4/5	ว 4.1 ม.4/2 ว 4.1 ม.4/3 ว 4.1 ม.4/4	ค 1.1 ม.4/3 ค 2.1 ม.4/1 ค 1.3 ม.4/1

จากตาราง 2.2 พบว่า สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมีความสอดคล้องกัน ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของหลักสูตรในการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เห็นความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และการบูรณาการความรู้เข้ากับความรู้ในสาระอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ โดยผู้วิจัยจะนำไปออกแบบและพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อไป

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

จากหัวข้อที่ผ่านมาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยมีความรู้เท่าทันเทคโนโลยี มีทักษะการคิดแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21ได้

คือการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือนวัตกรรมใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตได้

ความหมายของสะเต็มศึกษา

ในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาได้เข้ามามีบทบาทในการศึกษาของประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งตอบสนองต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าความหมายของสะเต็มศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556 : 50 - 51) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556 : 15) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นวิทยาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่มีการนำวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันโดยผ่านการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557 : 1) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

สุพรรณี ชาญประเสริฐ (2557 : 3) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาหนึ่งที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557 : 4) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียน

ในการปฏิบัติงานที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ (2558 : 171 - 177) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทำงานร่วมกัน เพื่อนำเอาวิทยาศาสตร์ในรูปแบบของสมการทางคณิตศาสตร์มาสร้างให้เป็นเทคโนโลยีตัวใหม่หรือนวัตกรรม

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยจะนำความหมายของกิจกรรมสะเต็มศึกษามาเป็นแนวทางในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพราะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เป็นข้อมูลพื้นฐานผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศกรรมเพื่อให้ได้เทคโนโลยีใหม่ ๆ หรือนวัตกรรมที่นำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้

แนวทางการจัดการเรียนรู้ของสะเต็มศึกษาในประเทศไทย

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาได้เข้ามามีบทบาทในการศึกษาของประเทศไทยและต่างประเทศ ซึ่งตอบสนองต่อการจัดการเรียนรู้เพื่อเพิ่มทักษะในศตวรรษที่ 21 และนโยบายประเทศไทย 4.0 ดังนั้นกระทรวงศึกษาธิการและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงเป็นหน่วยงานหลักในการกำหนดแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในประเทศไทยและร่วมกันจัดตั้งศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าแนวทางการจัดการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2560 : 20) ได้กล่าวถึงแนวการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาว่า ต้องมีจุดเริ่มต้นมาจากการกำหนดประเด็นในการศึกษาแล้วพิจารณาเลือกตัวชี้วัดของแต่ละกลุ่มรายวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีว่ามีตัวชี้วัดใดบ้างที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมแบบบูรณาการร่วมกันได้ ผนวกกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากนั้นใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการดำเนินกิจกรรม ทั้งนี้ครูผู้สอนสามารถใช้แนวทางดังกล่าวนี้ไปพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการอาจไม่จำเป็นต้องบูรณาการได้ครบทุกรายวิชาที่กล่าวมาแล้วก็ได้ แต่มีจุดเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยทักษะที่สำคัญที่จะต้องกล่าวถึงได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางคณิตศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่ง

ประกอบด้วยทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการสื่อสาร เป็นต้นการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนสามารถดำเนินการได้ 3 แนวทางได้แก่

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้นจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเกณฑ์หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษหรือการทำโครงงาน เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ผู้เรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาหรือออกแบบ และสร้างชิ้นงานของผู้เรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรมหรือค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้มักเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของส่วนรวมการจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

จากการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยจะนำแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษามาเป็นแนวทางในการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติมระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการนี้มุ่งหวังให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางด้านการเรียนผ่านการใช้ทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า คิดค้น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาและต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการช่วยกันขับเคลื่อนให้การเรียน การสอนด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีก้าวไปข้างหน้าต่อไป

สมรรถนะครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในประเทศไทย ครูและบุคลากรทางการศึกษาจะต้องเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ โดยครูที่สอนตามแนวสะเต็มศึกษาจะต้องมีคุณสมบัติและเป็นผู้มีหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์ (2559 : 92 - 93) ได้ สรุปว่าครูต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้จึงจะออกแบบการสอนสะเต็มเป็นของตนเองได้

1. ครูต้องแม่นในหลักการหรือกฎธรรมชาติที่กำกับภาพรวม ถ้าครูไม่แม่นในกฎธรรมชาติครูก็จะเห็นสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นไปไม่ได้

2. ครูต้องเห็นความสัมพันธ์อย่างละเอียดในการกำหนดสถานการณ์ปัญหา ซึ่งความจริงแล้วคือสมรรถนะคณิตศาสตร์ที่เป็นเรื่องเดียวกับการเห็นเป็นเหตุเป็นผล

3. ครูต้องมีทัศนคติที่เปิดรับการเรียนรู้ใหม่ ๆ กล้าออกผจญภัยในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4. ครูต้องสร้างความเข้าใจใหม่ว่าถ้าไม่ใช่ความรู้จากปฏิบัติ ครูจะเอาความรู้ผู้อื่นมาครอบครองว่าเป็นของจริง ยึดติดด้วยศรัทธา ทำได้เพียงลอกแบบเขามาบอกต่อ ทำให้เราเป็นเพียงครูในนาม “ผู้ส่งผ่านความรู้” ในรูปความเชื่อและศรัทธา แต่ถ้าเป็นความรู้จากปฏิบัติจะเป็นความรู้ความเข้าใจของเราเอง เราจะสร้างความรู้ใหม่ที่สูงขึ้นได้ตลอดเวลาเราจึงเป็นครูได้เพราะเราอธิบายเรื่องได้ทุกแง่มุม ความเข้าใจนี้จะปลดปล่อยครูเป็นอิสระจากการอบรม อบรมให้รู้ได้แต่อย่ายึดติดเสมอไป

5. เชื่อมั่นในศักยภาพของมนุษย์ว่าพัฒนาปัญญาได้ด้วย

6. เข้าใจบริบทความรู้ของนักเรียน คิดบนฐานความรู้ของนักเรียนแยกแยะขั้นตอนการเรียนรู้ของนักเรียนได้

7. คิดสะท้อนกลับเพื่อเอาสิ่งที่เห็นทั้งหมดมาออกแบบกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนโดยเฉพาะการตั้งคำถามเพื่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเพื่อเข้าใจสภาพพื้นฐานของนักเรียน

8. มีสติและสมาธิกับการทำงานของนักเรียน จนสามารถถอดออกเป็นความต้องการเรียนรู้ของนักเรียน แล้วออกแบบกระบวนการใหม่ตามสถานการณ์ความต้องการจริงขณะนั้นไปกับกระบวนการที่เป็นพลวัตได้ด้วยตนเอง

9. แยกแยะการทำงานแบบเกมโชว์ออกจากการกระบวนการเรียนสะเต็มได้และไม่ติดกับดักความสนุกของกิจกรรมเกมโชว์

10. เข้าใจความคิดที่เป็นเบื้องหลังของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การบูรณาการในสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรม (Activity based) หรือการทำโครงงาน (Project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2560 : 19 - 20) ได้กล่าวว่า การบูรณาการ (Integration) หมายถึงการนำศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันมาจัดประสบการณ์การเรียนรู้ในลักษณะของการผสมผสานเข้าด้วยกัน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและสภาพชีวิตจริงของผู้เรียนการบูรณาการสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การบูรณาการเนื้อหา (Integration of subject areas) การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ (Integration of learning process) และการบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ (Integration of learning outcome) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การบูรณาการเนื้อหา เป็นการนำเนื้อหาของสาระต่าง ๆ หรือระหว่างกลุ่มสาระมาสัมพันธ์เกี่ยวข้องเชื่อมโยงเป็นเรื่องเดียวกัน โดยอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นปัญหาแล้วนำเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหัวเรื่องหรือหัวข้อนั้นมาผสมผสานกันโดยใช้ทักษะต่าง ๆ เข้ามาเชื่อมโยง เพื่อให้ผู้เรียนได้ความรู้ ทักษะ และเจตคติตามที่ต้องการ

2. การบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ เป็นการนำรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ ของการถ่ายทอดความรู้ของผู้สอนมาผสมผสานเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน หรือการจัดให้ผู้เรียนได้สามารถแสวงหาความรู้จากกระบวนการและวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วดูว่าในประเด็นที่จะศึกษานั้นมีเนื้อหาอะไรบ้างและแต่ละเนื้อหาจะสอนด้วยวิธีใด

3. การบูรณาการเป้าหมายของการเรียนรู้ เป็นการบูรณาการที่ยึดเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นหลัก โดยผู้สอนอาจกำหนดหัวข้อหรือหัวเรื่องเป็นประเด็นในการศึกษา แล้วดูว่าในประเด็นที่จะศึกษานั้นมีเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับอะไร จากนั้นก็นำเนื้อหาต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกันกับประเด็นที่จะศึกษานั้นมาผสมผสานเชื่อมโยงกัน โดยมีเป้าหมายของการเรียนรู้เป็นเรื่องเดียวกัน

จากที่กล่าวมาแล้วนั้นผู้วิจัยจะนำมาออกแบบพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยมีประเด็นหรือหัวข้อตามสถานการณ์ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Need for speed 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เราคือนักกระโดดร่ม 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 วิศวกรน้อย 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กลิ้งไว้ก่อนพ่อสอนไว้ 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 Roller Coaster 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 Marble Chain 4 ชั่วโมง

รูปแบบการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน มีแนวการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการมีดังนี้

1. จัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุด

2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกัน

3. จัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตและสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่มและในชั้นเรียนสม่ำเสมอเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา

5. ปลูกฝังจิตสำนึก ค่านิยม และจริยธรรมที่ถูกต้องและดีงาม โดยสอดแทรกในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะความถูกต้องและดีงามในการดำรงชีวิตในสังคมได้

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

หน่วยการเรียนรู้เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการนำหลักสูตรเข้าสู่ชั้นเรียน การออกแบบและพัฒนาหน่วยการเรียนรู้จะต้องเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่อิงมาตรฐาน ในการออกแบบการเรียนรู้ครูผู้สอนสามารถพิจารณาเลือกแบบได้หลายวิธี แต่ควรครอบคลุมขั้นตอนการออกแบบ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย เป้าหมายการเรียนรู้ หลักฐานการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับแนวคิดหนึ่งที่สามารถนำไปสู่แนวทางการออกแบบหน่วยการเรียนรู้คือ การออกแบบย้อนกลับ ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจที่ฝังติดตัวผู้เรียนอันเกิดจากการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้นั้น ๆ ติดตัวผู้เรียนไปตลอดชีวิต

ความหมายของหน่วยการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบหลักที่แสดงถึงการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม ประกอบด้วย ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายที่แท้จริงของการเรียนรู้บทบาทของครู และบทบาทของผู้เรียนโดยมีนักวิชาการได้ให้ความหมายของหน่วยการเรียนรู้ ดังนี้

เบญจมาศ อยู่เป็นแก้ว (2547 : 14) ให้ความหมายว่า หน่วยการเรียนรู้ หมายถึง จำนวนเนื้อหาของบทเรียนที่สามารถเรียนจบในตัว ซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 บทเรียน และมีแบบฝึกหัด แบบทดสอบประกอบการเรียน

นพเก้า ณ พัทลุง (2548 : 15 - 17) ให้ความหมายว่า หน่วยการเรียนรู้ หมายถึง สาระการเรียนรู้ย่อยของรายวิชา ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วย องค์ประกอบหลักเช่นเดียวกับหลักสูตรรายวิชา คือ ชื่อหน่วย จุดมุ่งหมายการเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ และอาจรวมถึงทรัพยากรบุคคล สื่อและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551 : 7) กล่าวว่า หน่วยการเรียนรู้ประกอบด้วยผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ และจำนวนเวลา สำหรับการเรียนรู้ซึ่งเมื่อเรียนจบทุกหน่วยแล้วผู้เรียนสามารถบรรลุถึงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปี รายภาค ทุกรายวิชา

อนงค์ รอดแสน (2554 : 2) ให้ความหมายว่า หน่วยการเรียนรู้ หมายถึง สาระการเรียนรู้ที่จัดเป็นชุดหรือเป็นหมู่หรือเป็นกลุ่ม ในลักษณะสัมพันธ์เชื่อมโยงหรือบูรณการเพื่อสะดวกในการจัดการเรียนรู้

จากการศึกษาผู้วิจัยสรุปว่า หน่วยการเรียนรู้ คือการวางแผนและออกแบบไว้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามเป้าหมาย และจะต้องประกอบด้วยเนื้อหาวิชาจำนวนหนึ่งที่ถูกคัดเลือกมาภายใต้หัวข้อหนึ่งและมีจุดประสงค์ร่วมกันอย่างหนึ่งจะต้องใช้กิจกรรมและประสบการณ์หลายอย่างในการที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ ถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดในการจัดทำหลักสูตร เพราะเป็นส่วนที่จะนำมาตรฐานไปสู่การปฏิบัติในการเรียนการสอนอย่างแท้จริง ทุกองค์ประกอบของหน่วยการเรียนรู้ต้องเชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้

ขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดเป็นเป้าหมายของหน่วย ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุดของการใช้หลักสูตรเพราะ เป็นการนำมาตรฐานการเรียนรู้สู่การปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียน

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2551 : 9 - 10) ได้เสนอการออกแบบพัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ได้แก่

1. กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ จากที่เป็นหน่วยการเรียนรู้อิงมาตรฐาน เป้าหมายการเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ได้แก่ ชื่อหน่วย เป้าหมายการเรียนรู้ สาระสำคัญ ตัวชี้วัดคุณลักษณะ ทักษะกระบวนการ

2. กำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการนำเป้าหมายทุกเป้าหมาย (สาระสำคัญ ตัวชี้วัดทุกตัวชี้วัด และคุณลักษณะ) มากำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งการกำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการออกแบบการประเมินผลการเรียนรู้ให้เหมาะสม

3. ออกแบบการจัดการเรียนรู้ มีแนวดำเนินการ ดังนี้

3.1 จัดลำดับหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้โดยนำหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ทั้งหมดที่ระบุในในขั้นที่ 2 ตามลำดับที่ครูผู้สอนจะทำการสอนผู้เรียน ให้เป็นลำดับให้เหมาะสม

3.2 กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยนำหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้เป็นหลักในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนทำภารกิจหรือผลิตผลงาน/ชิ้นงานได้ตามที่กำหนดในขั้นที่ 2 ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยครูเป็นคนกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเข้าใจ แล้วทำงานได้บรรลุเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ของหน่วยที่กำหนด

ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ 1 ชุดของกิจกรรมอาจจะสามารถทำให้ผู้เรียนมีผลงาน/ชิ้นงาน/ ทำภาระงานได้ตามหลักฐานที่กำหนดหลายหลักฐานก็ได้อยู่ในดุลพินิจของผู้สอนและขณะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาและทักษะในศตวรรษที่ 21 ตามที่กำหนดในหลักสูตรแกนกลางฯ ให้แก่ผู้เรียนด้วย เมื่อออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ครบทุกหลักฐานแล้ว ให้นำข้อมูลทั้งหมดตั้งแต่เริ่มกำหนดหน่วยมาเขียนรายละเอียดลักษณะเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้

อนงค์ รอดคล้าย (2554 : 3) ได้กล่าวถึงหลักสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้ที่ครูสอนพึงคำนึง คือ

1. เป็นกิจกรรมที่พัฒนาผู้เรียนไปสู่มาตรฐานและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้

2. เป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การสร้างชิ้นงาน/ภารงานที่แสดงถึงการบรรลุมาตรฐานและตัวชี้วัดของผู้เรียน

3. สอดคล้องกับความสามารถและธรรมชาติของผู้เรียน

4. เป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้

5. กิจกรรมควรมีความหลากหลาย เหมาะสมกับนักเรียนและเนื้อหาสาระ

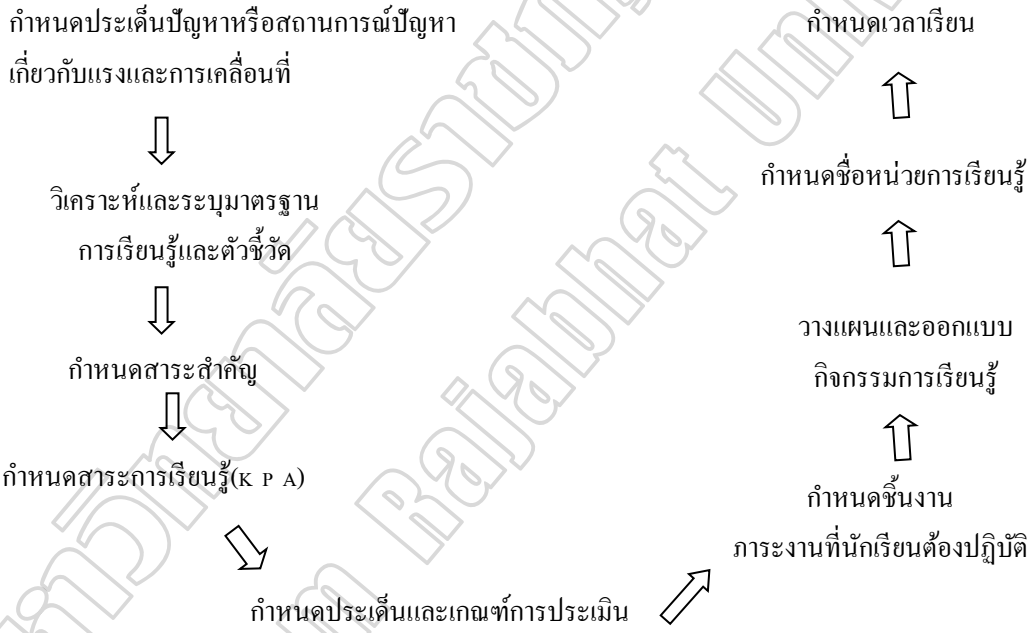
6. มีการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมอันพึงประสงค์

7. ควรจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงไปสู่ชีวิตจริง

8. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

9. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าสู่แหล่งเรียนรู้และเครือข่ายการเรียน

โดยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษานี้ จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการประดิษฐ์ความเชื่อมั่นในตนเอง ความคิดอย่างมีเหตุผล และความรู้ทางเทคโนโลยีโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละศาสตร์ที่บูรณาการและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง ได้อีกทั้งยังสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 โดยผู้วิจัยได้ทำการสรุปแผนผังการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาได้ดังภาพประกอบ 2.1



ภาพประกอบ 2.1 แสดงขั้นตอนการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้โดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กำหนดขอบเขตการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์

พื้นฐาน (การออกแบบและเทคโนโลยี) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าแนวการวัดและประเมินผลการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2560 : 21 - 24) ได้กล่าวถึงแนวการประเมินผู้เรียนจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาว่าการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ควบคู่กันกับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน เป็นกระบวนการที่จะได้ข้อมูลสารสนเทศที่แสดงถึงพัฒนาการความก้าวหน้าและความสำเร็จของผู้เรียน รวมทั้งได้ข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาและเรียนรู้ตามศักยภาพ การประเมินผลเป็นกลไกหนึ่งในการประกันคุณภาพการศึกษาทั้งภายในและภายนอกตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และการวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นเน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอนที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพและมีจุดอ่อนใดที่ควรจะได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้องเช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้

การประเมินจากสภาพจริง

เนื่องจากกิจกรรมสะเต็มศึกษาจะต้องควบคู่ไปกับการจัดกิจกรรมในชั้นเรียน ดังนั้นแนวทางการประเมินจะต้องเป็นการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิดเจตคติและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

การประเมินจากสภาพจริง คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงและต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้โดยมีลักษณะการประเมินดังต่อไปนี้

1. การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้านในสถานการณ์ที่ต่างกัน

2. สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

3. เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐานความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัยทักษะต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

4. เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้การส่งเสริมและวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล

5. ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอนและการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

6. เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

7. เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจะต้องมีการวัดและการประเมินด้านความสามารถทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านสติปัญหา ด้านทักษะ และด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ โดยแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังต่อไปนี้

1. ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

2. การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

3. ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

3.1 การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชาและชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิด

3.2 การกำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์หรือสิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงานและเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น การมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความตกลงร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของผู้สอน

3.3 การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่าเช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

3.4 การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูงในการแก้ปัญหา

3.5 การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพจริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีความจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ความเข้าใจในหลักการได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้แบบทดสอบข้อเขียนร่วมด้วยโดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ ความจำ แต่จะมุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

จากการประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยพบว่า มีความสอดคล้องกับการประเมินผลการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการประเมินผลที่เน้นการคิดระดับสูง

(พิมพันธ์ เดชะคุปต์. 2557 : 95) ซึ่งเมื่อพิจารณาทักษะการคิดระดับสูงแล้วสามารถแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ การคิดระดับสูงในลักษณะการถ่ายโอน (การนำความรู้ไปใช้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประยุกต์ และการประเมิน) ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการออกแบบเครื่องมือในการวัดและประเมินผลในงานวิจัยนี้ได้ ได้แก่ แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา หน่วยการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบวัดความเข้าใจมโนมติ และแบบวัดทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ความหมายของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นได้มีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้แนวสะเต็มศึกษาโดยผู้วิจัยได้สืบค้น ค้นคว้าจากแหล่งต่าง ๆ โดยความหมายของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้มีนักวิชาการและองค์กรทางการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลากหลาย โดยจะอธิบายเป็นขั้นตอนกระบวนการ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560 : 84) ได้ให้ความหมายของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ว่า เป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาโดยอาจใช้เทคนิคหรือวิธีการวิเคราะห์ที่หลากหลาย ช่วยให้เข้าใจเงื่อนไขและกรอบของปัญหาได้ชัดเจน จากนั้นดำเนินการสืบค้น รวบรวมข้อมูล ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรม

สภาวิจัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council: NRC) และ สมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science : AAAS) (กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. 2557 : 37) ได้ให้ความหมายของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ว่า เป็นกระบวนการทำงานในการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนเริ่มจากการกำหนดปัญหา การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาและการลงมือปฏิบัติเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดของการแก้ปัญหาโดยการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปแก้ไข

ศูนย์การเรียนการสอนสะเต็มของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ (กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. 2557 : 38) ได้ให้ความหมายของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ว่า เป็นกระบวนการทำงานในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย กำหนดปัญหาหรือความต้องการ ค้นหาแนวคิดวางแผนและพัฒนาแนวคิด ทดสอบและประเมินผลและนำเสนอ ซึ่งการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ได้

สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา (กฤษลดา ชูสินคุณาวุฒิ. 2557 : 38)ได้ให้ความหมายของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ว่า เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา โดยการกำหนดปัญหาแล้วสร้างแนวคิดด้วยเทคนิคการระดมสมอง จากนั้นดำเนินการวิจัยเพื่อสำรวจแนวคิดการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ มีการเลือกแนวคิดที่เหมาะสม มีการทดสอบด้วยการสร้างแบบจำลองและต้นแบบเพื่อตรวจสอบแนวคิดการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยชิ้นงานและประเมินว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ ทั้งนี้การทำงานสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขได้ตลอดจนกระทั่งได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด

จากความหมายที่ผู้วิจัยได้ศึกษา สรุปว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาโดยมีการระบุปัญหา ค้นคว้าหาสาเหตุของปัญหา มีการระดมความคิดและสืบค้นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาเป็นพื้นฐานในการวิจัย ออกแบบชิ้นงาน เทคโนโลยีหรือนวัตกรรม เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีการทดสอบและประเมินผลเพื่อที่จะได้ชิ้นงานหรือนวัตกรรมที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา โดยกระบวนการแก้ปัญหานี้จะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ได้

ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นได้เข้ามามีบทบาทในกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยเป็นกระบวนการแก้แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและขั้นตอน โดยได้มีองค์กรต่างๆได้มีการกำหนดขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้มากมาย โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งต่าง ๆ ดังนี้

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2560 : 16 - 19) ได้ระบุขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ว่า ลักษณะที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคือการผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราระบุ อาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหาผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหาอาจมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือการสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหาอย่างไร และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือการค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องและสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาควรพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มทุนข้อดีและจุดอ่อน และความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหา แล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

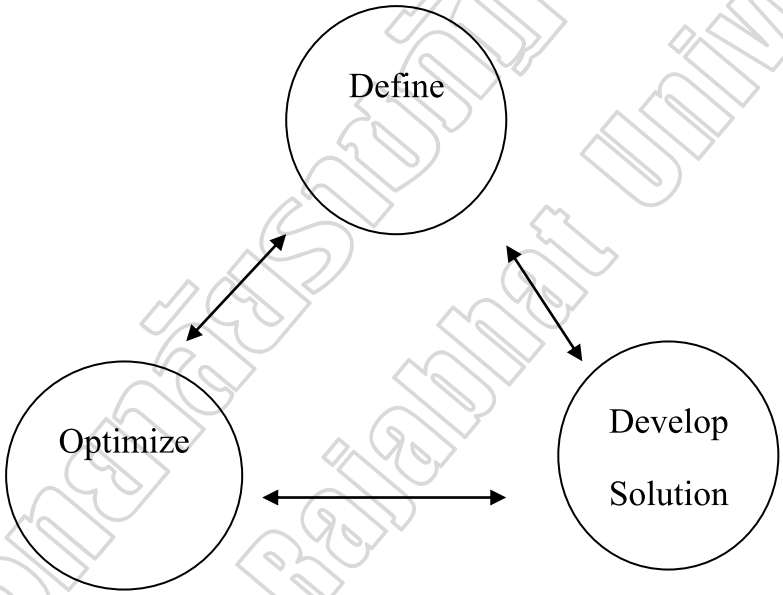
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไปคือการนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการ กำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาต้นแบบของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, evaluation and design improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

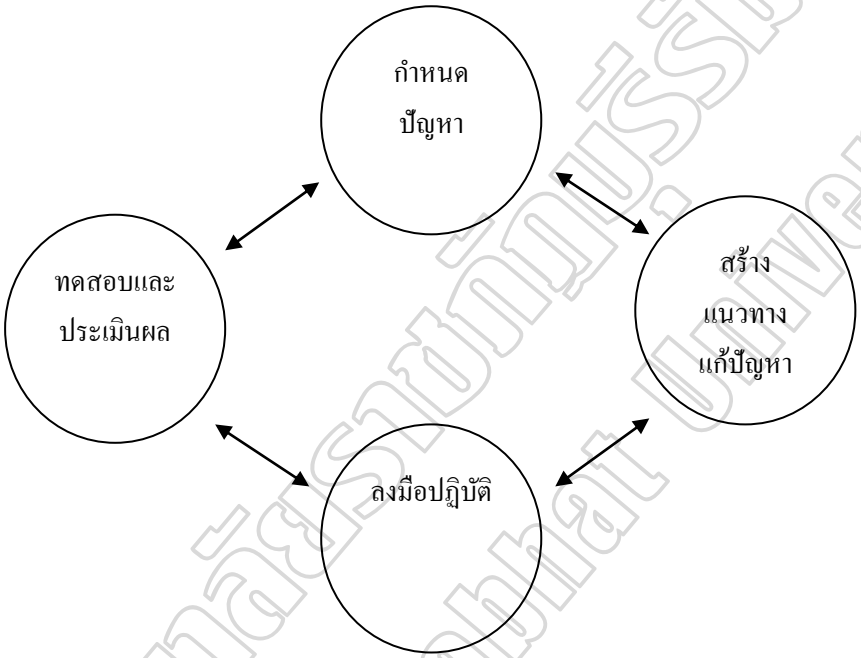
สภาวิจัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกาได้ร่วมกับสมาคมครูวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (The National Science Teachers Association: NSTA) และสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของอเมริกา (International Technology and Engineering Educators Association : ITEEA) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ฉบับใหม่สำหรับประเทศเรียกว่า (Next Generation Science Standard: NGSS) โดยเรียกกระบวนการทำงานนี้ว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเสนอขั้นตอนการทำงานประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดปัญหา การพัฒนาแนวทางแก้ปัญหาและการลงมือปฏิบัติเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดของการแก้ปัญหา โดยการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปแก้ไขได้ (กฤษลดา ชูสินคณาวุฒิ. 2557 : 37)
ดังภาพประกอบ 2.2



ภาพประกอบ 2.2 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ NGSS

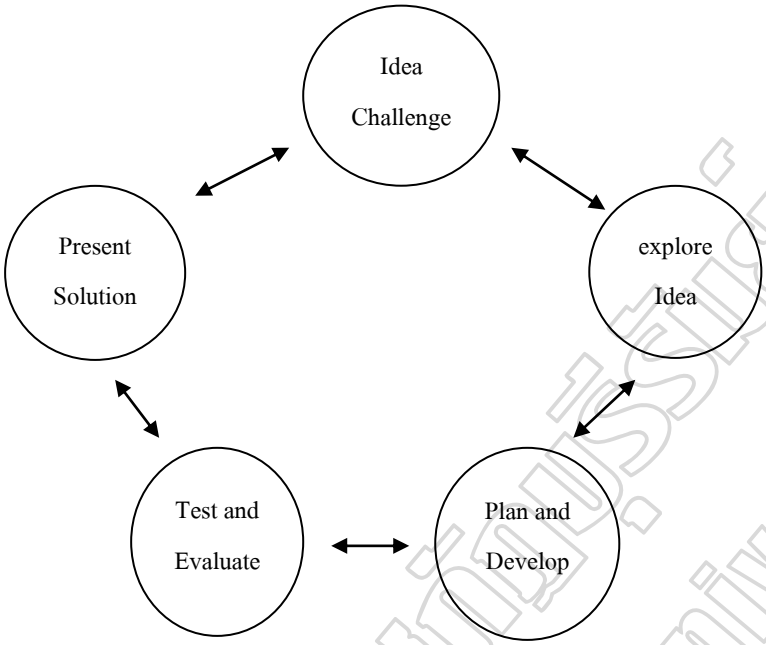
สมาคมนักเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดขั้นตอนของกระบวนการทำงานหรือกระบวนการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีไว้ในมาตรฐานการรู้เทคโนโลยีและเรียกกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยขั้นตอนการทำงานสำคัญ คือ การกำหนดปัญหาสร้างแนวคิดด้วยเทคนิคการระดมสมองและการดำเนินการวิจัยเพื่อสำรวจแนวคิดการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้การเลือกแนวคิดที่เหมาะสม การทดสอบด้วยการสร้างแบบจำลองและต้นแบบ เพื่อตรวจสอบแนวคิดการแก้ปัญหาการปฏิบัติงานด้วยการสร้างชิ้นงานเพื่อนำไปแก้ปัญหาการประเมินผล ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยชิ้นงาน

และประเมินว่าสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่ ทั้งนี้การทำงานสามารถย้อนกลับ เพื่อปรับปรุงแก้ไขได้ตลอดจนกระทั่งได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุด (กฤษลดา ชูสินคณาวุฒิ. 2557 : 38)
ดังภาพประกอบ 2.3



ภาพประกอบ 2.3 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของ ITEEA

ศูนย์การเรียนการสอนสะเต็มของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ (International Technology And Engineering Educators Association's STEM Center For Teaching and Learning™) ได้พัฒนารูปแบบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยการกำหนดปัญหาหรือความต้องการ ค้นหาแนวคิดวางแผนและพัฒนาแนวคิด ทดสอบและประเมินผลและนำเสนอ ซึ่งการทำงานมีลักษณะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ดังภาพประกอบ 2.4



ภาพประกอบ 2.4 วงจรกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของศูนย์การเรียนการสอนสะเต็มของสมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรมศึกษานานาชาติ

จากการศึกษาขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยพบว่า เมื่อนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาผนวกกับการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียนนั้น ในขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ประมวลความรู้ต่างๆ ที่ได้จากการสืบค้นและรวบรวมข้อมูล ประเมิน ตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้เหล่านั้นเพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะช่วยกลั่นกรองแนวคิดเบื้องต้นของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้สอนได้ตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมถึงความสามารถในการประยุกต์ความรู้ดังกล่าวของผู้เรียนได้ชัดเจนมากขึ้น อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานมักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น ๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการดังกล่าวต้องให้เวลากับผู้เรียนพอสมควร และถึงแม้ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจากองค์กรต่าง ๆ จะมีรูปแบบและขั้นตอนการทำงานบางอย่างแตกต่างกัน แต่มีเป้าหมายเดียวกันเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักการวางแผนการแก้ปัญหา สามารถคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดโดยแต่ละรูปแบบจะมีขั้นตอนหรือรายละเอียดคล้ายกัน ซึ่งจากการศึกษารูปแบบของ สสวท. โดยสาขาออกแบบและเทคโนโลยี พบว่า ได้ศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบ

กระบวนการทำงานดังกล่าว และสังเคราะห์กระบวนการทำงานที่สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยไว้ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในสาระการออกแบบและเทคโนโลยีเรียกชื่อกระบวนการทำงานนี้ว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งสามารถนำไปจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาได้โดยการทำงานสามารถย้อนกลับเพื่อปรับปรุงแก้ไขในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ตลอดขึ้นอยู่กับแต่ละสถานการณ์

ขั้นตอนการสอนเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561 : 85 - 86) ได้กำหนดแนวทางการสอนทักษะการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนฉายวีดิทัศน์ที่อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากนั้นร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนและแนวทางการปฏิบัติตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อนำ มาใช้แก้ปัญหาที่พบจากสถานการณ์ต่าง ๆ

2. ผู้สอนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้สำรวจสถานการณ์ปัญหาในบริเวณโรงเรียนหรือชุมชน แล้วให้ผู้เรียนเสนอปัญหาที่พบ ตัวอย่างปัญหาที่พบในโรงเรียนบริเวณโรงอาหาร เช่น การแลกคูปองเพื่อซื้ออาหารใช้เวลานาน มีแมลงวันตอมอาหารจำนวนมาก มีการทิ้งเศษอาหารอุดตันท่อระบายน้ำ แล้วให้ผู้เรียนเลือกปัญหาที่สนใจมา 1 ประเด็น

3. ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบสาเหตุและปัจจัยของปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ โดยผู้สอนอาจแนะนำวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาด้วย 5W1H รวมทั้งการหาสาเหตุและปัจจัยของปัญหาด้วยผังก้างปลา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถระบุและกำหนดขอบเขตของปัญหาที่ต้องการแก้ไขได้ชัดเจนขึ้น จากนั้นอภิปรายและสรุปร่วมกันถึงความรู้ที่ได้จากการระบุปัญหาในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4. ผู้เรียนระดมความคิด เพื่อกำหนดประเด็นในการรวบรวมข้อมูลตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจากนั้นให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพื่อนำมาใช้สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหา โดยอาจสรุปข้อมูลที่รวบรวมได้เป็นแผนที่ความคิด จากนั้นให้ผู้เรียนสร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาซึ่งอาจมีหลายแนวทางให้สอดคล้องกับขอบเขตของปัญหาที่กำหนดไว้ โดยนำ เสนอเป็นแผนที่ความคิดหรือวิธีการนำเสนออื่น ๆ จากนั้นวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของแต่ละทางเลือกในการแก้ปัญหาโดยใช้ตารางการตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาโดยพิจารณาจากทรัพยากรที่มี เช่น เวลา วัสดุ เครื่องมือ ทุน และข้อจำกัดเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ แล้วเลือกแนวทางที่เหมาะสม

5. ผู้สอนแนะนำถึงแนวทางในการถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยการร่างภาพ หรือเขียนผังงานหรือแผนภาพ แล้วให้ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อ

แก้ไขปัญหาตามแนวทางที่ตนเองได้เลือกไว้ให้มีความชัดเจนและสามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยอาจมีการระบุถึงขนาดสัดส่วนหรือวัสดุที่ใช้สร้าง (กรณีที่เป็นชิ้นงาน)

6. ผู้เรียนสร้างชิ้นงานหรือลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่ได้ออกแบบ ควรมีการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งอาจจัดทำในลักษณะของตารางที่มีรายละเอียดของหัวข้อในการทำงานพร้อมระบุเวลาที่ใช้ปฏิบัติ แล้วให้ผู้เรียนทดลองวางแผนขั้นตอนการทำงานเพื่อสร้างชิ้นงานหรือลงมือแก้ปัญหาตามวิธีการที่ได้คิดไว้ โดยอาจมีระบุรายละเอียดเพิ่มเติมถึงวัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่จำเป็นในการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ในกรณีที่สามารถสร้างชิ้นงานหรือลงมือปฏิบัติตามวิธีการเพื่อแก้ปัญหาได้ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และบันทึกผลที่ได้

7. ผู้เรียนทดสอบว่าชิ้นงานหรือวิธีการนั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่นั้นอาจประเมินในรูปแบบของแบบประเมินรายการที่มีหัวข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์ในแก้ปัญหา เช่น ความสะดวกในการใช้ ความเหมาะสมของวัสดุที่ใช้สร้างหรือความคุ้มค่าในการสร้างหรือลงมือแก้ปัญหา เพื่อให้สามารถประเมินข้อดีข้อเสียของชิ้นงานหรือวิธีการแก้ไขปัญหานั้นได้ แล้วให้ผู้เรียนลองกำหนดประเด็นเพื่อทดสอบหรือประเมินชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองลงในและทดลองนำไปใช้ประเมินจริงในกรณีที่มีการสร้างชิ้นงานหรือลงมือปฏิบัติแก้ปัญหา ในกรณีที่ชิ้นงานหรือวิธีการไม่สามารถแก้ปัญหาได้หรือแก้ปัญหาได้ไม่สมบูรณ์ผู้สอนแนะนำแนวคิดต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงชิ้นงานหรือวิธีการให้แก้ปัญหาให้ดีขึ้น เช่น การใช้เทคนิคการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือการย้อนกลับไปรวบรวมข้อมูลหรือออกแบบแนวทางแก้ไขปัญหาใหม่ตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

8. ผู้เรียนนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการทำงานเพื่อแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนำเสนอตั้งแต่แนวคิดในการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา รวมทั้งผลของการแก้ปัญหาและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการนำเสนอสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำแผ่นนำเสนอผลงาน การทำแผ่นพับ ซึ่งผู้สอนอาจให้ผู้เรียนลองออกแบบแผ่นนำเสนอผลงานของตนเองได้

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้น ผู้วิจัยสรุปว่า กระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวได้มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีการบูรณาการกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมและนำไปออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมได้ ซึ่งสอดคล้องกับทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยงานวิจัยนี้จะนำขั้นตอนดังกล่าวมาเป็นแนวทางในการออกแบบหน่วยการการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้

บทบาทครูในการสอนตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ในการจัดกิจกรรมการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นถือว่าครูผู้สอนนับว่ามีบทบาทเป็นอย่างมากในการขับเคลื่อนกิจกรรมให้ผ่านไปได้ และส่งเสริมให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ของกิจกรรม

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2560) ได้กำหนดขั้นตอนและบทบาทของครูผู้สอนในขั้นตอนกระบวนการสอนสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมไว้ 6 ขั้นตอน ดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 แสดงขั้นตอนและบทบาทของครูผู้สอนในกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ขั้นตอน	บทบาทครูผู้สอน
ขั้นระบุปัญหา	**ทำให้นักเรียนมองเห็นปัญหา** ครูต้องจัดหาหรือยกสถานการณ์ เช่น การสนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าว การฉายวิดิทัศน์ ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพของสภาพจริงในชีวิตประจำวันที่มีอุปสรรคต่อความสำเร็จที่ต้องการที่ทำให้เกิดการกระตุ้นให้คิดว่า ควรจะสร้างหรือมีนวัตกรรมที่จะช่วยให้การดำเนินการคุณภาพชีวิตดีขึ้นและ ให้นักเรียนเล่าหรือบอกเรื่องราวในชีวิตจริงของนักเรียน อาชีพของผู้ปกครอง หรือครอบครัว หรือชุมชนของนักเรียน ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครูผู้สอน
ขั้นระบุปัญหา	**ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา** ครูต้องทำให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงความสำคัญของปัญหา ซึ่งเกิดจากการเห็นคุณค่าของ “การรับรู้โดยการใส่ใจ” โดยครูต้องทำให้นักเรียนรับรู้ให้ได้ว่าจากสถานการณ์ที่นักเรียนได้บอกเล่ามานั้น มี “ปัญหาหรืออุปสรรคต่อเป้าหมาย” ที่ควรใส่ใจในการหาวิธีแก้ไข มิฉะนั้นจะส่งผลกระทบในด้านลบ หรือใส่ใจที่จะ “สร้างหรือมีนวัตกรรม” อันเป็นการพัฒนา ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบในด้านบวก
	ทำให้นักเรียนสามารถระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็น ครูต้องทำให้นักเรียนมีความสามารถในการระบุปัญหา ซึ่งการระบุปัญหาที่ดีนั้น ต้องสื่อสารให้เห็นเป้าหมายในการแก้ปัญหาอย่างชัดเจน และวิธีการทำให้นักเรียนระบุปัญหาจากสถานการณ์ได้ตรงประเด็นที่สุด คือให้นักเรียนซึ่งเป็นสมาชิกของกลุ่มระดมความคิดให้มากที่สุด จากนั้นนำผลที่เกิดจากสถานการณ์ทั้งหมดมาสรุปให้แคบลง
ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	**ฝึกให้นักเรียน วิเคราะห์ปัญหา และทำความเข้าใจสภาพแวดล้อมหรือบริบทของปัญหา** ครูต้องพยายามให้นักเรียนแยกแยะปัญหาว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบย่อย ๆ อะไรบ้าง เกิดจากอะไร ประกอบขึ้นมาได้อย่างไรและมีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันอย่างไร และให้นักเรียนอภิปรายเพื่อระบุให้ได้ว่า เป้าหมายของการแก้ปัญหาคืออะไร ความต้องการของผู้รับประโยชน์จากการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง เงื่อนไข หรือข้อจำกัด หรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหามีอะไรบ้าง
	ฝึกให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ครูให้นักเรียนค้นคว้าหรือหาคำอธิบายในสิ่งที่นักเรียนได้แยกแยะมาแล้วแต่ยังไม่มีความชัดเจน โดยให้ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเกี่ยวกับปัญหาที่สนใจว่า ในสภาพแวดล้อมหรือบริบทเหมือนกันหรือคล้ายกันกับปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน มีการศึกษาหรือแก้ไขมาบ้างหรือไม่ ทำอย่างไร และได้ผลอย่างไร

ตาราง 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครูผู้สอน
ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	**ฝึกให้นักเรียนมีความรอบคอบในการออกแบบวิธีแก้ปัญหา** ครูต้องดำเนินการให้นักเรียนเห็นความสำคัญของความรอบคอบในการการออกแบบวิธีแก้ปัญหา โดยเน้นว่าการจะทำให้ได้เป้าหมายของการแก้ปัญหานั้น ต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้รับประโยชน์จากการแก้ปัญหา เงื่อนไขหรือข้อจำกัดหรือเกณฑ์ที่เป็นบริบทของปัญหา ซึ่งจะทำให้ผลผลิตจากการแก้ปัญหาเป็นที่ยอมรับ
	ฝึกให้นักเรียนสร้างทางเลือกวิธีแก้ปัญหา ครูต้องทำให้นักเรียนเอาเป้าหมายเป็นตัวตั้ง แล้วระดมสมองให้ได้วิธีการเพื่อให้ถึงเป้าหมายให้มากวิธีที่สุด ซึ่งบางวิธีอาจมีความเป็นไปได้ยาก แต่ครูไม่ควรรีบด่วนตัดทิ้ง เนื่องจากวิธีคิดที่เป็นไปไม่ได้อาจทำให้เกิดวิธีคิดใหม่ที่เป็นไปได้หรืออาจปรับให้มีความเป็นไปได้ในภายหลัง ประการสำคัญต้องเน้นย้ำกับนักเรียนว่าแต่ละวิธีแก้ปัญหาจะต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ ซึ่งอาจมีเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องมาร่วมด้วยก็ได้ จากนั้น นำมาออกแบบเป็น “ร่างแนวคิด” ของแต่ละวิธี แล้วประเมินในท้ายที่สุดว่าควรจะเลือกเลือกวิธีแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ และดีที่สุดเพื่อนำไปปฏิบัติจริง
ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	**ฝึกให้นักเรียนเขียนแผนการปฏิบัติการ** เป็นการนำร่างแนวคิดที่ผ่านการเลือกแล้วว่าเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมที่สุดในการจะนำไปปฏิบัติไปจัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงาน เงื่อนเวลาที่ต้องดำเนินงาน ความสามารถของแรงงาน ความเหมาะสมด้านเทคนิค ค่าใช้จ่าย และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งขั้นตอนนี้ครูควรให้ความสนใจอย่างใกล้ชิดและซักถามนักเรียนอย่างละเอียดเพื่อให้ข้อเสนอแนะหรือป้องกันอุปสรรคที่อาจเกิดจากการวางแผนที่ไม่รอบคอบเหมาะสม และหลังการเขียนแผนปฏิบัติการอาจต้องให้ครูอนุมัติแผนปฏิบัติการก่อนนำไปดำเนินการ เนื่องจากบางกิจกรรมอาจต้องอยู่ในความดูแลใกล้ชิดจากครูหรือผู้รู้เฉพาะด้าน

ตาราง 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครูผู้สอน
ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	**ฝึกให้นักเรียนปฏิบัติงานตามแผนและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ** เป็นการลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหา ระหว่างการปฏิบัติครูควรให้นักเรียนบันทึกความสำเร็จตามแผน ปัญหาอุปสรรคและวิธีแก้ไข และควรกำหนดเวลาที่นักเรียนต้องรายงานสรุปให้ครูทราบความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานเป็นระยะ ๆ ด้วย โดยกำชับนักเรียนว่าหากมีปัญหาหรืออุปสรรคหรือเหตุการณ์ที่จะต้องปรับแผน ต้องแจ้งให้ครูทราบก่อนดำเนินการทุกครั้ง
ขั้นทดสอบ ปรับปรุงและประเมินผล	**ฝึกให้รู้จักวิธีการทดสอบ** ครูควรให้นักเรียนระดมความคิดว่า ในการทดสอบผลงาน ควรจะทดสอบด้วยวิธีใด และใครเป็นผู้ทดสอบ ระหว่างการทดสอบต้องอยู่ในการควบคุมดูแลหรือไม่ เพราะบางครั้งวิธีการทดสอบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยซึ่งต้องอยู่ในการดูแลใกล้ชิดจากครูหรือผู้รู้เฉพาะด้าน
	ฝึกให้รู้จักประเมินผล ครูควรให้นักเรียนประเมินโดยยึดว่า ได้ผลงานเป็นรูปธรรมตามเป้าหมายหรือไม่ ผลงานนั้นมีคุณลักษณะเป็นไปตามความต้องการ และ ภายใต้เงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แต่แรกหรือไม่ จากผลการประเมินมีสิ่งใดที่ต้องปรับปรุงหรือไม่
	ฝึกให้มีกระบวนการในการปรับปรุง ครูต้องกำชับนักเรียนว่า หากจำเป็นต้องปรับปรุง จะต้องบันทึกสาเหตุของการปรับปรุง วิธีปรับปรุงต้องอยู่บนพื้นฐานของการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิธีการทางวิศวกรรมมาใช้ และขออนุมัติแผนการปรับปรุงต่อครูก่อนนำไปปรับปรุง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 2.3 (ต่อ)

ขั้นตอน	บทบาทครูผู้สอน
ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนานวัตกรรม	ครูควรเสนอแนะให้นักเรียนนำเสนอ อย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่สถานการณ์ปัญหา การระบุปัญหา การรวบรวมข้อมูล การออกแบบการวางแผน การปฏิบัติงานเพื่อแก้ปัญหา การทดสอบ ผลการประเมิน การปรับปรุง โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นตอนของการทำความเข้าใจปัญหาว่าอะไรคือเป้าหมาย อะไรคือความต้องการ อะไรเป็นข้อจำกัดของการสร้างงาน การรวบรวมข้อมูลทำให้เรียนรู้อะไร การออกแบบอยู่บนพื้นฐานของการใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างไร มีเทคโนโลยีอะไรที่ใช้ประโยชน์ในการสร้างงานนี้ เกิดปัญหาอุปสรรคระหว่างสร้างงานอย่างไร ปรับแก้อย่างไร และผลลัพธ์สุดท้ายเป็นไปตามเป้าหมายและความต้องการหรือไม่สิ่งสำคัญจะต้องให้นักเรียนลงข้อสรุปให้ผู้ฟังเห็นชัดเจนว่า วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ เทคโนโลยี นำมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

จากการศึกษาบทบาทของครูผู้สอนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยพบว่าบทบาทของครูสอนสะเต็ม คือ การทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนช่วยเหลือผู้เรียนให้พัฒนาตนเองให้ได้เต็มศักยภาพ และส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยจะนำไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมต่อไป

ทักษะการคิดแก้ปัญหา

ทักษะการคิดแก้ปัญหานับเป็นหนึ่งในทักษะการคิดขั้นสูงที่นับเป็นจุดมุ่งหมายของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งสามารถส่งเสริมได้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยนักเรียนจะสามารถเรียนรู้และฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหาในประเด็นต่อไปนี้

ความหมายของทักษะการคิดแก้ปัญหา

การดำเนินชีวิตในปัจจุบันผู้เรียนต่างต้องประสบกับสิ่งต่าง ๆ มากมาย ซึ่งสิ่งที่พบเจอเหล่านี้บางครั้งอาจเป็นปัญหาหรืออุปสรรคที่ต้องดำเนินการแก้ไขเพื่อให้การดำเนินชีวิตหรือการทำงานสามารถดำเนินไปได้อย่างเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในการดำเนินการเพื่อแก้ไข จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหาที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผู้วิจัยได้ทำการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยทักษะการคิดแก้ปัญหาได้มีองค์กรและผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังต่อไปนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550 : 20) ได้ให้ความหมายของทักษะการคิดแก้ปัญหาว่า การใช้ประสบการณ์ที่ค้นพบด้วยตนเองที่เกิดจากการสังเกต การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การตีความและการสรุปความเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล

มัณฑรา ธรรมบุศย์ (2551 : 13) ได้ให้ความหมายของทักษะการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถในการรู้จักขอความช่วยเหลือจากผู้อื่นในยามจำเป็น รู้จักพัฒนาและประเมินทางเลือกในการแก้ปัญหา สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง

ประเสริฐ ตันสกุล (2551 : 45) ได้ให้ความหมายของทักษะการคิดแก้ปัญหาว่าเป็นความสามารถในการวิเคราะห์สถานการณ์ การประดิษฐ์คำตอบ การพิจารณาผลพวงและเฟ้นหาวิธีการที่เหมาะสม

สิทธิชัย ชมพูพาทย์ (2554 : 53) ได้ให้ความหมายของทักษะการคิดแก้ปัญหาว่า เป็นความสามารถในการเปลี่ยนด้านลบให้เป็นด้านบวก กล่าวคือ เป็นการใช้สมองในการคิดและยังเป็นกระบวนการลดความเบี่ยงเบนของปัญหาให้เป็นวัตถุประสงค์ด้านบวก และลดความเบี่ยงเบนของสาเหตุให้เป็นเป้าหมายด้านบวก โดยประกอบด้วยกิจกรรมหลายอย่างต่อเนื่องกันผู้แก้ปัญหาต้องพยายามปรับปรุงตัวเองและสิ่งแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกลับเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสภาวะที่เราคาดหวังเพื่อให้สามารถบรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่าทักษะการคิดแก้ปัญหานั้นเป็นความสามารถในการคิดและลงมือปฏิบัติ โดยจำเป็นต้องนำความรู้และทักษะต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน เพื่อที่จะส่งผลให้สามารถแก้ไขปัญหาหรือสร้างชิ้นงานนวัตกรรมในแต่ละสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม ทักษะการแก้ปัญหานี้สามารถแสดงออกในรูปแบบของกระบวนการแก้ปัญหาได้ ครูผู้สอนอาจกำหนดสถานการณ์จำลองหรือสถานการณ์ในชุมชนหรือสังคมมาให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหา

เนื่องจากทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการทางด้านสติปัญญาและการเรียนรู้เพื่อให้เข้าใจในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญา ผู้วิจัยจึงได้ทำการสืบค้นข้อมูล จึงนำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้ปัญหาดังนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสถิติปัญญาของเพียเจต์

เพียเจต์ (Piage. 1969 ; อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. 2552 : 25 - 26) กล่าวว่าพัฒนาการทางจริยธรรมของมนุษย์นั้นย่อมขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญาและได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาออกเป็น 4 ระดับคือ

1) ขั้นการรับรู้จากประสาทสัมผัส

2) ขั้นเริ่มคิดด้วยญาณ

3) ขั้นคิดด้วยรูปธรรม

4) ขั้นคิดตามแบบแผนของตรรกวิทยา

จากพัฒนาการทางสติปัญญาทั้ง 4 ขั้นเพียเจต์ได้นำมาเป็นหลักเกณฑ์ในการแบ่งขั้นพัฒนาการทางจริยธรรมเป็น 3 ขั้นคือ

1. ขั้นก่อนจริยธรรมเริ่มตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ขวบ เป็นขั้นที่ยังไม่มีความสามารถในการรับรู้สิ่งแวดล้อมได้อย่างละเอียด มีแต่ความต้องการทางร่างกาย เด็กเหล่านี้จะมีพัฒนาการทางสติปัญญาในขั้นรับรู้จากประสาทสัมผัส

2. ขั้นฝึกคำสั่งอยู่ในช่วงอายุระหว่าง 2 - 8 ปี ในขั้นนี้เด็กจะสามารถรับรู้สภาพแวดล้อมและบทบาทของตนเองต่อผู้อื่น รู้จักเกรงกลัวผู้ใหญ่ เห็นว่าคำสั่งหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ต้องปฏิบัติตามซึ่งเด็กวัยนี้จะมีพัฒนาการทางสติปัญญาในขั้นเริ่มคิดด้วยญาณ

3. ขั้นยึดหลักแห่งตนพัฒนาการในขั้นนี้จะมีตั้งแต่เด็กอายุ 8 ปีขึ้นไป เด็กวัยนี้จะมีพัฒนาการทางสติปัญญาในขั้นคิดด้วยรูปธรรมและขั้นคิดตามแบบแผนของตรรกวิทยา ซึ่งเด็กสามารถใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลประกอบการตัดสินใจและตั้งเกณฑ์ที่เป็นตัวของตัวเองได้ ผลจากการวิจัยในระยะเวลาต่อมาเพียเจต์ได้ตั้งเกณฑ์การให้เหตุผลเชิงจริยธรรมไว้ 6 เกณฑ์คือ

3.1 การตัดสินจากเจตนาของการเด็กเล็กจะตัดสินการกระทำจากปริมาณสิ่งของส่วนเด็กโตจะตัดสินจากเจตนาของการกระทำ

3.2 การตัดสินที่เกี่ยวโยงสัมพันธ์จากเด็กเล็กจะตัดสินการกระทำโดยยึดเอาความเชื่อความเห็นชอบของผู้ใหญ่ว่าถูกต้อง ในขณะที่เด็กโตจะยึดเอาเหตุผลและสถานการณ์ประกอบการตัดสิน

3.3 ไม่เกี่ยวข้องกับการลงโทษ เด็กเล็กจะตัดสินว่าดีไม่ดีเพราะถูกลงโทษ แต่เด็กโตจะตัดสินการกระทำใดไม่ดีเพราะสิ่งนั้นไปขัดกับเกณฑ์และเป็นอันตรายกับบุคคลอื่น

3.4 ใช้ระบบการแก้แค้นเด็กเล็กใช้น้อยกว่าเด็กโต

3.5 ใช้การลงโทษเพื่อดัดนิสัยเด็กเล็กจะสนับสนุนการลงโทษอย่างหนักเพื่อแก้นิสัยแต่เด็กโตไม่ค่อยเห็นด้วย

3.6 หลักธรรมชาติของความโหดร้ายเด็กเล็กจะถือว่าการทำผิดจะต้องได้รับการลงโทษจากพระเจ้า

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีของเพียเจต์พบว่า จะทำให้ครูผู้สอนมีความเข้าใจในพัฒนาการและสามารถส่งเสริมผู้เรียนได้ถูกต้องเช่นการคิดโดยรูปธรรมและขั้นคิดตามแบบแผนซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ความคิดอย่างมีเหตุผลประกอบการตัดสินใจและตั้งเกณฑ์ที่เป็นของตัวเองได้ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ทฤษฎีพัฒนาการทางสถิติปัญญาของทอร์แรนซ์

ทอแรนซ์ (Torrance. 1962) ได้นำองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ คือ การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่มมาใช้ประกอบกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาและการใช้ประโยชน์จากกลุ่มซึ่งมีความคิดหลากหลาย โดยเน้นการใช้เทคนิคระดมสมองเกือบทุกขั้นตอนรูปแบบนี้มุ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ตระหนักรู้ในปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเรียนรู้ที่จะคิดแก้ปัญหาร่วมกัน ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดจำนวนมาก

ขั้นตอนหรือกระบวนการในการสอนทักษะแก้ปัญหา

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาความหมายและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดแก้ปัญหา พบว่าทักษะการคิดแก้ปัญหาจำเป็นต้องมีการนำองค์ความรู้และทักษะด้านต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน เพื่อที่จะส่งผลให้สามารถแก้ไขปัญหาหรือสนองความต้องการในแต่ละสถานการณ์ได้อย่างเหมาะสม โดยทักษะการคิดแก้ปัญหานี้อาจแสดงออกในรูปแบบของกระบวนการแก้ปัญหา โดยที่ครูผู้สอนสามารถออกแบบการจัดการเรียนการสอน โดยการกำหนดสถานการณ์จำลองหรือข้อมูลจากสถานการณ์จริงมาให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ

รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาตามแนวคิดของทอร์แรนซ์

รูปแบบนี้มุ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้ตระหนักรู้ในปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และเรียนรู้ที่จะคิดแก้ปัญหาร่วมกัน ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดจำนวนมากประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำสภาพการณ์อนาคตเข้าสู่ระบบการคิด นำเสนอสภาพการณ์อนาคตที่ยังไม่เกิดขึ้น หรือกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้การคิดคล่องแคล่ว การคิดยืดหยุ่น การคิดริเริ่ม และจินตนาการ ในการทำนายสภาพการณ์อนาคตจากข้อมูล ข้อเท็จจริง และประสบการณ์ของตน

ขั้นที่ 2 การระดมสมองเพื่อค้นหาปัญหา จากสภาพการณ์อนาคตในขั้นที่ 1 ผู้เรียนช่วยกันวิเคราะห์ว่าอาจจะเกิดปัญหาอะไรขึ้นบ้างในอนาคต

ขั้นที่ 3 การสรุปปัญหา และจัดลำดับความสำคัญของปัญหา ผู้เรียนนำปัญหาที่วิเคราะห์ได้มาจัดกลุ่ม หรือจัดความสัมพันธ์เพื่อกำหนดว่าอะไรเป็นปัญหาหลัก อะไรเป็นปัญหารอง และจัดลำดับความสำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 4 การระดมสมองหาวิธีแก้ปัญหา ผู้เรียนร่วมกันคิดวิธีแก้ปัญหา โดยพยายามคิดให้ได้ทางเลือกที่แปลกใหม่จำนวนมาก

ขั้นที่ 5 การเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เสนอเกณฑ์หลาย ๆ เกณฑ์ที่จะใช้ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหา แล้วตัดสินใจเลือกเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ ในแต่ละสภาพการณ์ต่อไปจึงนำเกณฑ์ที่คัดเลือกไว้ มาใช้ในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด โดยพิจารณาถึงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์แต่ละข้อด้วย

ขั้นที่ 6 การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาอนาคต ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหาอนาคตที่ได้มาเรียบเรียง อธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมข้อมูลที่จำเป็น คิดวิธีการนำเสนอที่เหมาะสม และนำเสนออย่างเป็นระบบน่าเชื่อถือ

จากการศึกษา ผู้วิจัยสรุปว่ารูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์แรนซ์ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา และตระหนักรู้ในปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต และสามารถใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหามาใช้ในการแก้ปัญหาปัจจุบัน และป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาของดิวอี้

ดิวอี้ (Dewey. 1993) ได้คิดวิธีสอนแก้ปัญหานี้ขึ้นโดยมุ่งให้ผู้เรียนได้ศึกษาและฝึกฝนวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่พบในชีวิตประจำวันได้อย่างเป็นกระบวนการสมเหตุสมผลและมีหลักเกณฑ์อันเป็นการเตรียมเด็กหนุ่มสาวให้สามารถปรับปรุงตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมและความเปลี่ยนแปลงในสังคมได้โดยนำความรู้และประสบการณ์จากหลาย ๆ สาขาวิชามาประกอบกันในการแก้ปัญหานั้น ๆ สำหรับขั้นตอนการสอนของวิธีการสอนแบบแก้ปัญหามีดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ครูนักเรียนหรือครูกับนักเรียนกำหนดปัญหากันโดยวิธีการต่าง ๆ เช่น ถามนำเข้าสู่บทเรียน เล่าเรื่องหรือประสบการณ์ แล้วตั้งปัญหาใช้สถานการณ์ในชุมชนมาตั้งปัญหาจัดสถานการณในห้องเรียนกระตุ้นให้เกิดปัญหาเป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นวิเคราะห์ปัญหา เมื่อได้ปัญหาจากขั้นที่ 1 มาแล้วครูจะนำนักเรียนให้คิดพิจารณาปัญหาจากนั้นก็จะแบ่งกลุ่มเพื่อรับผิดชอบในการแก้ปัญหาแต่ละข้อการสอนขั้นนี้จะจบลงด้วยการเสนอแนะแหล่งความรู้ที่แต่ละกลุ่มควรไปค้นคว้าหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมุติฐาน เป็นขั้นที่นักเรียนคาดเดาว่าปัญหานั้น ๆ มีสาเหตุมาจากอะไรหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นน่าจะแก้ไขโดยวิธีใดหรือปัญหานั้นควรมีคำตอบว่าอย่างไร

ขั้นที่ 4 เก็บรวบรวมข้อมูล นักเรียนแต่ละกลุ่มจะไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพื่อแก้ปัญหาด้วยการทำกิจกรรมตามที่วางแผนไว้ในขั้นที่ 2 เช่น อ่านหนังสือ สัมภาษณ์ผู้รู้ เชิญวิทยากรมาให้ความรู้ ทำแผนภูมิ ทำแผนผังทำสมุดภาพ ชมภาพยนต์หรือวิดีทัศน์ ทดลองปฏิบัติ เป็นต้น ขณะทำกิจกรรมครูจะคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล เป็นขั้นตอนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำข้อมูลที่ไปค้นคว้าหรือทดลองมาวิเคราะห์และสังเคราะห์หาคำตอบที่ต้องการหรือพิสูจน์ว่าสมมุติฐานที่ตั้งไว้นั้นถูกต้องหรือไม่คำตอบที่ถูกคืออะไร

ขั้นที่ 6 สรุปผล เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปผลการเรียนรู้และหลักการที่ได้จากการศึกษาหาปัญหานี้

จากการศึกษาขั้นตอนวิธีการสอนทักษะการแก้ปัญหา ผู้วิจัยพบว่า ขั้นตอนเหล่านี้นั้นสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และถึงแม้ขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมกับขั้นตอนการสอนทักษะการแก้ปัญหาจะมีรูปแบบและขั้นตอนการทำงานบางอย่างแตกต่างกัน แต่มีเป้าหมายเดียวกันเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน รู้จักวิเคราะห์สภาพปัญหา หาสาเหตุของปัญหา รู้จักการวางแผนการแก้ปัญหา สามารถคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลายเพื่อแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดได้ โดยจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

ความสอดคล้องระหว่างกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหาข้างต้นนั้นพบว่าขั้นตอนต่าง ๆ นั้นมีความสอดคล้องกับขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สุธิดา การีมี. 2560 : 1) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังเป็นกระบวนการที่จะช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนใฝ่หาความรู้เพื่อหาหนทางแก้ไข ได้ฝึกทักษะการคิด การลงมือปฏิบัติ โดยผู้วิจัยได้เปรียบเทียบความสอดคล้อง ดังตาราง 2.4

ตาราง 2.4 ความสอดคล้องระหว่างกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและกระบวนการแก้ปัญหา

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	กระบวนการแก้ปัญหา
1. ระบุปัญหา	1. การทำความเข้าใจปัญหา
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	2. การนิยามและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. การนำเสนอทางเลือกหรือแนวทางในการแก้ปัญหา 4. ตัดสินใจเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	5. การลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาและตรวจสอบวิธีการแก้ปัญหา
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	
5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน	
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	

จากตารางความสอดคล้อง ผู้วิจัยพบว่า หากมีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนการสอนก็เท่ากับเป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนหากมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ก็จะเป็นการช่วยฝึกผู้เรียนให้เกิดทักษะในการคิดสร้างสรรค์และทักษะในการแก้ปัญหาได้อีกแนวทางหนึ่งด้วย (สุธิดา การีมี. 2560 : 4)

จากการศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์เนื้อหาที่สืบค้นและนำสรุปได้ในงานวิจัยนี้ว่า ทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้เรียนสามารถระบุปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา นำเสนอวิธีหรือนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหาและตรวจสอบหรือประเมินผลจากการใช้วิธีหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหา ซึ่งวัดได้จากคะแนนของนักเรียนที่ตอบแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา นอกจากจะสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมแล้วนั้น ในขณะดำเนินกิจกรรมผู้เรียนสามารถสร้างความเข้าใจมโนมติในเนื้อหาที่เรียนได้ไปพร้อม ๆ กัน โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความเข้าใจมโนมติในประเด็นต่อไปนี้

ความหมายของความเข้าใจมโนมติ

มโนมติ แปลมาจากภาษาอังกฤษว่า Concept ซึ่งมีผู้ให้คำแปลเป็นภาษาไทยไว้หลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด สังกัป มโนทัศน์ แนวความคิด มโนมติ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า “มโนมติ” ได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่ามโนมติไว้ดังนี้

พิชา ชัยจันดี (2552) ให้ความหมายมโนมติไว้ว่า เป็นความคิด ความเข้าใจของบุคคล ที่เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ อันเกิดจากการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายคุณลักษณะของสิ่งเหล่านั้นและให้คำจำกัดความของเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้น

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2552ก : 5) ให้ความหมายมโนมติไว้ว่าเป็นความคิดหรือความเข้าใจภายในตัวของบุคคลที่จะตีความและสรุปความเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นผลเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้คุณลักษณะสำคัญที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเป็นคุณสมบัติหรือลักษณะที่เฉพาะเจาะจงของสิ่งนั้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2557 : 3 - 4)ให้ความหมายมโนมติไว้ว่าเป็นความคิดหรือความเข้าใจของบุคคลที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการสังเกตและจากประสบการณ์หลาย ๆ แบบแล้วใช้คุณลักษณะประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเพื่ออธิบายหรือใช้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

จากความหมายของมโนมติต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์หมายถึงแนวความคิดหรือความเข้าใจของบุคคลที่จะตีความและสรุปความเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกตและประสบการณ์ของบุคคลนั้นแล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้นซึ่งมโนมตินี้อาจจะถูกหรือผิดก็ได้

การสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านที่ได้วิจัยและอธิบายถึงเงื่อนไขของการปรับเปลี่ยนมโนมติหรือวิธีการที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนมโนมติของผู้เรียนไว้ดังนี้

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2552 : 23 - 29) ได้นำเสนอเงื่อนไขและการสอนที่ทำให้เกิดการเพิ่มความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์จะต้องประกอบด้วย

1. ผู้เรียนจะต้องเกิดความไม่พึงพอใจในมโนมติที่มีอยู่เมื่อบุคคลจะต้องเผชิญกับปัญหาหรือเหตุการณ์แปลก ๆ ที่หาข้อมูลสรุปไม่ได้ และคลายความเชื่อถือต่อมโนมติที่ตนมีอยู่ในแง่ความสามารถในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

2. มโนมติใหม่ต้องเป็นที่เข้าใจแจ่มแจ้ง โดยที่บุคคลจะต้องมองเห็นได้ว่ามโนมติใหม่ก่อให้เกิดประสบการณ์ที่เพียงพอสำหรับแสวงหาความเป็นไปได้ต่าง ๆ อย่างไร

3.มโนมติใหม่ต้องฟังดูน่าเชื่อถือ โดยอย่างน้อยมโนมติใหม่จะต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้มโนมติใหม่จะต้องสอดคล้องกับความรู้ในสาขาอื่น ๆ อีกด้วย เช่น แนวคิดใหม่เกี่ยวกับดาราศาสตร์จะไม่เป็นที่ยอมรับถ้ามันไม่สอดคล้องกับความรู้ทางฟิสิกส์ในปัจจุบัน

4. มโนมติใหม่ต้องมีประโยชน์สำหรับการใช้ในบริบทอื่น ๆ โดยมโนมติดังกล่าวจะต้องมีศักยภาพในการขยายขอบเขตของการแสวงหาความรู้อื่น ๆ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2557 : 23 - 28)ได้เสนอวิธีเพื่อใช้ในการสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์โดยมีวิธีการดังนี้

1. เน้นการสอนเพื่อให้เกิดความขัดแย้งจากโครงสร้างทางสติปัญญา ที่ผู้เรียนได้รับจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติแล้วนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

2. บทเรียนที่ใช้สอนจะต้องสัมพันธ์กับมโนมติที่ผู้เรียนที่มีมาก่อน

3. ใช้การสอนเพื่อให้ผู้เรียนแสดงมโนมติตามที่นักเรียนรับรู้ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติโดยให้เขาทำนายและอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏ

4. ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามการทำนายของเขาค้นหาปรากฏการณ์ที่มีความขัดแย้งแล้วเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนโดยให้แนวทางตามหลักอย่างง่าย อุปกรณ์และกิจกรรมเป็นอย่างง่าย ๆ โดยพิจารณาตามเหตุผลที่พบปัญหาได้จากตัวผู้เรียนแต่ละคน

5. ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นของเขาในด้านต่าง ๆ เช่น โดยการเขียน การพูด การวาดรูป จากนั้นผู้สอนตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนจากความคิดเห็น โดยผู้เรียนสามารถแลกเปลี่ยนเหตุผลกับผู้สอนและคนอื่นเพื่อให้ยอมรับข้อโต้แย้งอื่น ๆ ได้

6. ผู้สอนช่วยผู้เรียนสรุปให้ประสบการณ์ ลักษณะเด่น และให้แนวคิดเกี่ยวกับมโนมติที่คลาดเคลื่อนและเสนอปัญหาทั่ว ๆ ไป ที่พบในการสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจมโนมติโดยที่ผู้สอนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนเป็นอย่างดี และเข้าใจในมโนมติที่คลาดเคลื่อนในตัวผู้เรียนและผู้สอนต้องทราบว่าผู้เรียนคนใดมีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดและผู้สอนจะต้องให้ผู้เรียนเกิดสถานการณ์ความขัดแย้งขึ้น ซึ่งผู้สอนจำเป็นจะต้องนำกระบวนการนี้มาใช้โดยไม่สามารถจะคาดการล่วงหน้าได้ เป็นสิ่งที่ผู้สอนควรจะต้องใช้การตัดสินใจที่รวดเร็ว และจำเป็นที่ผู้สอนจะต้องมีความพร้อมทั้งทางด้านเนื้อหา เข้าใจความคิดของเด็ก เข้าใจโครงสร้างของบทเรียน และเข้าใจพฤติกรรมทางสังคมภายในห้องเรียน

จากการศึกษาการสอนเพื่อเพิ่มความเข้าใจมโนมติ ผู้วิจัยพบว่า บทบาทของครูมีความสำคัญและให้ความสำคัญกับมโนมติเดิมของผู้เรียนอีกทั้งยังสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และนำข้อมูลนั้นมาออกแบบกิจกรรมและจัดประสบการณ์ให้กับนักเรียน เพื่อเพิ่มหรือปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ โดยงานวิจัยนี้จะนำแนวทางดังกล่าวมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม

การวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

เนื่องจากมโนมติทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวความคิดหรือความเข้าใจของบุคคลที่จะตีความและสรุปความเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากการสังเกตและประสบการณ์ของบุคคลนั้น แล้วใช้คุณลักษณะของสิ่งนั้นมาประมวลเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบาย หรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น ดังนั้นการออกแบบเครื่องมือวัดจะต้องคำนึงถึงข้อคำถามและจุดประสงค์ของผู้วัด และสามารถวัดความเข้าใจมโนมติของผู้เรียนได้ถูกต้อง

วิธีการวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี อาทิเช่น การสัมภาษณ์ การใช้แบบวัดแบบเลือกตอบการใช้แบบวัดแบบคำถามปลายเปิด การใช้แผนผังความคิด เป็นต้น

การสัมภาษณ์

เป็นวิธีการเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นด้วยภาษาและความคิดของตนเองเพื่อสำรวจความคิดความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งของและปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยไม่ได้หวังว่าแนวคิดของนักเรียนนั้นจะเป็นที่ยอมรับในเชิงวิทยาศาสตร์หรือไม่ จุดประสงค์ในการสัมภาษณ์เพื่อต้องการรู้มโนมติเดิมของนักเรียนวิธีการสัมภาษณ์เพื่อสำรวจมโนมติที่นิยมใช้กันคือ การสัมภาษณ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยใช้วัตถุจริงและการสัมภาษณ์เกี่ยวกับเหตุการณ์โดยการนำเสนอสถานการณ์โดยการใช้ของจริงหรือการสาธิต หรือการใช้แผนภาพ แล้วถามถึง

การเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นและให้นักเรียนบอกสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงวิธีนี้เหมาะสำหรับการนำเข้าสู่บทเรียนและใช้ในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้

แบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบ

ใช้สำรวจมโนมติก่อนเรียนของนักเรียนโดยอาจพัฒนามาจากแบบสัมภาษณ์หรือคำถามปลายเปิด เพื่อให้ได้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกับคำตอบของนักเรียนมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้กับนักเรียนจำนวนมาก สะดวกสำหรับครูในการสำรวจแนวคิด เช่น แบบวัดความเข้าใจมโนมติชนิดเลือกตอบ แบบ 2 ทาง (Two-tier diagnostic test) ซึ่งส่วนแรกเป็นคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ โดยมีตัวเลือก 2 หรือ 3 หรือ 4 ตัวเลือก ส่วนหลังเป็นเหตุผลให้นักเรียนเลือกเพื่อสนับสนุนคำตอบที่เลือก

แบบวัดคำถามปลายเปิดหรือแบบวัดแบบอัตนัย

ถูกนำมาใช้ในการวัดผลการเรียนรู้ของนักเรียน โดยผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถาม ได้คำตอบที่เป็นภาษาเขียนของนักเรียน มีจุดประสงค์เพื่อต้องการทราบแนวคิดของนักเรียนว่ามีความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งนั้นอย่างไร โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบตามความคิดความเข้าใจของตนเอง

แผนผังความคิด

มีจุดประสงค์สำหรับใช้แทนความสัมพันธ์อันมีความหมายระหว่างแนวคิดต่าง ๆ โดยทำให้อยู่ในรูปของแนวคิดอย่างน้อย 2 แนวคิดที่แสดงออกมาด้วยภาษาและเชื่อมกันด้วยคำเชื่อม แผนผังแนวคิดจะทำให้เกิดความเข้าใจอันแจ่มแจ้งแก่นักเรียนและครูเกี่ยวกับความคิดสำคัญต่าง ๆ และยังให้บทสรุปเค้าโครงของสิ่งที่ได้เรียนไปแล้ว

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีวิธีการหลายหลายวิธีทีใช้ในการสำรวจมโนมติของนักเรียน และในการศึกษาความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดความเข้าใจมโนมติชนิดเลือกตอบแบบ 2 ทาง ในการประเมินมโนมติของนักเรียนเนื่องจากแบบทดสอบชนิดนี้ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนตอบตามความคิดความเข้าใจของตนเอง มีการกำหนดแนวคำตอบและส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้เหตุผลในการสนับสนุนคำตอบของตนเอง โดยให้นักเรียนตอบอย่างอิสระและให้นักเรียนใช้ภาษาของตนเองอธิบายในสิ่งที่นักเรียนเลือกตอบในข้อนั้น จึงทำให้ทราบความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนว่ามีความคิดความเข้าใจอย่างไร ซึ่งทำให้เข้าใจความคิดของนักเรียนได้อย่างถูกต้องและครบถ้วนและชัดเจน

การจัดกลุ่มความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาต่างประเทศหลายท่านได้กำหนดแนวทางในการจัดกลุ่มมโนมติของนักเรียนไว้แตกต่างกัน ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น 3 แบบ ดังนี้

1. การจัดกลุ่มมโนมติแบบ 4 กลุ่ม ดังนี้

1.1 มโนมติที่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงให้เห็นถึงความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์

1.2 มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน หมายถึง คำตอบของนักเรียนเป็นองค์ประกอบที่มีแนวคิดที่ถูกต้องและบางองค์ประกอบที่มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

1.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่มีบางองค์ประกอบมีแนวคิดถูกต้องและบางองค์ประกอบมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

1.4 มโนมติที่ไม่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบของนักเรียนที่แสดงถึงความไม่เข้าใจในแนวคิดนั้น ๆ

2. การจัดมโนมติแบบ 5 กลุ่ม ได้จำแนกตามเกณฑ์โพสเนอร์และคณะ (Posner et al. 1982 : 212) ซึ่งมีแนวทางการจัดกลุ่มดังนี้

2.1 มโนมติที่ถูกต้องสมบูรณ์ หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

2.2 มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน หมายถึง คำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่เป็นไปตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่กล่าวถึง

2.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบที่บางองค์ประกอบมีแนวคิดถูกต้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์และบางองค์ประกอบมีมโนมติที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

2.4 มโนมติที่ไม่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบที่อธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถามแต่ไม่ถูกต้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์

2.5 ไม่มีมโนมติ หมายถึง อธิบายโดยไม่เกี่ยวข้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ตอบคำถาม

3. การจัดแนวคิดแบบ 6 กลุ่ม ตามเกณฑ์ของไฮด้า (Haidar. 1997) มีแนวทางการจัดกลุ่มดังนี้

3.1 มโนมติที่ถูกต้องสมบูรณ์ หมายถึง คำตอบที่แสดงให้เห็นถึงความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ทั้งหมด

3.2 มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน หมายถึง คำตอบที่อย่างน้อยหนึ่งองค์ประกอบที่เป็นไปตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์ ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ไม่กล่าวถึง

3.3 มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบที่บางองค์ประกอบมีแนวคิดถูกต้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์และบางองค์ประกอบมีมโนมติที่ไม่ถูกต้องตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

3.4 มโนมติที่ไม่ถูกต้อง หมายถึง คำตอบที่อธิบายเกี่ยวกับเรื่องที่ถามแต่ไม่ถูกต้องตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์

3.5 ไม่มีมโนมติ หมายถึง อธิบายโดยไม่เกี่ยวข้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ตอบคำถาม

3.6 ไม่มีคำตอบ หมายถึง ตอบว่าไม่ทราบ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่ม เนื่องจากแบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และนำมาใช้วัดความเข้าใจมโนมติเป็นแบบทดสอบคำถามปลายเปิด ซึ่งการตอบคำถามนั้นนักเรียนจะตอบตามความเข้าใจของตนเองอย่างอิสระและใช้ภาษาของตนเอง อธิบายเหตุผลประกอบในสิ่งที่ตนเองเข้าใจ ซึ่งนักเรียนบางคนอาจไม่ตอบคำถาม หรือตอบว่าไม่ทราบ หรืออธิบายไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ถาม และการจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 5 กลุ่มแตกต่างจากการจัดกลุ่มแนวคิดแบบ 4 กลุ่มคือ ได้เพิ่มกลุ่มที่ไม่มีมโนมติเข้ามาซึ่งผู้วิจัยมีความคิดว่าการที่นักเรียนตอบคำถามว่าไม่ทราบหรือไม่ตอบนั้นหมายความว่านักเรียน ไม่มีมโนมติในเรื่องที่ถาม ซึ่งถ้าเป็นการประเมินในรูปของแนวคิดก็ควรอยู่ในกลุ่มที่แยกออกจากกลุ่มที่มีแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยได้ประยุกต์จากการจัดกลุ่มแนวคิดของไฮด้า (Haidar. 1997) กับโพสเนอร์และคณะ (Posner et al. 1982 : 212) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกันและสามารถอธิบายระดับความเข้าใจมโนมติของนักเรียนได้ดังนี้

1. มโนมติที่ถูกต้อง หมายถึง นักเรียนตอบคำตอบถูกต้องและอธิบายเหตุผลในคำตอบถูกต้องเกี่ยวกับมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

2. มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน หมายถึง นักเรียนตอบคำตอบถูกต้องและอธิบายเหตุผลในคำตอบได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ตามมโนมติวิทยาศาสตร์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่หรือเลือกคำตอบถูกต้องแต่ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลคำตอบได้

3. มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน หมายถึง นักเรียนตอบคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในคำตอบไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่หรือเลือกคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในคำตอบซึ่งมีบางส่วนสอดคล้องและบางส่วนไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

4. มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง นักเรียนตอบคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลในคำตอบไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่

5. ไม่มีมโนมติหมายถึง นักเรียนไม่ตอบหรือตอบว่าไม่ทราบหรืออธิบายไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ถาม

มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ปัญหาหนึ่งของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พบในทุกระดับชั้น นั่นคือผู้เรียนยังมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนค่อนข้างสูงโดยเฉพาะในเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สำคัญที่บรรจุไว้ในหลักสูตรว่าผู้เรียนต้องเรียนรู้มโนมติเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อให้เข้าใจเกี่ยวกับแรงชนิดต่าง ๆ และลักษณะการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบต่าง ๆ ในธรรมชาติ

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่า นักเรียนยังมีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนอยู่มาก ดังจะเห็นได้จากงานวิจัยนักวิจัยหลาย ๆ ท่านพบว่านักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนที่หลากหลาย เช่น วัตถุที่ตกลงมาจากที่สูงนั้นจะมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนเร็วที่สุดเมื่อลงสู่พื้น วัตถุ 2 วัตถุจะมีแรงดึงดูดระหว่างวัตถุโดยมวลใหญ่จะดึงดูดมวลที่เล็กกว่าอัตราเร็วและความเร็วเหมือนกัน อัตราเร่งและความเร่งเหมือนกันวัตถุไม่เคลื่อนที่คือไม่มีแรงมากระทำ เป็นต้น (เกียรติมณี บำรุงไร่. 2553 ; อิสราพร เภรินทวงค์. 2557 และไอนิง เจ๊ะเหลาะ. 2557)

ซึ่งมโนมติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนเรื่องอื่นต่อไปในอนาคตและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบมโนมติที่คลาดเคลื่อนกับมโนมติที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์จากสาระการเรียนรู้แกนกลางในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 ฟิสิกส์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560ค : 190 - 193) ดังตาราง 2.5

ตาราง 2.5 การเปรียบเทียงมโนมติที่ถูกต้องกับความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่

มโนมติที่คลาดเคลื่อน	มโนมติที่ถูกต้อง
การเคลื่อนที่	
ระยะทางเป็นตัวกำหนดความเร็ว	การกระจัดกับเวลาเป็นตัวกำหนดความเร็ว
ระยะทางเป็นตัวกำหนดความเร่ง	ความเร็วที่เปลี่ยนไปเป็นตัวกำหนดความเร่ง
อัตราเร็ว (Speed)	
อัตราเร็วเป็นตัวกำหนดความเร่ง	ความเร็วที่เปลี่ยนไปเป็นตัวกำหนดความเร่ง
อัตราเร็วคงที่หมายถึงวัตถุไม่มีความเร็ว	อัตราเร็วคงที่หมายถึงวัตถุมีอัตราเร่ง = 0
ความเร็ว (Velocity)	
ความเร็วคงที่แสดงว่าความเร่งคงที่	ความเร็วคงที่แสดงว่าความเร่ง = 0
ความเร็วเป็นตัวกำหนดความเร่ง	ความเร็วที่เปลี่ยนไปเป็นตัวกำหนดความเร่ง
ความเร่ง (Acceleration)	
ความเร่งเป็นตัวกำหนดความเร็ว	ความเร็วที่เปลี่ยนไปเป็นตัวกำหนดความเร่ง
ความเร่งคงที่หมายถึงวัตถุมีความเร็วคงที่	ความเร่งคงที่หมายถึงวัตถุมีความเร็วเปลี่ยนไปอย่างสม่ำเสมอ
กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน	
ถ้าความเร็วคงที่แสดงว่าไม่มีความเร่ง	ความเร็วคงที่แสดงว่าความเร่ง = 0
ความเร็วคงที่เกิดจากแรงกระทำอย่างต่อเนื่อง	ความเร็วคงที่เกิดจากผลรวมของแรง = 0
วัตถุหยุดนิ่งแสดงว่าไม่มีแรงมากระทำ	วัตถุหยุดนิ่งแสดงว่าผลรวมของแรงที่กระทำ = 0
กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน	
ความเร่งทำให้วัตถุเคลื่อนที่	แรงลัพธ์ทำให้วัตถุเคลื่อนที่
วัตถุจะเคลื่อนที่ตามแรงสุดท้ายที่กระทำ	วัตถุจะเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรงลัพธ์
กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน	
แรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาหักล้างกันได้	แรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาไม่สามารถหักล้างกันได้
แรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับมวลวัตถุ	แรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาไม่ขึ้นอยู่กับมวลวัตถุ
มวลมากกว่าจะมีแรงดูดมากกว่า	มวลมากกว่าจะมีแรงดูดเท่ากับมวลที่น้อยกว่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากตาราง 2.5 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่อยู่มาก จึงได้นำข้อมูลมาออกแบบเครื่องมือในการวัดความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในประเด็นเกี่ยวกับปริมาณของการเคลื่อนที่และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหามาตรฐาน ว 6.1 สาระที่ 6 ฟิสิกส์ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบวัดความเข้าใจมโนมติชนิดเลือกตอบ แบบ 2 ทางในการประเมินมโนมติของนักเรียนและแบ่งระดับความเข้าใจมโนมติเป็น 5 ระดับ โดยประยุกต์จากการจัดกลุ่มแนวคิดของโพสเนอร์และคณะ (Posner et al. 1982 : 212) คือ มโนมติที่ถูกต้องสมบูรณ์ มโนมติที่ถูกต้อง มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน มโนมติที่คลาดเคลื่อนและไม่มีมโนมติ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ที่นิยมใช้กันแพร่หลายในโรงเรียนส่วนมากจะวัดกันมากในด้านเนื้อหาเป็นการทดสอบในด้านวิชาความรู้ความจำความเข้าใจการนำไปใช้ ฯลฯ เครื่องมือที่ใช้ในการสอบวัดเรียกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หรือข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีผู้เชี่ยวชาญและนักวิชาการให้ความหมายดังนี้

เจษฎ์สุดา หนูทอง (2555 : 24) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ความรู้หรือทักษะที่ได้รับจากการเรียนการสอน ที่พัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับขั้นในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้ว

สุทธภา บุญแซม (2555 : 44) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า เป็นผลผลิตที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและความสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

สุธีรา แก้วบุญเรือง (2556 : 48) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า ความสำเร็จในด้านความรู้ทักษะและสมรรถภาพด้านต่าง ๆ ของสมองหรือประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนการฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลสามารถวัดได้ด้วยการทดสอบด้วยวิธีต่าง ๆ

ประนอม เมตตาวาสี (2556 : 60) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่าเป็นผลของความรู้ความสามารถและทักษะที่นักเรียนได้จากการเรียนการสอนทั้งที่โรงเรียนที่บ้านสภาพแวดล้อมและแหล่งอื่น ๆ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นริศรา คณานันท์ (2557 : 38) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ว่า คุณลักษณะความสามารถและประสบการณ์ของบุคคลอันเกิดจากการเรียนการสอนและเป็นผลให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากการศึกษาข้อมูลความหมายของผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่ามีความรู้ ความสามารถในเรื่องที่เรียนรู้มาแล้ว หรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วว่าอยู่ในระดับใด และนำมาออกแบบโครงสร้างข้อสอบแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ต่อไป

ระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ความรู้ความจำด้านการคิด พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สะสมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นความสามารถในการระลึกถึงหรือจำศัพท์นิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิด เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้

2. ความเข้าใจ เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับการหาข้อเท็จจริง เพราะมโนมติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ และสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไปเป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนมติ จนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ คำถามนั้นเป็นคำถามที่เกี่ยวกับหลักการที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจะเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้าง คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบและโครงสร้าง

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง ความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายคงเดิมโดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมากจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ซึ่งอาจอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้ แบ่งออกเป็น 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับที่ประสบอยู่ระหว่างเรียนนักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการวิเคราะห์และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องใน การหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ออกมาพิจารณาเป็นส่วน ๆ ในการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและหาสมมาตร เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้การเปลี่ยนรูป การจัดกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ให้พบ

4. วิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อนหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นจะมีการพลิกแพลง แต่อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้

โจทย์ดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมา รวมทั้งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ผสมผสานกัน เพื่อแก้ปัญหา

เครื่องมือและรูปแบบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่นิยมใช้กันมี 2 รูปแบบ คือ

1. แบบทดสอบปากเปล่า ใช้สำหรับการซักถามโต้ตอบกัน ซึ่งได้รายละเอียดมาก แต่ก็ใช้เวลามาก จึงเหมาะสำหรับผู้เข้าสอบจำนวนน้อย

2. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ เป็นแบบที่ให้ผู้เข้าสอบได้เขียนคำตอบลงบนกระดาษ นิยมใช้เมื่อมีผู้เข้าสอบจำนวนมากและมีเวลาจำกัด ลักษณะของแบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

2.1 ความเรียง หรือแบบปลายเปิด คือ ผู้ตอบได้เรียบเรียงความคิด เหตุผล เจตคติ ความรู้สึกต่าง ๆ ได้โดยอิสระ ภายใต้หัวข้อหรือคำถามที่กำหนด ซึ่งใช้วัดความสามารถในการสังเคราะห์ได้ดี

2.2 แบบจำกัดคำตอบ เป็นแบบทดสอบที่มีคำตอบถูกไว้ให้ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดอย่างจำกัด โดยทั่วไปยังแบ่งได้อีกหลายแบบ เช่น แบบถูกผิด แบบเติมคำ แบบจับคู่และแบบเลือกตอบ

2.3 แบบทดสอบการปฏิบัติ เป็นการทดสอบให้ผู้เข้าสอบได้แสดงพฤติกรรมออกมา โดยลงมือปฏิบัติจริงในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เช่น การทดสอบความสามารถในทางช่าง ทางดนตรี ทางกีฬา เป็นต้น

รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือแบบทดสอบที่ครูสร้างกับแบบทดสอบมาตรฐาน แต่เนื่องจากครูต้องทำหน้าที่วัดผลนักเรียน คือ เขียนข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ตนได้สอน ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับแบบทดสอบที่ครูสร้างและ มีหลายแบบ แต่ที่นิยมใช้มี 6 แบบดังนี้

1. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือความเรียง ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบที่มีเฉพาะคำถาม แล้วให้นักเรียนเขียนตอบอย่างเสรี เขียนบรรยายตามความรู้และข้อคิดเห็นของแต่ละคน

2. ข้อสอบแบบกาถูก - ผิด ลักษณะทั่วไป ถือได้ว่าข้อสอบแบบกาถูก - ผิด คือข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือก แต่ตัวเลือกดังกล่าวเป็นแบบคงที่และมีความหมาย ตรงกันข้าม เช่น ถูก - ผิด ใช่ - ไม่ใช่ จริง - ไม่จริง เหมือนกัน - ต่างกัน เป็นต้น

3. ข้อสอบแบบเติมคำ ลักษณะทั่วไปเป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยประโยคหรือข้อความที่ยังไม่สมบูรณ์ ให้ผู้ตอบเติมคำ หรือประโยค หรือข้อความลงในช่องว่างที่เว้นไว้นั้น เพื่อให้มีใจความสมบูรณ์และถูกต้อง

4. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ ลักษณะทั่วไป ข้อสอบประเภทนี้คล้ายข้อสอบแบบเติมคำ แต่แตกต่างกันที่ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เขียนเป็นประโยคคำถามสมบูรณ์ (ข้อสอบเติมคำเป็นประโยคที่ยังไม่สมบูรณ์) แล้วให้ผู้ตอบเป็นคนเขียนตอบ คำตอบที่ต้องการจะสั้นและกะทัดรัดได้ใจความสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นการบรรยายแบบข้อสอบอัตนัยหรือความเรียง

5. ข้อสอบแบบจับคู่ ลักษณะทั่วไป เป็นข้อสอบเลือกตอบชนิดหนึ่ง โดยมีคำหรือข้อความแยกจากกันเป็น 2 ชุด แล้วให้ผู้ตอบเลือกจับคู่ว่าแต่ละข้อความในชุดหนึ่ง (ตัวยืน) จะคู่กับคำ หรือข้อความใดในอีกชุดหนึ่ง (ตัวเลือก) ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างใดอย่างหนึ่งตามที่ผู้ออกข้อสอบกำหนดไว้

6. ข้อสอบแบบเลือกตอบ ลักษณะทั่วไป ข้อสอบแบบเลือกตอบนี้จะประกอบด้วย 2 ตอน คือตอนนำหรือคำถามกับตอนเลือก ในตอนเลือกนี้จะประกอบด้วยตัวเลือกที่เป็นคำตอบถูกและตัวเลือกที่เป็นตัวลวง ปกติจะมีคำถามที่ให้นักเรียนพิจารณา แล้วหาตัวเลือกที่ถูกต้องมากที่สุดเพียงตัวเลือกเดียวจากตัวเลือกอื่น ๆ และคำถามแบบเลือกตอบที่ดีนิยมใช้ตัวเลือกที่ใกล้เคียงกัน ดูเผิน ๆ จะเห็นว่าทุกตัวเลือกถูกหมด แต่ความจริงมีน้ำหนักถูกมากน้อยต่างกัน

ในกาวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่จำนวน 20 ข้อ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยสร้างข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหา ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจสาระสำคัญของเนื้อหาที่เรียน

คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดี

ลักษณะแบบทดสอบที่มีคุณภาพควรมีลักษณะ ที่ดี 10 ประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบ ที่สามารถวัดได้ตรงกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการ หรือวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ความเที่ยงตรงจึงเปรียบเสมือนหัวใจของแบบทดสอบ ลักษณะความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความเที่ยงตรงโครงสร้าง ความเที่ยงตรงตามสภาพและความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบทั้งฉบับที่สามารถวัดได้คงที่คงวาไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะทำการทดสอบใหม่กี่ครั้งก็ตาม

3. ความยุติธรรม (Fair) หมายถึง ลักษณะของแบบทดสอบที่ไม่เปิดโอกาสให้มีความได้เปรียบเสียเปรียบในกลุ่มผู้เข้าสอบด้วยกัน ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนทำข้อสอบได้โดยการเดา ไม่ให้นักเรียนที่ไม่สนใจในการเรียนทำข้อสอบได้ดี ผู้ที่ทำข้อสอบได้ควรเป็นนักเรียนที่เรียนเก่งและขยัน

4. ความลึกของคำถาม (Searching) ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องไม่ถามผิวเผินหรือถามประเภทความรู้ความจำ แต่ต้องถามให้นักเรียนนำความรู้ความเข้าใจไปคิดดัดแปลงแก้ปัญหาจึงจะตอบข้อสอบได้

5. ความยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง แบบทดสอบที่นักเรียนทำด้วยความสนุกเพลิดเพลินไม่เบื่อหน่าย

6. ความจำเพาะเจาะจง (Definition) หมายถึง ข้อสอบที่มีแนวทางหรือทิศทางการถามการตอบต้องชัดเจน ไม่คลุมเครือ ไม่แฝงกลเม็ดให้นักเรียนงง

7. ความเป็นปรนัย (Objective) แบบทดสอบจะเป็นปรนัยจะต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการคือ

7.1 ตั้งคำถามให้ชัดเจน ทำให้ผู้เข้าสอบทุกคนเข้าใจความหมายได้ถูกต้องและตรงกัน เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะทำการตรวจสอบระดับความสามารถของผู้เรียนโดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งจะวัดแบบใดขึ้นอยู่กับลักษณะและธรรมชาติของวิชา อาจวัดด้านการปฏิบัติหรือด้านเนื้อหา ถ้าเป็นด้านเนื้อหานิยมวัดโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่สามารถวัดได้ครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้

7.2 ตรวจให้คะแนนได้ตรงกัน แม้ว่าจะตรวจหลายครั้งหรือหลายคนก็ตาม

7.3 แปลความหมายของคะแนนได้เหมือนกัน

8. ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง แบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากพอประมาณ ใช้เวลาพอเหมาะ ประหยัดค่าใช้จ่าย จัดทำแบบทดสอบด้วยความประณีต สามารถตรวจให้คะแนนได้อย่างรวดเร็ว รวมถึงการมีสิ่งแวดล้อมในการสอนที่ดี

9. อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะ หรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ข้อสอบที่ดีจะต้องมีอำนาจจำแนกสูง

10. ความยาก (Difficulty) หมายถึง จำนวนคนที่ตอบข้อสอบได้ถูกหรืออัตราส่วนของคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดที่เข้าสอบมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับทฤษฎีที่เป็นหลักยึด เช่น ตามทฤษฎีการวัดแบบอิงกลุ่ม ข้อสอบที่ดีคือข้อสอบที่ไม่ง่ายหรือยากเกินไป หรือความยากง่ายพอเหมาะ ส่วนทฤษฎีการวัดแบบอิงเกณฑ์นั้น ความยากง่ายไม่ใช่สิ่งสำคัญ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบนั้น ได้วัดในจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้จริงหรือไม่ ถ้าวัดได้จริงก็นับว่าเป็นข้อสอบที่ดี

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. วิเคราะห์จุดประสงค์เนื้อหาวิชาและทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ ขั้นแรกต้องทำการวิเคราะห์ว่าวิชาหรือหัวข้อที่สร้างข้อสอบวัดผลนี้มีจุดประสงค์ของการสอนหรือจุดประสงค์การเรียนรู้อะไรบ้าง ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชาว่ามีโครงสร้างอย่างไร จัดเขียนหัวข้อใหญ่หัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติคือด้านเนื้อหากับสมรรถภาพที่ต้องการวัดเขียน หัวข้อเนื้อหาที่เป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ ๆ ตามหลักสูตรวิชานั้นลงไปในแต่ละแถวของตารางตามลำดับส่วน ด้านบนจะเป็นสมรรถภาพซึ่งได้จากการวิเคราะห์จุดประสงค์ และในการทำตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบนั้นขั้นแรกสุดพิจารณาว่าจะออกข้อสอบทั้งหมดกี่ข้อลงในช่องรวมช่องสุดท้าย จากนั้นพิจารณาว่าหัวข้อเรื่องใดสำคัญมากน้อยเขียนลำดับความสำคัญลงไปแล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละหัวข้อตามอันดับความสำคัญ จากนั้นกำหนดจำนวนข้อในแต่ละช่องจำนวนข้อสอบที่จะวัดในแต่ละช่องขึ้นอยู่กับว่าเรื่องนั้นต้องการให้เกิดสมรรถภาพในด้านใดมากน้อยกว่ากัน การวิเคราะห์จุดประสงค์ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแนวความคิดในการวัดที่นิยมกันได้แก่การเขียนข้อสอบวัดตามการจัดประเภทจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย ซึ่งจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ประเภทได้แก่วัดด้านความรู้ความจำ วัดด้านความเข้าใจ วัดด้านการนำไปใช้ วัดด้านการวิเคราะห์ วัดด้านสังเคราะห์ และด้านประเมินค่า

2. กำหนดแบบของข้อคำถามและศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบศึกษา วิธีการเขียนข้อสอบหลักการเขียนคำถามสมรรถภาพต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบเพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

3. เขียนข้อสอบโดยใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ขั้นที่ 1 เป็นกรอบซึ่งจะทำให้สามารถออกข้อสอบวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อ เนื้อหาและทุกสมรรถภาพส่วนรูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบ ตรวจทานข้อสอบนำข้อสอบที่ได้เขียนไว้มาพิจาณาทบทวนอีกครั้งหนึ่งโดยพิจารณาความถูกต้องตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมกับเข้ากับหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังพิจารณาข้อบกพร่องแล้วนำเอาข้อวิจารณ์นั้นมาพิจารณาปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

4. พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลองนำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบโดยพิมพ์คำชี้แจงหรือคำอธิบายวิธีการทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียดและชัดเจน การจัดพิมพ์รูปแบบให้เหมาะสม

5. ทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุง นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกันกับกลุ่มตัวอย่างที่จะสอบจริงซึ่งได้เรียนในวิชาเนื้อหาที่จะสอบแล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์คุณภาพคัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการซึ่งเป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ นำเอาผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบเข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

6. พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริงนำข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกและระดับความยากเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับที่จะใช้จริงซึ่งจะต้องมีคำชี้แจงวิธีทำด้วยและในการพิมพ์นอกจากใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้วควรคำนึงถึงความประณีตความถูกต้องซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดี

ผู้วิจัยกล่าวโดยสรุปได้ว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลที่สำคัญ เพราะเป็นสิ่งที่ให้ข้อสนเทศแก่ครูและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาว่าการสอนบรรลุเป้าหมายของการจัดการศึกษามากน้อยเพียงใด และสะท้อนถึงการจัดการเรียนการสอนว่ามีคุณภาพ ประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด และต้องปรับปรุงแก้ไข หรือไม่อย่างไร เพราะฉะนั้นแบบทดสอบที่ใช้จะต้องมีคุณภาพในทุก ๆ ด้าน จึงจะสามารถใช้ผลการสอบเพื่อการตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

ทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ทัศนคติมาจากคำภาษาอังกฤษว่า Attitude แปลว่า เป็นการประเมินความพอใจและความไม่พอใจของบุคคลความรู้สึกและแนวโน้มของการปฏิบัติที่มีต่อสิ่งของหรือความคิดหรือหมายถึงการตอบสนองของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะที่พอใจหรือไม่พอใจ การให้ความหมายของทัศนคติมีหลากหลายตามแนวคิดและทฤษฎีที่ต่างกันดังนี้

ความหมายของทัศนคติ

กร การันตี (2555 : 1) ได้ให้ความหมายของทัศนคติไว้ว่า เป็นการวางแนวความคิดความรู้สึกให้ตอบสนองในเชิงบวกหรือเชิงลบต่อคนหรือต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในสภาวะแวดล้อมของบุคคลนั้น ๆ และทัศนคตินั้นสามารถที่จะรู้หรือถูกตีความได้จากสิ่งที่คนพูดออกมาอย่างไม่เป็นทางการหรือจากการสำรวจที่เป็นทางการ หรือจากพฤติกรรมของบุคคลเหล่านั้น

เอกณรงค์ วรสีหะ (2558 : 228) ได้ให้ความหมายของทัศนคติว่า เป็นการประเมินความพอใจและความไม่พอใจของบุคคล ความรู้สึกและแนวโน้มของการปฏิบัติที่มีต่อสิ่งของหรือความคิด

จากการศึกษาความหมายของทัศนคติ ผู้วิจัยสรุปว่า ทัศนคติเป็นการประเมินความพอใจและความไม่พอใจของบุคคลความรู้สึกและแนวโน้ม ของการปฏิบัติที่มีต่อสิ่งของหรือความคิด หรือหมายถึง การตอบสนองของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในลักษณะที่พอใจหรือไม่พอใจโดยในงานวิจัยนี้หมายถึง ความรู้สึกและแนวโน้ม ของการปฏิบัติที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยสามารถวัดได้จากแบบสำรวจทัศนคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

คุณลักษณะของทัศนคติ

เอกณรงค์ วรสีหะ (2558 : 229 - 231) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะที่สำคัญของทัศนคติซึ่งมี 5 ประการดังนี้

1. ทัศนคติเป็นสิ่งที่เกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์ของบุคคล ทัศนคติไม่ใช่สิ่งที่ติดตัวมาแต่กำเนิด แต่ความรู้ประสบการณ์ทางตรงและทางอ้อมมีอิทธิพลอย่างมากต่อทัศนคติ

2. ทัศนคติมีคุณลักษณะของการประเมิน การที่บุคคลจะมีทัศนคติทางบวกหรือทางลบต่อสิ่งใดขึ้นอยู่กับผลของการประเมินความรู้ ความคิด หรือความเชื่อที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น ผลการประเมินอาจจะแตกต่างกันตามเพศ อายุ หรืออาชีพ เนื่องจากกลุ่มดังกล่าวมีความรู้และประสบการณ์ที่ต่างกัน

3. ทัศนคติมีทิศทาง การแสดงความรู้สึกของบุคคลเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบหรือทิศทางที่พึงปรารถนาและไม่พึงปรารถนา เช่น ชอบ - ไม่ชอบ เห็นด้วย - ไม่เห็นด้วย ดี - เลว เป็นประโยชน์ - โทษ

4. ทัศนคติมีคุณภาพและความเข้ม คุณภาพและความเข้มของทัศนคติจะเป็นสิ่งที่บอกถึงความแตกต่างของทัศนคติที่แต่ละบุคคลมีต่อสิ่งเร้า บุคคลอาจมีความรู้สึกเหมือนกัน แต่ระดับความมากน้อยต่างกัน เช่น ชอบมาก - ชอบน้อย เห็นด้วยน้อย - เห็นด้วยมาก

5. ทัศนคติมีความคงทนไม่เปลี่ยนแปลงง่าย ทัศนคติของบุคคลเกิดจากผลของการประเมินโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ที่สั่งสมมาเป็นเวลานานพอสมควร จึงมีลักษณะคงทน แต่ทัศนคติของบุคคลอาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อได้รับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่

วิธีการวัดทัศนคติ

การใช้วิธีให้คะแนนเพื่อวัดทัศนคติเป็นการปฏิบัติที่ใช้มากที่สุดในกิจกรรมสะเต็มศึกษา การวัดทัศนคติได้รับการออกแบบให้สามารถรายงานความตั้งใจของผู้ตอบเกี่ยวกับทัศนคติได้เป็นอย่างดี โดย เอกณรงค์ วรสีหะ (2558 : 230 - 235) ได้กล่าวถึงวิธีการวัดทัศนคติประกอบด้วยวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

การวัดทัศนคติอย่างง่าย

เป็นรูปแบบพื้นฐานของสเกลการวัดทัศนคติซึ่งต้องการให้แต่ละบุคคลยอมรับหรือไม่ยอมรับในข้อความ หรือตอบสนองต่อคำถามเดียว ตัวอย่างการวัดทัศนคติอย่างง่ายนี้จะนำไปใช้เมื่อแบบสอบถามที่มีความยาวมาก เมื่อผู้ตอบมีการศึกษาน้อยหรือมีเหตุผลเฉพาะอย่าง ลักษณะสเกลอย่างง่ายเป็นการที่ผู้ตอบระบุถึงประสบการณ์ในอดีต เช่นความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจ ดีหรือเลว ต่ำหรือสูง ชอบหรือไม่ชอบ ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการวัดทัศนคติอย่างง่ายเพื่อค้นหาตำแหน่งของคำตอบไม่ได้บอกความแตกต่างระหว่างทัศนคติ

การจัดประเภท

สเกลการให้คะแนนซึ่งประกอบด้วยชนิดของการตอบสนองหลายประเภท โดยให้ผู้ตอบมีทางเลือกที่จะระบุตำแหน่งของความต่อเนื่อง การจัดประเภทการตอบสนองจะช่วยให้ผู้ตอบมีความยืดหยุ่นในการจัดประเภทในกรณีที่ข้อมูลมากขึ้นถ้าการจัดประเภทมีการจัดลำดับตามทัศนะเชิงพรรณนาหรือประเมินผลเกณฑ์การจัดประเภทจะเป็นการวัดที่มีเหตุผลมากขึ้น

สเกลของลิเคิร์ท

มิลินด้าและคณะ (Milinda et al. 2013) และเอกณรงค์ วรสีหะ (2558 : 233 - 235) กล่าวว่าเป็นการวัดทัศนคติที่ออกแบบเพื่อให้ผู้ตอบให้คะแนนถึงน้ำหนักของการยอมรับหรือไม่ยอมรับด้วยข้อความที่มีโครงสร้างสเกลที่มีค่าแตกต่างจากทัศนคติด้านบวกถึงลบเพื่อกำหนดดัชนีแบบรวมการให้คะแนนซึ่งพัฒนาโดยลิเคอร์ด เป็นวิธีการวัดทัศนคติที่แพร่หลายอย่างมากเพราะง่ายต่อการวัด ซึ่งผู้ตอบระบุถึงทัศนคติโดยตรวจสอบถึงการยอมรับหรือไม่ยอมรับเกี่ยวกับโครงสร้างของแบบสอบถามซึ่งมีค่าคะแนนจากทัศนคติด้านบวกอย่างมาก (เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ไปถึงทัศนคติด้านลบอย่างมาก (ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งบุคคลจะมีทางเลือกในการตอบ 5 ประการคือ (1) เห็นด้วยอย่างยิ่ง (2) เห็นด้วย (3) ไม่แน่ใจ (4) ไม่เห็นด้วย (5) ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

คะแนนถ่วงน้ำหนัก 5 สำหรับข้อความที่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
คะแนนถ่วงน้ำหนัก 4 สำหรับข้อความที่เห็นด้วย
คะแนนถ่วงน้ำหนัก 3 สำหรับข้อความที่ไม่แน่ใจ
คะแนนถ่วงน้ำหนัก 2 สำหรับข้อความที่ไม่เห็นด้วย
คะแนนถ่วงน้ำหนัก 1 สำหรับข้อความที่ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ในกระบวนการเริ่มต้นของลิเคร์ทจำนวนข้อความมีการกำหนดไว้และการวิเคราะห์รายการมีจะมุ่งหมายเพื่อแยกแยะทัศนคติด้านบวกและด้านลบและการที่มีคะแนนโดยมีคะแนนถ่วงน้ำหนักของแต่ละระดับความมากน้อยของความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยมาตราวัดทัศนคติแบบลิเคิร์ทพื้นฐานการสร้างแบบทดสอบนี้ผู้ตอบจะระบุความเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ในแต่ละสถานการณ์

ซึ่งผู้วิจัยจะต้องพยายามตั้งคำถามหลาย ๆ คำถามเพื่อแสดงคุณลักษณะของสิ่งของและทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งที่ต้องการวัด โดยวิธีการถามจะประกอบด้วยประโยคหรือคำกล่าวในแง่มุมต่างๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการวัด โดยกำหนดมาตราวัดแต่ละข้อเป็น 5 สเกล ตั้งแต่ 1 ถึง 5 หรือจะเป็น -2, -1, 0, 1 และ 2 ก็ได้ โดยส่วนใหญ่มักจะให้เลข 5 แทนความหมายที่ผู้ตอบเห็นด้วยอย่างยิ่งหรือแน่ใจอย่างยิ่งและเลขน้อยสุดแสดงความหมายที่ไม่แน่ใจหรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งโดยการสร้างคำถามนั้นควรจะมีการทดลองใช้ คำถามแต่ละข้อจะต้องมีผู้แสดงความเห็นด้วย และไม่เห็นตัวอย่างชัดเจนและมีจำนวนใกล้เคียงกัน ไม่เช่นนั้นแล้วข้อความนั้นจะต้องถูกตัดทิ้งไป นอกจากนี้การทดลองใช้จะช่วยตัดข้อความที่เป็นคำถามที่ไม่ชัดเจนออกไปด้วย

การสร้างสเกลทัศนคติโดยวิธีลิเคิร์ทมี 5 ขั้นตอนได้แก่

1. รวบรวมประโยคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวัดทัศนคติของสิ่งนั้น ๆ ซึ่งผู้ตอบสามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ดังนั้นคำถามที่ไม่เหมาะสมจะต้องถูกต้องออกไป

2. ประโยคหรือคำกล่าวเหล่านี้จะถูกส่งให้แก่ผู้ตอบ ซึ่งเป็นตัวแทนกลุ่มตัวอย่างของผู้ตอบจริง เพื่อระบุความรู้สึกของตนในแบบสอบถามที่กำหนดไว้

3. คำตอบสำหรับคำถามแต่ละข้อจะนำมาให้คะแนนตามลำดับตั้งแต่ 5 (เห็นด้วยอย่างยิ่ง) ไปจนถึง 1 (ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง) การให้คะแนนนั้นจะต้องพิจารณาดูให้ดีว่าสอดคล้องกันหรือไม่ เนื่องจากบางประโยคอาจมีความหมายในเชิงลบ

4. แต่ละประโยคจะต้องนำมาวิเคราะห์อีกครั้งว่ามีอำนาจจำแนกระหว่างผู้ตอบที่ได้คะแนนสูงและผู้ตอบที่ได้คะแนนต่ำหรือไม่ ข้อใดที่มีอำนาจจำแนกต่ำควรตัดออกไป

จากการศึกษาวิธีการวัดทัศนคติ ผู้วิจัยพบว่า การวัดทัศนคติโดยวิธีการของลิเคอร์ทนี้มีข้อดีหลายประการที่เหนือกว่าวิธีการอื่น ๆ เนื่องจากมีความง่ายในการใช้ ไม่ว่าจะพิจารณาจากในด้านผู้วิจัยหรือผู้ตอบก็ตาม ดังนั้นจึงใช้วิธีนี้ในแบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา ยิ่งกว่านั้นการใช้วิธีนี้ยังเป็นการวัดความรู้สึกของผู้ตอบจากคำตอบที่ได้รับอีกด้วยโดยจะนำมาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือในการวิจัยได้แก่ แบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยจะนำวิธีของลิเคิร์ท การวัดแบบจัดประเภทและการวัดอย่างง่ายมาประยุกต์ร่วมกันในการสร้างเครื่องมือชนิดนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาทักษะการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์เนื้อหาที่สืบค้นได้ว่า ทักษะการคิดแก้ปัญหาเป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดแก้ปัญหาด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยผู้เรียนสามารถระบุปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา นำเสนอวิธีหรือนวัตกรรมที่ใช้แก้ปัญหาและตรวจสอบหรือประเมินผลจากการใช้วิธีหรือนวัตกรรมในการแก้ปัญหาโดยได้สืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมสะเต็มศึกษา ความเข้าใจมโนมติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดแก้ปัญหา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

ไอนิง เจ๊ะเหลาะ (2557 : 6 - 10) ได้ทำการศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องแรง การหาแรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน น้ำหนัก กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล และแรงเสียดทาน ก่อนเรียนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนมติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์หลังเรียนมีความเข้าใจมโนมติระดับคลาดเคลื่อนลดลงและมีความเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์สูงขึ้น

อิสราภร เภรินวงศ์ (2557 : 89 - 90) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติของ Hewson & Hewson (2003) ร่วมกับการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการบอกตำแหน่งของวัตถุ การหาแรงลัพธ์ การเคลื่อนที่ของวัตถุ และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติหลังเรียนพัฒนาสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นัสรินทร์ บือชา (2558 : 55 - 70) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน39 คน โดยการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558 : 401 - 415) ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนพยัคฆภูมิวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม จำนวน

100 คน ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับแบบปกติ โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง กลุ่มควบคุมเรียนแบบปกติ กลุ่มทดลองเรียนตามแนวการเรียนรู้สะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาสาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนที่ระดับ .05 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับ .05

สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์ (2558 : 139 - 150) ได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน การวิจัยในครั้งนี้ได้ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเรียงจากมากไปหาน้อยตามลำดับ ดังนี้ ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดละเอียดลออ และด้านความคล่องแคล่ว

อาทิตยา พูนเรือง (2558 : 371 - 378) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เรื่องเคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน จากโรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับ .05

ทิพธัญญา ดวงศรี (2560 : 67 - 72) ได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 22 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนที่ระดับ .05

นารินทร์ ศิริเวช (2560 : 57 - 68) ได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาสาสตร์และทักษะการคิดแก้ปัญหาในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 33 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ปฏิมาภรณ์ โสรส (2560 : 83 - 88) ได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการคิดแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 37 คน ผลการวิจัยพบว่า คะแนน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญานและทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนที่ระดับ .05

พิมพร ผาพรม และนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2561 : 43 - 67) ได้ศึกษาการส่งเสริมแนวคิดหลักและการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยโมดูลการเรียนรู้สะเต็มบนฐานวิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง วิทยาศาสตร์ระดับนาโนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจแนวคิดหลัก เรื่อง วิทยาศาสตร์ระดับนาโน และคะแนนการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์หลังเรียนที่สูงขึ้นกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยต่างประเทศ

รัธเวน (Ruthven. 2006) ได้ทำการศึกษาเรื่องผลการปรับปรุงสะเต็มศึกษา เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีส่วนร่วมในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กายภาพและคณิตศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการการเปลี่ยนแปลงทัศนคติและการพัฒนาความรู้ของนักเรียนที่อยู่ในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ผลการศึกษาพบว่า ทัศนคติของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ดีขึ้น และการพัฒนาความรู้ของนักเรียนเป็นในทางที่ดีขึ้น

ไดอาน่า (Diana. 2012) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้นักเรียนเกรด 3 - 8 เป็นกรณีศึกษา ให้ทำโครงงานในหัวข้อเรื่อง ดาวอังคารในจินตนาการ โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมเริ่มต้นด้วยการตรวจสอบความรู้พื้นฐาน ให้จินตนาการ ศึกษาค้นคว้า สำรวจตรวจสอบ สร้างสรรค์ ออกแบบโมเดลดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิดการออกแบบของตัวเองให้เพื่อน ๆ ได้ทราบ จากผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM ในการให้นักเรียนได้ทำโครงงานส่งผลทำให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริงและประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ ๆ ได้

มิลินด้าและคณะ (Milinda et. al. 2013) ได้ทำการพัฒนาแบบวัดทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้วิธีการวัดทัศนคติของลิเคิร์ท เป็นแบบวัดประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุมโครงสร้างในด้านทักษะในศตวรรษที่ 21 วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาตร์และเทคโนโลยี โดยทำการสำรวจทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมในรัฐนอร์ทโคโลไรน่า ประเทศสหรัฐอเมริกามากกว่า 10,000 คน เพื่อนำข้อมูลมาวัดประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาในประเทศ

ซาฮินและคณะ (Sahin et. al. 2014) ได้ศึกษาผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาต่อการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กหลังเลิกเรียนและศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในเขตตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาในการทำความเข้าใจในมุมมองของนักเรียนของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมสะเต็ม การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและการจดบันทึกข้อมูล ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้ เพิ่มเติมทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันและการสืบเสาะหาความรู้ ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

เบอร์โรว์และคณะ (Burrow et. al. 2014) ได้ศึกษากรอบแนวคิดหลักในการบูรณาการระหว่าง 2 รายวิชาคือชีววิทยาและเคมีในหัวข้อเรื่องการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซลสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา งานวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยครูจากสองวิชาได้ดำเนินการสร้างบทเรียนไบโอดีเซลโดยบูรณาการผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษาในวิชาเคมีและชีววิทยา ทำการวัดทักษะทางสะเต็มและเจตคติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะในวิชาสะเต็มและเจตคติที่สูงขึ้น โดยพิจารณาจากคำถามของนักเรียนในห้องเรียน แบบบันทึกหลังแผนการสอนของครูและผลงานของนักเรียนในขณะปฏิบัติกิจกรรม

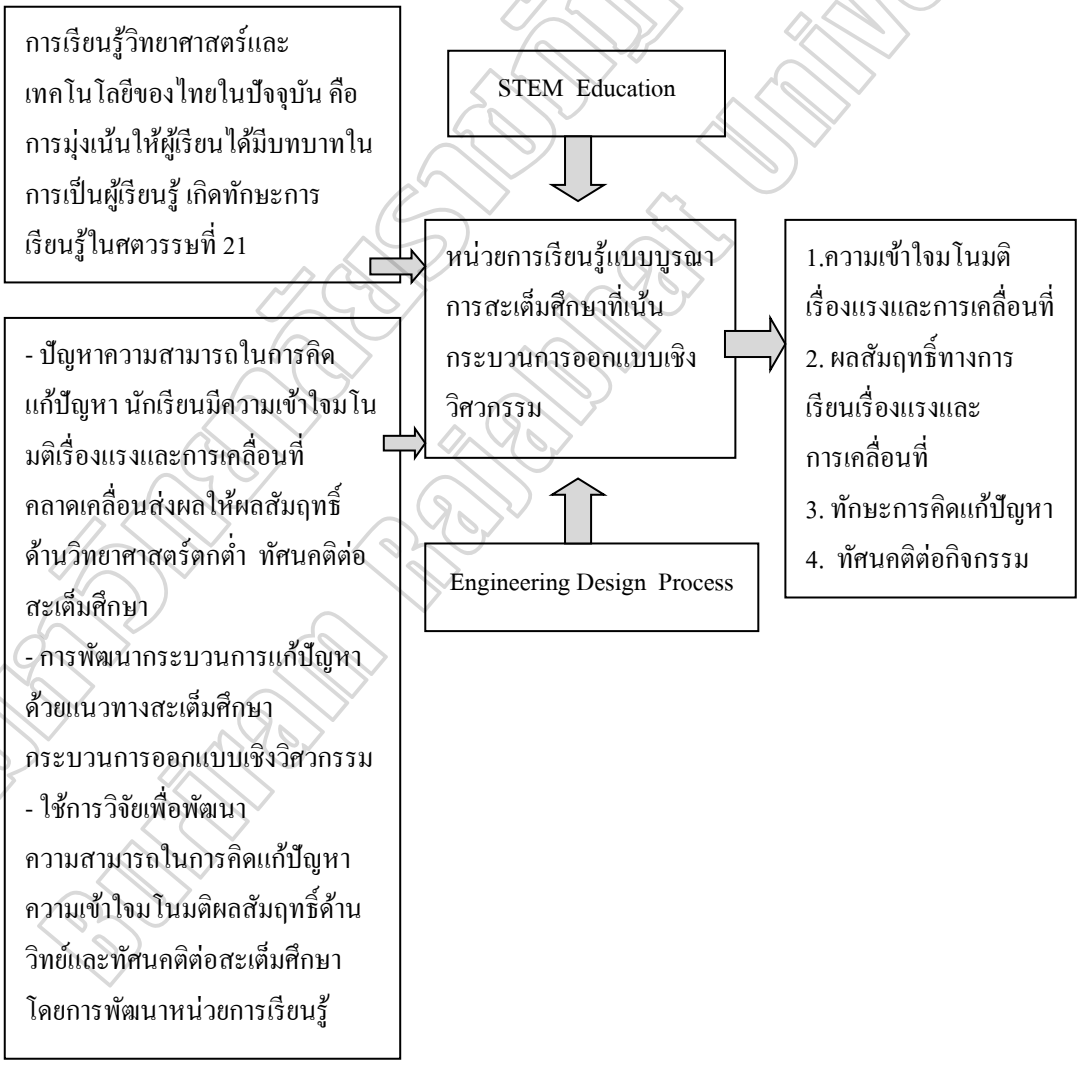
ควางและคณะ (Quang et al. 2015) ได้ศึกษาการบูรณาการสะเต็มศึกษาผ่านการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิคของนักเรียนประเทศเวียดนาม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสะเต็มศึกษากับความคิดสร้างสรรค์และการเสริมสร้างประสบการณ์ โดยการศึกษานี้ใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างเป็นโรงเรียนในระดับมัธยมศึกษาในประเทศเวียดนาม ผลการวิจัยพบว่า การบูรณาการสะเต็มศึกษา ผ่านการออกแบบของเล่นเชิงเทคนิค ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และเห็นประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมและมีความสอดคล้องกันกับการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศพบว่า การสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นเป็นการสอนแบบบูรณาการระหว่างสาขาวิชาและมีความเชื่อมโยงจากชีวิตจริง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีผลการเรียน ทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์และเจตคติที่ดีขึ้น โดยผู้วิจัยจำนำข้อมูลที่ศึกษามาออกแบบและพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สามารถส่งเสริมทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ โดยกระบวนการแก้ปัญหานั้นได้สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เกิดกระบวนการกำหนดประเด็นปัญหา การระดมความคิดและคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมและมีความสนใจในการนำแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการ

สะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่และทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กรอบแนวคิดการวิจัย

วิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำการสังเคราะห์องค์ความรู้และออกแบบโครงสร้างงานวิจัยได้ดังภาพประกอบ 2.5



ภาพประกอบ 2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย และนำเสนอรายละเอียดต่าง ๆ ในหัวข้อต่อไปนี้

1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
  3.1 แบบแผนการวิจัย
  3.2 การดำเนินการทดลอง
4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 70 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 34 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้หน่วยห้องเรียนในการสุ่ม (Sample random sampling) โดยการจับสลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วิทยานิพนธ์เรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ Surindra Rajabhat University

1. หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 16 ชั่วโมง

2. แบบวัดความเข้าใจมโนมติชนิดเลือกตอบ แบบ 2 ทาง จำนวน 7 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและแบบอัตนัยเพื่อให้แสดงเหตุผลในการเลือก

3. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 20 ข้อ

5. แบบสำรวจทัศนคติต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ

โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลนำมาสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

หน่วยการเรียนรู้ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

หน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 16 ชั่วโมง รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้
2. จุดประสงค์การเรียนรู้
3. สาระสำคัญ
4. สื่อประกอบการเรียนรู้
5. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจำนวน 16 ชั่วโมง
6. การวัดและประเมินผล
7. เกณฑ์การวัดและประเมินผล

โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการการสร้างและคุณภาพของเครื่องมือ ดังขั้นตอนต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยีสาระที่ 6 ฟิสิกส์ และสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทำการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ทำวิจัย

2. กำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ ได้แก่ ชื่อหน่วยการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด โดยได้จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. กำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนของผู้เรียน โดยการนำเป้าหมายทุกเป้าหมายมากำหนดหลักฐานที่เป็นผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้แก่ ใบกิจกรรม แบบทดสอบ ชิ้นงาน วิธีการวัดและประเมินผล และกำหนดเกณฑ์การวัดและประเมินผล

4. ออกแบบวิธีการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 16 ชั่วโมง

5. ดำเนินการจัดทำหน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 16 ชั่วโมง ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 Need for speed	2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เราคือนักกระโดดร่ม	2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 วิศวกรน้อย	4 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 กลิ้งไว้ก่อนพ่อสอนไว้	2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 Roller Coaster	2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 Marble Chain	4 ชั่วโมง

6. นำหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาแก้ไขและให้ข้อเสนอแนะ

7. นำหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านได้แก่

1. ดร.จิราภรณ์ ทัพซ้าย ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์) อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

2. นางราษี สืบโมรา ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพยัคภูมิวิทยาคาร อำเภอพยัคภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

3. นางพชรพรรณ พิมพ์ตะครอง ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ ครูชาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและโครงสร้างโดยการประเมินความเหมาะสมตามหลักเกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินของลิเคิร์ท (Likert) เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย โดยกำหนดขอบเขตในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก

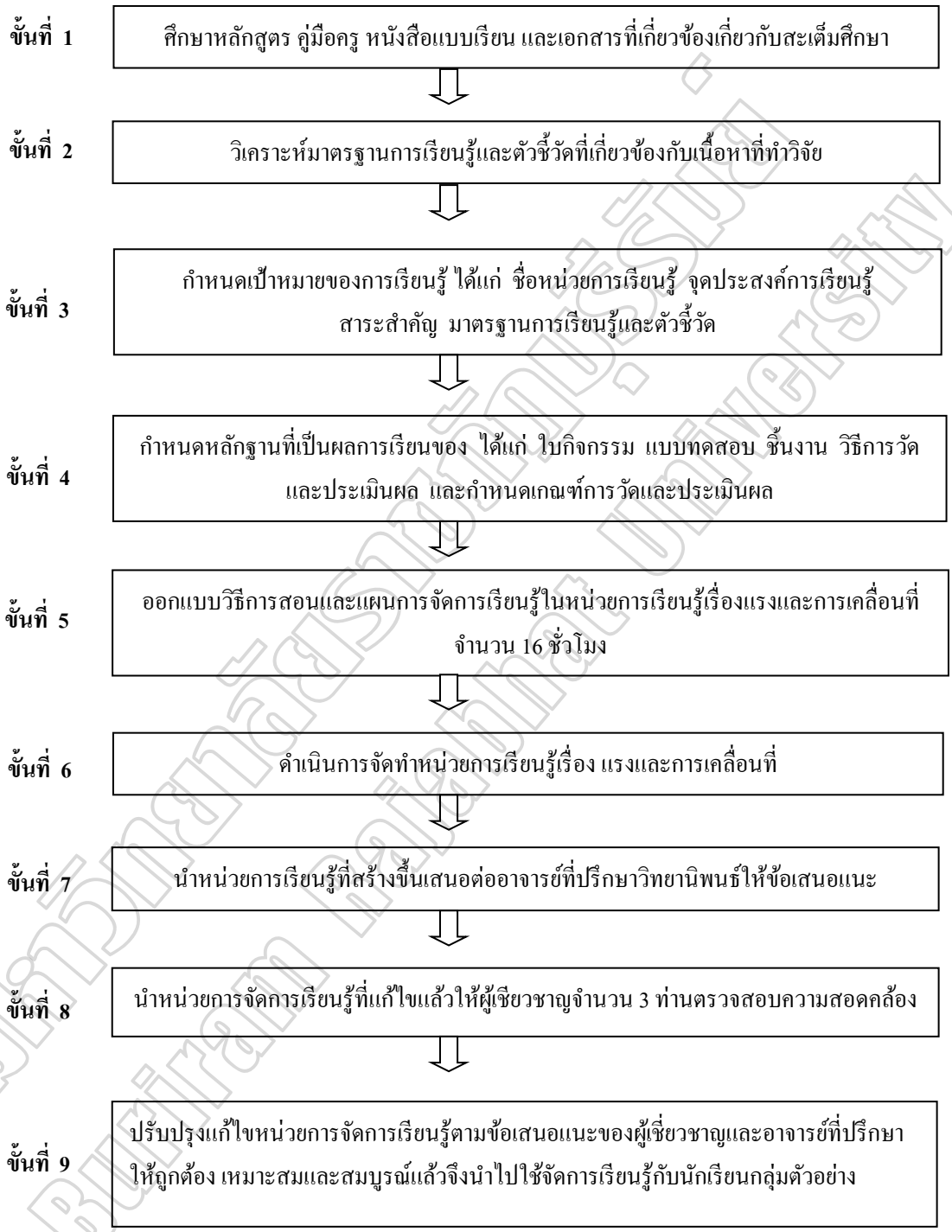
ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

การศึกษาครั้งนี้ใช้เกณฑ์ 3.50 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์ตัดสินในการวัดความความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญผลปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ทุกรายการ โดยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ 4.00 ถึง 5.00

8. ปรับปรุงแก้ไขหน่วยการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์ที่ปรึกษาให้ถูกต้อง เหมาะสมและสมบูรณ์แล้วจึงนำไปใช้จัดการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนและวิธีการการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมดังภาพประกอบ 3.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University



ภาพประกอบ 3.1 ลำดับขั้นตอนและวิธีการการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้สร้างและออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหน่วยการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยเป็นแบบวัดชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและวิธีสร้างแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาจากงานวิจัยต่างประเทศและในประเทศ

2. ศึกษาหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยีและสาระที่ 6 ฟิสิกส์ วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ทำวิจัย

3. สร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา จำนวน 8 ข้อ แต่ละข้อประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา เป็นคำถามปลายเปิดโดยใช้กรอบการคิดแก้ปัญหา ประกอบด้วย

- ระบุปัญหา / กำหนดปัญหา
- ระบุสาเหตุของปัญหา
- การเสนอแนวทาง / วิธีแก้ปัญหา
- ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา

โดยให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

4. นำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไขและดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

5. นำแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาที่ปรับปรุงเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างทักษะการคิดแก้ปัญหากับจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัด เป็นการหาดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence) หรือ IOC โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

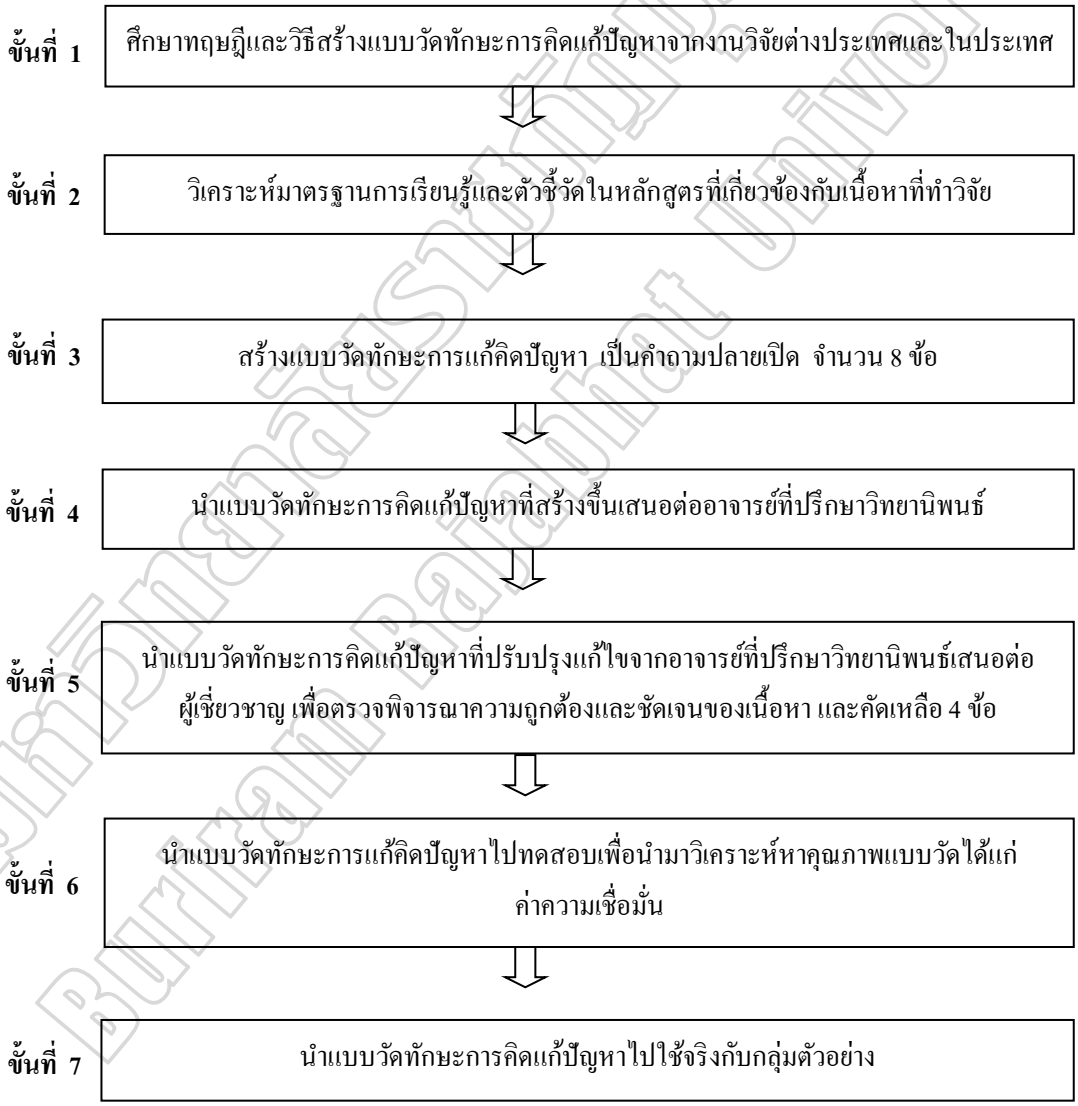
คะแนน +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
คะแนน 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
คะแนน -1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ถ้าค่า IOC มีค่า 0.50 ขึ้นไป หมายความว่าแบบวัดมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ทดสอบได้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 122 - 124) หากข้อใดไม่ถึง 0.50 ให้ทำการตัดทิ้งหรือทำการปรับปรุงผลปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ทุกข้อโดยมีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

6. นำแบบวัดทักษะการแก้คิดปัญหาไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 จำนวน 70 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่ได้เรียนในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยเป็นการทดสอบแบบอิงกลุ่มเพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบค่าความเชื่อมั่นโดยหาสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.94 (ภาคผนวก ง : 176)

ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาดังภาพประกอบ 3.2



ภาพประกอบ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบวัดชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและวิธีสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากงานวิจัยต่างประเทศและในประเทศ

2. ศึกษาหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 ฟิสิกส์ วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ทำวิจัย

3. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ เป็นแบบวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา แบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดและมาตรฐานการเรียนรู้หลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 ฟิสิกส์

4. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข และดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

5. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมจำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัด เป็นการหาดัชนีความสอดคล้องหรือ IOC โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 หมายถึง เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 หมายถึง เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

ถ้าค่า IOC มีค่า 0.50 ขึ้นไป หมายความว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สามารถนำไปใช้ทดสอบได้ ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดแต่ละข้อได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าแบบวัดข้อนั้นไม่ได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่จะทำการวัดต้องปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือตัดออกไปผลปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ทุกข้อ โดยมีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อ

6. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5ประจำปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 70 คน ที่ได้เรียนในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 โดยเป็นการทดสอบแบบอิงกลุ่มเพื่อนำมาวิเคราะห์หาคุณภาพแบบทดสอบได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจการ

จำแนก ผลปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ 20 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์ 10 ข้อ หลังจากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR - 20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.878 (ภาคผนวก ง : 173 - 175)

ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ดังภาพประกอบ 3.3

ภาพประกอบ 3.3 ลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

แบบวัดความเข้าใจมโนมติ

แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบวัดแบบ 2 ทางจำนวน 7 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เล่ม 1 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์

2. วิเคราะห์มโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่และจัดทำตารางวิเคราะห์มโนมติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อเป็นกรอบในการสร้างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์

3. สร้างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เป็นแบบวัดแนวคิดวินิจฉัยแบบ 2 ทาง ประกอบด้วย 2 ส่วนในแต่ละข้อ คือส่วนที่ 1 ประกอบด้วยคำถามและตัวเลือกให้เลือกตอบ และส่วนที่ 2 เป็นการให้เหตุผลที่เลือกตอบคำตอบนั้น จำนวน 10 ข้อ

4. นำแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและความเหมาะสมของคำถาม เพื่อพิจารณาแก้ไขปรับปรุง

5. นำแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อตรวจพิจารณาความถูกต้องชัดเจนของเนื้อหา ความถูกต้องในการใช้ภาษา และความตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง พิจารณาให้ความเห็นและให้คะแนนดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดข้อนั้นเป็นตัวแทนในการวัดเนื้อหาของมโนมตินั้น ๆ

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบวัดข้อนั้นเป็นตัวแทนในการวัดเนื้อหาของมโนมตินั้น ๆ

-1 เมื่อแน่ใจว่าแบบวัดข้อนั้นไม่เป็นตัวแทนในการวัดเนื้อหาของมโนมตินั้น ๆ

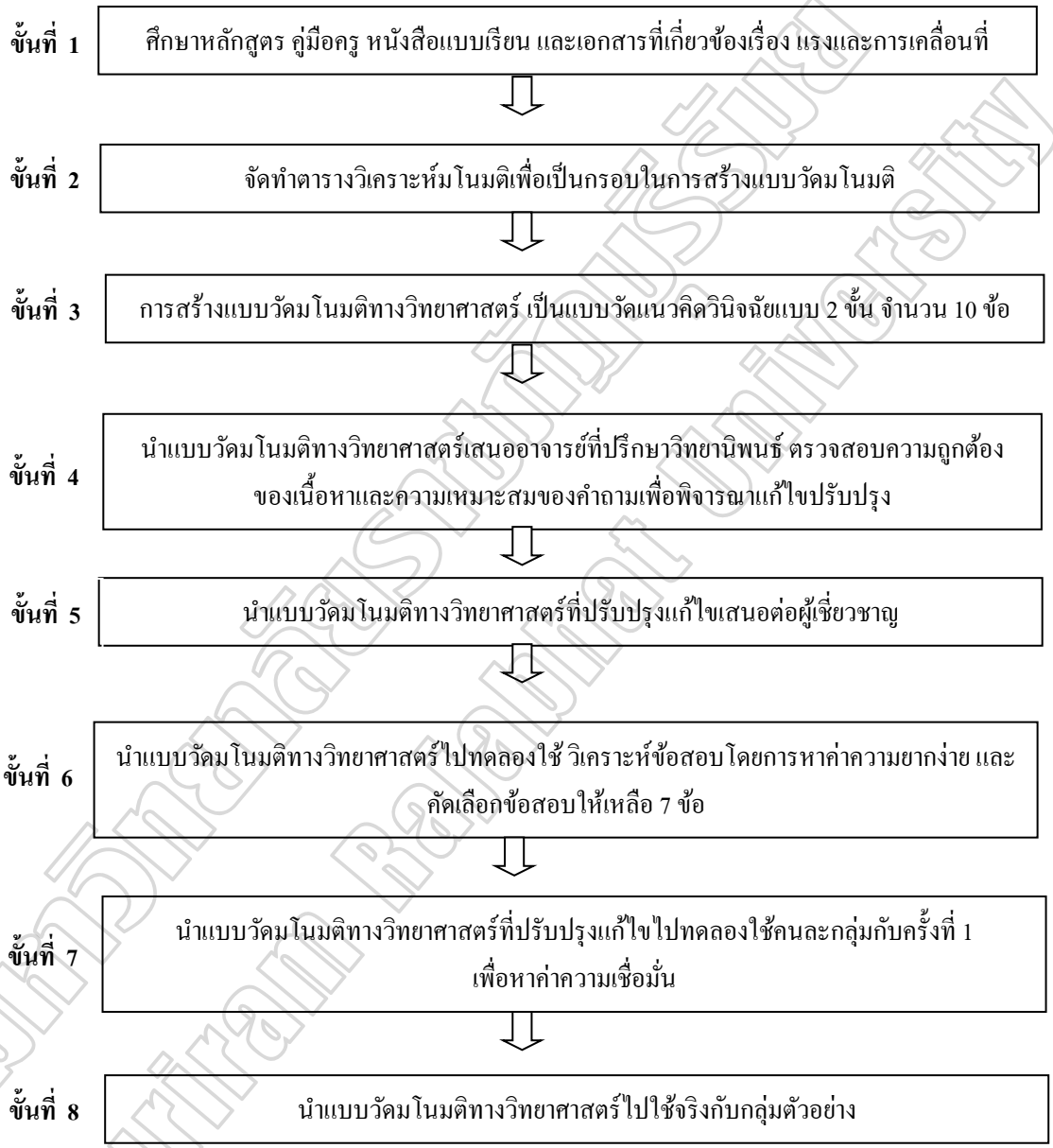
ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดแต่ละข้อได้มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าแบบวัดข้อนั้นเป็นตัวแทนของมโนมติที่จะทำการวัดได้ ถ้าค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดแต่ละข้อได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5ถือว่าแบบวัดข้อนั้นไม่ได้เป็นตัวแทนของมโนมติที่จะทำการวัดต้องปรับปรุงให้ดีขึ้นหรือตัดออกไปแล้วคัดแบบวัดมโนมติมา 7 ข้อ ผลปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ทุกข้อโดยมีค่า IOC เท่ากับ 1 ทุกข้อ

6. นำแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2561โรงเรียนเมืองบัววิทยา อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 60 คนที่เคยเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่มาแล้ว หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ผลปรากฏว่าผ่านเกณฑ์ 7 ข้อ ไม่ผ่านเกณฑ์ 3 ข้อ หลังจากนั้นนำไปหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.803 (ภาคผนวก ง : 177 - 178)

7. นำแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่ปรับปรุงแก้ไข จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้เชี่ยวชาญ และผ่านการตรวจสอบหาค่าดัชนีความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ดังภาพประกอบ 3.4



ภาพประกอบ 3.4 ลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

แบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและวิธีสร้างแบบสำรวจทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนจากงานวิจัยต่างประเทศและในประเทศ

2. ศึกษาเป้าหมายของหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2561 ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ และเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่ทำวิจัย

3. กำหนดโครงสร้างของแบบสำรวจเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

ตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อของแบบสำรวจและความคิดเห็นต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นแบบวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ

ตอนที่ 3 ความรู้สึกและข้อเสนอแนะทั่วไป

4. สร้างแบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนจำนวน 12 ข้อ

5. นำแบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข และดำเนินการแก้ไขปรับปรุง

6. นำแบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องโดยใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนตามแบบประเมินของลิเคิร์ท (Likert) เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย โดยกำหนดขอบเขตในการแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

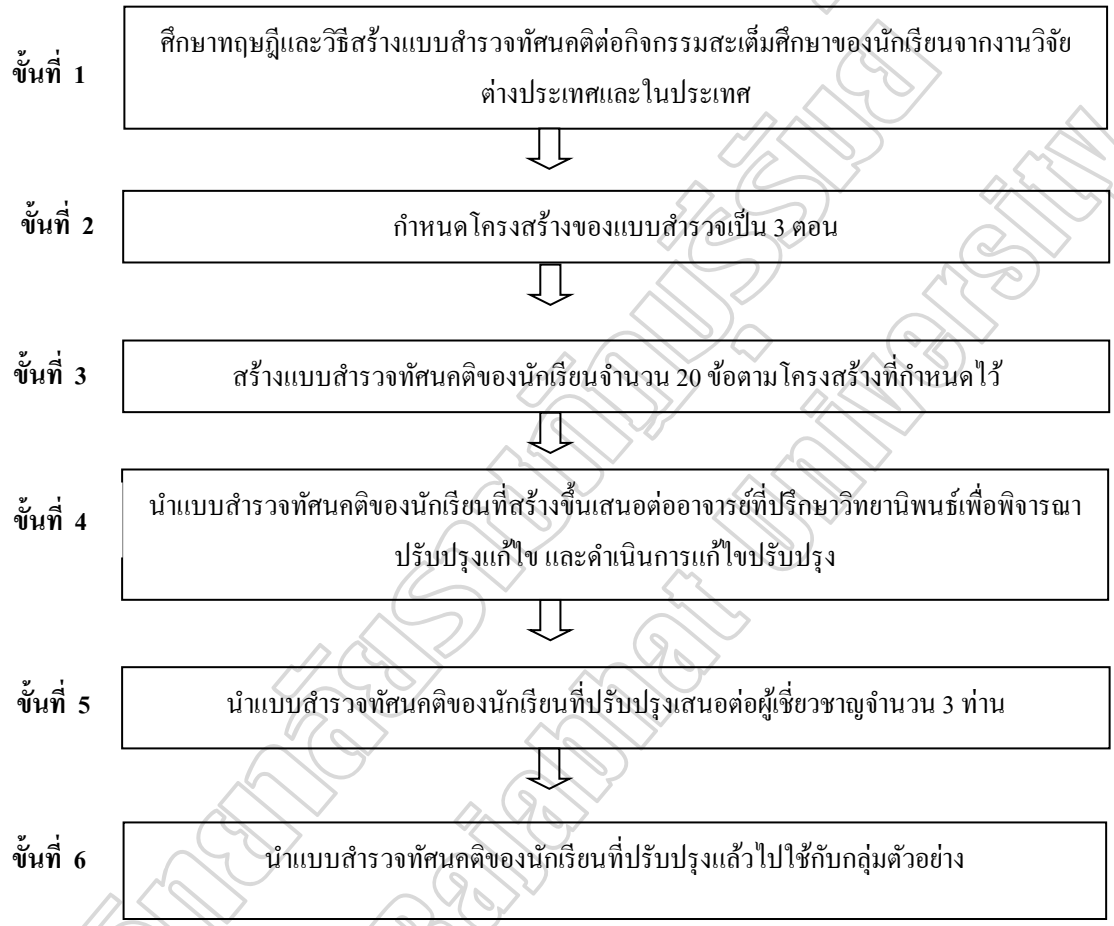
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

การศึกษาครั้งนี้ใช้เกณฑ์ 3.50 ขึ้นไปเป็นเกณฑ์ตัดสินในการวัดความสอดคล้องเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบสำรวจทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนดังภาพประกอบ 3.5



ภาพประกอบ 3.5 ลำดับขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบสำรวจทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนงานวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวที่มีการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pretest - posttest) ดังแผนผังดังนี้

T_1 X T_2

T_1 คือ การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X คือ การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

T_2 คือ การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

การดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดทำและหาคุณภาพเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และได้ดำเนินการทดลองการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังตาราง 3.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 3.1 แสดงขั้นตอนการทดลองเก็บรวบรวมข้อมูลของงานวิจัย

ระยะ	กิจกรรม	เวลา (ชั่วโมง)	เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล			
			แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบวัดความเข้าใจโมโนมิ	แบบสำรวจพัฒนาการของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา
ก่อนการทดลอง	ทำการทดสอบทักษะการคิดแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความเข้าใจโมโนมิก่อนเรียน (Pre-test) กับกลุ่มตัวอย่าง	3	✓	✓	✓	
ระหว่างทดลอง	ทำการจัดการเรียนรู้ตามหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น	16				
หลังการทดลอง	ทำการทดสอบทักษะการคิดแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจโมโนมิหลังเรียน (Post-test) และเจตคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง	4	✓	✓	✓	✓

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี Rajabhat Rambhai Barni University

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดทำและหาคุณภาพเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 3.2

ตาราง 3.2 แสดงสถิติและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวแปร	เครื่องมือ	วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล
ทักษะการคิดแก้ปัญหา	แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย t - test dependent
ความเข้าใจมโนมติ	แบบวัดความเข้าใจมโนมติ	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย t - test dependent
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย t - test dependent
ทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา	แบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา	วิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวิเคราะห์ความเข้าใจมโนมติ

1. ผู้วิจัยตรวจคำตอบจากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามระดับความเข้าใจมโนมติ 5 ระดับดังนี้

มโนมติที่ถูกต้อง หมายถึง นักเรียนตอบคำตอบถูกต้องและอธิบายเหตุผลในคำตอบถูกต้องเกี่ยวกับมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ให้ 3 คะแนน

มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน หมายถึง นักเรียนตอบคำตอบถูกต้องและอธิบายเหตุผลในคำตอบได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ตามมโนมติวิทยาศาสตร์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ หรือเลือกคำตอบถูกต้องแต่ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลคำตอบได้ให้ 2 คะแนน

มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน หมายถึง นักเรียนตอบคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในคำตอบไม่สอดคล้องกับมโนมติทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ หรือเลือกคำตอบถูกต้อง แต่อธิบายเหตุผลในคำตอบซึ่งมีบางส่วนสอดคล้องและบางส่วนไม่สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ 1 คะแนน

มโนมติที่คลาดเคลื่อน หมายถึง นักเรียนตอบคำตอบไม่ถูกต้องและอธิบายเหตุผลในคำตอบไม่ถูกต้องและไม่สอดคล้องกับมโนมติวิทยาศาสตร์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ให้ 0 คะแนน

ความไม่เข้าใจ หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถามให้ 0 คะแนน

2. คำนวณความถี่ของคำตอบในแต่ละกลุ่มความเข้าใจมโนมติและหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในแต่ละกลุ่ม

3. เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติของนักเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้การทดสอบค่าที (t - test) ชนิดตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (Dependent sample)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความเข้าใจมโนมติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่เป็นแบบวัดชนิดปรนัย โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 122 - 124)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ค่าความยากง่ายของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดปรนัย มีสูตรดังนี้
(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 136)

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

เมื่อ

P คือ ค่าความยากง่าย

R คือ จำนวนผู้เรียนที่ทำข้อนั้นถูก

N คือ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ค่าอำนาจการจำแนกของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความเข้าใจมโนมติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดปรนัย มีสูตรดังนี้
(พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 137)

$$r = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

R_U หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_l หมายถึง จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

N หมายถึง จำนวนผู้ตอบทั้งหมด

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดความเข้าใจมโนมติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดปรนัย โดยหาได้จากสมการ KR - 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) มีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 130 - 132)

$$r_t = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{S_t^2}\right\}$$

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

เมื่อ

r_t คือ สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้เรียนทั้งหมด

q คือ สัดส่วนของผู้เรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นผิดกับผู้เรียนทั้งหมด

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบทั้งฉบับ

N คือ จำนวนผู้เรียน

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดอัตนัย ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค (Cronbach) มีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 132)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum s_i^2}{s_t^2}\right\}$$

เมื่อ

α คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n คือ จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S_i^2 คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบรายข้อ

S_t^2 คือ ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระแก่กัน เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติ ทักษะการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test Dependent มีสูตรดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 176)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา

D แทน ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

N แทน จำนวนคู่ของคะแนนหรือจำนวนนักเรียน

$\sum D$ แทน ผลรวมทั้งหมดของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังการทดลอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burirum Bajabhat University

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยในหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ในการใช้วิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ในการใช้วิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เกิดความเข้าใจในการแปลความหมายและเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้อง ผู้วิจัยได้กำหนดความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

$\overline{X}$ แทน ค่าคะแนนเฉลี่ย

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

* แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ตอนที่ 2 ศึกษาและเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ตอนที่ 3 ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ตอนที่ 4 ศึกษาทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

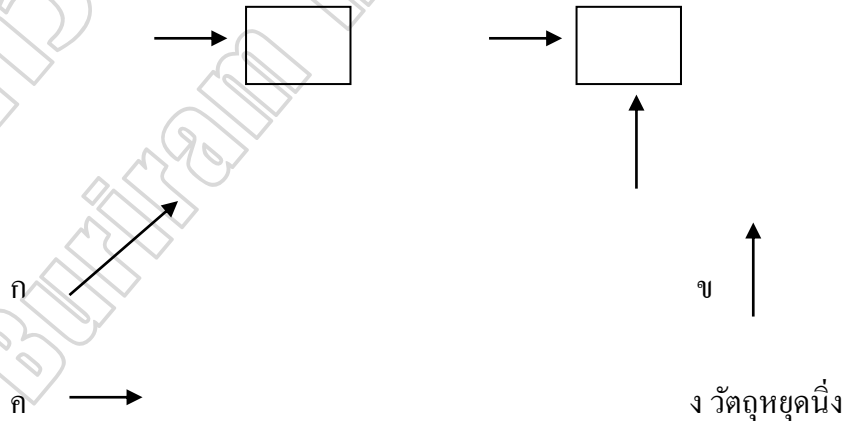
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบวัดแบบ 2 ทาง จำนวน 7 ข้อ วิเคราะห์โดยตรวจคำตอบจากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามระดับความเข้าใจมโนมติ 5 ระดับ โดยวิเคราะห์เป็นหัวข้อดังนี้

ข้อที่ 1 แรงลัพธ์

ออกแรงขนาด 3 นิวตันผลักวัตถุดังรูป เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไประยะหนึ่งก็มีแรงขนาด 4 นิวตันมากระทำอีกดังรูป ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจะไปในทิศทางใด



โดยนักเรียนได้เลือกคำตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้น ๆ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มคำตอบและวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของผู้เรียนได้ดังตาราง 4.1

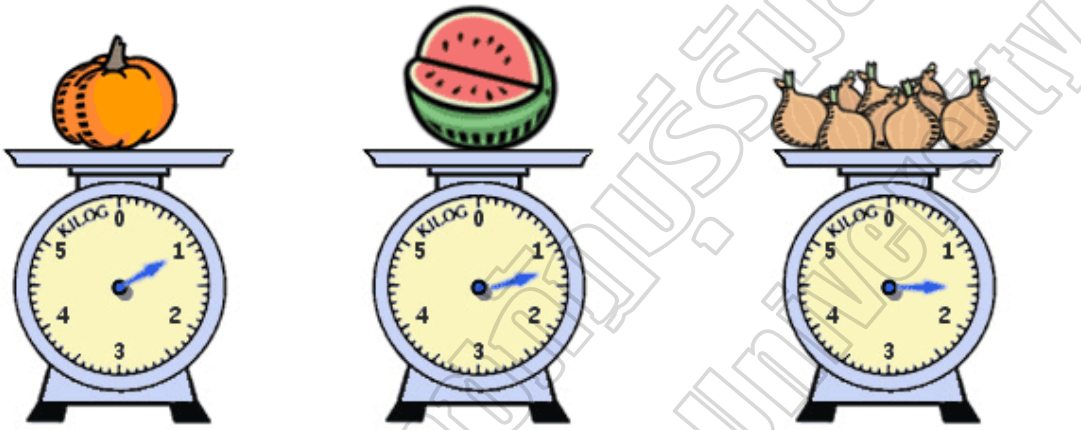
ตาราง 4.1 ระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงลัพธ์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ระดับความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
มโนมติที่ถูกต้อง (Sound understanding) - วัตถุจะเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรงลัพธ์เสมอ โดยเราสามารถหาทิศทางของแรงลัพธ์ได้โดยใช้เวกเตอร์ ซึ่งมีอยู่ 3 วิธี ได้แก่ วิธีหางต่อหัว วิธีหางต่อหาง และวิธีการคำนวณ	-	30
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding) - วัตถุจะเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรงลัพธ์เสมอ	7	4
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misunderstanding) - วัตถุจะเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรงที่มากกว่าเสมอ	24	-
มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Specific misunderstanding) - วัตถุอยู่นิ่ง - วัตถุเคลื่อนที่ตามทิศทางของแรงที่กระทำครั้งแรกเสมอ	3	-
ไม่มีมโนมติ (No understanding) - ไม่มีคำอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบ	-	-

จากตาราง 4.1 พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเรื่องแรงลัพธ์ในระดับ มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วนเป็นจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 70.59 เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเรื่องแรงลัพธ์ในระดับ มโนมติที่ถูกต้อง จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 88.23 สรุปว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติเรื่องแรงลัพธ์ในระดับที่สูงขึ้น

ข้อที่ 2 มวลและน้ำหนัก

จากภาพเป็นการนำผัก 3 ชนิดไปชั่งบนตาชั่ง ได้แก่ ฟักทอง แตงโม และหัวหอม ได้ผลการชั่งและสมปองเลยทำการสรุปดังภาพ แต่สมศรีบอกว่าสมปองสรุปไม่ถูกต้อง สมปองเลยสงสัยว่ามีผักชนิดใดบ้าง นักเรียนคิดว่าสมศรีจะบอกสมปองว่าอย่างไร



ฟักทองมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม แตงโมมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม 3 ขีด หัวหอมมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม 500 กรัม

ก ฟักทองสรุปได้ถูกต้องแต่แตงโมกับหัวหอมสรุปได้ผิด

ข ฟักทองสรุปได้ผิด แต่แตงโมงกับหัวหอมสรุปได้ถูกต้อง

ค ฟักทองและแตงโมสรุปได้ถูกต้อง แต่หัวหอมสรุปได้ผิด

ง สรุปผิดทั้งหมด

โดยนักเรียนได้เลือกคำตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้น ๆ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มคำตอบและวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของผู้เรียนได้ดังตาราง 4.2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burirum Rajabhat University

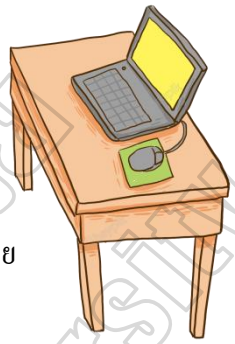
ตาราง 4.2 ระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง มวลและน้ำหนักก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ระดับความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
มโนมติที่ถูกต้อง (Sound understanding) - มวล หมายถึง ปริมาณของเนื้อสารที่มีอยู่ในวัตถุ ซึ่งจะมีค่าคงที่ตลอดเวลา มีหน่วยเป็น กิโลกรัม ส่วนน้ำหนัก คือ แรงดึงดูดของโลก ที่ดึงให้วัตถุตกลงสู่พื้น น้ำหนักของวัตถุขึ้นกับแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุนั้น สามารถหาได้จาก มวล x ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็น นิวตัน	1	34
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding)	-	-
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misunderstanding) - มวลกับน้ำหนักเป็นปริมาณคนละชนิดกัน น้ำหนักจะขึ้นอยู่กับขนาดของมวลเท่านั้น หากวัตถุมีมวลมากก็จะมีน้ำหนักมาก	5	-
มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Specific misunderstanding) - มวลกับน้ำหนักคือปริมาณเดียวกัน	28	-
ไม่มีมโนมติ (No understanding) - ไม่มีคำอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบ	-	-

จากตาราง 4.2 พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเรื่องมวลและน้ำหนักในระดับมโนมติที่คลาดเคลื่อน เป็นจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 82.35 เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเรื่องมวลและน้ำหนักในระดับ มโนมติที่ถูกต้องจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 100 สรุปว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติเรื่องมวลและน้ำหนักในระดับที่สูงขึ้น

ข้อที่ 3 กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

จากรูปเป็นคอมพิวเตอร์ที่วางอยู่บนโต๊ะ หากเวลาผ่านไป 10 นาทีนักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น



ก. คอมพิวเตอร์ยังอยู่ที่เดิม และเม้าท์ยังอยู่ที่เดิม

ข. คอมพิวเตอร์จะเคลื่อนไปทางขวาเล็กน้อย

ค. คอมพิวเตอร์จะเคลื่อนไปทางซ้ายเล็กน้อย

ง. ตอมพิวเตอร์จะอยู่ที่เดิม แต่เม้าท์จะขยับไปทางขวาเล็กน้อย

โดยนักเรียนได้เลือกคำตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้น ๆ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มคำตอบและวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของผู้เรียนได้ดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตันก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ระดับความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
มโนมติที่ถูกต้อง (Sound understanding) - การที่วัตถุอยู่นิ่งแสดงว่ามีแรงมากระทำกับวัตถุ เมื่อมีแรงกระทำกับวัตถุแล้วผลรวมของแรงเป็น 0 จะส่งผลให้วัตถุอยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่	6	34
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding)	-	-
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misunderstanding) - การที่วัตถุอยู่นิ่งแสดงว่าไม่มีแรงมากระทำกับวัตถุ	28	-
มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Specific misunderstanding)	-	-
ไม่มีมโนมติ (No understanding)	-	-

จากตาราง 4.3 พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติ เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตันในระดับมโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วนเป็นจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 82.35 เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเรื่องกฎข้อที่ 1 ของนิวตันในระดับ มโนมติที่ถูกต้องจำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 100 สรุปว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติเรื่องกฎข้อที่ 1 ของนิวตันในระดับที่สูงขึ้น

ข้อที่ 4 กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ข้อใดหมายถึงกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ก ยางลบวางอยู่นิ่งบนโต๊ะ

ข เนื้อหมูวางอยู่บนตาชั่ง

ค ลูกมะพร้าวหล่นจากต้นลงสู่พื้น

ง รถจักรยานยนต์ขับด้วยอัตราเร็ว 20 km/hr ตลอดเส้นทาง

โดยนักเรียนได้เลือกคำตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้น ๆ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มคำตอบและวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของผู้เรียนได้ดังตาราง 4.4

ตาราง 4.4 ระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตันก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ระดับความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
มโนมติที่ถูกต้อง (Sound understanding) - เมื่อวัตถุถูกแรงมากระทำและแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับ 0 จะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง และความเร่งจะมีทิศทางตามทิศทางของแรงลัพธ์เสมอ	-	27
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding) - เมื่อวัตถุถูกแรงมากระทำและแรงลัพธ์มีค่าไม่เท่ากับ 0 จะส่งผลให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง	6	7

ตาราง 4.4 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	
	ก่อนเรียน	**หลังเรียน**
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misunderstanding) - การที่วัตถุเคลื่อนที่ แสดงว่าต้องมีแรงมากระทำ	12	-
มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Specific misunderstanding) - การที่วัตถุเคลื่อนที่แสดงว่ามีความเร่ง	16	-
ไม่มีมโนมติ (No understanding)	-	-

จากตาราง 4.4 พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติ เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตันในระดับมโนมติคลาดเคลื่อนเป็นจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 47.05 เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเรื่องกฎข้อที่ 2 ของนิวตันในระดับ มโนมติที่ถูกต้องจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 79.41 สรุปว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติเรื่องกฎข้อที่ 2 ของนิวตันในระดับที่สูงขึ้น

ข้อที่ 5 กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

พิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้

A :ผู้โดยสารที่อยู่ในรถกำลังแล่นอยู่ จะเซไปทางขวาเมื่อรถเลี้ยวซ้ายกะทันหัน

B :นักวิ่ง 100 เมตรใช้เท้าถีบเพื่อพุ่งตัวออกไปด้านหน้าทันทีที่ได้ยินเสียงปืน

เหตุการณ์ A และ B เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใดตามลำดับ

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 3 และ 2

ค. ข้อ 1 และ 3 ง. ข้อ 2 และ 3

โดยนักเรียนได้เลือกคำตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้น ๆ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มคำตอบและวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของผู้เรียนได้ดังตาราง 4.5

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง 4.5 ระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตันก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม-ศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ระดับความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
มโนมติที่ถูกต้อง (Sound understanding) - ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาซึ่งมีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงข้ามเสมอ และแรงสองแรงนั้นจะกระทำกับวัตถุคนละก้อน	-	26
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน (Sartial understanding) - ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาซึ่งมีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงข้ามเสมอ	6	-
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misunderstanding) - ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาซึ่งมีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงข้ามเสมอ ส่งผลให้แรงลัพธ์มีค่าเป็น 0 เหมือนกับกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน เพราะแรงกระทำกับวัตถุก้อนเดียวกัน	21	8
มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Specific misunderstanding) - การที่วัตถุเข้าโค้งทำให้เราเซไปในทิศตรงข้าม แสดงว่าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง	7	-
ไม่มีมโนมติ (No understanding)	-	-

จากตาราง 4.5 พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติ เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตันในระดับมโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วนเป็นจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 61.76 เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเรื่องกฎข้อที่ 3 ของนิวตันในระดับ มโนมติที่ถูกต้อง (SU) จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 76.47 สรุปว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติเรื่องกฎข้อที่ 3 ของนิวตันในระดับที่สูงขึ้น

ข้อที่ 6 แรงเสียดทาน

ลุงแซมใช้รถเข็นมีล้อขนอิฐจากหน้าบ้านไปหลังบ้านจำนวน 2 เที่ยว โดยเที่ยวที่ 1 ขนไป 200 ก้อน เที่ยวที่ 2 ขนไป 400 ก้อน ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก แรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้นถนนในเที่ยวที่ 1 มีมากกว่าในเที่ยวที่ 2

ข แรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้นถนนในเที่ยวที่ 2 มีมากกว่าในเที่ยวที่ 1

ค แรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้นถนนในเที่ยวที่ 1 มีค่าเท่ากับในเที่ยวที่ 2

ง ทั้งสองเที่ยวไม่มีแรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้นถนน

โดยนักเรียนได้เลือกคำตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้น ๆ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มคำตอบและวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของผู้เรียนได้ดังตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทานก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ระดับความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
มโนมติที่ถูกต้อง (Sound understanding) - แรงเสียดทานเป็นแรงที่อยู่ระหว่างผิวสัมผัสวัตถุทั้งสอง มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ มีขนาดเท่ากับผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิววัตถุทั้งสองกับขนาดของแรงตั้งฉากที่กระทำกับวัตถุ	-	4
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding) - แรงเสียดทานเป็นแรงที่อยู่ระหว่างผิวสัมผัสวัตถุทั้งสอง มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ มีขนาดเท่ากับผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิววัตถุทั้งสองกับขนาดของน้ำหนักวัตถุ	3	30
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misunderstanding) - แรงเสียดทานเป็นแรงที่อยู่ระหว่างผิวสัมผัสวัตถุทั้งสอง	21	-

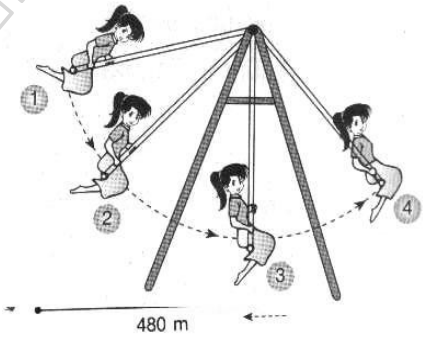
ตาราง 4.6 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	
	ก่อนเรียน	**หลังเรียน**
มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ มีขนาดเท่ากับผลคูณระหว่างสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิววัตถุทั้งสองเท่านั้น		
มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Specific misunderstanding)		-
- การที่วัตถุมีล้อแสดงว่าไม่มีแรงเสียดทาน	10	
ไม่มีมโนมติ (No understanding)	-	-

จากตาราง 4.6 พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติ เรื่อง แรงเสียดทานในระดับมโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วนเป็นจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 61.76 เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเรื่องแรงเสียดทานในระดับ มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 88.23 สรุปว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติเรื่องแรงเสียดทานในระดับที่สูงขึ้น

ข้อที่ 7 กฎอนุรักษ์พลังงาน

จากรูป ข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. ขนาดความเร็วในตำแหน่งที่ 1 มีค่ามากที่สุด

ข. ขนาดความเร็วในตำแหน่งที่ 2 มีค่ามากที่สุด

ค ขนาดความเร็วในตำแหน่งที่ 2 มีค่าเท่ากับขนาดความเร็วในตำแหน่งที่ 4

ง ทุกตำแหน่งแหน่งมีขนาดความเร็วเท่ากัน

โดยนักเรียนได้เลือกคำตอบพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้น ๆ ผู้วิจัยได้ทำการจัดกลุ่มคำตอบและวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนมติของผู้เรียนได้ดังตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ระดับความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงานก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม-ศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ระดับความเข้าใจมโนมติ	จำนวน (คน)	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน
มโนมติที่ถูกต้อง (Sound understanding) - ในกรณีที่ไม่มีแรงต้าน พลังงานกลรวมของวัตถุมีค่าคงที่เสมอ โดยเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง	-	2
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วน (Partial understanding) - พลังงานกลรวมของวัตถุมีค่าคงที่เสมอ โดยเปลี่ยนจากพลังงานหนึ่งไปเป็นอีกชนิดหนึ่ง	-	32
มโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial understanding with specific misunderstanding) - พลังงานจลน์เปลี่ยนรูปเป็นพลังงานศักย์	2	-
มโนมติที่คลาดเคลื่อน (Specific misunderstanding) - พลังงานจลน์มีการสูญหายระหว่างทาง ส่งผลให้ชิงช้าหยุด	10	-
ไม่มีมโนมติ (No understanding) -ไม่อธิบายเหตุผลในการตอบ	22	-

จากตาราง 4.7 พบว่า ก่อนเรียนผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติ เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงานในระดับมโนมติที่ถูกต้องบางส่วนคลาดเคลื่อนบางส่วนเป็นจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 61.76 เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิง

วิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนส่วนใหญ่มีมโนมติเรื่องกฎอนุรักษ์พลังงานในระดับมโนมติที่ถูกต้อง บางส่วนจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 88.23 สรุปว่า หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนความเข้าใจมโนมติเรื่องกฎอนุรักษ์พลังงานในระดับที่สูงขึ้น

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยใช้แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบวัดแบบ 2 ทางจำนวน 7 ข้อ วิเคราะห์โดยตรวจคำตอบจากแบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามระดับความเข้าใจมโนมติ 5 ระดับ นำมาวิเคราะห์การให้คะแนน สรุปผลได้ดังตาราง 4.8

ตาราง 4.8 เปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	34	21	5.206	3.310	23.566	.000*
หลังเรียน	34	21	18.382	1.498		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.8 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 5.206 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 18.382 เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent พบว่าค่า t เท่ากับ 23.566 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปว่า ความเข้าใจมโนมติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งตรงตามสมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเป็นแบบวัดชนิดอัตนัยจำนวน 4 ข้อ วิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent ได้ผลการศึกษา ตามตาราง 4.9

ตาราง 4.9 เปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	34	16	3.147	1.480	10.698	.000*
หลังเรียน	34	16	9.471	2.788		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.9 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 3.147 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 9.471 เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent พบว่าค่า t เท่ากับ 10.698 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปว่า ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งตรงตามสมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหัวข้อแรงลัพธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยใช้เครื่องมือเป็นแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวนทั้งหมด 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยแยกเป็นหัวข้อในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ดังต่อไปนี้

หัวข้อที่ 1 แรงลัพธ์

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหัวข้อแรงลัพธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเป็นแบบวัดชนิดปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 3 คะแนน วิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent ตามตาราง 4.10

ตาราง 4.10 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงลัพธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	34	3	0.82	0.67	10.51	.000*
หลังเรียน	34	3	2.24	0.61		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.10 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หัวข้อแรงลัพธ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 0.82 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 2.24 เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent พบว่าค่า t เท่ากับ 10.51 สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงลัพธ์ จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หัวข้อที่ 2 มวลและน้ำหนัก

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหัวข้อมวลและน้ำหนักก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเป็นแบบวัดชนิดปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 3 คะแนน วิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent ตามตาราง 4.11

ตาราง 4.11 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง มวลและน้ำหนักก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	34	3	1.206	0.687	7.920	.000*
หลังเรียน	34	3	2.735	0.448		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.11 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หัวข้อมวลและน้ำหนักก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.206 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 2.735 เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent พบว่าค่า t เท่ากับ 7.920 สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง มวลและน้ำหนักจากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หัวข้อที่ 3 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหัวข้อกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเป็นแบบวัดชนิดปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 6 ข้อ คะแนนเต็ม 6 คะแนน วิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent ตามตาราง 4.12

ตาราง 4.12 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	34	6	1.618	0.697	9.578	.000*
หลังเรียน	34	6	3.029	0.674		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.12 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หัวข้อกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.618 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 3.029 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1.411 เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent พบว่าค่า t เท่ากับ 9.578 สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หัวข้อที่ 4 แรงเสียดทาน

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหัวข้อแรงเสียดทานก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเป็นแบบวัดชนิดปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 3 คะแนน วิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent ตามตาราง 4.13

ตาราง 4.13 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงเสียดทานก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	34	3	1.206	0.978	7.920	.000*
หลังเรียน	34	3	2.353	0.485		

จากตาราง 4.13 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หัวข้อแรงเสียดทานก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 1.206 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 2.353 มี เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test dependent พบว่า ค่า t เท่ากับ 7.920 สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงเสียดทานจากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

หัวข้อที่ 5 กฎอนุรักษ์พลังงาน

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหัวข้อกฎอนุรักษ์พลังงานก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเป็นแบบวัดชนิดปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 5 คะแนน วิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent ตาราง 4.14

ตาราง 4.14 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงานก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	34	5	0.529	0.507		
หลังเรียน	34	5	3.294	0.676	15.760	.000*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.14 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หัวข้อกฎอนุรักษ์พลังงาน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 0.529 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 3.294 เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test dependent พบว่าค่า t เท่ากับ 15.760 สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบสรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ทั้งหมด 6 หัวข้อก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเป็นแบบวัดชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ วิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test dependent ได้ผลการศึกษา ตามตาราง 4.15

ตาราง 4.15 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็ม-ศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\overline{X}$	S.D.	t	sig
ก่อนเรียน	34	20	5.382	1.557	23.514	.000*
หลังเรียน	34	20	13.647	1.390		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 4.15 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 5.382 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 13.647 เมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t – test Dependent พบว่าค่า t เท่ากับ 23.514 และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งตรงตามสมติฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 4 ศึกษาทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ผู้วิจัยทำการศึกษาทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเป็นแบบวัดประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ วิเคราะห์โดยใช้สถิติเป็นค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลการศึกษา ตามตาราง 4.16

ตาราง 4.16 ศึกษาระดับทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
1	ข้าพเจ้ามีความตื่นเต้นและสนุกในระหว่างทำกิจกรรม	4.56	0.66	มากที่สุด
2	ข้าพเจ้ามองเห็นโครงสร้างการทำงานของสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นระบบและสัมพันธ์กัน	4.21	0.77	มาก
3	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ได้ง่ายยิ่งขึ้น	4.50	0.66	มาก
4	กิจกรรมนี้ได้เปลี่ยนแปลงความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น	4.41	0.78	มาก
5	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้ามีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นมากขึ้น	4.50	0.71	มาก
6	กิจกรรมนี้ทำให้ข้าพเจ้ามีความกล้าที่จะรับฟังความคิดเห็นของอื่นมากขึ้น	4.65	0.60	มากที่สุด
7	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าสามารถระบุปัญหาและเข้าใจสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีขึ้น	4.35	0.77	มาก
8	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้ามีทักษะการวางแผนและตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น	4.47	0.56	มาก
9	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา	4.44	0.75	มาก

ตาราง 4.16 (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
10	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้มีทักษะในการสื่อสารและการนำเสนอผลงานได้ดีขึ้น	4.65	0.65	มากที่สุด
11	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้เลือกเครื่องมือและวัสดุ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม	4.56	0.66	มากที่สุด
12	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้สร้างนวัตกรรมเพื่อใช้แก้ปัญหาภายใต้ข้อจำกัดได้ดีขึ้น	4.53	0.79	มากที่สุด
	เฉลี่ย	4.50	0.70	มาก

จากตาราง 4.16 พบว่า ทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในภาพรวมพบว่าอยู่ในระดับ มาก ($\overline{X}$ = 4.50, S.D. = 0.70) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ข้อที่นักเรียนมีระดับทัศนคติค่าเฉลี่ยมากที่สุดมี 2 ได้แก่ ข้อที่ 6 กิจกรรมนี้ทำให้ข้าพเจ้ามีความกล้าที่จะรับฟังความคิดเห็นของอื่นมากขึ้นพบว่าอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.65 , S.D. = 0.60) และข้อที่ 10 กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้มีทักษะในการสื่อสารและการนำเสนอผลงานได้ดีขึ้นพบว่าอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.65, S.D. = 0.65)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัย
4. สรุปผลการวิจัย
5. อภิปรายผลการวิจัย
6. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติ ทักษะการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3. เพื่อศึกษาทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สมมติฐานของการวิจัย

1. ความเข้าใจมโนมติของนักเรียน ทักษะการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 70 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 33 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 34 คน ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

ตัวแปร

ตัวแปรต้น ได้แก่ การเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื้อหา

รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 6 ฟิสิกส์ มาตรฐาน ว 6.1 แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 16 ชั่วโมง ครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง แรง มวล กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และกฎอนุรักษ์พลังงาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 16 ชั่วโมง
2. แบบวัดความเข้าใจมโนมติชนิดเลือกตอบ แบบ 2 ทาง จำนวน 7 ข้อ มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบอัตนัยเพื่อให้แสดงเหตุผลในการเลือก
3. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาโดยการกำหนดสถานการณ์ปัญหา 4 สถานการณ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบอัตนัย
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
5. แบบสำรวจทัศนคติต่อการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้นี้ผู้วิจัยได้จัดทำและหาคุณภาพเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล และได้ออกแบบการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1. ทำการทดสอบทักษะการคิดแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง

2. ทำการจัดการเรียนรู้ตามหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

3. การทดสอบทักษะการคิดแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจมโนมติหลังเรียนและทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระแก่กัน เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติ ทักษะการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้สถิติ t-test Dependent

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผล

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้ หากวิเคราะห์

ความเข้าใจมโนมติจะพบว่า ก่อนเรียนนั้นผู้เรียนจะมีความเข้าใจมโนมติในระดับ “มโนมติที่คลาดเคลื่อน” และ “ไม่มีมโนมติ” เป็นส่วนใหญ่ เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความเข้าใจมโนมติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่เปลี่ยนไปในระดับที่สูงขึ้นโดยมโนมติที่ผู้เรียนมีการปรับเปลี่ยนมากที่สุดได้แก่มโนมติเรื่องกฎอนุรักษ์พลังงาน ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรม Roller coaster และ Marble chain ที่ให้ผู้เรียนได้ออกแบบระบบรางตามที่ผู้วิจัยกำหนดพร้อมบอกเงื่อนไข และการที่ผู้เรียนจะออกแบบและสร้างระบบรางได้นั้นผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องกฎการอนุรักษ์พลังงานก่อนเรียนจะเห็นว่านักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนเรื่องกฎอนุรักษ์พลังงานมาก่อน แต่ผู้เรียนนั้นมีมโนมติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่มาบ้างแล้ว ซึ่งในขณะทำกิจกรรมผู้วิจัยได้สอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับพลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วงและกฎอนุรักษ์พลังงานให้ผู้เรียนได้ศึกษาและทำความเข้าใจ เมื่อผู้เรียนได้เข้าใจในเนื้อหาดังกล่าวระดับหนึ่ง จึงสามารถร่วมกันวางแผนและออกแบบระบบรางตามเงื่อนไขหรือปัญหาที่ตั้งไว้ เมื่อนักเรียนออกแบบเรียบร้อยแล้วจะได้ทำการนำเสนอผลการออกแบบและอธิบายเหตุผลเพื่ออภิปรายร่วมกัน แลกเปลี่ยนประสบการณ์และความคิดเห็น แล้วจึงลงมือสร้างระบบรางตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยในขณะที่สร้างก็จะเกิดกระบวนการทดสอบและประเมินผลชิ้นงานไปในตัวทำให้ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้มาใช้ตลอดในการสร้างชิ้นงาน เมื่อจบกระบวนการสร้างชิ้นงานจึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมโนมติในเรื่องกฎอนุรักษ์พลังงานในระดับที่สูงขึ้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวของกับกิจกรรมสะเต็มศึกษาในการพัฒนาความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน ผู้วิจัยพบว่าก่อนเรียนผู้เรียนมีความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนและมีความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นความเข้าใจมโนมติที่มีอยู่เดิมของผู้เรียน ซึ่งในขณะทำกิจกรรมสะเต็มศึกษานี้เองที่ผู้เรียนได้มีโอกาสในการค้นคว้า ท้าทายความคิดของมโนมติเดิมของตนเอง เรียนรู้และศึกษาในองค์ความรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ มีการอภิปรายและเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านกระบวนการทางสังคมเพื่อมาเป็นข้อมูลในการวางแผนและออกแบบนวัตกรรม และเมื่อมีแนวคิดหรือความเข้าใจมโนมติใหม่เข้ามาจึงทำให้ผู้เรียนเกิดการปรับเปลี่ยนมโนมติของตนเองไปในระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิมพร ผาพรมและนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2561 : 43 - 67) ที่ได้ศึกษาการส่งเสริมแนวคิดหลักและการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยโมดูลการเรียนรู้สะเต็มบนฐานวิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง วิทยาศาสตร์ระดับนาโนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจแนวคิดหลัก เรื่อง วิทยาศาสตร์ระดับนาโน และคะแนนการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และ

วิศวกรรมศาสตร์หลังเรียนที่สูงขึ้นกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้น ข้อค้นพบของการศึกษางานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยโมดูลการเรียนรู้สะเต็มบนฐานวิทยาศาสตร์สืบเสาะนั้น สามารถส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทั้งในมิติความเข้าใจแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เชิงบูรณาการได้

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของนารินทร์ ศิริเวช (2560 : 57 - 68) ที่ได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดแก้ปัญหาในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปฏิมาภรณ์ โสรส (2560 : 83 - 88) ที่ได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการคิดแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม1 พบว่า คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนที่ระดับ .05 จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวของกับกิจกรรมสะเต็มศึกษาในการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหา ผู้วิจัยพบว่าทั้งนี้เนื่องจาก กิจกรรมสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่าง ๆ ผ่านการทำกิจกรรมหรือการทำโครงงานที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน การเรียนรู้ดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนพึงมี อีกทั้งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เป็นกระบวนการในการแก้ปัญหาโดยมีขั้นตอนการระบุปัญหา ค้นคว้าหาสาเหตุของปัญหา มีการระดมความคิดและสืบค้นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาเป็นพื้นฐานในการวิจัยออกแบบชิ้นงาน เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมเพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีการทดสอบและประเมินผลเพื่อที่จะได้ชิ้นงานหรือนวัตกรรมที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา กระบวนการแก้ปัญหานี้จะเป็นวงจรที่สามารถย้อนกลับไปทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ได้ ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมดังกล่าวนี้ ได้มีความสอดคล้องกับกระบวนการคิดแก้ปัญหาและยังเป็นกระบวนการที่จะช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้สถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนใฝ่หาความรู้เพื่อหาหนทางแก้ไข ได้ฝึกทักษะการคิด การลงมือปฏิบัติ ซึ่งหากมีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนการสอนก็เท่ากับเป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้

เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนหากมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ ก็จะเป็นการช่วยฝึกผู้เรียนให้เกิดทักษะในการคิดสร้างสรรค์และทักษะในการแก้ปัญหาได้อีกแนวทางหนึ่งด้วย

3.นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ หากวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์เป็นรายหัวข้อจะพบว่า หัวข้อเรื่องกฎการอนุรักษ์พลังงานมีผลสัมฤทธิ์เพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 0.529 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 3.294 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 2.765 ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรม Roller Coaster ที่ให้ผู้เรียนได้ออกแบบระบบรางตามที่ผู้วิจัยกำหนดพร้อมบอกเงื่อนไข และการที่ผู้เรียนจะออกแบบระบบรางและสร้างระบบรางได้นั้นผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานในเรื่องกฎการอนุรักษ์พลังงานในระดับหนึ่ง ในก่อนเรียนจะเห็นว่าผู้เรียนมีค่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนน้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับการที่นักเรียนไม่มีความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนเรื่องกฎอนุรักษ์พลังงานมาก่อน ดังจะเห็นได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้องกับความเข้าใจมโนมติของผู้เรียน หากกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความเข้าใจมโนมติของผู้เรียนได้ ก็จะสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้เช่นกันซึ่งผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของนารินทร์ ศิริเวช (2560 : 57 - 68) ที่ได้ทำการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดแก้ปัญหาในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของอาทิตยา พูนเรือง (2558 : 371 - 378) ที่ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของพลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558 : 401 - 415) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนที่ระดับ .05 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะ

กระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ระดับ .05

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีมีทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.49, S.D. = 0.54) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่ได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดมี 2 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านความรู้สึกขณะทำกิจกรรมพบว่าอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.56, S.D. = 0.66) และด้านที่ 3 ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นพบว่าอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.56, S.D. = 0.65) ซึ่งผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของเบอร์โรว์และคณะ (Burrow et. al. 2014) ที่ได้ศึกษากรอบแนวคิดหลักในการบูรณาการระหว่างรายวิชาชีววิทยาและรายวิชาเคมีในหัวข้อเรื่องการผลิตเชื้อเพลิงไบโอดีเซลสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะในวิชาสะเต็มและเจตคติที่สูงขึ้น รัธเวน (Ruthven. 2006) ได้มีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของซาฮินและคณะ (Sahin et. al. 2014) ที่ได้ศึกษาผลของกิจกรรมสะเต็มศึกษาต่อการจัดหลักสูตรสำหรับเด็กหลังเลิกเรียนและศึกษาผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยในการส่งเสริมการเรียนรู้ เพิ่มเติมทักษะการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันและการสืบเสาะหาความรู้ ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้สอดคล้องกับผลการวิจัยของพลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558 : 401 - 415) ที่ได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อ การเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับแบบปกติ พบว่า เจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนที่ระดับ .05 และอยู่ในระดับมาก จากการศึกษาทัศคติของผู้เรียนผู้วิจัยพบว่าการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนี้ เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่ได้ค่าเฉลี่ยมากที่สุดมี 2 ด้านได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านความรู้สึกขณะทำกิจกรรมพบว่าอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.56 , S.D. = 0.66) และด้านที่ 3 ด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่นพบว่าอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.56 S.D. = 0.65) จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวของกับกิจกรรมสะเต็มศึกษาในการส่งผลต่อทัศนคติของผู้เรียนผู้วิจัยพบว่า ลักษณะที่คล้ายกันของกิจกรรมสะเต็มศึกษาคือเป็นการท้าท้ายความคิดของผู้เรียนและคอยกระตุ้นผู้เรียนให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารเจตคติ ลักษณะนิสัย ทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นทำให้การจัดการเรียนรู้มีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้อีกทั้งนำการบูรณาการไปใช้ได้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาเพื่อให้

เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อผู้เรียน โดยสามารถจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ให้มากที่สุดมีการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมทำงานกลุ่มด้วยตนเอง โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำงานด้วยกันมีการจัดประสบการณ์ตรงให้แก่ผู้เรียนโดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่เป็นจริงที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตและสามารถนำความรู้นั้นไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้และสิ่งสำคัญคือการจัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้วิจัยได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นในกลุ่มและในชั้นเรียนสม่ำเสมอเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา อันเป็นทักษะที่สำคัญของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1. การแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์ชิ้นงานมักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำและต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น ๆ ได้ดังนั้นในกระบวนการการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมดังกล่าวต้องให้เวลากับผู้เรียนพอสมควร

2. จัดบรรยากาศในชั้นเรียนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความกล้าในการแสดงออก โดยผู้สอนต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่นอย่างสม่ำเสมอทั้งภายในกลุ่มและในชั้นเรียน เพื่อสร้างความมั่นใจให้กับผู้เรียนในการกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นของตนเองออกมา

3. ในการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต้องให้เพียงพอกับความต้องการในการทำกิจกรรม ไม่จำเป็นต้องใช้วัสดุราคาแพง ครูควรนำวัสดุในท้องถิ่นหรือใกล้ตัวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินกิจกรรมได้

4. การฝึกให้นักเรียนได้ทำงานภายใต้ข้อจำกัดของเวลา ก่อนเริ่มทำกิจกรรมทุกครั้งควรมีการประชุมชี้แจงประเด็นต่าง ๆ กับนักเรียนให้เข้าใจตรงกันทั้งข้อจำกัดทางด้านวัสดุระยะเวลาและประเด็นปัญหา และควรขานเวลาที่เหลือเป็นระยะในการทำกิจกรรมเพื่อที่นักเรียนจะได้ไม่ใช้เวลาในการทำกิจกรรมเกินเวลาที่กำหนด

5. ครูต้องจัดหาหรือยกสถานการณ์ เช่น การสนทนาโดยใช้ประเด็นจากข่าว การฉายวีดีทัศน์ ฯลฯ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพของสภาพจริงในชีวิตประจำวันที่มีอุปสรรคต่อความสำเร็จที่ต้องการที่ทำให้เกิดการกระตุ้นให้คิดว่า ควรจะสร้างหรือมีนวัตกรรมที่จะช่วยให้

การดำเนินการคุณภาพชีวิตดีขึ้นและให้นักเรียนเล่าหรือบอกเรื่องราวในชีวิตจริงของนักเรียนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับประเด็นดังกล่าวจะทำให้นักเรียนเข้าถึงปัญหาได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีขอบเขตในการวิจัยในหัวข้อหลักสาระเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ ในรายวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยสาระการเรียนรู้อื่น ๆ สามารถนำไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้เช่น คลื่นเสียง พลังงานความร้อน สมดุลเคมี ชีววิทยา เป็นต้น

2. กิจกรรมสะเต็มศึกษานอกจากมีส่วนช่วยในการส่งเสริมการปรับเปลี่ยนมโนมติการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพิ่มเติมทักษะการแก้ปัญหาแล้ว ยังสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การทำงานร่วมกันและการสืบเสาะหาความรู้ ตลอดจนนำไปสู่การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้เช่นกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

บรรณานุกรม

กร การันตี. (2555). **ทัศนคติหมายถึงอะไร.** ค้นเมื่อ วันที่ 8 มิถุนายน 2561, จาก http://richtraining.com/2012/11/46/

กฤษลดา ชูสินคณาวุฒิ. (2557). “รอบรู้เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร” [ฉบับอิเล็กทรอนิกส์]. **นิตสาร สสวท**, ปีที่ 42 (ฉบับที่ 190), 37 - 41. ค้นเมื่อ วันที่ 1 มิถุนายน 2561, จาก http://physics.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/2/2015/06/IPSTMag_EngineeringDesign.pdf

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560ก). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551**. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2560ข). **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579**. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2560ค). **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์ การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เกียรติมณี บำรุงไร่. (2553). **การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE).** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา) ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). **80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.** กรุงเทพฯ: บริษัท แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปเปอเรชั่น.

ณัฐภัสสร เหล่าเนตร์. (2555). **ฟิสิกส์เล่ม 1.** กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์แม็ค จำกัด.

ทิพธัญญา ดวงศรี. (2560). **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในรายวิชาเคมีเรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

นารินทร์ ศิริเวช. (2560). **การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาสาสตร์และทักษะการคิดแก้ปัญหาในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

นัสรินทร์ บือชา. (2558). **ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์). สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2552ก). **แนวทางการพัฒนากระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ** เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 232 429 ปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ผ่านคอมพิวเตอร์ในการสอนวิทยาศาสตร์ (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์

นิรันดร์ สุวรัตน์. (2555). **ฟิสิกส์ ม.4 – 6 สำหรับนักเรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ พ.ศ.พัฒนา จำกัด.

ปฏิมาภรณ์ โสรส. (2560). **การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญานและทักษะการคิดแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม1 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .** วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ประเสริฐ ตันสกุล. (2551). **ทักษะประคองตน.** สืบค้นเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2561, จาก http :// www. Aspacngo. Org /unloads /events /jamming /6 pbf

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). "STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21" [ฉบับอิเล็กทรอนิกส์]. **มหาวิทยาลัยศรนครินทร์วิโรฒ**, ปีที่ 33(ฉบับที่ 2), 49 – 56. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2561, จาก http://bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/april_june_13/pdf/aw07.pdf

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2557). **การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพร ผาพรมและนิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2561). “การส่งเสริมแนวคิดหลักและการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยโมดูลการเรียนรู้สะเต็มบนฐานวิทยาศาสตร์สืบเสาะ เรื่อง วิทยาศาสตร์ระดับนาโน” [ฉบับอิเล็กทรอนิกส์]. **มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, ปีที่ 9 (ฉบับที่ 2), 43 - 67. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 เมษายน 2562, จาก http://kku.ac.th/knowledgecenter/exe cutive_journal/april_june_13/pdf/aw07.pdf

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2531). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์และทำปกเจริญผล.

พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับแบบปกติ.** วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (หลักสูตรและการสอน). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มัณฑรา ธรรมบุศย์. (2551). **การเรียนรู้ทักษะชีวิต.** สืบค้นเมื่อ 4 มิถุนายน 2561, จาก http: //www.Chandra.ac.th / teacher All / mdra / date / pdf / Life-skill 1 L . pdf

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). **สะเต็มศึกษาคืออะไร.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 1 มิถุนายน 2561, จาก http://stemedthailand.org/?faq=ถาม

_____. (2560). **คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 1 มิถุนายน 2561, จาก http://stemedthailand.org/wp-content/uploads/2015/03/newIntro - to - STEM.pdf.pdf

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561ก). **คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน สาระเทคโนโลยี(การออกแบบและเทคโนโลยี).** ค้นเมื่อ วันที่ 1 มิถุนายน 2561, จาก http://designtechnology.ipst.ac.th/2018/05/07/คู่มือการใช้หลักสูตร

_____. (2561ข). **คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลาย .** ค้นเมื่อ วันที่ 1 มิถุนายน 2561, จาก http://academic.obec.go.th/newsdetail.php?id=75 คู่มือการใช้หลักสูตร

_____. (2557). **สะเต็มศึกษา.** กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.

_____. (2554). **หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม เล่ม1 .** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว.

สุกัญญา เชื้อหลุบโพธิ์. (2558). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุน**. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม (วิทยาศาสตร์ศึกษา). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุธิดา การีมี. (2560). **การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา.** สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มิถุนายน 2561, จาก http://oho.ipst.ac.th/edp-creative-problem-solving1/

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์. (2559). **สะเต็มศึกษา : ปัญหาจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.** สงขลา : นำศิลปะโฆษณา จำกัด.

_____. (2558). **สะเต็มศึกษา : ความท้าทายใหม่ของการศึกษาไทย.** สงขลา : นำศิลปะโฆษณา จำกัด.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557). “สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21” [ฉบับอิเล็กทรอนิกส์]. **นิตยสาร สสวท.**, ปีที่ 42 (ฉบับที่ 186), 3 – 5 . สืบค้นเมื่อ วันที่ 1 มิถุนายน 2561, จากhttp://emagazine.ipst.ac.th/186/IPST186/assets/common /downloads/IPST186.pdf

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนรู้ แบบกระบวนการแก้ปัญหา**. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย .

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). **การออกแบบหน่วยการเรียนรู้อิงมาตรฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 9 ตุลาคม 2561, จาก http://www.eledu.ssru.ac.th/sucheera_ma/file.php/1/55._.pdf

สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2554). **การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของครูและ นักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์**. ปริญญานิพนธ์ วท.ด. (การวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อนงค์ รอดแสน. (2554). **การออกแบบหน่วยการเรียนรู้อิงมาตรฐาน(Backword Design).** สืบค้นเมื่อ วันที่ 9 ตุลาคม 2561, จาก http://pws.npru.ac.th/silapachai/data/files.pdf

อภิสิทธิ ธงไชย. (2556). “สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา”. **วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย**. 15 - 18. สืบค้นเมื่อวันที่ 27 เมษายน 2561. จาก :_www.bu.ac.th/april_june/

อาทิตยา พูนเรือง. (2558). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ วท.ม (ชีววิทยา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

อิสราภร เภรินวงศ์. (2557). **การเปลี่ยนแปลงมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1 โดยใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติของ Hewson & Hewson (2003) ร่วมกับการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา) ขอนแก่น : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอกณรงค์ วรสีหะ. (2558). **ทัศนคติและการสร้างแบบวัดทัศนคติ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม 2561 จาก http://elcim.ssru.ac.th/ekgnarong_vo/pluginfile.php/117/block_html/content/บทที่% 2010%20ทัศนคติและการสร้างแบบวัดทัศนคติ.pdf

ไอนิง เจ๊ะเหลาะ. (2557). **การศึกษามโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา) สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

Burrows, T. A. (2014). **Biodiesel and integrated STEM: Vertical alignment of high School biology/biochemistry and chemistry.** Journal of Chemical Education.

Dewey, J. (1993). **How we think : A restatement of the relation of reflective Thinking**. Social Education 37.

Diana, L. R. (2012). **Integrated STEM Education through Project-Based Learning. (Online)** Available from: www.rondout.k12.ny.us/con/pages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975 (Cited 28 January 2014).

Haidar, A. H. (1997). **Prospective chemistry teacher’s conceptions of the conservation of matter and related concepts**. Journal of Research in Science Teaching.

Hewson, D. S. (2003). **Effect of instruction using students' prior knowledge and Conceptual change strategies on science learning.** Journalof Research Teaching..

Milinda, E. K. (2013). **Student Attitudes toward STEM: The Development of Upper Elementary School and Middle/High School Student Surveys.** American Society for Engineering Education.

Mungsing, W. (1993). Student **s' Alternative Conceptions about Genetics and The Use of Teaching Strategies for Conceptual Change**. Doctor of Philosophy Thesis in Science Education, University of Alberta.

National Research Council (NRC). (2012). **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Idea. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education**. Washington, DC

Posner, A. Y. (1982). **Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change.** Science Education

Quang, A. R. (2015). **Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) education through active experience of designing technical toys in vietnamese schools**

Sahin, A. P. (2014). **STEM related after-school program activities and associated outcomes on student learning**. Educational Sciences : Theory & Practice. National Academies Press.

Torrance, E. P. (1962). **Guiding creative talent.** New Delhi : Prentice-hall of India Private.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำนวน 16 คาบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 Merble Run จำนวน 4 คาบ

สอนวัน..... ที่.....เดือน..... พ.ศ. …… คาบที่ .....

ภาคเรียนที่ 2/2561 รายวิชา ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1 (ว31201)

ผู้สอน นายสุทธิรักษ์ นิลาลาด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ สาระที่ 6 ฟิสิกส์ ----- S

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี ----- T และ E

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

คณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ----- M

สาระจำนวนและพีชคณิต

มาตรฐานที่ 1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและการนำไปใช้

มาตรฐานที่ 3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐานที่ 1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัดและผลการเรียนรู้

ว 6.1 ม.4/4 ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

ว 6.1 ม.4/5 เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลองและอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ว 6.1 ม.4/6 อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ว 6.1 ม.4/7 วิเคราะห์อธิบายและคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ว 4.1 ม.4/2 : ระบุปัญหาหรือความต้องการที่มีผลกระทบต่อสังคม รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการ เทคนิคในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความถูกต้องด้าน ทรัพย์สินทางปัญญา

ว 4.1 ม.4/3 : ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบ วางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา

ว 4.1 ม.4/4 : ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไข หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด

ว 4.1 ม.4/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

ค 1.1 ม.4/3 เข้าใจจำนวนจริงและใช้สมบัติของจำนวนจริงในการแก้ปัญหา

ค 1.3 ม.4/1 แก้สมการและอสมการพหุนามตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสี่และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา

ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ (Knoeledge)

2.1 อธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกันได้

2.2 อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้

2.3 อธิบายการใช้แรงเสียดทานได้

2.4 ใช้สมการทางคณิตศาสตร์คำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องหรือแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดได้

ด้านทักษะกระบวนการ (Process)

2.5 ทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.6 ระบุปัญหา รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการเทคนิคในการแก้ปัญหาได้

2.7 วิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ได้

2.8 นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลายได้

2.9 ทดสอบ ประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขได้

2.10 เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างเหมาะสม

ด้านทัศนคติ (Attitude)

2.11 มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

2.12 ยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง และแสดงความคิดเห็นร่วมกันได้อย่างเหมาะสม

4. การบูรณาการสาระการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

วิทยาศาสตร์ : แรง มวล กฎการเคลื่อนที่ และแรงเสียดทาน

เทคโนโลยี : ทักษะการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือและเทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม

วิศวกรรม : กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

คณิตศาสตร์ : การวัด เรขาคณิตวิเคราะห์ การใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

5. กิจกรรมการเรียนรู้

5.1 ขั้นระบุปัญหา (10 นาที)

1) นักเรียนสังเกตคลิปการวางระบบ Chain Reaction จากคลิป Epic Christmas Marble Run จาก https://www.youtube.com/watch?v=kwedBdWIRuQ&t=18s

2) ครูถามนักเรียนเพื่อนำไปสู่การตั้งประเด็นปัญหาดังนี้

2.1 จากคลิปนี้นักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

2.2 เครื่องเล่นนี้ประกอบด้วยอะไรบ้าง

2.3 เครื่องเล่นนี้ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์อะไรบ้าง

3) ครูแนะนำสถานการณ์ปัญหาคือ **“เราจะสามารถออกแบบระบบ Chain Reaction in marble run ให้เคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่องและนานที่สุดอย่างไร**

4) ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดกติกาการรางรถ กำหนดเกณฑ์การประเมิน พร้อมทั้งชี้แจงนักเรียนแต่ละกลุ่มให้ทราบว่า “นักเรียนสามารถเลือกใช้หรือไม่ใช้วัสดุและอุปกรณ์ใดก็ได้ภายใต้งบประมาณที่กำหนดให้” (กำหนดให้งบประมาณแต่ละกลุ่ม 400 บาท)

5) แจกเอกสารใบงานชุดที่ 6 ให้แก่นักเรียนแต่ละกลุ่มพร้อมแนะนำแนวทางการบันทึกข้อมูล

6) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิดถึงปัจจัยที่จะทำให้การสร้างระบบ Chain Reaction in marble run ตามเงื่อนไขที่กำหนด

5.2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (30 นาที)

นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่อไปนี้

1) หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์เล่ม 1 จาก สสวท

2) http://www.scimath.org/lesson-physics

3) http://www.rmutphysics.com/physics1/My-Site/content/content.htm

4) YOUTUBE.COM

5.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (40 นาที)

1) นักเรียนร่วมกันวางแผนในการเลือกใช้วัสดุที่จะนำมาสร้างรางรถและเขียนแบบแปลนและเขียนแบบแปลนลงในกระดาษชาร์ตสีขาวและในใบงานชุดที่ 6 โดยต้องระบุสเกลและวัสดุที่เลือกใช้ในการออกแบบด้วย

5.4 ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (40 นาที)

1) นักเรียนกำหนดอุปกรณ์ที่ต้องใช้เขียนลงในใบเบิกอุปกรณ์และนำไปเบิกอุปกรณ์ตามที่ได้วางแผนไว้

2) นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดทำระบบ Chain Reaction in marble run ตามที่ได้วางแผนไว้

5.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง (20 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดสอบระบบ Chain Reaction in marble run ของกลุ่มตนเอง ประเมินผลงานกลุ่มตนเองและทำการปรับปรุงผลงาน

5.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหรือผลการพัฒนานวัตกรรม (40 นาที)

1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานระบบ Chain Reaction in marble run ของกลุ่มตนเองในประเด็นต่อไปนี้

- แบบแปลนของกลุ่มตนเอง
- หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้

2) นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสาธิตระบบ Chain Reaction in marble run ของกลุ่มตนเองโดยให้สมาชิกในห้องได้รับชมผลงานไปพร้อม ๆ กัน

3) ครูและสมาชิกภายในห้องเรียนร่วมกันสะท้อนผลและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของแต่ละกลุ่มในประเด็นต่อไปนี้

- จุดเด่นจุดด้อยของผลงานนี้เป็นอย่างไร
- แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาผลงานเป็นอย่างไร

4) ครูประกาศผลการประเมินให้นักเรียนได้รับทราบ

5) นักเรียนบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบงานชุดที่ 6

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

6.1 คลิป Epic Christmas Marble Run

" 6.2 ใบงานชุดที่ 6 Chain Reaction in marble run 6 ชุด

6.3 กระดาษชาร์ตสีขาว 10 ชุด

6.4 กระดาษแข็ง 10 แผ่น

6.5 หลอดกาแฟ 10 ถุง

6.5 ไม้เสียบลูกชิ้น 10 ถุง

6.6 กระดาษลูกฟูก 10 ถุง

6.7 กระดาษทราย 10 ม้วน

6.8 แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด 10 แผ่น

6.9 ดินน้ำมัน 10 ก้อน

6.10 กาวร้อน 10 ชุด

6.11 กาวลาเท็ก 10 ขวด

6.12 รางอะคิลิก 5 แท่ง

6.13 ลูกแก้ว 10 ลูก

7 การวัดและประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (Knoeledge) 1. อธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกันได้ 2 อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้ 3 อธิบายผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนักได้	- ผลงานของนักเรียนระบบ Chain Reaction in marble run - การตรวจผลการทำกิจกรรม	- ใบงานชุดที่ 6	ผ่านร้อยละ 60 ขึ้นไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะกระบวนการ (Process) 1. ทดลองหาค่าความเร่งและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้ 2. ระบุปัญหา รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่มีความซับซ้อนเพื่อสังเคราะห์วิธีการเทคนิคในการแก้ปัญหาได้ 3. วิเคราะห์เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ได้ 4. นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลายได้ 5. ทดสอบ ประเมินผลวิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขได้ 6. เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางานได้อย่างเหมาะสม	ประเมินผลจากการสังเกตในขณะทำกิจกรรม	- ใบงานชุดที่ 6	มีพฤติกรรมในแต่ละองค์ประกอบของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างน้อยระดับ 2 ขึ้นไปใน 6 รายการจะถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทัศนคติ (Attitude) 1. มีทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ประเมินผลจากการสังเกตในขณะทำกิจกรรม	แบบประเมินการทำงานร่วมกับผู้อื่น	ค่าเฉลี่ย 3.00 ขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี Rambhai Barni Rajabhat University

เอกสารใบงานชุดที่ 6 Chain Reaction in marble run

สมาชิก

1..... เลขที่ .....

2..... เลขที่ .....

3..... เลขที่ .....

4..... เลขที่ .....

5..... เลขที่ .....

6..... เลขที่ .....

สถานการณ์

เราจะสามารถออกแบบระบบ Chain Reaction ให้เคลื่อนที่ได้อย่างต่อเนื่องและนานที่สุด

1. ระบุปัญหา

.....

.....

.....

วิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยของปัญหาที่สนใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

2. การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนสร้างแนวทางในการแก้ปัญหาที่สนใจ โดยเขียนเป็นแผนผังความคิด

วิธีการหรือแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกคือ

.....

.....

เหตุผลที่นักเรียนเลือกวิธีนี้

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

.....

.....

3. การออกแบบวิธีแก้ปัญหา

ให้นักเรียนเขียนภาพร่างของชิ้นงานหรือแบบแปลนที่นักเรียนได้คิดขึ้นมา ให้ระบุชนิดของวัสดุ ที่ใช้สร้างและขนาดชิ้นส่วนด้วย

อธิบายเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบัณฑิตย์ Bansomdejchaopraya Rajabhat University

.....

.....

4. การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

รายละเอียดการเบิกจ่ายวัสดุของกลุ่มตนเอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ให้นักเรียนกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบแพลน ที่เขียนไว้ในขั้นที่ 3 มีส่วนใดบ้างที่นักเรียนจะทำการเปลี่ยนแปลงหรือปรับให้ดีขึ้น

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

.....

.....

5. การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน

กลุ่มของนักเรียนทำการทดสอบอย่างไร ผลการทดสอบเป็นอย่างไร และจะปรับปรุงชิ้นงานอย่างไร จงอธิบาย

ทดสอบครั้งที่ 1

.....

.....

.....

การปรับปรุงชิ้นงาน

.....

.....

.....

ทดสอบครั้งที่ 2

.....

.....

.....

การปรับปรุงชิ้นงาน

.....

.....

.....

ทดสอบครั้งที่ 3

.....

.....

.....

การปรับปรุงชิ้นงาน

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

.....

.....

6. นำเสนอชิ้นงานและผลของการนำเสนอ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จากผลการนำเสนอ ชิ้นงานของกลุ่มนักเรียนมีจุดเด่นอย่างไร

.....

.....

.....

จากผลการนำเสนอ ชิ้นงานของกลุ่มนักเรียนมีจุดที่ต้องปรับปรุงหรือพัฒนาให้ดีขึ้นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

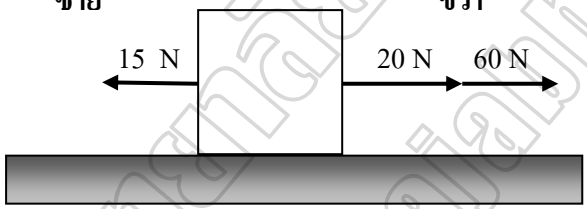
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 20 ข้อ เวลา 30 นาที

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. ข้อสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือกมีทั้งหมด 20 ข้อ
2. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ
3. การทดสอบในครั้งนี้จะเก็บคะแนนไว้เป็นความลับ
4. การทดสอบในครั้งนี้จะไม่มีผลต่อการทดสอบในชั้นเรียน

ข้อที่ 1 แรงขนาด 15, 20 และ 60 นิวตัน กระทำต่อวัตถุในแนวราบดังรูป จะได้แรงลัพธ์ของแรงทั้งสามมีค่าเท่าไร



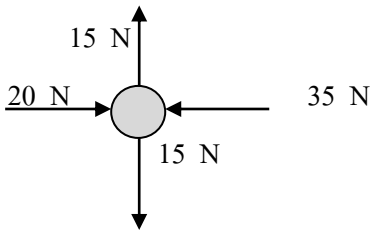
ก 25 นิวตัน ไปทางขวา
ข 50 นิวตัน ไปทางขวา
ค 65 นิวตัน ไปทางขวา
ง 75 นิวตัน ไปทางขวา

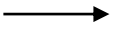
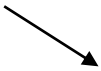
ข้อที่ 2 ถ้าต้องการให้กล่องเคลื่อนที่ไปทางซ้าย จะต้องออกแรงตามข้อใด

ก.
ข.
ค.
ง.

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ข้อที่ 3 ออกแรงกระทำต่อวัตถุ ดังภาพ วัตถุจะเคลื่อนที่ไปทางทิศใด



ก.  ข.  ค. ง.

ข้อที่ 4 ข้อใดต่อไปนี้***ไม่ถูกต้อง***

ก. นายแดงมีมวล 60 กิโลกรัมที่ผิวโลก จะมีมวล 60 กิโลกรัมด้วย ถ้านายแดงขึ้นไปอยู่ที่ผิงดวงจันทร์

ข. นายสมชายมีมวล 60 กิโลกรัมที่ผิวโลก จะมีมวลเป็นศูนย์เมื่ออยู่ในอวกาศในสภาพไร้น้ำหนัก

ค. น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์ ส่วนมวลเป็นปริมาณสเกลาร์

ง. มวลของวัตถุก้อนหนึ่งไม่เท่ากับน้ำหนักของวัตถุก้อนนั้น

ข้อที่ 5 ข้อใดถูกต้องสำหรับน้ำหนักของวัตถุก้อนหนึ่ง

ก. เป็นปริมาณเหนือสารของวัตถุ

ข. เกี่ยวข้องกับความเฉื่อย

ค. เป็นปริมาณพื้นฐานที่มีค่าเท่ากับมวลของวัตถุ แต่หน่วยต่างกัน

ง. เป็นแรงที่โลกดึงดูดวัตถุก้อนนั้น

ข้อที่ 6 ในขณะที่เครื่องบินลำหนึ่งกำลังบินไต่ระดับสูงขึ้นเรื่อย ๆ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. มวลเพิ่มขึ้น ข. มวลลดลง ค. น้ำหนักเพิ่มขึ้น ง. น้ำหนักลดลง

ข้อที่ 7 “ออกแรงดันวัตถุที่วางหยุดนิ่งบนพื้นราบ ปรากฏว่าวัตถุไม่มีการเคลื่อนที่” ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

1) มีแรงเสียดทานต้านการเคลื่อนที่ 2) แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์

3) วัตถุไม่อยู่ในสภาพสมดุล

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ข้อที่ 8 เมื่อแรง 2 แรงมีขนาด 2 นิวตันเท่ากัน กระทำต่อรถในทิศทางเดียวกันและตรงกันข้ามจะมีแรงลัพธ์เท่ากับเท่าไร ตามลำดับ

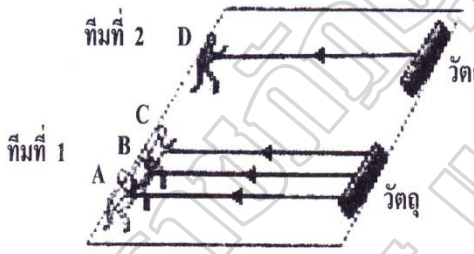
ก. 0 , 8 นิวตัน

ข. 2 , 4 นิวตัน

ค. 4 , 0 นิวตัน

ง. 0 , 8 นิวตัน

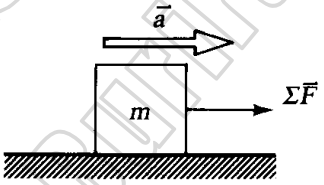
ข้อที่ 9 จากภาพการแข่งขันลากวัตถุที่มีน้ำหนักและขนาดเท่ากันของผู้แข่งขัน 2 ทีม

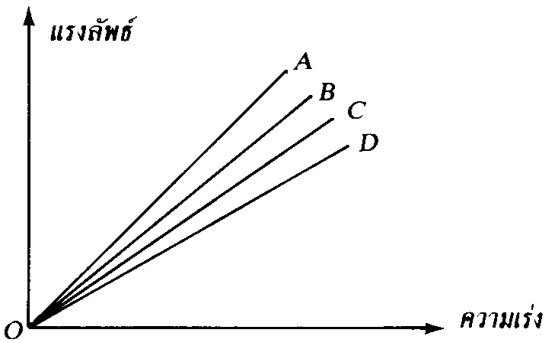


ถ้า A B และ C ของทีมที่ 1 ออกแรงคนละ 100 นิวตัน จึงทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ ผู้แข่งขันทีมที่ 2 จะต้องออกแรงอย่างน้อยกี่นิวตันจึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้

ก. 300 นิวตัน ข. 600 นิวตัน ค. 900 นิวตัน ง. 1200 นิวตัน

ข้อที่ 10 จากการทดลองลากมวล m ต่างๆ กันไปบนพื้นราบ จะได้กราฟแรงลัพธ์กับความเร่งของมวล ดังรูปโดยที่กราฟ A,B,C และ D เป็นกราฟของวัตถุ A,B,C และ D ตามลำดับ วัตถุมวลใดมากที่สุด





ก. A ข. B ค. C ง. D

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี Rambhai Barni Rajabhat University

ข้อที่ 11 จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

A: ชายคนหนึ่งพยายามดันวัตถุก้อนหนึ่งให้ขยับไปบนพื้นระดับ แต่วัตถุไม่ขยับ แสดงว่ามีแรงคู่ปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศตรงกันข้าม

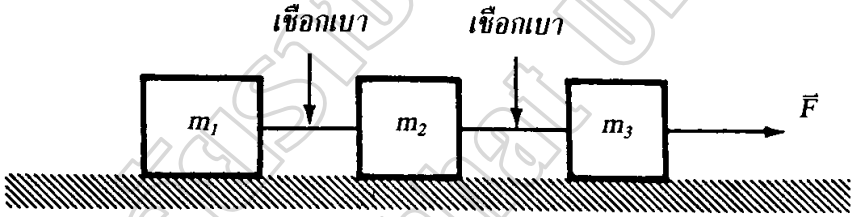
B: เมื่อมีแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์กระทำต่ออนุภาค จะทำให้อัตราเร็วของอนุภาคเปลี่ยนไปเสมอ

C: ในกรอบอ้างอิงใด ๆ วัตถุจะรักษาอยู่นิ่ง หรือสภาพเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ

ก. A และ B ถูก ข. A และ C ถูก

ค. C ถูก ง. ผิดทุกข้อ

ข้อที่ 12 จากรูปมวล m_1,และ m_2 และ m_3 ขนาด 8,6 กิโลกรัมตามลำดับ วางบนพื้นลื่น ผูกติดกันด้วยเชือกเบา ออกแรง $\vec{F}$ ขนาด 100 นิวตัน ลากมวลทั้งสามไป ข้อใดถูกต้อง



ก. แรงตึงในเส้นเชือกทั้งสองส่วนเท่ากันเท่ากับ 100 นิวตัน

ข. แรงตึงในเส้นเชือกทั้งสองส่วนไม่เท่ากันเท่ากันมีค่า 40 และ70 นิวตัน

ค. แรงตึงในเส้นเชือกทั้งสองส่วนไม่เท่ากันเท่ากันมีค่า 70 และ40 นิวตัน

ง. แรงตึงในเส้นเชือกทั้งสองส่วนอาจเท่าหรือไม่เท่ากับกี่เมตรต่อวินาที^{2}

ข้อที่ 13 ข้อใดเป็นการใช้ประโยชน์จากแรงเสียดทาน

ก. การลำเลียงโดยใช้ระบบสายพาน

ข. การทำให้ถนนบริเวณทางโค้งมีความลาดเอียง

ค. การโหลดรถแข่งให้มีความสูงลดลง

ง. การใช้ระบบลูกปืนในเครื่องจักร

ข้อที่ 14 ทดลองผลักกล่องบนพื้นผิว 4 ประเภท ด้วยแรงผลักคงที่ในระยะเวลาเท่ากันได้ผลดังตาราง

ประเภทของพื้นผิว	ระยะทางที่กล่องเคลื่อนที่ได้ (เมตร)
พื้นหญ้า	2.2
พื้นคอนกรีต	3.5
พื้นกระเบื้อง	5.7
พื้นยางกันลื่น	1.2

จากข้อมูลในตาราง พื้นผิวประเภทใดที่ก่อให้เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ก. พื้นหญ้า ข. พื้นคอนกรีต ค. พื้นกระเบื้อง ง. พื้นยางกันลื่น

ข้อที่ 15 ข้อใดกล่าวถูกต้อง

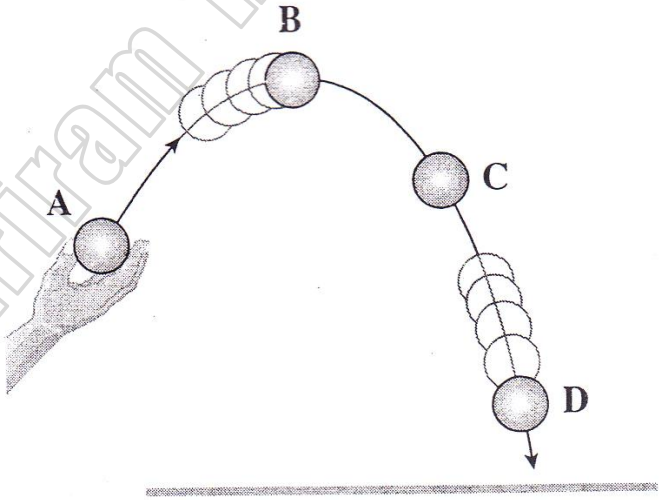
ก. การเบรกรถจำเป็นต้องอาศัยแรงเสียดทาน

ข. การเคลื่อนที่ของรถไม่จำเป็นต้องอาศัยแรงเสียดทาน

ค. ขณะรถแล่นบนถนนจะมีแรงเสียดทานมากกว่าเมื่อเริ่มเคลื่อนที่

ง. เฉพาะยานพาหนะทางบกเท่านั้นที่มีแรงเสียดทานเกิดขึ้นขณะเคลื่อนที่

คำชี้แจง พิจารณารูปภาพต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 16 - 17



มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ข้อที่ 16 พลังงานของลูกบอลที่ตำแหน่ง B มีลักษณะอย่างไร

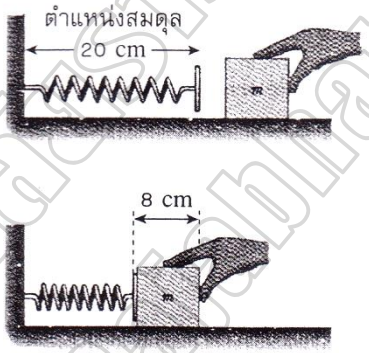
1. พลังงานศักย์สูงสุด
2. พลังงานศักย์ต่ำสุด
3. พลังงานจลน์สูงสุด
4. พลังงานจลน์ต่ำสุด

ก. ข้อ 1 เท่านั้น
ข. ข้อ 4. เท่านั้น
ค. ข้อ 1 และ 4
ง. ข้อ 2 และ 3

ข้อที่ 17 พลังงานของลูกบอลที่ตำแหน่ง D มีลักษณะอย่างไร

ก. พลังงานจลน์ต่ำสุด
ข. พลังงานศักย์สูงสุด
ค. พลังงานจลน์ และพลังงานศักย์ต่ำสุด
ง. พลังงานจลน์สูงสุด และพลังงานศักย์ต่ำสุด

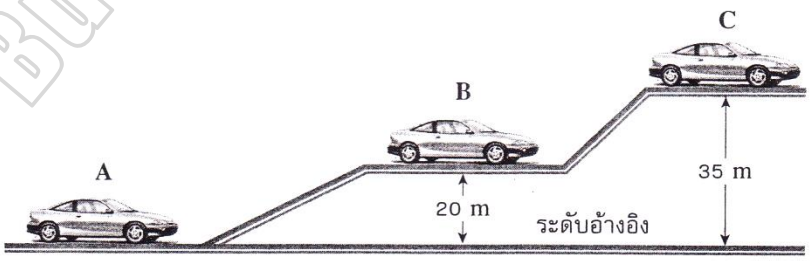
ข้อที่ 18 สปริงที่ถูกกดมีค่าพลังงานศักย์ยืดหยุ่นเท่าใด เมื่อสปริงมีค่าคงตัวเป็น 1,000 นิวตันต่อเมตร



ก. 3.2 J
ข. 5.0 J
ค. 10.5 J
ง. 12.4 J

คำชี้แจง พิจารณารูปภาพต่อไปนี้ประกอบการตอบคำถามข้อ 19 - 20

รถยนต์คันหนึ่งมวล 2,000 นิวตัน วิ่งบนถนนราบและขึ้นเขาสูงดังภาพ



มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ข้อที่ 19 พลังงานศักย์โน้มถ่วงของรถยนต์ที่ตำแหน่ง A มีค่าเท่าใด

ก. 0 kJ ข. 20 kJ

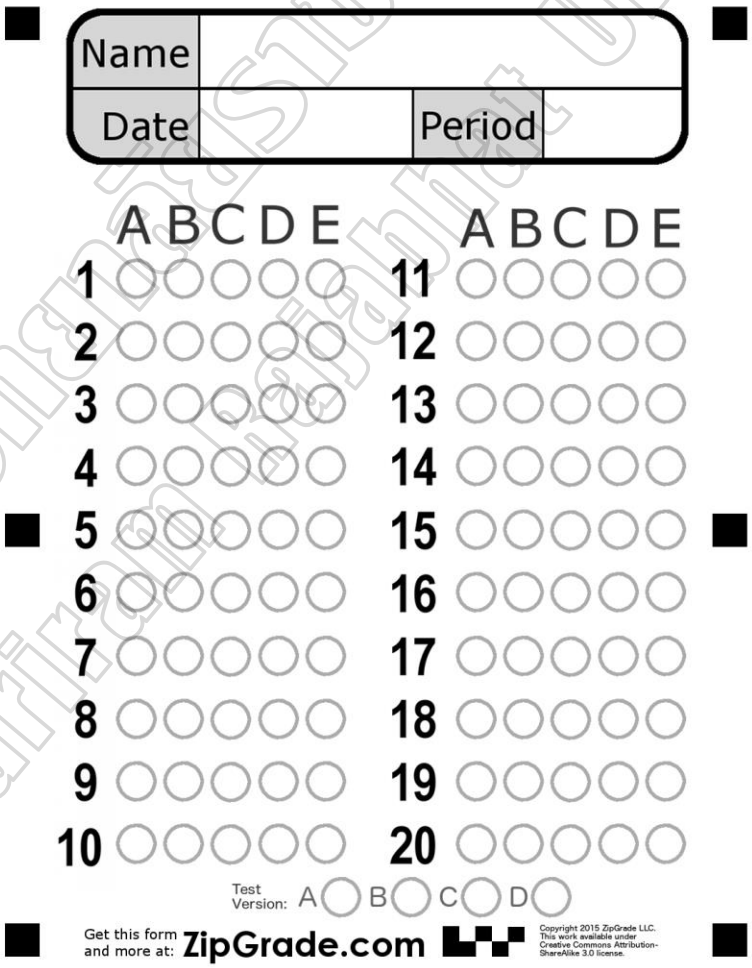
ค. 40 kJ ง. 70 kJ

ข้อที่ 20 พลังงานศักย์โน้มถ่วงของรถยนต์ที่ตำแหน่ง B มีค่าเท่าใด

ก. 0 kJ ข. 20 kJ

ค. 40 kJ ง. 70 kJ

กระดาษคำตอบ



มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ข้อ เวลา 30 นาที

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. ข้อสอบอัตนัยมีทั้งหมด 4 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ประกอบด้วย 4 ข้อย่อย
2. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำถาม
3. การทดสอบในครั้งนี้จะเก็บคะแนนไว้เป็นความลับ
4. การทดสอบในครั้งนี้จะไม่มีผลต่อการทดสอบในชั้นเรียน

สถานการณ์ที่ 1

สมชายเป็นวิศวกรคุมงานก่อสร้างอาคารแห่งหนึ่ง วันหนึ่งเขาได้รับมอบหมายให้ขับปั่นจั่นในการตอกเสาเข็มของอาคาร หัวหน้ากำชับว่าต้องใช้เวลาตอกเสาเข็มสองวัน ด้วยความรีบร้อน สมชายจึงดึงปั้นจั่นขึ้นไปแค่ครึ่งหนึ่งของความสูงของปั่นจั่นแล้วปล่อยให้ทุ่นเหล็กตกลงมาตอกเสาเข็มดังภาพเพื่อจะได้ตอกเสาเข็มได้หลายครั้งและรวดเร็ว แต่แล้วเวลาผ่านไปแล้วหนึ่งวันพบว่าเสาเข็มจมลงไปในดินไม่มาก หากเป็นแบบนี้จะทำให้งานก่อสร้างเสร็จไม่ทันกำหนด

ข้อที่ 1 ปัญหาของสถานการณ์การนี้คืออะไร

……

……

……..

ข้อที่ 2 สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

……

……

……..

ข้อที่ 3 นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร

……

……

……..

……

ข้อที่ 4 นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 3 จะส่งผลดีอย่างไร

……

……

……..

สถานการณ์ที่ 2 สะพานข้ามแม่น้ำรับรถบรรทุกหนัก

ผู้สื่อข่าวรายงานเมื่อวันที่ 4 ต.ค.2558 ตลอดระยะเวลากว่า 1 สัปดาห์ที่ผ่านมามีรถบรรทุกสินค้าจำนวนมาก ทางฝั่งด้านอำเภอแม่สอดพากันนำสินค้าส่งข้ามไปยังจังหวัดเมียวดี ประเทศเมียนมา ทั้งรถ 6 ล้อ 10 ล้อและรถพ่วง 18 ล้อ ที่ข้ามไปวันละไม่ต่ำกว่า 500 คัน ซึ่งสะพานแห่งนี้สามารถรับน้ำหนักได้ตามป้ายติดตรงหัวสะพานว่า 25 ตัน แต่ปรากฏว่ารถพ่วงบรรทุกแก๊ส รถบรรทุกเหล็กเส้นและสินค้าทางด้านการเกษตรแต่ละพ่วงหนักกว่า 45 ตันต่างได้รับการยกเว้นให้ขึ้นสะพานได้ ขณะนี้ได้ส่งผลกระทบกับโครงสร้างของสะพานเพราะแต่ละวันรถพ่วงน้ำหนักมากนับสิบพ่วงที่บรรทุกน้ำหนักเกิน ได้ไปจอดรอยื่นหนังสือทางด้านพิธีการด้านศุลกากรกับทางฝั่งเมียนมา ทำให้สะพานต้องรับน้ำหนักมากเกิน ขณะที่คนขับรถรายหนึ่งให้เหตุผลว่า ขณะรถติดกลางสะพานรู้สึกได้ว่าสะพานสั่นสะเทือนจนน่ากลัว

ข้อที่ 1 ปัญหาของสถานการณ์การนี้คืออะไร

……

……

……..

ข้อที่ 2 สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

……

……

……..

ข้อที่ 3 นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร

……

……

……..

ข้อที่ 4 นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 3 จะส่งผลดีอย่างไร

……

……

……..

สถานการณ์ที่ 3 ตึกเอียง

เมื่อเวลา 20.30 น. ของวานนี้ (31 มีนาคม) ผู้สื่อข่าวได้รับรายงานว่า อาคารสูง 7 ชั้น ที่อยู่ในระหว่างการก่อสร้าง ซึ่งติดกับลานจอดรถหลังห้างเซียร์รังสิต ต.คูคต อ.ลำลูกา จ.ปทุมธานี ได้เกิดเอียงจนชาวบ้านหวาดผวากลัวจะทรุด จึงได้เดินทางเข้าไปตรวจสอบ

ทั้งนี้ เมื่อไปถึงยังสถานที่ดังกล่าว พบอาคารขนาดใหญ่สูง 8 ชั้น จำนวน 2 อาคาร โดยอาคารแรกไม่พบความผิดปกติแต่อย่างใด ส่วนอาคารหลังที่ 2 ซึ่งอยู่ห่างกันประมาณ 10-20 เมตร ได้เกิดการเอียงตัวอย่างน่ากลัว ซึ่งใกล้กันนั้น เป็นหมู่บ้านภุมรินทร์ หมู่บ้านหรูราคาหลายล้านบาท

ส่วนทางด้านชาวบ้าน เผยว่า ตนอยู่บ้านบนชั้น 3 ตอนแรกได้ยินเสียงดังตุ้ม เลยวิ่งออกมาดู เห็นฝุ่นตลบไปหมด สักพักมีรถเครนวิ่งออกมาก็คิดว่าเสียงรถเครนวิ่ง แต่ก็ยังได้เสียงดังอีก คล้ายกับเสียงปูนแตก และอาคารก็เอียงลงมา

ข้อที่ 1 ปัญหาของสถานการณ์การนี้คืออะไร

……

……

……..

ข้อที่ 2 สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

……

……

……..

ข้อที่ 3 นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร

……
……
……..
……
……
……

ข้อที่ 4 นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 3 จะส่งผลดีอย่างไร

……
……
……..

สถานการณ์ที่ 4 ทางลาดเอียง

ทางหลวงหมายเลข 304 เส้น กบินทร์บุรี-ปักธงชัย มีความคดเคี้ยวและลาดชันต่อเนื่องหลายกิโลเมตร อีกทั้งยังมีรถบรรทุกหนัก รถพ่วง ใช้เส้นทางจำนวนมาก ซึ่งจากการลงตรวจสอบของทีมศูนย์ประสานงานร่วมด้วยช่วยกันสำนึกรักบ้านเกิดจังหวัดนครราชสีมา ยังพบว่าเมื่อถึงทางลงเนินรถบรรทุกและรถประชาชนส่วนใหญ่จะใช้ความเร็วเกินกำหนด จนเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งมีผู้เสียชีวิตหลายราย

ข้อที่ 1 ปัญหาของสถานการณ์การนี้คืออะไร

……
……
……..

ข้อที่ 2 สาเหตุของปัญหานี้คืออะไร

……
……
……..

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ข้อที่ 3 นักเรียนคิดว่าจะแก้ไขปัญหานี้อย่างไร

……

……

……..

……

……

……..

ข้อที่ 4 นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 3 จะส่งผลดีอย่างไร

……

……

……..

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

แบบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 7 ข้อ เวลา 40 นาที

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ แต่ละข้อแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1.1 ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้

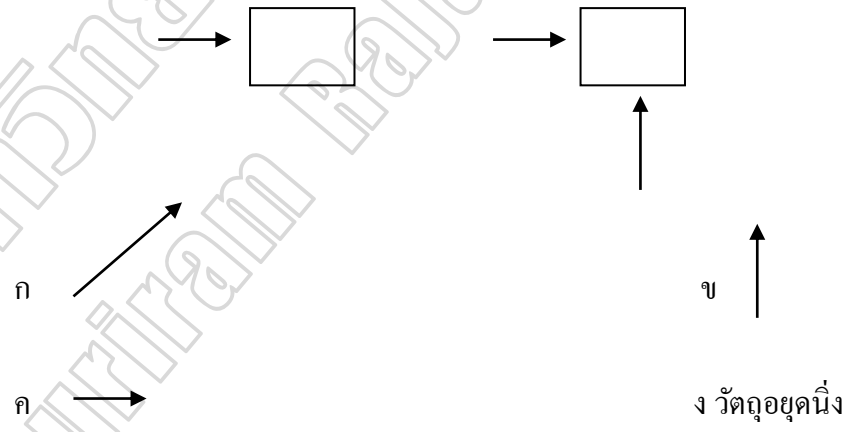
1.2 ส่วนที่ 2 ให้เหตุผลว่าเพราะเหตุใดถึงเลือกข้อนั้น โดยให้นักเรียนตอบคำถามพร้อมบอกเหตุผลในการตอบในแต่ละข้อให้สมบูรณ์ที่สุดอย่างเต็มความสามารถ

2. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษคำถาม

3. การทดสอบในครั้งนี้จะเก็บคะแนนไว้เป็นความลับ

4. การทดสอบในครั้งนี้จะไม่มีผลต่อการทดสอบในชั้นเรียน

ข้อที่ 1 ออกแรงขนาด 3 นิวตันผลักวัตถุดังรูป เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ไประยะหนึ่งก็มีแรงขนาด 4 นิวตันมากระทำอีกดังรูป ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจะไปในทิศทางใด



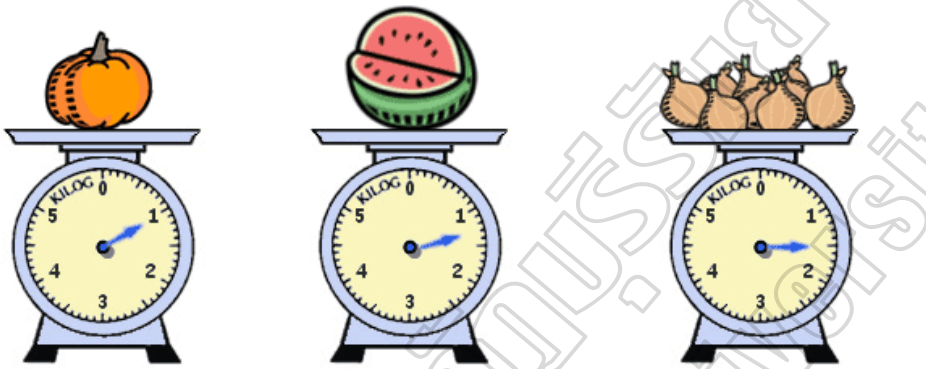
เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบข้อดังกล่าว

.....

.....

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อที่ 2 จากภาพเป็นการนำผัก 3 ชนิดไปชั่งบนตาชั่ง ได้แก่ ฟักทอง แตงโม และหัวหอม ได้ผลการชั่งและสมปองเลยทำการสรุปดังภาพ แต่สมศรีบอกว่าสมปองสรุปไม่ถูกต้อง สมปองเลยสงสัยว่ามีผักชนิดใดบ้าง นักเรียนคิดว่าสมศรีจะบอกสมปองว่าอย่างไร



ฟักทองมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม แตงโมมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม 3 ขีด หัวหอมมีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม 500 กรัม

ก ฟักทองสรุปได้ถูกต้องแต่แตงโมกับหัวหอมสรุปได้ผิด

ข ฟักทองสรุปได้ผิด แต่แตงโมงกับหัวหอมสรุปได้ถูกต้อง

ค ฟักทองและแตงโมสรุปได้ถูกต้อง แต่หัวหอมสรุปได้ผิด

ง สรุปผิดทั้งหมด

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบข้อดังกล่าว

.....

.....

ข้อที่ 3 จากรูปเป็นคอมพิวเตอร์ที่วางอยู่บนโต๊ะ หากเวลาผ่านไป 10 นาทีนักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น

ก. คอมพิวเตอร์ยังอยู่ที่เดิม และเม้าท์ยังอยู่ที่เดิม

ข. คอมพิวเตอร์จะเคลื่อนไปทางขวาเล็กน้อย

ค. คอมพิวเตอร์จะเคลื่อนไปทางซ้ายเล็กน้อย

ง. ตอมพิวเตอร์จะอยู่ที่เดิม แต่เม้าท์จะขยับไปทางขวาเล็กน้อย

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบข้อดังกล่าว

.....

.....

ข้อที่ 4 ข้อใดหมายถึงกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ก ยางลบวางอยู่นิ่งบนโต๊ะ

ข เนื้อหมูวางอยู่บนตาชั่ง

ค ลูกมะพร้าวหล่นจากต้นลงสู่พื้น

ง รถจักรยานยนต์ขับด้วยอัตราเร็ว 20 km/hr ตลอดเส้นทาง

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบข้อดังกล่าว

.....

.....

ข้อที่ 5 พิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้

A : ผู้โดยสารที่อยู่ในรถกำลังแล่นอยู่ จะเซไปทางขวาเมื่อรถเลี้ยวซ้ายกะทันหัน

B : นักวิ่ง 100 เมตรใช้เท้าถีบเพื่อพุ่งตัวออกไปด้านหน้าทันทีที่ได้ยินเสียงปืน

เหตุการณ์ A และ B เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อใดตามลำดับ

ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 3 และ 2

ค. ข้อ 1 และ 3 ง. ข้อ 2 และ 3

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบข้อดังกล่าว

.....

.....

ข้อที่ 6 ลุมแซมใช้รถเข็นมีล้อขนอิฐจากหน้าบ้านไปหลังบ้านจำนวน 2 เที่ยว โดยเที่ยวที่ 1 ขนไป 200 ก้อน เที่ยวที่ 2 ขนไป 400 ก้อน ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก แรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้นถนนในเที่ยวที่ 1 มีมากกว่าในเที่ยวที่ 2

ข แรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้นถนนในเที่ยวที่ 2 มีมากกว่าในเที่ยวที่ 1

ค แรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้นถนนในเที่ยวที่ 1 มีค่าเท่ากับในเที่ยวที่ 2

ง ทั้งสองเที่ยวไม่มีแรงเสียดทานระหว่างล้อรถกับพื้นถนน

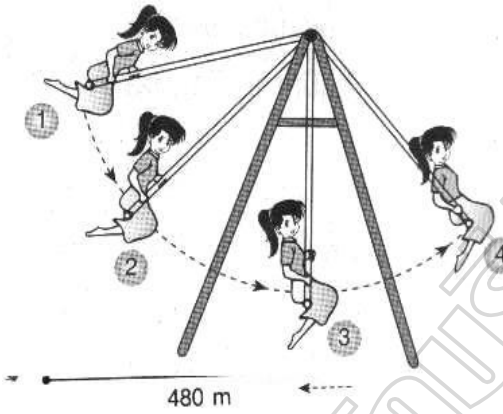
เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบข้อดังกล่าว

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ข้อที่ 7 จากรูป ข้อใดกล่าวถูกต้อง



ก. ขนาดความเร็วในตำแหน่งที่ 1 มีค่ามากที่สุด

ข. ขนาดความเร็วในตำแหน่งที่ 2 มีค่ามากที่สุด

ค. ขนาดความเร็วในตำแหน่งที่ 2 มีค่าเท่ากับขนาดความเร็วในตำแหน่งที่ 4

ง. ทุกตำแหน่งมีขนาดความเร็วเท่ากัน

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบข้อดังกล่าว

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

แบบสำรวจทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา

(Student Attitude toward STEM Survey)

แบบสำรวจนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์ คุณครูสุทธิรักษ์ นิลาลาด โดยครูผู้สอนจะนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเรียนการสอนต่อไป จึงใคร่ขอให้นักเรียนระบุข้อมูลให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในระดับที่ตรงกับทัศนคติของนักเรียน ซึ่งคำตอบของนักเรียนจะไม่มีผลต่อคะแนนและผลการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใด

ตอนที่ 1 ทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
1	ข้าพเจ้ามีความตื่นเต้นและสนุกในระหว่างทำกิจกรรม					
2	ข้าพเจ้ามองเห็นโครงสร้างการทำงานของสิ่งต่าง ๆ อย่างเป็นระบบและสัมพันธ์กัน					
3	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าเข้าใจเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ได้ง่ายยิ่งขึ้น					
4	กิจกรรมนี้ได้เปลี่ยนแปลงความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น					
5	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้ามีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นมากขึ้น					
6	กิจกรรมนี้ทำให้ข้าพเจ้ามีความกล้าที่จะรับฟังความคิดเห็นของอื่นมากขึ้น					
7	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าสามารถระบุปัญหาและเข้าใจสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีขึ้น					
8	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้ามีทักษะการวางแผนและตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น					

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน				
		5	4	3	2	1
9	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา					
10	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้มีทักษะในการสื่อสารและการนำเสนอผลงานได้ดีขึ้น					
11	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้เลือกเครื่องมือและวัสดุ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม					
12	กิจกรรมนี้ได้ส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้สร้างนวัตกรรมเพื่อใช้แก้ปัญหาภายใต้ข้อจำกัดได้ดีขึ้น					

1 หมายถึง น้อยที่สุด

2 หมายถึง น้อย

3 หมายถึง ปานกลาง

4 หมายถึง มาก

5 หมายถึง มากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก ค

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ตาราง ค.1 ผลการประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านภาพรวมของหน่วยการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
4	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
5	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
6	4	4	5	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
7	4	4	5	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
8	4	3	5	4.00	1.00	เหมาะสมมาก
9	4	3	5	4.00	1.00	เหมาะสมมาก
10	4	4	5	4.33	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
11	4	5	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
12	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
13	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
14	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
15	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
16	5	5	4	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
17	5	5	4	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
18	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง ค.2 ผลการประเมินหน่วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\overline{X}$	S.D.	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
2	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
3	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมาก
4	4	4	5	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
5	5	4	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
6	4	4	5	4.33	0.58	เหมาะสมมาก
7	4	4	4	4.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด
8	4	5	5	4.67	0.58	เหมาะสมมากที่สุด
9	5	5	5	5.00	0.00	เหมาะสมมากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง ค.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบวัดวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
6	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
7	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
9	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
10	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
11	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
12	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
13	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
14	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
15	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
16	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
17	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
18	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
19	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
20	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
21	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
22	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
23	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง ค.3 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
24	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
25	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
26	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
27	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
28	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
29	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
30	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง

ตาราง ค.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
6	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
7	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี Ubon Ratchathani University

ตาราง ค.5 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบวัดความเข้าใจมโนมติและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
6	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
7	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
9	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
10	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง ค.6 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของแบบวัดทัศนคติต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาและจุดประสงค์การเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
2	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
3	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
4	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
5	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
6	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
7	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
8	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
9	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
10	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
11	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง
12	1	1	1	3	1	มีความสอดคล้อง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burirum Rajabhat University

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ตาราง ง.1 ค่าความยากรายข้อ ค่าอำนาจการจำแนกรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพแบบทดสอบ
1	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.21	น้อย	นำไปใช้ได้
2	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.22	น้อย	นำไปใช้ได้
3	0.73	ค่อนข้างง่าย	0.20	น้อย	นำไปใช้ได้
4	0.43	ปานกลาง	0.63	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
5	0.47	ปานกลาง	0.71	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
6	0.51	ปานกลาง	0.63	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
7	0.57	ปานกลาง	0.51	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
8	0.83	ง่ายมาก	0.09	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
9	0.67	ค่อนข้างง่าย	0.74	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
10	0.87	ง่ายมาก	-0.03	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
11	0.48	ปานกลาง	0.66	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
12	0.64	ค่อนข้างง่าย	0.20	น้อย	นำไปใช้ได้
13	0.84	ง่ายมาก	-0.11	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
14	0.56	ปานกลาง	0.63	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
15	0.85	ง่ายมาก	0.09	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
16	0.16	ยากมาก	0.31	ปานกลาง	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
17	0.47	ปานกลาง	0.60	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
18	0.51	ปานกลาง	0.74	ปาน	นำไปใช้ได้
19	0.56	ปานกลาง	0.34	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
20	0.17	ยากมาก	0.23	น้อย	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
21	0.15	ยากมาก	0.17	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
22	0.48	ปานกลาง	0.45	ปานกลาง	นำไปใช้ได้

ตาราง ง.1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (p)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพแบบทดสอบ
23	0.25	ค่อนข้างยาก	0.26	น้อย	นำไปใช้ได้
24	0.16	ยากมาก	0.16	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
25	0.17	ยากมาก	0.17	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
26	0.31	ค่อนข้างยาก	0.31	น้อย	นำไปใช้ได้
27	0.14	ยากมาก	0.13	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
28	0.34	ค่อนข้างยาก	0.31	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
29	0.36	ค่อนข้างยาก	0.36	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
30	0.37	ค่อนข้างยาก	0.36	ปานกลาง	นำไปใช้ได้

ตาราง ง.2 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	p	q	pq	การหาค่าความแปรปรวน
1	0.72	0.28	0.202	$\sum X = 705$
2	0.64	0.36	0.230	$\sum X^2 = 9{,}079$
3	0.73	0.27	0.197	แทนค่าในสมการ
4	0.43	0.57	0.245	$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$
5	0.47	0.53	0.249	$S_t^2 = \frac{(70)(9{,}079) - (705)(705)}{(70)(70)}$
6	0.51	0.49	0.250	$S_t^2 = 28.26$
7	0.57	0.43	0.245	
8	0.67	0.33	0.221	
9	0.48	0.52	0.250	
10	0.64	0.36	0.230	
11	0.56	0.44	0.246	
12	0.47	0.53	0.249	
13	0.51	0.49	0.250	

ตาราง ง.2 (ต่อ)

ข้อที่	p	q	pq	การหาค่าความแปรปรวน
14	0.56	0.44	0.246	$\sum X = 705$
15	0.48	0.52	0.250	$\sum X^2 = 9.079$
16	0.25	0.75	0.188	แทนค่าในสมการ
17	0.31	0.69	0.214	$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$
18	0.34	0.66	0.224	$S_t^2 = \frac{(70)(9,079) - (705)(705)}{(70)(70)}$
19	0.36	0.64	0.230	$S_t^2 = 28.26$
20	0.37	0.63	0.233	
			$\sum pq = 4.650$	

จากตาราง ง.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดปรนัย จำนวน 20 ข้อ โดยแทนค่าลงในสมการ KR – 20

$$r_t = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum pq}{S_t^2}\right\}$$

$$r_t = \frac{20}{20-1}\left\{1 - \frac{4.650}{28.26}\right\}$$

$$r_t = 0.878$$

จากค่าที่ได้คือ 0.878 หมายถึง แบบทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูงมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง ง.3 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดแก้ปัญหาทั้งฉบับ

ค่าสถิติ	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	ผลรวมทั้งฉบับ
$\sum X$	98	96	84	84	$\sum X = 362$
$(\sum X)^2$	9604	9216	7056	7056	
$\sum X^2$	252	232	200	210	$\sum X^2 = 3,350$
N	70	70	70	70	
S_i^2	1.64	1.43	1.42	1.56	$\sum S_i^2 = 6.05$

หาค่าความแปรปรวนของข้อสอบทั้งฉบับโดยแทนค่าในสมการ

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

$$S_t^2 = \frac{(70)(3,350) - (362)(362)}{(70)^2}$$

$$S_t^2 = 21.11$$

การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดอัตนัย ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค (Cronbach)

$$\alpha = \frac{n}{n-1}\left\{1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right\}$$

$$\alpha = \frac{4}{4-1}\left\{1 - \frac{6.05}{21.11}\right\} = 0.94$$

จากค่าที่ได้คือ 0.94 หมายถึง แบบทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูงมาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง ง.4 ค่าความยากรายข้อและค่าอำนาจการจำแนกรายข้อของแบบวัดความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ทั้งฉบับ

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลผลคุณภาพแบบทดสอบ
1	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.29	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
2	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.54	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
3	0.72	ค่อนข้างง่าย	0.34	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
4	0.51	ปานกลาง	0.63	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
5	0.86	ง่ายมาก	0.00	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
6	0.48	ปานกลาง	0.57	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
7	0.54	ปานกลาง	0.69	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
8	0.84	ง่ายมาก	0.14	น้อยมาก	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
9	0.56	ปานกลาง	0.60	ปานกลาง	นำไปใช้ได้
10	0.82	ง่ายมาก	-0.06	ไม่ได้	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง

ตาราง ง.5 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ข้อที่	p	q	pq	การหาค่าความแปรปรวน
1	0.65	0.35	0.228	$\sum X = 286$
2	0.70	0.30	0.210	$\sum X^2 = 1,548$
3	0.72	0.28	0.202	แทนค่าในสมการ
4	0.51	0.49	0.250	$S_t^2 = \frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N^2}$
5	0.48	0.51	0.245	$S_t^2 = \frac{(70)(1,548) - (286)(286)}{(70)(70)}$
6	0.54	0.46	0.248	$S_t^2 = 5.421$
7	0.56	0.54	0.302	
			$\sum pq = 1.685$	

จากตาราง ง.5 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นแบบวัดชนิดปรนัย จำนวน 7 ข้อ โดยแทนค่าลงในสมการ KR – 20

$$r_t = \frac{n}{n-1}\left\{1-\frac{\sum pq}{S_t^2}\right\}$$

$$r_t = \frac{7}{7-1}\left\{1-\frac{1.685}{5.421}\right\}$$

$$r_t = 0.803$$

จากค่าที่ได้คือ 0.803 หมายถึง แบบทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่นสูง เนื่องจากค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูงมาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ภาคผนวก จ

ระดับคะแนนของการทดสอบ

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.1 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ลำดับที่	แรงลัพธ์ 3 คะแนน	มวลน้ำหนัก 3 คะแนน	กฎการเคลื่อนที่ 6 คะแนน	แรงเสียดทาน 3 คะแนน	กฎอนุรักษ์พลังงาน 5 คะแนน	รวม 20 คะแนน
1	2	2	1	0	1	6
2	0	2	1	1	0	4
3	1	1	2	0	1	5
4	1	1	1	2	1	6
5	0	1	3	1	0	5
6	2	2	1	0	1	6
7	0	1	0	1	0	2
8	1	1	2	1	0	5
9	1	0	1	1	1	4
10	1	1	1	3	1	7
11	0	2	2	3	1	8
12	1	1	1	2	0	5
13	0	2	2	2	0	6
14	1	0	1	0	1	3
15	1	3	1	2	0	7
16	1	1	2	0	1	5
17	1	1	2	0	1	5
18	0	1	2	0	1	4
19	0	2	2	1	0	5
20	0	2	2	0	0	4
21	0	0	2	1	0	3
22	2	0	3	1	1	7
23	1	1	3	0	1	6

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.1 (ต่อ)

ลำดับที่	แรงลัพธ์ 3 คะแนน	มวลน้ำหนัก 3 คะแนน	กฎการเคลื่อนที่ 6 คะแนน	แรงเสียดทาน 3 คะแนน	กฎอนุรักษ์พลังงาน 5 คะแนน	รวม 20 คะแนน
24	1	1	1	2	0	5
25	1	1	2	2	0	6
26	2	1	2	3	1	9
27	1	1	2	3	1	8
28	0	2	2	1	1	6
29	0	1	1	1	0	3
30	1	1	1	2	1	6
31	1	2	2	2	0	7
32	2	1	1	1	1	6
33	1	1	2	1	0	5
34	1	1	1	1	0	4
รวม	28	41	55	41	18	
เฉลี่ย	0.824	1.206	1.618	1.206	0.529	5.382
S.D.	0.673	0.687	0.697	0.978	0.507	1.557

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.2 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ลำดับที่	แรงลัพธ์ 3 คะแนน	มวลน้ำหนัก 3 คะแนน	กฎการเคลื่อนที่ 6 คะแนน	แรงเสียดทาน 3 คะแนน	กฎอนุรักษ์พลังงาน 5 คะแนน	รวม 20 คะแนน
1	3	3	2	2	3	13
2	3	3	2	2	3	13
3	2	3	3	3	2	13
4	2	3	3	2	3	13
5	1	3	2	2	3	11
6	3	3	3	2	3	14
7	3	3	3	3	4	16
8	3	2	4	2	3	14
9	3	2	2	3	3	13
10	2	3	4	3	3	15
11	2	3	3	2	2	12
12	2	3	3	2	4	14
13	2	2	3	3	5	15
14	2	3	4	2	3	14
15	2	3	3	2	4	14
16	3	2	2	3	4	14
17	2	3	2	2	3	12
18	3	2	3	3	3	14
19	2	2	3	3	4	14
20	2	3	4	2	4	15
21	2	2	3	2	3	12
22	2	3	3	3	4	15
23	2	3	3	2	4	14

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.2 (ต่อ)

ลำดับที่	แรงลัพธ์ 3 คะแนน	มวลน้ำหนัก 3 คะแนน	กฎการเคลื่อนที่ 6 คะแนน	แรงเสียดทาน 3 คะแนน	กฎอนุรักษ์พลังงาน 5 คะแนน	รวม 20 คะแนน
24	2	3	3	2	3	13
25	2	3	3	2	3	13
26	3	3	3	2	3	14
27	3	3	4	3	3	16
28	2	3	3	2	2	12
29	3	3	3	2	4	15
30	2	2	2	2	3	11
31	1	3	4	3	4	15
32	2	3	4	3	4	16
33	1	2	3	2	3	11
34	2	3	4	2	3	14
รวม	76	93	103	80	112	
เฉลี่ย	2.235	2.735	3.029	2.353	3.294	13.647
S.D.	0.606	0.448	0.674	0.485	0.676	1.390

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง จ.3 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง แรงลัพธ์

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	D	D^2
1	2	3	1	1
2	0	3	3	9
3	1	2	1	1
4	1	2	1	1
5	0	1	1	1
6	2	3	1	1
7	0	3	3	9
8	1	3	2	4
9	1	3	2	4
10	1	2	1	1
11	0	2	2	2
12	1	2	1	1
13	0	2	2	2
14	1	2	1	1
15	1	2	1	1
16	1	3	2	4
17	1	2	1	1
18	0	3	3	9
19	0	2	2	4
20	0	2	2	4
21	0	2	2	4
22	2	2	0	0
23	1	2	1	1
24	1	2	1	1
25	1	2	1	1

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.3 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	D	D^2
26	2	3	1	1
27	1	3	2	4
28	0	2	2	4
29	0	3	3	9
30	1	2	1	1
31	1	1	0	0
32	2	2	0	0
33	1	1	0	0
34	1	2	1	1
$\overline{X}$	0.82	2.24	$\sum D = 48$	$\sum D^2 = 88$
S.D.	0.67	0.61		

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติ t-test Dependent โดยแทนค่าที่ได้ลงในสมการ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} = \frac{48}{\sqrt{\frac{(34)(88) - 2,304}{34-1}}} = 10.51$$

เนื่องจาก $\alpha = .05$ และเป็นการทดสอบทางเดียว $df = 34 - 1 = 33$ ค่า t ในตารางเท่ากับ 1.692 เนื่องจาก $t_{คำนวณ} > 1.692$ จึงปฏิเสธ H_0

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงลัพธ์จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง จ.4 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง มวลและน้ำหนัก

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	D	D^2
1	2	3	1	1
2	2	3	1	1
3	1	3	2	4
4	1	3	2	4
5	1	3	2	4
6	2	3	1	1
7	1	3	2	4
8	1	2	1	1
9	0	2	2	4
10	1	3	2	4
11	2	3	1	1
12	1	3	2	4
13	2	2	0	0
14	0	3	3	9
15	3	3	0	0
16	1	2	1	1
17	1	3	2	4
18	1	2	1	1
19	2	2	0	0
20	2	3	1	1
21	0	2	2	4
22	0	3	3	9
23	1	3	2	4
24	1	3	2	4
25	1	3	2	4

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.4 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	D	D^2
26	1	3	2	4
27	1	3	2	4
28	2	3	1	1
29	1	3	2	4
30	1	2	1	1
31	2	3	1	1
32	1	3	2	4
33	1	2	1	1
34	1	3	2	4
$\overline{X}$	1.206	2.735	$\sum D = 43$	$\sum D^2 = 83$
S.D.	0.687	0.448		

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติ t-test Dependent โดยแทนค่าที่ได้ลงในสมการ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} = \frac{43}{\sqrt{\frac{(34)(83)\text{-}1,849}{34-1}}} = 7.920$$

เนื่องจาก $\alpha = .05$ และเป็นการทดสอบทางเดียว $df = 34 - 1 = 33$ ค่า t ในตารางเท่ากับ 1.692 เนื่องจาก $t_{คำนวณ} > 1.692$ จึงปฏิเสธ H_0

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง มวลและน้ำหนัก จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง จ.5 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 6 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 6 คะแนน	D	D^2
1	1	2	1	1
2	1	2	1	1
3	2	3	1	1
4	1	3	2	4
5	3	2	1	1
6	1	3	2	4
7	0	3	3	9
8	2	4	2	4
9	1	2	1	1
10	1	4	3	9
11	2	3	1	1
12	1	3	2	4
13	2	3	1	1
14	1	4	3	9
15	1	3	2	4
16	2	2	0	0
17	2	2	0	0
18	2	3	1	1
19	2	3	1	1
20	2	4	2	4
21	2	3	1	1
22	3	3	0	0
23	3	3	0	0
24	1	3	2	4
25	2	3	1	1

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.5 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 6 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 6 คะแนน	D	D^2
26	2	3	1	1
27	2	4	2	4
28	2	3	1	1
29	1	3	2	4
30	1	2	1	1
31	2	4	2	4
32	1	4	3	9
33	2	3	1	1
34	1	4	3	9
$\overline{X}$	1.618	3.029	$\sum D = 50$	$\sum D^2 = 100$
S.D.	0.697	0.674		

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติ t-test Dependent โดยแทนค่าที่ได้ลงในสมการ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} = \frac{50}{\sqrt{\frac{(34)(100) - 2,500}{34-1}}} = 9.578$$

เนื่องจาก $\alpha = .05$ และเป็นการทดสอบทางเดียว $df = 34 - 1 = 33$ ค่า t ในตารางเท่ากับ 1.692 เนื่องจาก $t_{คำนวณ} > 1.692$ จึงปฏิเสธ H_0

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันจากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง จ.6 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องแรงเสียดทาน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	D	D^2
1	0	2	2	4
2	1	2	1	1
3	0	3	3	9
4	2	2	0	0
5	1	2	1	1
6	0	2	2	4
7	1	3	2	4
8	1	2	1	1
9	1	3	2	4
10	3	3	0	0
11	3	2	1	1
12	2	2	0	0
13	2	3	1	1
14	0	2	2	4
15	2	2	0	0
16	0	3	3	9
17	0	2	2	4
18	0	3	3	9
19	1	3	2	4
20	0	2	2	4
21	1	2	1	1
22	1	3	2	4
23	0	2	2	4
24	2	2	0	0
25	2	2	0	0

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.6 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 3 คะแนน	D	D^2
26	3	2	1	1
27	3	3	0	0
28	1	2	1	1
29	1	2	1	1
30	2	2	0	0
31	2	3	1	1
32	1	3	2	4
33	1	2	1	1
34	1	2	1	1
$\overline{X}$	1.206	2.353	$\sum D = 43$	$\sum D^2 = 83$
S.D.	0.978	0.485		

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติ t-test Dependent โดยแทนค่าที่ได้ลงในสมการ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} = \frac{43}{\sqrt{\frac{(34)(83)\text{-}1,849}{34-1}}} = 7.920$$

เนื่องจาก $\alpha = .05$ และเป็นการทดสอบทางเดียว $df = 34 - 1 = 33$ ค่า t ในตารางเท่ากับ 1.692 เนื่องจาก $t_{คำนวณ} > 1.692$ จึงปฏิเสธ H_0

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องแรงเสียดทานจากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง จ.7 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กฎอนุรักษ์พลังงาน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 5 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 5 คะแนน	D	D^2
1	1	3	2	4
2	0	3	3	9
3	1	2	1	1
4	1	3	2	4
5	0	3	3	9
6	1	3	2	4
7	0	4	4	16
8	0	3	3	9
9	1	3	2	4
10	1	3	2	4
11	1	2	1	1
12	0	4	4	16
13	0	5	5	25
14	1	3	2	4
15	0	4	4	16
16	1	4	3	9
17	1	3	2	4
18	1	3	2	4
19	0	4	4	16
20	0	4	4	16
21	0	3	3	9
22	1	4	2	4
23	1	4	2	4
24	0	3	3	9
25	0	3	3	9

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.7 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 5 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 5 คะแนน	D	D^2
26	1	3	2	4
27	1	3	2	4
28	1	2	1	1
29	0	4	4	16
30	1	3	2	4
31	0	4	4	16
32	1	4	3	9
33	0	3	3	9
34	0	3	3	9
$\overline{X}$	0.529	3.294	$\sum D = 92$	$\sum D^2 = 282$
S.D.	0.507	0.676		

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติ t-test Dependent โดยแทนค่าที่ได้ลงในสมการ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} = \frac{92}{\sqrt{\frac{(34)(282) - 8,464}{34-1}}} = 15.760$$

เนื่องจาก $\alpha = .05$ และเป็นการทดสอบทางเดียว $df = 34 - 1 = 33$ ค่า t ในตารางเท่ากับ 1.692 เนื่องจาก $t_{คำนวณ} > 1.692$ จึงปฏิเสธ H_0

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องกฎอนุรักษ์พลังงานจากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง จ.8 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 20 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 20 คะแนน	D	D^2
1	6	13	-7	49
2	4	13	-9	81
3	5	13	-8	64
4	6	13	-7	49
5	5	11	-6	36
6	6	14	-8	64
7	2	16	-14	196
8	5	14	-9	81
9	4	13	-9	81
10	7	15	-8	64
11	8	12	-4	16
12	5	14	-9	81
13	6	15	-9	81
14	3	14	-11	121
15	7	14	-7	49
16	5	14	-9	81
17	5	12	-7	49
18	4	14	-10	100
19	5	14	-9	81
20	4	15	-11	121
21	3	12	-9	81
22	7	15	-8	64
23	6	14	-8	64
24	5	13	-8	64
25	6	13	-7	49

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.8 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 20 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 20 คะแนน	D	D^2
26	9	14	-5	25
27	8	16	-8	64
28	6	12	-6	36
29	3	15	-12	144
30	6	11	-5	25
31	7	15	-8	64
32	6	16	-10	100
33	5	11	-6	36
34	4	14	-10	100
$\overline{X}$	5.382	13.647	$\sum D = 281$	$\sum D^2 = 2461$
S.D.	1.557	1.390		

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติ t-test Dependent โดยแทนค่าที่ได้ลงในสมการ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} = \frac{281}{\sqrt{\frac{(34)(2461) - 78{,}961}{34-1}}} = 23.51$$

เนื่องจาก $\alpha = .05$ และเป็นการทดสอบทางเดียว $df = 34 - 1 = 33$ ค่า t ในตารางเท่ากับ 1.692 เนื่องจาก $t_{คำนวณ} > 1.692$ จึงปฏิเสธ H_0

ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง จ.9 แสดงคะแนนก่อนเรียนของทักษะการคิดแก้ปัญหา

ลำดับที่	ระบุปัญหา 4 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหา 4 คะแนน	เสนอวิธีการแก้ปัญหา 4 คะแนน	ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา 4 คะแนน	รวม 16 คะแนน
1	2	2	1	1	6
2	1	2	0	0	3
3	1	1	0	0	2
4	2	1	1	1	5
5	1	1	0	0	2
6	1	1	0	0	2
7	3	2	1	0	6
8	2	0	0	0	2
9	3	0	0	0	3
10	1	2	1	0	4
11	1	0	0	0	1
12	2	1	0	0	3
13	3	1	0	0	4
14	3	0	0	0	3
15	2	1	0	0	3
16	1	1	0	0	2
17	1	1	0	0	2
18	1	2	0	0	3
19	1	1	0	0	2
20	1	1	0	0	2
21	2	1	1	1	5
22	2	1	1	0	4
23	1	2	0	0	3

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.9 (ต่อ)

ลำดับที่	ระบุปัญหา 4 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหา 4 คะแนน	เสนอวิธีการแก้ปัญหา 4 คะแนน	ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา 4 คะแนน	รวม 16 คะแนน
24	2	2	1	1	6
25	1	2	1	1	5
26	1	1	0	0	2
27	2	1	0	0	3
28	1	1	0	0	2
29	1	0	0	0	1
30	2	0	0	0	2
31	1	1	0	0	2
32	1	1	0	0	2
33	3	2	0	0	5
34	2	1	1	0	4
รวม	56	37	9	5	107
เฉลี่ย	1.647	1.088	0.265	0.147	3.147
S.D.	0.761	0.680	0.445	0.374	1.480

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง จ.10 แสดงคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาหลังเรียน

ลำดับที่	ระบุปัญหา 4 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหา 4 คะแนน	เสนอวิธีการแก้ปัญหา 4 คะแนน	ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา 4 คะแนน	รวม 16 คะแนน
1	4	2	2	1	9
2	4	3	2	2	11
3	4	2	2	2	10
4	3	2	1	1	7
5	4	3	2	1	10
6	4	2	2	2	10
7	3	3	3	3	12
8	4	2	2	2	10
9	4	2	2	2	10
10	4	3	2	2	11
11	3	3	3	3	12
12	3	3	3	3	12
13	4	4	3	3	14
14	2	1	0	0	3
15	2	1	1	0	4
16	2	2	2	1	7
17	3	3	3	2	11
18	2	2	2	2	8
19	4	3	3	2	12
20	2	2	2	1	7
21	2	1	1	1	5
22	3	2	2	2	9
23	4	4	3	3	14

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.10 (ต่อ)

ลำดับที่	ระบุปัญหา 4 คะแนน	ระบุสาเหตุของปัญหา 4 คะแนน	เสนอวิธีการแก้ปัญหา 4 คะแนน	ตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา 4 คะแนน	รวม 16 คะแนน
24	2	2	1	1	6
25	3	3	2	2	10
26	2	2	2	2	8
27	2	2	2	2	8
28	4	4	3	3	14
29	4	3	3	3	13
30	3	3	2	2	10
31	4	3	3	2	12
32	3	2	2	2	9
33	3	2	1	1	7
34	3	2	1	1	7
รวม	107	83	70	62	322
เฉลี่ย	3.147	2.441	2.059	1.824	9.471
S.D.	0.860	0.811	0.763	0.846	2.788

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง จ.11 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการคิดแก้ปัญหาก่อนเรียนและหลังเรียน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 16 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 16 คะแนน	D	D^2
1	6	9	3	9
2	3	11	8	64
3	2	10	8	64
4	5	7	2	4
5	2	10	8	64
6	2	10	8	64
7	6	12	6	36
8	2	10	8	64
9	3	10	7	49
10	4	11	7	49
11	1	12	11	121
12	3	12	9	81
13	4	14	10	100
14	3	3	0	0
15	3	4	1	1
16	2	7	5	25
17	2	11	9	81
18	3	8	5	25
19	2	12	10	100
20	2	7	5	25
21	5	5	0	0
22	4	9	5	25
23	3	14	11	121
24	6	6	0	0
25	5	10	5	25

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.11 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 16 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 16 คะแนน	D	D^2
26	2	8	6	36
27	3	8	5	25
28	2	14	12	144
29	1	13	12	144
30	2	10	8	64
31	2	12	10	100
32	2	9	7	49
33	5	7	2	4
34	4	7	3	9
$\overline{X}$	3.147	9.471	$\sum D = 216$	$\sum D^2 = 1772$
S.D.	1.480	2.788		

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดแก้ปัญหา โดยใช้สถิติ t-test Dependent โดยแทนค่าที่ได้ลงในสมการ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} = \frac{216}{\sqrt{\frac{(34)(1772) - 46{,}656}{34-1}}} = 10.698$$

เนื่องจาก $\alpha = .05$ และเป็นการทดสอบทางเดียว $df = 34 - 1 = 33$ ค่า t ในตารางเท่ากับ 1.692 เนื่องจาก $t_{คำนวณ} > 1.692$ จึงปฏิเสธ H_0

ดังนั้น ทักษะการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง จ.12 แสดงคะแนนความเข้าใจมโนมติก่อนเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ลำดับที่	แรงลัพธ์ (3)	มวลน้ำหนัก (3)	กฎข้อที่ 1 (3)	กฎข้อที่ 2 (3)	กฎข้อที่ 3 (3)	แรงเสียดทาน (3)	กฎอนุรักษ์พลังงาน (3)	รวม (21)
1	2	3	3	2	2	1	1	14
2	1	0	1	0	0	0	0	2
3	2	1	3	2	2	1	1	12
4	1	0	1	0	0	0	0	2
5	2	0	1	2	2	1	0	8
6	2	1	3	2	2	2	0	12
7	1	0	1	0	1	0	0	3
8	1	0	1	0	1	0	0	3
9	1	0	1	1	1	1	0	5
10	1	0	1	0	0	0	0	2
11	1	0	1	1	1	1	0	5
12	1	0	1	1	1	1	0	5
13	2	1	3	1	0	0	0	7
14	1	0	1	0	0	1	0	3
15	1	0	1	0	1	0	0	3
16	2	1	3	2	2	2	0	12
17	1	0	1	0	1	0	0	3
18	1	0	1	0	1	1	0	4
19	1	0	1	0	1	0	0	3
20	1	0	1	0	0	1	0	3
21	1	0	1	0	0	1	0	3
22	1	0	1	0	1	0	0	3
23	1	0	1	0	1	0	0	3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง จ.12 (ต่อ)

ลำดับที่	แรงลัพธ์ (3)	มวลน้ำหนัก (3)	กฎข้อที่ 1 (3)	กฎข้อที่ 2 (3)	กฎข้อที่ 3 (3)	แรงเสียดทาน (3)	กฎอนุรักษ์พลังงาน (3)	รวม (21)
24	1	0	1	0	1	1	0	4
25	1	0	1	1	1	1	0	5
26	0	0	1	1	1	1	0	4
27	2	1	3	2	2	2	0	12
28	1	0	1	0	1	1	0	4
29	1	0	1	1	1	1	0	5
30	0	0	1	1	1	1	0	4
31	1	0	1	1	1	1	0	5
32	1	0	1	1	1	1	0	5
33	0	0	1	1	1	1	0	4
34	1	0	1	1	1	1	0	5
รวม	38	8	46	24	33	26	2	177
เฉลี่ย	1.118	0.235	1.353	0.706	0.971	0.765	0.059	5.206
S.D.	0.537	0.606	0.774	0.760	0.627	0.606	0.239	3.310

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง จ.13 แสดงคะแนนความเข้าใจมโนมติหลังเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ลำดับที่	แรงลัพธ์ (3)	มวลน้ำหนัก (3)	กฎข้อที่ 1 (3)	กฎข้อที่ 2 (3)	กฎข้อที่ 3 (3)	แรงเสียดทาน (3)	กฎอนุรักษ์พลังงาน (3)	รวม (21)
1	3	3	3	3	3	3	2	20
2	3	3	3	2	1	2	2	16
3	3	3	3	3	3	3	2	20
4	2	3	3	2	1	2	2	15
5	3	3	3	3	3	2	2	19
6	2	3	3	3	1	2	2	16
7	3	3	3	3	3	2	2	19
8	3	3	3	3	3	2	2	19
9	2	3	3	2	1	2	2	15
10	3	3	3	3	3	2	2	19
11	2	3	3	3	3	2	2	18
12	3	3	3	3	3	2	2	19
13	3	3	3	2	3	2	2	18
14	3	3	3	2	1	2	2	16
15	3	3	3	3	3	2	2	19
16	3	3	3	3	3	2	2	19
17	3	3	3	3	3	2	2	19
18	3	3	3	3	3	2	2	19
19	3	3	3	3	3	2	2	19
20	3	3	3	3	3	2	2	19
21	3	3	3	3	3	2	2	19
22	3	3	3	3	3	2	2	19
23	3	3	3	3	3	2	2	19

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง จ.13 (ต่อ)

ลำดับที่	แรงลัพธ์ (3)	มวลน้ำหนัก (3)	กฎข้อที่ 1 (3)	กฎข้อที่ 2 (3)	กฎข้อที่ 3 (3)	แรงเสียดทาน (3)	กฎอนุรักษ์พลังงาน (3)	รวม (21)
24	3	3	3	3	1	2	3	18
25	3	3	3	3	3	3	2	20
26	3	3	3	2	1	2	2	16
27	3	3	3	3	3	3	3	21
28	3	3	3	3	3	2	2	19
29	3	3	3	2	1	2	2	16
30	3	3	3	3	3	2	2	19
31	3	3	3	3	3	2	2	19
32	3	3	3	3	3	2	2	19
33	3	3	3	3	3	2	2	19
34	3	3	3	3	3	2	2	19
รวม	98	102	102	95	86	72	70	625
เฉลี่ย	2.882	3.000	3.000	2.794	2.529	2.118	2.059	18.382
S.D.	0.327	0.000	0.000	0.410	0.861	0.327	0.239	1.498

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตาราง จ.14 เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 21 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 21 คะแนน	D	D^2
1	14	20	6	36
2	2	16	14	196
3	12	20	8	64
4	2	15	13	169
5	8	19	11	121
6	12	16	4	16
7	3	19	16	256
8	3	19	16	256
9	5	15	10	100
10	2	19	17	289
11	5	18	13	169
12	5	19	14	196
13	7	18	11	121
14	3	16	13	169
15	3	19	16	256
16	12	19	7	49
17	3	19	16	256
18	4	19	15	225
19	3	19	16	256
20	3	19	16	256
21	3	19	16	256
22	3	19	16	256
23	3	19	16	256
24	4	18	14	196
25	5	20	15	225

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ตาราง จ.14 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนก่อนเรียน คะแนนเต็ม 21 คะแนน	คะแนนหลังเรียน คะแนนเต็ม 21 คะแนน	D	D^2
26	4	16	12	144
27	12	21	9	81
28	4	19	15	225
29	5	16	11	121
30	4	19	15	225
31	5	19	14	196
32	5	19	14	196
33	4	19	15	225
34	5	19	14	196
รวม	177	625	$\sum D = 448$	$\sum D^2 = 6254$
$\overline{X}$	5.206	18.382		
S.D.	3.310	1.498		

การวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติ โดยใช้สถิติ t-test Dependent โดยแทนค่าที่ได้ลงในสมการ

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N\sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}} = \frac{448}{\sqrt{\frac{(34)(6254) - 200,704}{34-1}}} = 23.566$$

เนื่องจาก $\alpha = .05$ และเป็นการทดสอบทางเดียว $df = 34 - 1 = 33$ ค่า t ในตารางเท่ากับ 1.692 เนื่องจาก $t_{คำนวณ} > 1.692$ จึงปฏิเสธ H_0

ดังนั้น ความเข้าใจมโนมติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จากการเรียนรู้โดยใช้หน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาคผนวก ฉ

หนังสือขอความอนุเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
Buriram Rajabhat University

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.จิราภรณ์ ทัพซ้าย	อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์) อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
2. นางราษี สืบโมรา	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนพยัคฆภูมิวิทยาคาร อำเภอพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม
3. นางพชรพรรณ พิมพ์ตะครอง	ครูชาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณ์ราชวิทยาลัย บุรีรัมย์ อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑/ว๑๓๕

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๒๔ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน อาจารย์ ดร.จิราภรณ์ ทัพซ้าย

ด้วย นายสุทธิรักษ์ นิลาลาด นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี อาจารย์ ดร.เทพพร โลมารักษ์ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมคุณา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๗๔๐๑ – ๒
โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘
มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑/ว๑๓๕

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๒๔ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน อาจารย์ราษี สืบโมรา

ด้วย นายสุทธิรักษ์ นิลาลาด นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี อาจารย์ ดร.เทพพร โลมารักษ์ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมคุณา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๗๔๐๑ – ๒
โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘
มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ที่ ศธ ๐๕๔๕.๑๑/ว๑๓๕

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๒๔ ตุลาคม ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน อาจารย์พชรพรรณ พิมพ์ตะคอง

ด้วย นายสุทธิรักษ์ นิลาลาด นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติและทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี อาจารย์ ดร.เทพพร โลมารักษ์ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือในการทำการวิจัยและศึกษาข้อมูลครั้งนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดอนุเคราะห์และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมคุณา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๗๔๐๑ – ๒
โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘
มือถือ ๐๘ ๖๔๖๘ ๑๖๕๖

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ที่ อว ๐๖๒๔.๑๑/ว๘

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์
ถนนจิระ อำเภอเมืองบุรีรัมย์
จังหวัดบุรีรัมย์ ๓๑๐๐๐

๒๔ มกราคม ๒๕๖๓

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองบัววิทยา

ด้วย นายสุทธิรักษ์ นิลาลาด นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อพัฒนาความเข้าใจมโนมติ และทักษะการคิดแก้ปัญหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๔ โดยมี อาจารย์ ดร.เทพพร โลมารักษ์ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ในการนี้นักศึกษามีความประสงค์ในการทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัยที่จะใช้กลุ่มตัวอย่างจริงเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือในการวิจัย

ดังนั้นจึงขออนุญาตให้ นายสุทธิรักษ์ นิลาลาด ใช้เครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง สำหรับกำหนดการทำงานผู้ทำการวิจัยจะประสานในรายละเอียดอีกครั้ง มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล สมคุณา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร ๐ ๔๔๖๑ ๑๒๒๑ ต่อ ๗๔๐๑ - ๒
โทรสาร ๐ ๔๔๖๑ ๒๘๕๘
มือถือ ๐๙ ๘๓๙๗ ๗๖๗๙

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายสุทธิรักษ์ นิลาลาด
วันเดือนปีเกิด	4 มิถุนายน 2531
สถานที่เกิด	104 หมู่ 1 ตำบลชุมพลบุรี อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	104 หมู่ 1 ตำบลชุมพลบุรี อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์
ตำแหน่ง	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเมืองบัววิทยา ตำบลเมืองบัว อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2544 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลชุมพลบุรี อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ พ.ศ. 2550 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนชุมพลวิทยาสรรค์ อำเภอชุมพลบุรี จังหวัดสุรินทร์ พ.ศ. 2555 ศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศษ.บ.) สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา เอกเดี่ยวฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พ.ศ. 2562 ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ Buriram Rajabhat University