การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

A COMPARISON OF SCIENTIFIC CREATIVITY AND LEARNING ACHIEVEMENT IN HEAT TRANSFER IN THE LEARNING AREA OF SCIENCE OF MATTHAYOMSUKSA 1 STUDENTS BETWEEN USING PROJECT-BASED LEARNING AND STEM PROJECT-BASED LEARNING

วิทยานิพนธ์

ของ

ปิณิดา สุวรรณพรม

ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตุลาคม 2563

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

A COMPARISON OF SCIENTIFIC CREATIVITY AND LEARNING ACHIEVEMENT IN HEAT TRANSFER IN THE LEARNING AREA OF SCIENCE OF MATTHAYOMSUKSA 1 STUDENTS BETWEEN USING PROJECT-BASED LEARNING AND STEM PROJECT-BASED LEARNING

วิทยานิพนธ์

ของ

ปิณิดา สุวรรณพรม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตุลาคม 2563

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

A Comparison of Scientific Creativity and Learning Achievement in Heat Transfer in the learning Area of Science of Matthayomsuksa 1 Students between Using Project-Based Learning and STEM Project-Based Learning

ปิณิดา สุวรรณพรม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานสอบวิทยานิพนธ์
(รองศาสตราจารย์เฉลา ประเสริฐสังข์)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวริศา จรดล)

..... กรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ เพชรศรี)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ชัย ศรีพนมธนากร)
วันที่ 29 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2563

ปิณิดา สุวรรณพรม. (2563). **การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา.** วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). จันทบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น ปร.ด.(วิทยาศาสตรศึกษา) ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวริศา จรดล ค.ด. (หลักสูตรและการสอน) กรรมการ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา 3) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา และ 4) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสฤษดิเดช จำนวน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 30 คน ได้มาโดยการคัดเลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - stage Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ค่าทีแบบไม่เป็นอิสระและแบบเป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

3) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน และ 4) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ : ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน, การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Pinida Suwannaprom. (2020). **A Comparison of Scientific Creativity and Learning Achievement in Heat Transfer in the Learning Area of Science of Matthayomsuksa 1 Students between Using Project-Based Learning and STEM Project-Based Learning.** Thesis M.Ed. (Curriculum and Instruction). Chanthaburi: Rambhai Barni Rajabhat University.

Thesis Advisors

Assistant Professor Dr. Yaowares Chaiyen — Chairman
Ph.D. (Science Education)

Assistant Professor Dr. Phawarisa Choradon — Member
Ph.D. (Curriculum and Instruction)

Abstract

The purposes of this research were: 1) to compare students' scientific creativity before and after learning using project-based learning (PBL), 2) to compare students' scientific creativity before and after learning using STEM project-based learning (STEM-PBL), 3) to compare students' scientific creativity after learning using PBL and STEM-PBL, and 4) to compare students' learning achievement after learning using PBL and STEM-PBL. The sample was a group of 30 Mathayomsuksa 1 students from 2 classes at Saritdidet School, and was selected by multi-Stage Random sampling. The research instruments were: PBL learning units, STEM-PBL learning units, a scientific creativity test, and a learning achievement test. The data were analyzed by: means, standard deviation, t-test for dependent and t-test for independent.

The results of this research were as follows: 1) the scientific creativity of the students taught by PBL was higher than the pre-test at the statistically significant level of .01, 2) the scientific creativity of the students taught by STEM-PBL was higher than the pre-test at the statistically significant level of .01, 3) there was no statistically significant difference of scientific creativity between students taught by PBL and those by STEM-PBL, and 4) there was no statistically significant difference of a learning achievement between students taught by PBL and those by STEM-PBL. These findings also reflected that both PBL and STEM-PBL could be

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

effective learning approaches for promoting a scientific creativity and learning achievement in science.

Keywords: Scientific creativity, Learning achievement in science, Project-based learning, STEM project-based learning

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณา และความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวริศา จรดล กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ และแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการวิจัย ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งมาโดยตลอด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์เฉลา ประเสริฐสังข์ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ เพชรศรี กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้แนวทาง และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมจนทำให้วิทยานิพนธ์ ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน คณะครูโรงเรียนสฤษดิเดช ที่ให้ความร่วมมือและช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัยรวมทั้งนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล รวมทั้งคณาจารย์คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้และประสบการณ์อันมีค่ายิ่งต่อผู้วิจัยซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและการทำงานต่อไป

คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนสนับสนุน ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จทางการศึกษา และทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ปิณิดา สุวรรณพรม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**	1
	ความเป็นมา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	6
	ประโยชน์ของการวิจัย	7
	ขอบเขตของการวิจัย	7
	นิยามศัพท์เฉพาะ	8
	กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
	สมมุติฐานในการวิจัย	11
2	**แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	12
	หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	
	ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	13
	สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์	13
	คุณภาพผู้เรียน	15
	ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	17
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	19
	ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	19
	ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	22
	ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	24
	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	29
	ความหมายของสะเต็มศึกษา	29
	ลักษณะของสะเต็มศึกษา	30
	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	33

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
2	(ต่อ)	
	ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	35
	ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	35
	ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	37
	ความหมายของความคิดสร้างสรรค์	37
	ความหมายและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	38
	แนวทางการวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์	41
	การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	48
	ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	48
	หลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	49
	คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	50
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
	งานวิจัยต่างประเทศ	53
	งานวิจัยในประเทศ	54
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	57
	การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง	57
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	58
	การเก็บรวบรวมข้อมูล	70
	การวิเคราะห์ข้อมูล	73
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	74
4	**การวิเคราะห์ข้อมูล**	77
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	77
	การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล	77

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	78
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	82
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	82
วิธีดำเนินการวิจัย	83
สรุปผลการวิจัย	85
อภิปรายผล	86
ข้อเสนอแนะ	91
บรรณานุกรม	92
ภาคผนวก	101
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ	102
ภาคผนวก ข หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย	104
ภาคผนวก ค ตัวอย่างเครื่องมือ	115
ภาคผนวก ง ค่าดัชนีความสอดคล้อง	181
ภาคผนวก จ ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ	189
ภาคผนวก ฉ คะแนนของกลุ่มทดลอง	196
ประวัติย่อผู้วิจัย	205

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	วิเคราะห์ตัวชี้วัดตามสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	18
2	ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของฮูและอเดย์	44
3	โครงสร้างแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน.....	59
4	ตารางแสดงองค์ประกอบและตัวชี้วัดพฤติกรรมของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	67
5	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์.....	67
6	ตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	72
7	แสดงการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	78
8	แสดงการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	79
9	แสดงการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	80
10	แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	81
11	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนหน่วยการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.....	182

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
12	ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนหน่วยการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	184
13	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	186
14	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	187
15	การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (α - Coefficient)	190
16	วิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	192
17	การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ โดยสูตรของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (KR - 20)	193
18	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	197
19	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	199
20	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	201
21	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	203

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
2	The Scientific Structure Creativity Model (SSCM)	39
3	รูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest - Posttest Design	71

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมา

สังคมปัจจุบันซึ่งก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 สถานการณ์โลกมีความแตกต่างจากศตวรรษที่ผ่านมา ระบบการศึกษาต้องมีการพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับภาวะความเป็นจริง ปัจจุบันการศึกษาจำเป็นต้องตอบสนองต่อความท้าทายที่ต้องเผชิญอยู่ เพื่อเตรียมคนออกไปทำงานในยุคอุตสาหกรรม การศึกษาในศตวรรษที่ 21 ต้องเตรียมคนออกไปเป็นคนทำงานที่ต้องใช้ความรู้ (Knowledge Worker) และเป็นบุคคลพร้อมเรียนรู้ (Learning Person) (วิจารณ์ พานิช. 2555 : 18) การจัดการศึกษาต้องตอบสนองต่อความต้องการที่กำลังเปลี่ยนแปลงของสังคม นักเรียนยุคใหม่ควรเปลี่ยนบทบาทแบบเดิม ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเติมตลาดแรงงานเดิม ๆ ที่ทำสิ่งซ้ำ ๆในกรอบเดิม ๆ ให้กลายเป็นบทบาทของผู้ริเริ่มสร้างสรรค์และผู้สร้างนวัตกรรมที่หุ่นยนต์ไม่สามารถทำแทนได้ การศึกษาของโลกที่มุ่งเน้นให้สอนน้อยลงแต่ให้นักเรียนเรียนรู้ให้มากขึ้น เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตให้เท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จากแนวคิดการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ของภาคีเครือข่ายเพื่อทักษะศตวรรษที่ 21 ประเทศสหรัฐอเมริกาที่ร่วมกันพัฒนากรอบงานเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (P21's Framework for 21st Century Learning) บรรยายถึงการเป็นพลเมืองที่ดีของโลก ซึ่งจะต้องมีคุณลักษณะดังนี้ 1) มีความรอบรู้ (Mastery) ในวิชาแกน 2) มีความรู้ในขอบข่ายของศตวรรษที่ 21 (Themes of 21st Century) 3) มีทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation) 4) มีทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information Media and Technology Skills) 5) มีทักษะชีวิตและอาชีพ (Life and Career Skill) (อดุลย์ วังศรีคูณ. 2557 : 6 - 7) นอกจากนี้ทักษะที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity & Innovation) และเป็นทักษะของคนในศตวรรษที่ 21 ที่ทุกคนต้องเรียนรู้ตั้งแต่ชั้นอนุบาลไปจนถึงมหาวิทยาลัย และตลอดชีวิต (วิจารณ์ พานิช. 2555 : 19)

ประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงการศึกษาเพื่อให้เกิดการพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะศตวรรษที่ 21 เห็นได้จากการปรับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1 - 4) ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และสาระภูมิศาสตร์ ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นใหม่ มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิด

ทั้งความคิด เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการจินตนาการ เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่จะนำไปสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ซึ่งถือเป็นเป้าหมายหลักของการปฏิรูปการศึกษาไทย และสอดคล้องกับนโยบายพัฒนาประเทศสู่ยุค Thailand 4.0 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2552 : 1 - 4) ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิดของนักการศึกษาของไทย อย่างเช่น พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2558 : 1) ที่มีความเห็นว่า คุณลักษณะของนักเรียนที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 คือ ความคิดสร้างสรรค์ เช่นเดียวกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติ เข้าสู่ยุคศตวรรษที่ 21 ที่มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย และพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดเป็นระบบ มีทักษะด้านเทคโนโลยี ซึ่งเป็นคุณลักษณะพึงประสงค์อันดับแรก ๆ ที่คนไทยต้องมีจากเหตุผลในข้างต้นผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่ควรพัฒนาให้เกิดกับนักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมในการประเมินคุณภาพการศึกษาของนักเรียนเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาของประเทศต่อไป

จากการศึกษารายงานผลการทดสอบทางการศึกษาของหลายหน่วยงานทั้งต่างประเทศและในประเทศ เช่น ผลการประเมิน PISA ทั้งสามด้านของนักเรียนไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 ถึง ค.ศ. 2006 มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (Organisation for Economic Co - operation and Development) และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนผลการประเมินของโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยเทียบกับนานาชาติ (Trends in International Mathematics and Science Study; TIMSS) ปี 2015 พบว่า ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประเทศไทย นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ และมีนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับก้าวหน้าอยู่เพียงเล็กน้อย สำหรับการประเมินด้านพฤติกรรมพบว่าประเทศไทยทำคะแนนได้ดีในด้านความรู้ แต่ทำคะแนนได้ไม่ดีในด้านการประยุกต์ใช้ความรู้และการใช้เหตุผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2558 ข : 17 - 21) หน่วยงานประเมินผลทางการศึกษาของไทยได้นำเสนอรายงานผลการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษาของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ได้สรุปผลการประเมินคุณภาพของสถานศึกษาขั้นพื้นฐานการประเมินภายนอกรอบสองระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานในช่วงปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2553 จากโรงเรียนทั่วประเทศ จำนวน 30,010 แห่ง พบว่า มาตรฐานของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์มากที่สุด ได้แก่ มาตรฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์ (สำนักทดสอบทางการศึกษา.

2552 : 4 - 10) นอกจากนี้ยังพบปัญหาด้านความคิดสร้างสรรค์ขณะเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีพฤติกรรมที่ไม่กล้าซักถามคิดลอกเลียนแบบผู้อื่น และไม่กล้าแสดงความคิดของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจรินยา นาหัวหิน (2553 : 5) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความรู้ความสามารถในรายวิชาชีววิทยาตามหลักสูตร และมีทักษะการคิดวิเคราะห์พื้นฐาน แต่ทักษะการคิดขั้นสูงที่มีความซับซ้อน เช่น การคิดสร้างสรรค์ยังไม่อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ จากการศึกษารายงานดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ไม่น่าพอใจซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการศึกษาเนื้อหาและข้อเท็จจริง เพื่อการสอบแข่งขัน มากกว่าฝึกฝนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นเพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุเป้าหมาย จึงควรปรับรูปแบบกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เน้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ ลงมือทำด้วยตนเอง เพื่อที่จะช่วยทำให้ นักเรียนเกิดกระบวนการคิดจากการที่ตัวนักเรียนเองเป็นผู้กำหนดปัญหารวมทั้งเลือกแนวทางแก้ไขปัญหา โดยผ่านกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรงต่อตัวนักเรียนและสามารถประสบผลสำเร็จในการเรียนและมีความรู้ที่ยั่งยืนได้

จากการศึกษาวิจัยพบว่าแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดย การสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) (ทิศนา แขมมณี. 2551 : 96 - 98) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีหนึ่งที่สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้การสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based Learning) ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเน้นการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ช่วยสร้างความรับผิดชอบ ความเพียรพยายาม ความอดทน และระเบียบวินัยในตนเองที่จะดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกคิดปฏิบัติให้เป็นการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project - based Learning) เป็นรูปแบบการสอนที่ทำให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มใหม่ ๆ เป็นการศึกษาค้นคว้าตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถ ภายใต้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2545 : 23) และเมื่อศึกษาบทความนวัตกรรมการเรียนรู้จากประเทศฟินแลนด์ซึ่งเป็นหนึ่งในประเทศที่ได้รับการยกย่องว่ามีระบบการศึกษาดีที่สุดในโลกพบว่า การศึกษารูปแบบใหม่ที่ประเทศฟินแลนด์นำมาใช้เรียกว่า Phenomenon - based Learning (PhenoBL) โดยแนวคิดที่เป็น

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุดเริ่มต้นของ PhenoBL คือ การเรียนรู้แบบ Constructivism ที่มีหลักการว่าผู้เรียนคือผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเองและข้อมูลความรู้คือ ผลผลิตที่ได้จากการแก้ปัญหา (Problem - solving) เพื่อนักเรียนจะได้ร่วมกันหาคำตอบสำหรับปรากฏการณ์ที่เขาสนใจ ปัญหาและคำถามที่ผู้เรียนได้ร่วมกันตั้ง คือสิ่งที่นักเรียนสนใจอย่างแท้จริง (พงศธร มหาวิจิตร. 2560 : 40) และจากรายงานการศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2555 : 4 - 5) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งใช้ชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์ และโครงงานวิทยาศาสตร์เป็นตัวกระตุ้นการเรียนรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะซึ่งนักเรียนเป็นผู้เลือกหัวข้อในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองตามความสนใจ และความถนัดของนักเรียน โดยจะทำเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้ภายใต้การดูแลของครูที่ปรึกษาหรือผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการพิจารณาว่าสามารถทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนั้นจึงเหมาะสมที่จะนำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยงานของเรวดี รัตนวิจิตร (2555 : 58) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของลุฏฟี ดอเลาะ (2560 : 92) ที่ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM : Science, Technology, Engineering and Mathematics) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะของการบูรณาการการเรียนการรู้ทั้งสี่สาขาเข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้ด้วยครูหลายสาขาร่วมมือกัน (คึกฤทธิ์ ศิลาลาย. 2560 : 117) และจากงานวิจัยของสภาวิจัยแห่งชาติ (National research council : NRC) ในปี ค.ศ. 2012 ของสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นองค์กรของรัฐที่ทำหน้าที่พัฒนามาตรฐานการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้เผยแพร่แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ที่เรียกว่า มาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ (Next Generation Science Standards : NGSS) ได้เผยแพร่แนวคิดสำคัญในการออกแบบแนวการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 โดย NGSS มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science) คณิตศาสตร์ (Mathmetics) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

และเทคโนโลยี (Technology) หรือที่รู้จักโดยทั่วไปว่าการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนที่สอดคล้องและเชื่อมโยงกับหลักการเรียนรู้ 3 มิติตาม NGSS นั้น ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับสถานการณ์ (Phenomena) หรือปัญหา (Problems) ที่ใช้สำหรับกระตุ้นให้นักเรียนสนใจบทเรียนและมีส่วนร่วมในการแสดงความสามารถเพื่อแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาที่นำเสนอ (ปิณิดา สุวรรณพรม, เยาวเรศ ใจเย็น. 2561 : 74) สะเต็มศึกษามีความเป็นสากลเป็นประเด็นที่หลายประเทศให้ความสนใจ ยกตัวอย่างเช่น ประเทศสหรัฐอเมริกาทุ่มงบประมาณเป็นจำนวนมากเพื่อพัฒนาโรงเรียนในด้าน STEM Education ในหลายรัฐ นอกจากประเทศสหรัฐอเมริกาแล้วในประเทศอื่น ๆ ต่างก็ตื่นตัวให้ความสนใจ STEM Education เช่น ในประเทศจีนในปี พ.ศ. 2558 ประเทศจีนผลิตบัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือ STEM Degree ประมาณ 3.5 ล้านคน ยังไม่รวมถึงปริญญาโทและปริญญาเอก (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. 2556 : 51) และจากแนวทางสะเต็มศึกษาของสุพรรณี ชาญประเสริฐ (2557 : 3) กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการศึกษาที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบันและความก้าวหน้าในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้ วศิณีส์ อิศรเสนา (2559 : 20) ได้กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์สามารถพัฒนาได้ด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเนื่องจากในแนวทางแบบสะเต็มศึกษาออกแบบให้นักเรียนคิดแก้ปัญหาสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ดังนั้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่สำคัญประการหนึ่งในทักษะศตวรรษที่ 21 สามารถพัฒนาได้ด้วยแนวทางสะเต็มศึกษา

จากรายงานผลการศึกษาของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558 ก : 1) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based Learning) การนำแนวทางสะเต็มศึกษามาบูรณาการกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นไปที่ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงทำให้นักเรียนได้เรียนรู้เกิดการสะท้อนกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาและคงรักษาความรู้และทักษะที่ได้รับจากการเรียนรู้จากสมมติฐานและแนวคิดที่นักเรียนได้สร้างขึ้นมา เกิดความเชื่อมโยงระหว่างเป้าหมายในการแก้ปัญหาและกระบวนการเพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว (Kolodner and et al. 2003 : 495 - 547) ซึ่งแนวทางหนึ่งคือการนำสะเต็มศึกษามาบูรณาการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่นำแนวทางสะเต็มศึกษามาบูรณาการวิธีนี้เหมาะสมในการนำมาออกแบบกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ เนื่องจากสิ่งที่นักเรียนต้องสร้างขึ้นมาในท้ายสุดคือ ชิ้นงาน โครงการหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้วแต่ละสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น

ดังนั้นแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หรือ Project - based Learning ได้เป็นอย่างดี (เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว. 2557 : 14) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศรายุทธ ชาญนคร, ประทุม อัตชู และศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558 : 1871 - 1877) พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจาก 66.97 เป็น 111.5 และจากงานวิจัยของราวรรณ์ ทิลานันท์ (2558 : 106) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย 33.77 คะแนน และปรเมศวร์ วงศ์ชาชม และกัญญารัตน์ โคจร (2559 : 464) ที่ศึกษาว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ตามเป้าหมายที่กำหนด

จากการศึกษาข้างต้นพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่นำกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบมาศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มใน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ประโยชน์ของการวิจัย

1. นำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาและกลุ่มสาระสาระการเรียนรู้อื่น ๆ

2. สามารถนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านอื่น ๆ ของนักเรียน

3. สามารถนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาเปรียบเทียบความสามารถด้านต่าง ๆ ของนักเรียนได้

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสในเขตพื้นที่อำเภอเมืองจันทบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสฤษดิเดช สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 2 ห้องเรียน ๆละ 30 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - stage Random Sampling) ซึ่งดำเนินการดังนี้ ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียน ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ขั้นที่ 2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างนักเรียนใช้การสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากห้องเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตัวแปรที่จะศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ จำนวน 2 หน่วย มีเนื้อหาดังนี้

1. ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร
2. การเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ
3. การหดและการขยายตัวของสสาร
4. สมดุลความร้อน
5. การถ่ายโอนพลังงานความร้อน

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 ชั่วโมง จำนวน 2 หน่วย หน่วยที่ 1 เวลา 9 ชั่วโมง หน่วยที่ 2 เวลา 11 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้แก่นักเรียนผ่านประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน รู้จักการวางแผนการทำงาน ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารและทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ตลอดจนประเมินผลงานและการทำงานของตนเองได้ มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงงานมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงงานไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงงานจริงในขั้นแสวงหาความรู้

2. ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียม กิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใคร่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงงานหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็น กิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนของตนเองโดยระดมความคิด และหารือ แบ่งหน้าที่ เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

4. ขั้นแสวงหาความรู้ ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรมดังนี้ นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ หรือตามหัวข้อที่ตกลงร่วมกันกับครู นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมโดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะ เมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้น นักเรียนร่วมกันเขียนรูปเล่มสรุปรายงานจากโครงงานที่ตนปฏิบัติ

5. ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถามถามนักเรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

6. ขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา หมายถึง กระบวนการแสวงหาความรู้หรือการค้นคว้าหาคำตอบด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาบูรณาการแนวทางสะเต็มศึกษาแบบภายในวิชา (Disciplinary) โดยผู้สอนจัดการเรียนรู้ด้านเนื้อหา (Contents) และทักษะปฏิบัติการของ 4 สาขาวิชาในสะเต็มศึกษาแยกกันเป็นวิชาทางวิทยาศาสตร์ วิชาทางเทคโนโลยี วิชาทางวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาทางคณิตศาสตร์ มี 8 ขั้นตอนดังนี้

1. เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษา

2. เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align with a Problem) เป็นการคิดเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้/เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง

3. เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplemental Standards) เลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2

ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ ครูจะต้องเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมีสาระการเรียนรู้รอง เรื่องใดช่วยสนับสนุน

4. จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ครูวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็น จุดประสงค์การเรียนรู้

5. สนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation) ครูจัดกิจกรรมกลุ่มให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ

6. แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot the Designs) ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ

7. ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ครูและนักเรียน ดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

8. นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ครูจัดเตรียมสถานที่ หรือตู้แสดงผลงาน

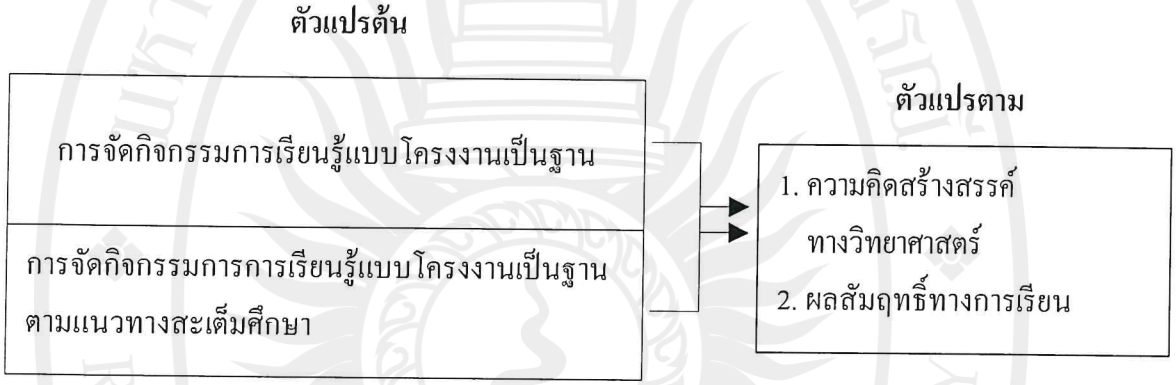
ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Creativity) หมายถึง ลักษณะทางความคิดหรือความสามารถในการผลิตชิ้นงานหรือผลงาน ที่มีลักษณะเฉพาะและมีความแตกต่างจากที่มีอยู่เดิมที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค ทักษะในการผลิต ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่แปลกใหม่ทางวิทยาศาสตร์ และปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการคิดอย่างรวดเร็ว ที่เรียกว่าคิดคล่อง มีแนวทางการคิดการหาทางแก้ปัญหาที่หลากหลาย เรียกว่า ความคิดยืดหยุ่น และมีความใหม่ที่เรียกว่า ความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นประโยชน์และใช้ความรู้วิทยาศาสตร์นำไปสู่การแก้ปัญหาโดยมีกระบวนการคิดและจินตนาการ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิจัยกึ่งทดลองในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐานมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกัน

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกัน

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้รวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
    1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
    1.2 คุณภาพผู้เรียน
    1.3 ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
    2.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
    2.2 ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
    2.3 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา
    3.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
    3.2 ลักษณะของสะเต็มศึกษา
    3.3 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
    3.4 ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา
    3.5 ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา
4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
    4.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
    4.2 ความหมายและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
    4.2 แนวทางการวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์
5. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
    5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

5.2 หลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.3 คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยต่างประเทศ

6.2 งานวิจัยในประเทศ

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ (2560 : 1) กล่าวว่า การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากล สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21 กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้ดำเนินการทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 มาใช้เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น ในระยะสั้นเห็นควรปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม กรอบในการปรับปรุง คือ ให้มีองค์ความรู้ที่เป็นสากลเทียบเท่านานาชาติ ปรับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดให้มีความชัดเจนลดความซ้ำซ้อน สอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในกลุ่มสาระการเรียนรู้ และระหว่างกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตลอดจนเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีเข้าด้วยกันซึ่งมีรายละเอียดของการปรับปรุงหลักสูตรในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังนี้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

สาระที่ 4 ชีววิทยา

สาระที่ 5 เคมี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สาระที่ 6 ฟิสิกส์

สาระที่ 7 โลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

สาระที่ 8 เทคโนโลยี

สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จะมีทั้งหมด 4 สาระ ดังนี้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมาย ของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์กันของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม สารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลง ภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลง ลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพรู้เท่าทันและมีจริยธรรม

คุณภาพผู้เรียน

กระทรวงศึกษาธิการ (2560 : 8) กล่าวว่า เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีคุณภาพดังนี้

1. เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์ การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซมและตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปรพันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศและการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

2. เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์ เซรามิกส์ และวัสดุผสม

3. เข้าใจการเคลื่อนที่ แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรงแรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุลความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้านพลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4. เข้าใจสมบัติของคลื่นและลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสง การสะท้อน การหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

5. เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดู การเคลื่อนที่ ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรมการขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

6. เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อลมฟ้าอากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อนการพยากรณ์อากาศ สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทนและการใช้ประโยชน์ ลักษณะโครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดินแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิดและผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย

7. เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยี การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันหรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรมรวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

8. นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

9. ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คิดคาดคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีสารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

10. วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบหลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

11. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ ในสิ่งที่จะเรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่นและยอมรับการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

12. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อมและต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษา หาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

13. แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษาความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

ตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัด ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการเรียนรู้คือ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ โดยมีตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางตามสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ดังตาราง 1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 1 วิเคราะห์ตัวชี้วัดตามสาระการเรียนรู้แกนกลางสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1/1 : วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ และเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$	- เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อน อาจทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ เปลี่ยนสถานะ หรือเปลี่ยนรูปร่าง - ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ขึ้นกับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิเปลี่ยนไป
ม.1/2 : ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร	- ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นกับมวลและความร้อนแฝงจำเพาะ โดยขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง
ม.1/3 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน	- ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้ เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัว และขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน แต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลงทำให้เกิดการหดตัว
ม.1/4 : ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหด และขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะ วิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	- ความรู้เรื่องการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนนำไปใช้ประโยชน์ได้ในด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างถนน การสร้างรางรถไฟ การทำเทอร์มอมิเตอร์
ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$	- ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิ ของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากันเรียกว่าสมดุลความร้อน

ตาราง 1 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	- เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่งซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน	- การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่ตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง
ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การถ่ายโอนความร้อน	- ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารเพื่อเก็บความร้อนหรือการออกแบบระบบ ระบายความร้อนในอาคาร

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานซึ่งได้รับแนวคิดของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism) (ทิศนา แขมมณี. 2551 : 96 - 98) ในการอธิบายความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based Learning : PBL) นั้นมีผู้กล่าวถึงไว้หลายคน ดังนี้

กรมวิชาการ (2544 : 34 - 38) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึง กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือกระบวนการอื่นใดไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้น ๆ โดยมีครูคอยกระตุ้น แนะนำ และให้คำปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิดตั้งแต่การเลือกหัวข้อที่จะศึกษา ค้นคว้า ดำเนินการวางแผน กำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน และการนำเสนอผลงาน โดยทั่ว ๆ ไป การทำโครงงานสามารถทำได้ทุกระดับการศึกษา ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของโครงงานอาจเป็นโครงงานเล็ก ๆ ที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน หรือเป็นโครงงานใหญ่ที่มีความยากและซับซ้อนขึ้นก็ได้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553 : 84) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้ากิจกรรมและลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตนเอง ซึ่งอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือกระบวนการอื่น ๆ ที่เป็นระบบ ไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบในเรื่องนั้น ๆ ภายใต้คำแนะนำปรึกษา และความช่วยเหลือจากครู หรือผู้ที่เชี่ยวชาญเริ่มตั้งแต่การเลือกเรื่องหรือหัวข้อที่จะศึกษา การวางแผน การดำเนินงานตามขั้นตอนที่กำหนดตลอดจนการนำเสนอผลงาน ซึ่งในการจัดทำโครงงานนั้นสามารถทำได้ทุกระดับชั้น อาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม จะกระทำในเวลาเรียนหรือนอกเวลาเรียนก็ได้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2555 : 47) กล่าวถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานสำหรับโครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ ซึ่งการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานจะมีความแตกต่างกับโครงงาน (Project) โดยทั่วไปตรงที่การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานจะนำหลักการที่สำคัญของโครงงานมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างการเรียนรู้และคุณลักษณะของนักเรียนโดยจะเน้นเพิ่มเติมในเรื่องของกระบวนการเรียนรู้และคุณลักษณะที่ชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งยังเอาหลักการดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาปกติโดยมีค่าเท่ากับรูปแบบการเรียนรู้วิธีหนึ่งการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานจะมองว่าโครงงานเป็นเพียงเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (Learning Tools) ส่วนโครงงานเป็นการศึกษาเพื่อค้นพบข้อมูลความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ รวมทั้งวิธีการใหม่ด้วยตัวของนักเรียนเองโดยใช้กระบวนทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีครูจะทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำปรึกษา นักเรียนและครูไม่เคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อนแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มุ่งเน้นให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่และวิธีการใหม่ ซึ่งให้ความสำคัญที่ผลของสิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงาน วิธีการที่ใช้เป็นขั้นตอนดำเนินการทำโครงงาน

ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557 : 19 - 20) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้น เพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม มีลักษณะที่สำคัญ คือ นักเรียนกำหนดการเรียนรู้ของตนเอง เชื่อมโยงกับชีวิตจริง สิ่งแวดล้อมจริง มีฐานจากการวิจัย หรือองค์ความรู้ที่เคยมีใช้แหล่งข้อมูลหลายแหล่ง ฝังตรึงด้วยความรู้และทักษะบางอย่าง (Embedded with Knowledge and Skills) ใช้เวลามากพอในการสร้างผลงานมีผลผลิต

ชมรมปฏิรูปการศึกษาไทย (2558 : 10 - 18) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ในแบบโครงงาน เป็นแนวทางการเรียนรู้ ตามแนวปรัชญากลุ่มประสบการณ์นิยม (Experimentalism) ซึ่งมีจอห์น ดิวอี้ เป็นผู้ที่ริเริ่มและผลักดันในการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นที่การเรียนรู้จากการกระทำจริง (Learning by Doing) โดยปรัชญาการศึกษาในแนวทางนี้จะเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง การได้รับประสบการณ์จริงจะทำให้การเรียนรู้คงอยู่กับผู้เรียนตลอดไป

มอร์สัน (Moursund. 1999 : 1) ได้ให้คำจำกัดความของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานไว้ว่าลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่เป็นจริงในชีวิตประจำวัน มีการประเมินตามสภาพจริง ซึ่งครูเป็นผู้ชี้แนะให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวก

ยูเมนเฟล (Blumenfeld and et al. 1991 : 3; อ้างถึงใน จันทนา สอนลองกอง. 2551 : 9) ได้ให้ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานว่า เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งไปที่การมีส่วนร่วมของนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ติดตามหาคำตอบในประเด็นปัญหาด้วยการอภิปรายแนวคิดและทำนาย ออกแบบ การศึกษาค้นคว้า อภิปรายข้อมูลแลกเปลี่ยนความคิดและสรุปผลนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ

จากคำกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้แก่นักเรียนผ่านประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน รู้จักการวางแผนการทำงาน ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ สื่อสารและทำงานร่วมกันกับผู้อื่น ตลอดจนประเมินผลงานและการทำงานของตนเองได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

สุพรรณี ชาญประเสริฐ (2556 : 12) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ประเด็นปัญหา ประเด็นปัญหาที่นำมาจัดการเรียนรู้ แบบโครงงาน ควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ สงสัย ต้องการหา คำตอบ

2. แนวทางในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ การหาคำตอบควรเป็นการศึกษาด้วยตนเองอย่างมีระบบ มีวิธีการศึกษาหลายวิธี ซึ่งครอบคลุมถึงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น โดยศึกษาจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีครูเป็นที่ปรึกษาตลอดกระบวนการทำงาน

3. การสรปุองค์ความรู้ ข้อค้นพบการสรุปองค์ความรู้ข้อค้นพบควรเป็นการสรุปความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ กระตุ้นให้นักเรียนต้องการศึกษาหาคำตอบอย่าง และสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นได้

นอกจากนี้นฤมล ยุตาคม (2543 : 35 - 46) ยังเสนอลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานไว้ว่า ควรมีลักษณะดังนี้

1. เป็นงานที่พัฒนาจากงานเดิม

2. บูรณาการสาขาวิชาต่าง ๆ และทักษะต่าง ๆ เข้าด้วยกัน

3. ใช้ทักษะการทำงานร่วมมือกันเป็นกลุ่ม การแก้ปัญหา การต่อรอง และทักษะระหว่างบุคคลอื่น ๆ

4. ให้นักเรียนทำงานเป็นอิสระ

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้ความรู้ความสามารถในสถานการณ์ใหม่และแตกต่างกันออกภายนอกห้องเรียน

6. ให้นักเรียนเลือกเรื่องที่ทำโครงงาน

7. ให้นักเรียนได้รับความรู้ และข้อมูลที่มีความสำคัญกับตัวเอง

8. ทำให้ได้ผลงานที่ชัดเจน

9. จัดให้มีการประเมินตามสภาพจริงโดยตนเอง เพื่อน และผู้สอน

กัซเดียล (Guzdial. 1998 : 47 - 71; อ้างถึงใน ทิศนา แขมมณี. 2551 : 139 - 140) กล่าวว่าลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีตัวบ่งชี้ ดังต่อไปนี้

1. ครูและนักเรียนมีการอภิปรายปัญหาต่าง ๆ ร่วมกัน นักเรียนมีการเลือกปัญหาที่ตนสนใจที่จะจัดทำเป็นโครงงาน

2. ครูมีการชี้แจง หรือทำความเข้าใจกับนักเรียน ถึงวัตถุประสงค์ในการทำโครงงาน ความคาดหวังต่อการทำโครงงาน วิธีการและกระบวนการในการดำเนินการรวมทั้งบทบาทของนักเรียนและครู

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรามคำแหง

3. นักเรียนมีการร่วมกันศึกษาหาความรู้ ในเรื่องที่จะทำจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย

4. นักเรียนมีการร่วมกันวางแผนการจัดทำโครงงาน ซึ่งมักประกอบด้วย ความเป็นมาและความสำคัญของประเด็นปัญหาที่จะจัดทำเป็นโครงงาน วัตถุประสงค์ กระบวนการ หรือขั้นตอนในการดำเนินงาน แหล่งทรัพยากรและวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องการ บทบาทหน้าที่ของบุคคลที่ร่วมโครงงาน เครื่องมือ เวลา และค่าใช้จ่ายที่ต้องการ ความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินงานโครงงาน การประเมินผลโครงงาน และอภิปรายผลการเรียนรู้ ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทำโครงงานตามความจำเป็น

5. นักเรียนมีการเขียนโครงการและนำเสนอครู ซึ่งครูอาจให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่าง ๆ ตามความจำเป็น ไม่มากเกินไป และไม่น้อยเกินไป ครูมีการให้ความเห็นชอบในการทำโครงงานและช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ

6. นักเรียนมีการดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนด จนกระทั่งสามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ ครูสอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ติดตามการทำงานของนักเรียน ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือตามความจำเป็น และให้แรงเสริมตามสมควร

7. ครูและนักเรียนมีการนำผลงานของผู้เรียนออกมาแสดงชี้แจงและร่วมกันวิพากษ์วิจารณ์ผลงาน แลกเปลี่ยนกัน

8. นักเรียนมีการปรับปรุงผลงานและเขียนรายงาน

9. นักเรียนมีการนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน (อาจจัดในชั้นเรียน ในโรงเรียน ในชุมชน ฯลฯ) และเก็บข้อมูล

10. ครูมีการจัดให้ผู้เรียนนำผลงาน ประสบการณ์ และข้อมูลมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทำโครงงาน

11. ครูมีการวัดและประเมินผล ทั้งทางด้านผลผลิต คือ ชิ้นงานจากการทำโครงงาน และเนื้อหาความรู้ที่ได้เรียนรู้ กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ที่ได้พัฒนาและเจตคติที่เกิดขึ้น

จากลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานดังนี้ ประเด็นปัญหาน่าสนใจ ท้าทายแปลกใหม่ ใช้ทักษะต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้ค้นหาประสบการณ์จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และจากการทำงานร่วมกับผู้อื่น การทำงานให้ได้ผลงานหรือองค์ความรู้ ที่ตนเองสนใจมีความสำคัญกับตนเอง

ขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานได้มีผู้กล่าวถึงวิธีการจัดการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550 : 4 - 5) ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ครูให้ผู้เรียนศึกษาใบความรู้ กำหนดสถานการณ์ ศึกษาสถานการณ์ เล่นเกม ดูรูปภาพ หรือผู้สอนใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของโครงงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 วางแผน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปราย หารือข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 3 ปฏิบัติ หมายถึง ขั้นที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ประเมินผล หมายถึง ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีครู นักเรียนและเพื่อนร่วมกันประเมิน เพื่อหาคำตอบของสิ่งที่ต้องการค้นหา

ลัดดา ภู่เกียรติ (2552 : 28) กล่าวว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ครูจะต้องเป็นพี่เลี้ยงให้คำแนะนำช่วยเหลือและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการปูพื้นฐานก่อนประกอบไปด้วยขั้นตอน 7 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การหาหัวข้อและการเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน หัวข้อเรื่องต้องเป็นหัวข้อที่นักเรียนสนใจจริง ๆ ในระยะแรกจึงไม่ควรกำหนดเป็นรายวิชาแต่เป็นเรื่องอะไรก็ได้ที่นักเรียนสนใจอยากค้นคว้าหาคำตอบ ครูจะต้องพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ประกอบเสียก่อนว่ามีข้อมูล ตลอดจนแหล่งเรียนรู้เพียงพอหรือไม่ในการทำโครงงานนั้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการทำโครงงาน นักเรียนต้องคิดวางแผนล่วงหน้าว่าจะทำอย่างไร ช่วงเวลาใด จากการเขียนเค้าโครงการทำโครงงานเสนอครู โดยทั่วไปจะเป็นการตอบคำถามว่าจะทำอะไร ทำไมต้องทำ ใครบ้างเป็นผู้กระทำ กระทำเมื่อใด ทำที่ไหน และจะทำอย่างไร ดังนั้นรายละเอียดในเค้าโครงการทำโครงงานจะเป็นเค้าโครงของสิ่งที่คาดหวังว่าจะต้องปฏิบัติ กำหนดวิธีทำงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์และรายละเอียดในการทำงานที่จะช่วยให้การปฏิบัติลุล่วงไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงงาน เป็นการปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้ที่ได้รับการเห็นชอบจากผู้สอน

ขั้นที่ 4 การบันทึกผลการปฏิบัติงาน เมื่อได้ข้อมูลจากการบันทึกแล้วนักเรียนจะต้องแปลผลและสรุปผลการทดลองพร้อมทั้งอภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้า หากไม่ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้จะต้องบอกข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลจากการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบของรายงาน เพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบและเข้าใจถึงแนวคิด วิธีการศึกษาค้นคว้าและสิ่งที่ทาการศึกษาว่ามีผลเป็นอย่างไรด้วยการใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ตรงไปตรงมา และครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

ขั้นที่ 6 การนำเสนอโครงงาน หลังจากที่ได้ศึกษาและหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้ผลออกมาแล้วจะต้องนำความรู้ที่ได้มาเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้รับทราบในรูปของรายงานหรือเอกสารหรือรายงานปากเปล่าด้วยสื่อเพาว์เวอร์พอยต์ (Power Point) หรือนิทรรศการ เป็นต้น

ขั้นที่ 7 การประเมินผลโครงงาน ควรประเมินให้ครบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการเตรียมการดำเนินงาน ด้านการดำเนินงาน และด้านผลของโครงการ

วิจารณ์ พาณิช (2555 : 71 - 75) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามโมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL 5 ขั้นตอนดังนี้

1. Define คือ ขั้นตอนการทำให้สมาชิกของทีมงาน ร่วมทั้งครูด้วยมีความชัดเจนร่วมกันว่าคำถาม ปัญหา ประเด็น ความท้าทายของโครงงานคืออะไร และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อะไร

2. Plan คือ การวางแผนการทำงานในโครงงาน ครูก็ต้องวางแผน กำหนดทางหนีทีไล่ในการทำหน้าที่โค้ช รวมทั้งเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำโครงการของนักเรียนและที่สำคัญ เตรียมคำถามไว้ถามทีมงานเพื่อกระตุ้นให้คิดถึงประเด็นสำคัญบางประเด็นที่นักเรียนมองข้าม โดยถือหลักว่า ครูต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือจนทีมงานขาดโอกาสคิดเองแก้ปัญหาเอง นักเรียนที่เป็นทีมงานก็ต้องวางแผนงานของตน แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ การประชุมพบปะระหว่างทีมงาน การแลกเปลี่ยนข้อค้นพบแลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจนเพียงใด งานในขั้น Do ก็จะสะดวกเลื่อนไหลดีเพียงนั้น

3. Do คือ การลงมือทำ มักจะพบปัญหาที่ไม่คาดคิดเสมอ นักเรียนจึงจะได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา การประสานงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการความขัดแย้ง ทักษะในการทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติมทักษะในการทำงานในสภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพกดดัน ทักษะในการบันทึกผลงาน ทักษะในการวิเคราะห์ผล และแลกเปลี่ยนข้อวิเคราะห์กับเพื่อนร่วมทีม เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4. Review คือ การที่ทีมนักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้ ที่ไม่ใช่แค่ทบทวนว่า โครงงานได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่ แต่จะต้องเน้นทบทวนว่างานหรือกิจกรรม หรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง เอาทั้งขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลวมาทำความเข้าใจและกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสมรวมทั้งเอาเหตุการณ์ระทึกใจ หรือเหตุการณ์ที่ภาคภูมิใจประทับใจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบทบทวนไตร่ตรอง (Reflection) หรือในภาษา KM เรียกว่า AAR (After Action Review)

5. Presentation คือ การนำเสนอโครงงานต่อชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ทักษะอีกชุดหนึ่ง ต่อเนื่องกับขั้นตอน Review เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่เร้าใจ ให้อารมณ์และให้ความรู้ (ปัญญา) ทีมงานของนักเรียนอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็นรายงานและนำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น มีเพาเวอร์พอยท์ (PowerPoint) ประกอบ หรือจัดทำวีดิทัศน์นำเสนอ หรือนำเสนอเป็นละคร เป็นต้น

ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557 : 20 - 23) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานซึ่งเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาจากการศึกษาโรงเรียนในประเทศไทย โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงงานมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงงานไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงงานจริง ในขั้นแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใคร่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงงานหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนของตนเองโดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

ขั้น 4 ขั้นแสวงหาความรู้ ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรม ดังนี้ นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจนักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้นนักเรียนร่วมกันเขียนรูปเล่ม สรุปรายงานจากโครงงานที่ตนปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม ถามนักเรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงาน ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้น และนักเรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงงาน

ไพฑูรย์ นันตะสุคนธ์ และวัลลภา อยู่ทอง (2557 : 55 - 59) กล่าวว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงงานมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงงานไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงงานจริงในขั้นแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใคร่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงงานหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนของตนเองโดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

ขั้นที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้ ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรม ดังนี้ นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ หรือตามหัวข้อที่ตกลงร่วมกันกับครู นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตน ตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกัน

ปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้น นักเรียนร่วมกันเขียนรูปเล่ม สรุปรายงานจากโครงงานที่ตนปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม ถามนักเรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้

จากรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้นนั้น มีรูปแบบการจัดเป็นขั้นตอนโดยนักการศึกษาหลายท่านได้มีการแบ่งจำนวนขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความคล้ายคลึงกันสามารถสรุปและนำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ 6 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน เป็นขั้นตอนที่ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ ซึ่งขั้นตอนนี้จะไม่ตรงกับขั้นตอนใดในรูปแบบอื่น ๆ แต่ผู้วิจัยคิดว่าควรจะมีเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการทำงานผลงาน

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใคร่รู้ ซึ่งมีขั้นตอนที่ตรงกับขั้นตอนการวางแผน การนำเสนอ การหาหัวข้อ ในรูปแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนของตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนที่ตรงกับขั้นตอนการเริ่มต้นโครงงาน การวางแผน ในรูปแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

ขั้น 4 ขั้นแสวงหาความรู้ ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรมดังนี้ นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงงาน ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ ซึ่งมีขั้นตอนที่ตรงกับขั้นตอนดำเนินโครงงาน การปฏิบัติ ลงมือทำ การบันทึก การเขียนรายงาน ในรูปแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม ซึ่งมีขั้นตอนที่ตรงกับขั้นตอนสรุปและอภิปราย ในรูปแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้และประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน นักเรียน และเพื่อนร่วมกันประเมินซึ่งมีขั้นตอนที่ตรงกับขั้นตอนสรุปและอภิปราย ขั้นประเมิน ขั้นนำสนอ และประเมินโครงงาน ในรูปแบบอื่น ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ความหมายของสะเต็มศึกษา

ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้มีนักการศึกษาให้ความหมายแตกต่างกัน ดังนี้

มนตรี จุฬาวัฒนทล (2556 : 16) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าคือ วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ประถมศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดยไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรเพียงอย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษาจะฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556 : 49) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

ศานิกานต์ เสนีวงศ์ (2556 : 30 - 31) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่เน้นการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและอาชีพ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557 : 27 - 28) ได้ให้ความหมายสะเต็มศึกษาว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์, คณิตศาสตร์, วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัฒน์ ตั้งอยู่บนฐานความรู้ และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาทีมีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิตและความมั่นคงของประเทศ

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558 : 201 - 207) ได้นำเสนอความหมายของสะเต็มศึกษาว่าเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นการส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากความหมายของสะเต็มศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์โดยเน้นให้ผู้เรียนนำความรู้ในภาคทฤษฎีมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกิดขึ้นส่งผลให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นสิ่งสำคัญที่เป็นความรู้และทักษะพื้นฐานในการดำรงชีวิต

ลักษณะของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการศึกษาที่มีแนวทางและลักษณะดังต่อไปนี้

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556 : 50) กล่าวไว้ว่า สะเต็มศึกษามีลักษณะดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักการศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry - based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem - based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะกับนักเรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัยเพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจ แต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้นรู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียนส่งผลให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

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

วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วย การคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่นักเรียนอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่มิได้หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking)

ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ ประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่าน้อยกว่าเล็กกว่าใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมา คือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher - level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project - based Learning, Problem - based Learning, Design - based Learning ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงาน

3. เป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

3.1 ด้านปัญญานักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

3.2 ด้านทักษะการคิด นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

3.3 ด้านคุณลักษณะนักเรียน มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ การเป็นผู้นำตลอดจนการน้อมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556 : 10) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดประสบการณ์แบบสะเต็มศึกษามีลักษณะ 5 ประการ ได้แก่

1. เป็นการสอนที่เน้นการบูรณาการ

2. ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 กับชีวิตประจำวันและการทำอาชีพ

3. เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

4. ท้าทายความคิดของนักเรียน

5. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทั้ง 4 วิชา

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556 : 35 - 37) กล่าวว่า การวางแผนการจัดกระบวนการเรียนรู้แบบ STEM Education มีลักษณะดังนี้

1. กำหนดเนื้อหาการเรียนรู้ โดยมีการวางแผนร่วมกันระหว่างครู และนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

2. วางแผนการจัดกิจกรรม โดยมีการบูรณาการดังนี้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

S - เกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ สามารถใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะ (Inquiry Based Science Teaching) กิจกรรมแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem - based Activities)

T - เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อสนองความต้องการของคนเราโดยผ่านกระบวนการทางานทางเทคโนโลยี

E - เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ

M - เป็นกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ อาทิ การจำแนก จัดกลุ่ม จัดแบบรูป บอกรูปร่างและคุณสมบัติ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง Stem Education นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัวมีการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหา (Problem Solving) ฝึกการคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) และการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีม และให้นักเรียนฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ รวมถึงฝึกการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้จัดทำช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงจุดมุ่งหมาย เหตุผลและกระบวนการในการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557 : อ้างถึงใน นิตยา ภูผาบาง. 2559 : 18) กล่าวว่า ระดับการบูรณาการที่อาจเกิดขึ้นในสะเต็มศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ได้แก่ การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary), การบูรณาการแบบพหุวิทยากร (Multidisciplinary Integration), การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) และการบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration)

การบูรณาการภายในวิชา คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน การจัดการเรียนรู้แบบนี้คือ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ครูแต่ละวิชาต่างจัดการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะของวิชาของวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์แยกกัน โดยมีหัวข้อหลักที่ครูทุกวิชากำหนดร่วมกัน มีการอ้างอิงถึงความเชื่อมโยงระหว่างวิชานั้น

การบูรณาการแบบสหวิทยาการ คือ การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้เรียนเนื้อหาและฝึกทักษะ อย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน โดยกิจกรรมมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของทุกวิชาเพื่อให้นักเรียนได้เห็นความสอดคล้องกันครูต้องทำงานร่วมกันพิจารณาตัวชี้วัดที่ตรงกันออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเองโดยเชื่อมโยงกับวิชาอื่น

การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา คือ การจัดการเรียนการสอนที่ช่วยนักเรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะที่เรียนจากวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์กับชีวิตจริง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

โดยนักเรียนนำความรู้และทักษะมาใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชุมชนหรือสังคม และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง ครูอาจกำหนดกรอบของปัญหากว้าง ๆ ให้ และให้นักเรียนระบุปัญหาที่เฉพาะเจาะจงและวิธีแก้ปัญหาเอง

จากคำกล่าวข้างต้นสามารถสรุปลักษณะของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้ดังนี้คือ

1. เป็นการสอนที่บูรณาการระหว่างกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) โดยสามารถจัดให้นักเรียนได้ตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย

2. สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนในศตวรรษที่ 21

3. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

4. ปัญหาหรือสถานการณ์ในการจัดการเรียนรู้ต้องมีท้าทายความคิดนักเรียนเหมาะสมกับวัยและเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นและแสวงหาความรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย

5. มีระดับของการบูรการ ได้ 4 ระดับ คือ บูรณาการภายในวิชา บูรณาการแบบพหุวิทยาการ บูรณาการแบบสหวิทยาการ บูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา

สำหรับงานวิจัยฉบับนี้เป็นการบูรณาการแบบภายในวิชา เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาและฝึกทักษะของแต่ละวิชาของสะเต็มแยกกัน ครูผู้สอนแต่ละวิชาต่าง ๆ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนตามรายวิชาของตนเอง

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557 : 6 - 10) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้นำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของการทำงานเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานหน่วยงานต่าง ๆ ทางด้านการศึกษาได้นำเสนอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558 : 64) ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และท้าทายการคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้

2. จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนด

เรื่องที่ตนเองสนใจ มีการวางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน โดยศึกษาหาข้อมูลความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน และนำเสนอต่อสาธารณชน และนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

โอนีล และคณะ (O'Neil and et al. 2012 : 36 - 40) ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ครูสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหาจากสภาพจริง ครูสามารถจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่

1. จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและท้าทายการคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ปัญหา

2. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกทำโครงงานที่ตนเองสนใจวางแผนและลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่ แล้วเขียนรายงาน นำเสนอผลงาน แลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับ

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ โดยครูมีบทบาทดังนี้

3.1 จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิดและแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

3.2 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ ความสามารถกระบวนการคิดและแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

3.3 จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

จากการศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาข้างต้นสรุปว่าแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาได้สามแนวทาง คือ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - based Learning) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based Learning) สำหรับงานวิจัยฉบับนี้เลือกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาใช้ เนื่องจากแนวทางใกล้เคียงกัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

นักเรียนสามารถเลือกทำชิ้นงานที่ตนเองสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนเองสนใจและลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดจนได้ข้อค้นพบหรือองค์ความรู้ใหม่

ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีลักษณะสำคัญ ดังนี้

สุธีระ ประเสริฐสรรพ (2558 : 8) กล่าวไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานนั้นใช้คำว่า Project Approach มีลักษณะเป็นการดำเนินโครงงานอย่างเป็นระบบ มีการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ แก้ปัญหา กำหนดเวลาแล้วเสร็จและสามารถประเมินได้

แซงก์ และคณะ (Tseng and et al. 2013 : 100) กล่าวว่า การรวมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับสะเต็มศึกษา มีลักษณะสำคัญคือสามารถนำไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในโลกจริงและในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ของทั้ง 4 วิชาในสะเต็มศึกษามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้จริงและสร้างการเรียนรู้ที่มีความหมายผ่านการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาบทความและงานวิจัยพบว่า มีนักการศึกษาและนักวิจัยทางการศึกษาได้เสนอขั้นตอนเพื่อใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของศูนย์นวัตกรรมนโยบาย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2560 : 4 - 5) เสนอขั้นตอนการเรียนจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนต่อไปนี้

1. เปิดโลกแนวคิด (Exploring the Idea) ขั้นนี้ต้องการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเกี่ยวกับโจทย์หรือประเด็นที่สนใจโดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวนักเรียนตามด้วยวิธีการที่เหมาะสมทั้งรายบุคคลและกลุ่ม ทั้งนี้ข้อมูลต่าง ๆ อาจมีลักษณะกว้าง ๆ หรือให้มีความสัมพันธ์กับสาขาวิชาชีพของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ใช้การคิดของตนเองอย่างเต็มที่

2. ค้นหาความเป็นไปได้ (Reviwing the Possibilities) ขั้นนี้มุ่งหวังให้นักเรียนศึกษาและค้นคว้าข้อมูล หรือสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี, กฎ, เกณฑ์ และหลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสาขางานหรือวิชาชีพที่นักเรียนกำลังศึกษาอยู่เพื่อนำมาสนับสนุนประเด็นจากโจทย์หรือประเด็นที่ตนสนใจในขั้นที่ 1 โดยอาศัยกระบวนการสืบค้นข้อมูล และการอภิปรายในทีมหรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนพื้นฐานของความหลากหลายในสมมติฐาน และมุ่งหวังให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ด้วยตนเองหรือด้วยกระบวนการทำงานเป็นทีมจากการปฏิบัติงานร่วมกันได้ภายใต้การกำกับดูแลอย่างใกล้ชิด

3. เลือกเรื่องที่โดนใจ (Selecting the Topic...That Click) ขั้นนี้มุ่งเน้นให้นักเรียนมีทักษะการตัดสินใจ ผ่านการเลือกเรื่องหรือประเด็นที่จะนำมาเป็นโครงงานทั้งเชิงบุคคลและทีม โดยอาศัยความคิดเชิงระบบ, ความคิดเชิง ตรรกะ, ความคิดในการใช้หรือให้เหตุผลที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์, ทฤษฎี, หลักการ และเกณฑ์ความเหมาะสมที่เกี่ยวข้องมาประกอบการพิจารณาประเด็นหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่ทีมนักเรียนได้ให้ความสนใจและสืบค้นมาในขั้นที่ 2

4. สร้างและทดสอบ (Producing and Testing) ขั้นสร้างและทดสอบนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถสร้างหรือกำหนดกรอบแนวคิด, แผนและกลยุทธ์ในการดำเนินงาน, บทบาทของสมาชิกในทีม, วัสดุ, อุปกรณ์, เครื่องมือ และ กิจกรรมต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกี่ยวข้อง พร้อมทั้งวิธีการทดสอบ เพื่อนำไปปฏิบัติหรือสร้างและทดสอบตามข้อเสนอ โครงงานจากขั้นที่ 3 ให้สำเร็จโดยอาศัยทักษะการทำงานเชิงช่างหรือทักษะเฉพาะทางผ่านกระบวนการทำงานและเรียนรู้เป็นทีม

5. นำเสนอและโฆษณา (Presenting and Getting Buy - in) ขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนออกแบบวิธีการ นำเสนอที่ดึงดูดและน่าสนใจ โดยเลือกใช้สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมและนำเสนอให้ผู้รับฟังและ/หรือผู้เกี่ยวข้องจากภาคประกอบการหรือผู้เกี่ยวข้องเกิดความสนใจ, เห็นถึงและยอมรับในความสามารถ, คุณค่าในแนวคิด, กระบวนการทำงานทั้งบุคคลและทีมและผลงานต่าง ๆ ที่นักเรียนได้เรียนรู้และสร้างสรรค์ขึ้นมา อีกทั้งยังฝึกฝนให้นักเรียนยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างและข้อวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแนวคิด กระบวนการทำงาน และผลงานที่กล่าวข้างต้น

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของโรเบิร์ต และคณะ (Robert and et al. 2013 : 22 - 27) ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ไว้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

1. เลือกสาระการเรียนรู้หลัก (Select Central Standards) เป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์หลักสูตร เลือกมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้หลักของหลักสูตรสะเต็มศึกษา

2. เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน (Align with a Problem) เป็นการคิดเชื่อมโยงว่าสาระการเรียนรู้/เนื้อหาที่เลือกในขั้นที่ 1 สามารถอิงเข้ากับบริบทใด หรือปัญหาใดในสังคมได้บ้าง

3. เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก (Support Central Standards with Supplemental Standards) เลือกเนื้อหาหลักในขั้นที่ 1 และวิเคราะห์เชื่อมโยงกับปัญหาในขั้นที่ 2 ได้แล้ว ในขั้นที่ 3 นี้ ครูจะต้องเลือกเนื้อหา/ตัวบ่งชี้/สาระการเรียนรู้ในสาขาวิชาที่เหลือว่าจะมีสาระการเรียนรู้รองเรื่องใดช่วยสนับสนุน

4. จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด (Instruct STEM Standards) ครูวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมดแล้วนำมาตั้งเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้

5. สนับสนุนให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม (Engage Student Participation) ครูจัดกิจกรรมกลุ่มให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ

6. แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ (Troubleshoot the Designs) ผู้สอนจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานการออกแบบ

7. ประเมินชิ้นงานการออกแบบ (Evaluate the Designs) หลังการปรับปรุงแก้ไขผลงานในขั้นที่ 6 ครูและนักเรียน ดำเนินการตรวจให้คะแนนชิ้นงานตามประเด็นที่กำหนดไว้

8. นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์ (Present Completed Projects) ในขั้นนี้ครูจัดเตรียมสถานที่ หรือตู้แสดงผลงาน ให้นักเรียนนำผลงานแสดงต่อบุคคลทั่วไป

จากรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น พบว่า มีขั้นตอนโดยสรุปคือ กระตุ้นความสนใจของนักเรียน การให้นักเรียนเลือกปัญหาสนใจ การร่วมกลุ่มทำงานเพื่อการแก้ปัญหาโดยวิธีการหลากหลาย และสร้างชิ้นงานนำเสนอ ทดสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องของชิ้นงานหรือสิ่งประดิษฐ์ที่นักเรียนสร้างขึ้น และนำเสนอผลงานที่แก้ไขแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยได้เลือกรูปแบบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของโรเบิร์ต และคณะ (Robert and et al. 2013 : 22 - 27) ซึ่งมี 8 ขั้นตอน และมีความแตกต่างจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั่วไปคือ มีกระบวนการออกแบบชิ้นงานแก้ไขและปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบและนำเสนอผลการออกแบบ แก้ไขชิ้นงานและประเมินชิ้นงาน สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ แนวทางสะเต็มศึกษา และขั้นตอนสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนตามปกติได้

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไป นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

คณารักษ์ โชติจันทึก (2548 : 9) ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถในการคิดได้กว้างไกลหลายแง่มุม ทำให้เกิดความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งนำไปสู่การเกิดการเรียนรู้และการแก้ปัญหาได้

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 61) สรุปความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นลักษณะความคิดเอกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ความคิดเอกนัย ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความยืดหยุ่นในการคิด และความคิดละเอียดลออ

ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทั่วไปกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีความคล้ายคลึงกันในแง่ของจุดประสงค์ในการคิดที่ต้องการให้เกิดความคิดที่ใหม่และเป็นประโยชน์ ซึ่งความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้มีดังนี้

ความหมายและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

กิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 538) ได้ให้ความหมายความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาคิดได้กว้างไกลหลายทิศทาง ดัดแปลงปรุงแต่งผสมผสานเป็นความคิดแปลกใหม่และมีคุณค่า ซึ่งประกอบด้วย ความคิด 3 ลักษณะ คือ

1. ความคิดคล่อง (Fluency) คือ ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักวิทยาศาสตร์ในการตอบสนองต่อปัญหาหรือเหตุการณ์ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) คือ ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการวิทยาศาสตร์มาปรับสภาพความคิด โดยการนำความคิดคล่องแคล่วทางวิทยาศาสตร์มาจัดเป็นหมวดหมู่โดยใช้หลักเกณฑ์ที่หลากหลายมากที่สุด

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการวิทยาศาสตร์คิดตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือปัญหาโดยเป็นความคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่นไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่เป็นความคิดที่คนอื่นคาดไม่ถึง

พิทซ์ และเซอร์ด (Piltz and Surd. 1968 : 6 - 8) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นแนวทางการคิดและการกระทำของบุคคลในการเรียนรู้ปัญหา โดยใช้หลักการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์นอกจากจะเน้นที่ความคิดริเริ่ม เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตใหม่และยังเน้นถึงความมีคุณค่าอีกด้วย

โมราวีดิก (Moravcdik. 1981 : 221 - 227; อ้างถึงใน ไพรินทร์ ต๋าคำ. 2550 : 60 - 61) ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่าเป็นการคิดค้นหาความรู้ใหม่ ๆ อันเป็นการตอบสนองความมุ่งหมายของวิทยาศาสตร์ 2 ประการ คือ 1) สามารถเป็นพื้นฐานของเทคโนโลยี 2) ตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ ซึ่งพยายามที่จะรู้และอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวได้

แมนเดน และคณะ (Madden and et al. 2013 : 541 - 546; อ้างถึงใน สมรัก อินทวิมลศรี. 2560 : 23) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความคิดแบบเอกนัย ซึ่งเป็นความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งการหาทางแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีความเป็นไปได้ มีองค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) ศึกษาได้จากจำนวนของคำตอบหรือการโต้ตอบของปัญหา

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ศึกษาได้จากจำนวนของประเภทหรือจำนวนของหมวดหมู่ของคำตอบหรือการตอบสนองที่แตกต่างกัน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) ศึกษาได้จากการตอบสนองหรือคำตอบที่มีความโดดเด่นเฉพาะตัว

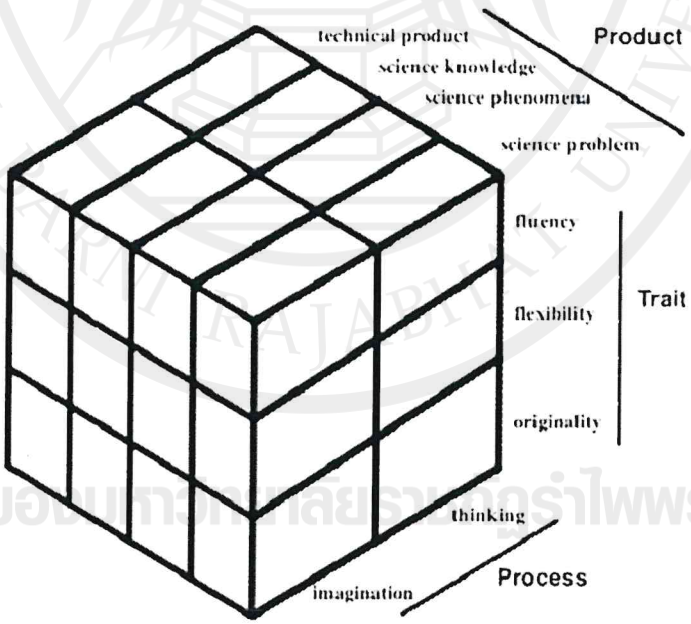
อยาส และแซก (Ayas and Sak. 2014 : 195 - 205; อ้างถึงใน สมรัก อินทวิมลศรี. 2560 : 23) ให้นิยามว่า ความสามารถในการคิดอย่างรวดเร็วหลากหลายแนวทาง มีความใหม่ เป็นประโยชน์ และใช้ความรู้วิทยาศาสตร์นำไปสู่การแก้ปัญหา การออกแบบหรือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง มีความสามารถในการคิดคำตอบสอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหา รวมถึงการตั้งสมมติฐานและการค้นพบปัญหา การแก้ปัญหา ได้จำนวนมากในเวลาที่จำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง มีความสามารถในการคิดคำตอบที่มีความหลากหลายของหมวดหมู่หรือมีหลายแนวทางที่สอดคล้องกับสถานการณ์

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง มีความสามารถในการคิดคำตอบที่แปลกใหม่มีความโดดเด่นและสอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาซึ่งสามารถวัดได้โดยใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

ฮู และอเดย์ (Hu and Adey. 2002 : 391 - 392) ได้อธิบายโครงสร้าง The Scientific Structure Creativity Model (SSCM) โดยจากการวิเคราะห์เป็น 3 มิติ ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 The Scientific Structure Creativity Model (SSCM)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จากภาพประกอบ 2 แสดงให้เห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบที่ปรากฏมิติที่ 1 คุณลักษณะ คือ ความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม มิติที่ 2 กระบวนการคิดและจินตนาการ มิติที่ 3 ผลผลิตที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคทักษะในการผลิต ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่แปลกใหม่ทางวิทยาศาสตร์ และปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สรุปโดยภาพรวมว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะทางปัญญาอย่างหนึ่งหรือความสามารถในการผลิตชิ้นงานหรือผลงาน ที่มีลักษณะเฉพาะและมีความแตกต่างจากที่มีอยู่เดิมโดยผลงานหรือชิ้นงานนั้นมีคุณค่าต่อบุคคลและต่อสังคมออกแบบด้วยการใช้ความคิดที่เฉพาะเจาะจงโดยใช้ข้อมูลที่ได้รับ ซึ่งคำจำกัดความโดยละเอียดของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีได้หลายสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างจากความคิดสร้างสรรค์ทั่วไปเนื่องจากเกี่ยวข้องกับการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างสรรค์ การตั้งปัญหาหรือคำถามที่สร้างสรรค์การหาแนวทางการแก้ปัญหาที่สร้างสรรค์และทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างสรรค์

2. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถชนิดหนึ่ง โครงสร้างของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เองไม่รวมถึงปัจจัยที่ไม่ใช่ทางปัญญา แม้ว่าปัจจัยที่ไม่ใช่ทางปัญญาอาจมีอิทธิพลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

3. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ต้องขึ้นอยู่กับความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์

4. ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรเป็นการรวมกันของโครงสร้างแบบคงที่และโครงสร้างการพัฒนา

5. ความคิดสร้างสรรค์และปัญญาวิเคราะห์เป็นสองปัจจัยที่แตกต่างกันของฟังก์ชันเดียวที่มาจากความสามารถทางจิต

จากความหมายและองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสามารถสรุปความหมายได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะทางความคิดหรือความสามารถในการผลิตชิ้นงานหรือผลงาน ที่มีลักษณะเฉพาะและมีความแตกต่างจากที่มีอยู่เดิมที่เกี่ยวข้องกับเทคนิค ทักษะในการผลิต ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ปรากฏการณ์ที่แปลกใหม่ทางวิทยาศาสตร์ และปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีแนวทางการคิดการหาทางแก้ปัญหาที่หลากหลายเรียกว่า ความคิดยืดหยุ่น ความสามารถในการคิดอย่างรวดเร็วที่เรียกว่า คิดคล่อง และมีความใหม่ที่เรียกว่าความคิดริเริ่ม ซึ่งเป็นประโยชน์และใช้ความรู้วิทยาศาสตร์นำไปสู่การแก้ปัญหา โดยมีกระบวนการคิดและจินตนาการ

แนวทางการวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า มีแนวทางการวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

ทอแรนซ์ (Torrances. 1988 : 355 - 370; อ้างถึงใน โสพล มีเจริญ. 2548 : 50 - 52) ศาสตราจารย์ ดร. อี พอล ทอแรนซ์ แห่งมหาวิทยาลัยจอร์เจีย สหรัฐอเมริกา เป็นผู้พัฒนาเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ซึ่งมีหลายรูปแบบทั้งแบบสำรวจ แบบทดสอบ สำหรับแบบทดสอบได้พัฒนาขึ้นภายในขอบเขตและเนื้อหาการศึกษาที่เน้นเฉพาะประสบการณ์ในห้องเรียน แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์มีดังนี้

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (Thinking Creatively with Pictures) มี 2 แบบ คือ แบบ ก และแบบ ข

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (Thinking Creatively with Words) มี 2 แบบ คือ แบบ ก แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบ ข

3. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยเสียงและภาษา (Thinking Creatively with Sounds and Words : Sounds and Images)

4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยการปฏิบัติและเคลื่อนไหว (Thinking Creatively in Action and Movement)

สำหรับในงานวิจัยนี้จะกล่าวเฉพาะแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อเท่านั้น เพราะผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลเป็นแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบคู่ขนาน ซึ่งแบบทดสอบนี้ประกอบด้วยแนวคิดคิดย่อย 7 แนวคิด ดังนี้

แนวคิดที่ 1 ตั้งคำถาม (Ask Question) ให้นักเรียนตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดให้มากที่สุดเพื่อให้รู้ว่าเกิดอะไรขึ้นมากที่สุด และคำถามนั้นต้องไม่เป็นคำถามที่สามารถตอบได้เพียงการดูรูปเท่านั้น แต่จะต้องตอบจากความคิด

แนวคิดที่ 2 เดาหาสาเหตุ (Guess Causes) ให้นักเรียนเขียนสาเหตุให้มากที่สุดเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่แสดงในภาพที่กำหนดให้ (ภาพเดียวกับแนวคิดที่ 1)

แนวคิดที่ 3 เดาผลที่เกิดขึ้นตามมา (Guess Effects) ให้นักเรียนเขียนผลที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากเหตุการณ์ในรูปภาพที่กำหนดให้ (ภาพเดียวกับแนวคิดที่ 1)

แนวคิดที่ 4 ปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น (Product Improvement) จากรูปสเก็ตต์หรือของที่หาได้ทั่วไป ซึ่งเป็นภาพที่มีความสวยงามและน่าสนใจเป็นของเล่นที่นักเรียน ๆ ชอบให้นักเรียนเขียนรายการปรับปรุงของที่ดัดแปลงใหม่ให้ได้มากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

แนวคิดที่ 5 ประโยชน์ของสิ่งของ (Unusual Uses) ให้นักเรียนเขียนรายชื่อสิ่งที่น่าสนใจและแปลกที่ใช้ประโยชน์ ในหัวข้อที่กำหนดให้ได้มาก

แนวคิดที่ 6 ให้นักเรียนคิดคำถามเกี่ยวกับ เช่น "เรื่องแสงและการมองเห็น" ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ โดยให้นักเรียนพยายามคิดถึงคำถามที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่กำหนดให้ในแง่ที่ไม่มีใครคิดถึง

แนวคิดที่ 7 การสมมติอย่างมีเหตุ โดยสร้างสถานการณ์ขึ้นมาสถานการณ์หนึ่ง ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้แต่ให้นักเรียนสมมติว่ามันจะเกิดขึ้น ยกตัวอย่าง เช่น สมมติว่าก้อนเมฆมีเชือกผูกและปลายตรึงกับพื้นดิน อะไรจะเกิดขึ้น

นิวตัน (Newton. 2010 : 105 - 108) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มีแนวทางวัดประเมินผลโดยสถานการณ์ที่เอื้อต่อการจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ที่แบ่งออกได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. สร้างสรรค์ในการสร้างสมมติฐาน (Creativity in the Hypothesis Space) การสร้างความเข้าใจและการสร้างคำอธิบาย

2. สร้างสรรค์ในการตรวจสอบหรือทดลอง (Creativity on the Experimental Space) การวางแผนเพื่อตรวจสอบหรือทดสอบทฤษฎีหรือสมมติฐาน

3. สร้างสรรค์ในการประยุกต์ (Creativity in the Application Space) การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา

อยาส และแซก (Ayas and Sak. 2013 : 316 - 329) ได้เสนอแนวทางวัดประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ไว้ในเครื่องมือวัดประเมินผลชื่อ Creative Scientific Ability Test (C-SAT) โดยทดสอบกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่งแบ่งการวัดออกเป็น 3 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสร้างสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน และการประเมินหลักฐาน แต่ละกระบวนการแบ่งองค์ประกอบการวัดได้ 2 องค์ประกอบ คือ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น โดยมีตัวอย่างและเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ข้อคำถามของเครื่องมือเป็นคำถามปลายเปิดทั้งหมด

2. เครื่องมือวัดแบ่งชุดคำถามเป็นทั้งหมด 5 ชุด ตัวอย่างชุดคำถาม 2 ชุด ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาชีววิทยา ได้แก่ คำถามการทดลองของแมลงวัน และคำถามของโซ่อาหาร

2.1 คำถามการทดลองเกี่ยวกับแมลงวัน (Fly Experiment) ใช้วัดองค์ประกอบความคิดคล่อง และความคิดยืดหยุ่น จากการสร้างสมมติฐานในเนื้อหาชีววิทยา โดยให้รูปภาพเกี่ยวกับการออกแบบการทดลองเกี่ยวกับแมลงวันและให้นักเรียนสร้างสมมติฐานมาให้ได้มากที่สุดที่นักวิจัยสามารถนำสมมติฐานมาทดสอบได้

2.2 คำถามของโซ่อาหาร (Food Chain) ใช้วัดองค์ประกอบความคิดคล่องและความคิดยืดหยุ่น จากการประเมินหลักฐานในเนื้อหาเรื่องระบบนิเวศ โดยให้รูปภาพโซ่อาหารและกราฟเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของโซ่อาหารนั้น ๆ และให้นักเรียนคิดหาสาเหตุที่ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

หยาง และคณะ (Yang and et al. 2016 : 16 - 23) ได้พัฒนาเครื่องมือวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในส่วนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ประเภทอัตนัย ประกอบด้วย ข้อคำถามปลายเปิด 7 ข้อ ซึ่งเป็นคำถามที่ประเมินความคิดสร้างสรรค์แบบเอกนัย (Divergent Creativity) โดยมีตัวอย่างข้อถามดังนี้ "สมมติว่าไม่มีดวงอาทิตย์ นักเรียนคิดว่าโลกจะเป็นอย่างไร" เกณฑ์การให้คะแนนใช้เกณฑ์เดียวกับฮู และอเดย์ (Hu and Adey. 2002 : 389 - 403) ซึ่งวัดได้ทั้งความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มได้ในข้อเดียวกัน

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ทอแรนซ์ (Torrance. 1992 : 10 - 14) เชื่อว่า ความคิดคล่อง (Fluency), ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility), และความคิดริเริ่ม (Original Thinking) คือคุณลักษณะพิเศษสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ โดยได้อธิบายเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง จำนวนของความคิดริเริ่มที่สามารถสร้างขึ้นได้ ให้คะแนนจากจำนวนคำตอบทั้งหมดที่สอดคล้องกับข้อคำถามและคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน ภายในเวลาที่กำหนด โดยจะได้คำตอบละ 1 คะแนน โดยทีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1.1 จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 10 คำตอบขึ้นไป ได้ 4 คะแนน ระดับดีมาก

1.2 จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 7 - 9 คำตอบ ได้ 3 คะแนน ระดับดี

1.3 จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 4 - 6 คำตอบ ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้

1.4 จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 1 - 3 คำตอบ ได้ 1 คะแนน ระดับควรปรับปรุง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับเปลี่ยนทิศทางเพื่อไม่ให้ยึดติดกับวิธีการเดิม ๆ หลังจากรู้ว่าวิธีการนั้น ๆ ไม่มีประสิทธิภาพ ให้คะแนนจากจำนวนกลุ่มของคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามและมีแนวทางเดียวกัน

2.1 จำนวนกลุ่มคำตอบ 6 กลุ่มขึ้นไป ได้ 4 คะแนน ระดับดีมาก

2.2 จำนวนกลุ่มคำตอบ 4 - 5 กลุ่ม ได้ 3 คะแนน ระดับดี

2.3 จำนวนกลุ่มคำตอบ 2 - 3 กลุ่ม ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้

2.4 จำนวนกลุ่มคำตอบ 1 กลุ่ม ได้ 1 คะแนน ระดับควรปรับปรุง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง การตีความในเชิงสถิติ กล่าวคือ ความคิดที่ไม่เหมือนใครซึ่งเกิดขึ้นเป็นบางโอกาสเท่านั้นในสัดส่วนประชากร จึงจะถือว่าเป็นความคิดริเริ่ม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ให้คะแนนจากการพิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามและมีความแตกต่างจากคำตอบของนักเรียนทั้งห้อง

3.1 คำตอบที่มีผู้ตอบ 1 คน ได้ 4 คะแนน ระดับดีมาก

3.2 คำตอบที่มีผู้ตอบ 2 - 3 คน ได้ 3 คะแนน ระดับดี

3.3 คำตอบที่มีผู้ตอบ 4 - 6 คน ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้

3.4 คำตอบที่มีผู้ตอบตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป ได้ 1คะแนน ระดับควรปรับปรุง

ฮู และอเดย์ (Hu and Adey. 2002 : 389 - 403) ได้สร้างเกณฑ์แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับโมเดลโครงสร้างความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ วัด 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่มด้วยแบบวัดประเภทเขียนตอบ ประกอบด้วย คำถาม 7 ข้อ ภายในเวลา 60 นาที โดยแต่ละข้อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ได้หลากหลาย ประกอบด้วย ข้อที่ 1 - 4 วัดได้ทั้ง 3 องค์ประกอบในข้อเดียว และข้อที่ 5 - 7 วัดได้ในองค์ประกอบความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม โดยข้อที่ 5 ใช้คำถามที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 6 ใช้คำถามที่ทดสอบความสามารถในการทดลองเชิงสร้างสรรค์ และข้อที่ 7 ทดสอบความสามารถในการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ ดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างข้อคำถามและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของฮูและอเดย์

ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
ข้อที่ 1 - 4 วัดความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ข้อ 1. จงเขียนประโยชน์ของแก้วที่มีต่อการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาให้ได้มากที่สุด ข้อ 2. ถ้านักเรียนมีโอกาสได้ไปเที่ยวนอกโลกและไปที่ดาวดวงอื่น คำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนอยากศึกษามีอะไรบ้าง จงเขียนให้ได้มากที่สุด ข้อ 3. จงคิดวิธีที่ทำให้จักรยานธรรมดา ๆ คันหนึ่งมีความน่าสนใจ ใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น	คะแนนของแต่ละข้อได้มาจากการรวมกันขององค์ประกอบทั้ง 3 โดยแต่ละองค์ประกอบคิดคะแนนได้ดังนี้ 1. ความคิดคล่อง นับจำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำและมีความเป็นไปได้ 2. ความคิดยืดหยุ่น นับจำนวนกลุ่มหรือแนวทางของคำตอบที่ไม่ซ้ำกันและมีความเป็นไปได้ 3. ความคิดริเริ่ม คำนวณจากความถี่ของคำตอบออกมาเป็นร้อยละ ดังนี้

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
และมีความสวยงามมากขึ้น จงเขียนให้ได้มากที่สุด	3.1 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 ของความถี่คำตอบทั้งหมด คิดเป็น 2 คะแนน
ข้อ 4. สมมติว่าไม่มีแรงดึงดูดของโลก นักเรียนคิดว่าโลกจะเป็นอย่างไร จงเขียนคำตอบให้ได้มากที่สุด	3.2 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าระหว่างร้อยละ 5 ถึง 10 ของความถี่คำตอบทั้งหมด คิดเป็น 1 คะแนน
	3.3 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่ามากกว่าร้อยละ 10 ของความถี่คำตอบทั้งหมด คิดเป็น 0 คะแนน
ข้อที่ 5 ใช้คำถามที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์วัดความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ข้อ 5 จงหาวิธีแบ่งสี่เหลี่ยม 1 รูปออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน จงวาดรูปลงในกระดาษคำตอบให้ได้มากที่สุด	คำนวณจากความถี่ของคำตอบออกมาเป็นค่าร้อยละ ดังนี้ 1. ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 ของความถี่คำตอบทั้งหมด คิดเป็น 3 คะแนน 2. ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าระหว่างร้อยละ 5 ถึง 10 ของความถี่คำตอบทั้งหมดคิดเป็น 2 คะแนน 3. ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่ามากกว่าร้อยละ 10 ของความถี่คำตอบทั้งหมดคิดเป็น 1 คะแนน คะแนนของแต่ละข้อได้มาจากการรวมกันขององค์ประกอบทั้ง 2 โดยแต่ละองค์ประกอบคิดคะแนนได้ดังนี้
ข้อที่ 6 ใช้คำถามที่วัดความสามารถในการทดลองเชิงสร้างสรรค์ Creative Experimental Ability) วัดความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ข้อ 6. มีกระดาษเช็ดหน้าอยู่ 2 แบบ นักเรียนจะตรวจสอบได้อย่างไรบ้าง ว่ากระดาษเช็ดหน้าแบบใดดีกว่ากัน จงเขียนวิธีการให้มากที่สุด พร้อมระบุเครื่องมือหลักการและขั้นตอนการตรวจสอบ	3.1 ความคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเต็ม 9 คะแนน จากคำตอบ 1 วิธีการที่ถูกต้อง คิดจากคะแนนเครื่องมือ 3 คะแนน คะแนนหลักการ 3 คะแนน และคะแนนขั้นตอน 3 คะแนน

ตาราง 2 (ต่อ)

ข้อคำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน
	3.2 ความคิดริเริ่ม คำนวณจากความถี่ของคำตอบของวิธีการออกมาเป็นค่าร้อยละ ดังนี้ 3.2.1 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าน้อยกว่าร้อยละ 5 ของความถี่คำตอบทั้งหมด คิดเป็น 4 คะแนน 3.2.2 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่าระหว่างร้อยละ 5 ถึง 10 ของความถี่คำตอบทั้งหมดคิดเป็น 2 คะแนน 3.2.3 ความถี่ของคำตอบที่ได้ มีค่ามากกว่าร้อยละ 10 ของความถี่คำตอบทั้งหมด คิดเป็น 0 คะแนน
ข้อที่ 7 ทดสอบความสารถในการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์เชิงสร้างสรรค์ วัดความคิดยืดหยุ่นและความคิดริเริ่ม ข้อ 7. จงออกแบบเครื่องบรรจุแอปเปิ้ล 1 เครื่อง โดยวาดรูปพร้อมระบุชื่อและหน้าที่ของแต่ละส่วนของเครื่อง	ให้นับจำนวนหน้าที่ของเครื่องแต่ละส่วนที่ไม่ซ้ำและให้คะแนนหน้าที่ละ 3 คะแนน

ที่มา : (Hu and Adey. 2002 : 389 - 403)

จากการศึกษาแนวทางการวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ข้างต้น พบว่ามีแนวทางการวัดและประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่คล้ายคลึงกัน คือ การวัดความคิดคล่อง การวัดความคิดยืดหยุ่น และการวัดความคิดริเริ่ม ส่วนที่แตกต่างกันคือ ข้อคำถามสามารถวัดและประเมินผลได้มากกว่า 1 องค์ประกอบในข้อคำถามเดียวกัน หรือประเมินแต่ละองค์ประกอบในแต่ละข้อคำถาม จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมานั้นผู้วิจัยได้เลือกสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ ลักษณะข้อคำถามวัดความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่มเช่นเดียวกัน เกณฑ์การให้คะแนนใช้เกณฑ์การให้คะแนนของทอแรนซ์ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง จำนวนของความคิดริเริ่มที่สามารถสร้างขึ้นได้ ให้คะแนนจากจำนวนคำตอบทั้งหมดที่สอดคล้องกับข้อคำถามและคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน ภายในเวลาที่กำหนด โดยจะได้คำตอบละ 1 คะแนน โดยทีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

1.1 ได้ 4 คะแนน ระดับดีมาก จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 5 คำตอบขึ้นไป ภายในเวลาที่กำหนด เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ประกอบ ชัดเจน สมบูรณ์

1.2 ได้ 3 คะแนน ระดับดี จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 3 - 4 คำตอบ ภายในเวลาที่กำหนด เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ ชัดเจนในบางประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์

1.3 ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้ จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 2 คำตอบ ภายในเวลาที่กำหนด เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ ชัดเจนในบางประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์

1.4 ได้ 1 คะแนน ระดับควรปรับปรุง จำนวนคำตอบที่สอดคล้อง 1 คำตอบ ภายในเวลาที่กำหนด เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ ชัดเจนในบางประเด็น แต่ไม่สมบูรณ์

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับเปลี่ยนทิศทางเพื่อไม่ให้ยึดติดกับวิธีการเดิม ๆ หลังจากรู้ว่าวิธีการนั้น ๆ ไม่มีประสิทธิภาพ ให้คะแนนจากจำนวนกลุ่มของคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามและมีแนวทางเดียวกัน

2.1 ได้ 4 คะแนน ระดับดีมาก จำนวนกลุ่มคำตอบ 6 กลุ่มขึ้นไป เขียนรายละเอียดชัดเจน มีการดัดแปลงความรู้เดิมให้เกิดประโยชน์ เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ประกอบ ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนอื่น

2.2 ได้ 3 คะแนน ระดับดี จำนวนกลุ่มคำตอบ 4 - 5 กลุ่ม มีการดัดแปลงความรู้เดิมให้เกิดประโยชน์โดยเกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ประกอบ ความคิดแปลกใหม่

2.3 ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้จำนวนกลุ่มคำตอบ 2 - 3 กลุ่ม มีการดัดแปลงความรู้เดิมให้เกิดประโยชน์ เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ประกอบ แต่ซ้ำกับคนอื่น

2.4 ได้ 1 คะแนน ระดับควรปรับปรุงจำนวนกลุ่มคำตอบ 1 กลุ่ม ไม่มีการดัดแปลงความรู้เดิมให้เกิดประโยชน์ ไม่มีเกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ประกอบ ไม่มีความคิดแปลกใหม่ซ้ำกับคนอื่น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง การตีความในเชิงสถิติ กล่าวคือ ความคิดที่ไม่เหมือนใครซึ่งเกิดขึ้นเป็นบางโอกาสเท่านั้นในสัดส่วนประชากร จึงจะถือว่าเป็นความคิดริเริ่ม ให้คะแนนจากการพิจารณาคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามและมีความแตกต่างจากคำตอบของนักเรียนทั้งห้อง

3.1 ได้ 4 คะแนน ระดับดีมาก คำตอบที่มีผู้ตอบ 1 คน มีรายละเอียดเกี่ยวข้องกับมีการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ เหมาะสม ชัดเจน มีแนวความคิดแตกต่างจากความคิดของผู้อื่นและแปลกใหม่

3.2 ได้ 3 คะแนน ระดับดี คำตอบที่มีผู้ตอบ 2 - 3 คน มีรายละเอียดเกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ มีแนวความคิดแตกต่างจากความคิดของผู้อื่นแต่ไม่แปลกใหม่

3.3 ได้ 2 คะแนน ระดับพอใช้ คำตอบที่มีผู้ตอบ 4 - 6 คน มีรายละเอียดเกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ มีแนวความคิดคล้ายกับแนวความคิดของผู้อื่นบ้าง แต่ไม่แปลกใหม่

3.4 ได้ 1 คะแนน ระดับควรปรับปรุง คำตอบที่มีผู้ตอบตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป มีรายละเอียดโดยไม่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคนิคทักษะการผลิต การอธิบายหลักการความรู้ ปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ มีแนวความคิดคล้ายกับแนวความคิดของผู้อื่นบ้าง แต่ไม่แปลกใหม่

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบจำนวนข้อคำถาม 12 ข้อ เพื่อให้คำถามแต่ละข้อใช้ในการวัดลักษณะความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม ได้ชัดเจน ข้อที่ 1 - 4 วัดความคิดคล่อง ข้อ 5 - 8 วัดความคิดยืดหยุ่น และข้อ 9 - 12 วัดความคิดริเริ่ม ดังภาคผนวก ค

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542 : 295) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ว่า พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งจากที่ไม่เคยกระทำได้ หรือกระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอน ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ศิริชัย กาญจนวสี (2552 : 166) ได้นิยามว่า ผลสัมฤทธิ์ (Achievement) เป็นผลการเรียนรู้ตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า อันเกิดจากกระบวนการเรียนการสอนในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมา แบบทดสอบจึงเป็นแบบสอบที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูได้จัดขึ้นเพื่อการเรียนรู้นั้น สิ่งที่มุ่งวัดเป็นสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ซึ่งอาจเป็นความรู้หรือทักษะบางอย่าง อันบ่งบอกถึงสถานภาพของการเรียนรู้ที่ผ่านมา หรือสภาพการเรียนรู้ที่บุคคลนั้นได้รับจุดมุ่งหมายด้านพุทธิพิสัยของ Bloom

พนิดา เอี่ยมนูญ (2553 : 29) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ในการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ได้เรียนมาแล้ว และวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ฮันเซน และพอส์ทเลนเวท (Husen and Postlethwaite. 1985 : 35; อ้างถึงใน พนิดา เอี่ยมนูญ. 2553 : 29) ให้ความเห็นว่า ผลสัมฤทธิ์เป็นคำที่มีความหมายกว้างขวาง ซึ่งพอจะประมวลได้ว่าเป็นผลสะท้อน ของความรอบรู้และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดระหว่างที่ความรู้และทักษะกำลังพัฒนา

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังกล่าว สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ในงานวิจัยครั้งนี้หมายถึง คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หลักการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทางด้านความรู้ด้านวิชาการตามหลักการบลูม (Bloom. 1956 : 201) มีลำดับขั้น 6 ขั้น ซึ่งสามารถอธิบายดังนี้

1. ความรู้ความจำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้แสดงรายการได้ บอกได้ ระบุได้ บอกชื่อได้ของข้อมูลหรือข้อสนเทศ

2. ความเข้าใจ (Understanding) หมายถึงมีความเข้าใจในการแปรความหมาย และสามารถอธิบายได้ เช่น สรุป อ้างอิง

3. การประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ แก้ปัญหากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง

4. วิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกแนวคิดหลักที่ซับซ้อนออกเป็นส่วน ๆ ให้เข้าใจง่าย เช่น เปรียบเทียบ อธิบายลักษณะ การจัดการ

5. ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบ วิจารณ์ ตัดสินใจเลือก

6. คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผนผลิต

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

คอปเฟอร์ (Klopfer. 1971 : 574 - 580; อ้างถึงใน ภพ เลาหไพบูลย์. 2542 : 295 - 304) ได้กล่าวถึง การประเมินผลการเรียนด้านสติปัญญา หรือความรู้ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็น 4 พฤติกรรม ดังนี้

1. ความรู้ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ประทุม อัตชู (2547 : 3) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนรู้ด้านความรู้ให้ครอบคลุมทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นั้น จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดอกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ด้านความรู้ - ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกสิ่งที่เคยเรียนมาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ และทฤษฎี

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย จำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่ โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบ หรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม

3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิด และการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมอง

จากการศึกษาการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ทางด้านความรู้ด้านวิชาการพบว่า มีการวัดโดยทั่วไปที่คล้ายคลึงกันของนักวิชาการหลายท่านคือ การวัด ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำความรู้ไปใช้ ในงานวิจัยครั้งนี้จัดทำแบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ทางด้านความรู้ด้านวิชาการตามหลักการบลูม (Bloom. 1956 : 201) จำแนกการวัดผลสัมฤทธิ์ 6 ระดับ ที่ปรับปรุงใหม่ ได้แก่ 1) ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมินค่า และ 6) คิดสร้างสรรค์

คุณลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จำนง พรายแย้มแข (2531 : 29 - 30) และพวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2538 : 41 - 45) ได้สรุปว่า แบบทดสอบ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรประกอบด้วยลักษณะสำคัญต่อไปนี้

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เขาต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ตรงตามจุดมุ่งหมาย สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาและครอบคลุมพฤติกรรม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตรงตามที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในเนื้อหาแต่ละหน่วยได้อย่างครบถ้วน

2. มีความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถให้ผลคงที่ไม่ว่าจะนำไปสอบวัดกี่ครั้งก็ตาม

3. มีความเป็นปรนัย (Objectivity) คือ มีคุณสมบัติ 3 ประการ ต่อไปนี้

3.1 คำถามมีความชัดเจนเข้าใจตรงกัน

3.2 ต้องตรวจให้คะแนนตรงกัน คือ มีมาตรฐานการให้คะแนนชัดเจน ทำให้ผู้ตรวจไม่ว่าใครก็ตามตรวจให้คะแนนตรงกัน

3.3 การแปลความหมายแบบตรงกัน กล่าวคือ คะแนนที่ได้บอกสถานภาพของผู้สอบได้ตรงกัน

3.4 มีความลึก (Searching) หมายถึง คำถามจะไม่ถามแต่เพียงความรู้ความจำตามตำราหรือถามที่ครูสอน แต่ต้องให้นักเรียนนำความรู้ไปวิเคราะห์ วิจารณ์ และใช้ในสถานการณ์จริง ๆ

3.5 มีความยุติธรรม (Faimess) หมายถึง ข้อคำถามของข้อสอบนั้น จะต้องไม่มีช่องทางแนะให้นักเรียนฉลาดใช้ไหวพริบในการเดาได้ถูก และไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกียจคร้านตอบได้ นั่นคือ ข้อสอบต้องครอบคลุมทั้งเนื้อหาวิชา และสมรรถภาพสมอง

3.6 มีลักษณะกระตุ้นเป็นแบบอย่างที่ดี (Exemplary) หมายถึง ข้อสอบต้องประกอบด้วยคำถามที่จะสร้างเป็นแบบอย่างที่ดีให้แก่นักเรียน ไม่ควรถามสิ่งที่เป็นตัวอย่างที่ไม่เหมาะสมไม่ควรปฏิบัติ

3.7 มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ข้อสอบนั้นสามารถแยกนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนออกจากกันได้จริง

3.8 มีความยาก (Diffculty) พอเหมาะ คือ ข้อสอบนั้นจะต้องไม่ยากเกินไปและง่ายเกินไปผลการทดสอบโดยเฉลี่ยควรเท่ากับหรือสูงกว่า 50 ของคะแนนเต็มเล็กน้อย

3.9 มีลักษณะเฉพาะเจาะจง (Definite) คือ ตั้งคำถามและคำตอบที่มุ่งถามเรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างชัดเจน ไม่กำกวม ไม่ถามแบบครอบจักรวาล

3.10 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ สามารถให้คะแนนเที่ยงตรง และเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลาที่สอบน้อยที่สุด ใช้แรงงาน และเงินทุนน้อยที่สุดด้วย

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมทุก ๆ ด้านทั้ง ความรู้ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และการประเมินค่า ซึ่งการวัดแบ่งตามจุดมุ่งหมายและเนื้อหาวิชาได้ 2 ลักษณะ คือ วัดการปฏิบัติและวัดด้านเนื้อหา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ชวาล แพรัตกุล (2540 : 123 - 136) กล่าวถึง แบบทดสอบที่ดีไว้ 10 ประการ คือ

1. ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่จะทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ เป็นแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง และเป็นแบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง

2. ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะนำให้นักเรียนเดาคำตอบได้ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนเกียจคร้านทำข้อสอบได้ดี

3. ต้องถามลึก (Searching) คือ วัดความลึกซึ้งของวิทยาการตามแนวดิ่งมากกว่าที่จะวัดตามแนวกว้างว่ารู้มากเท่าไร

4. ต้องยั่วยุเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คือ คำถามมีลักษณะท้าทาย ชักชวนให้คิด นักเรียนสอบแล้วมีความอยากรู้เรื่องราวให้กว้างขึ้น

5. ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) คือ เมื่อนักเรียนอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าครูถามถึงอะไร หรือให้คิดอะไรไม่ถามคลุมเครือ

6. ต้องเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการ คือ

6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำถาม

6.2 แจ่มชัดในวิธีตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน

6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของคะแนน

7. ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือ สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงานและเงินที่น้อยที่สุด

8. ต้องยากพอเหมาะ (Difficulty)

9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ สามารถแยกนักเรียนออกเป็นประเภท ๆ ได้ทุกระดับตั้งแต่อ่อนสุดจนถึงเก่งสุด

10. ต้องเชื่อถือได้ (Reliability) คือ ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอนไม่แปรผัน

บุญเลี้ยง ทุมทอง (2555 : 228) กล่าวไว้คุณภาพของเครื่องมือวิจัย พิจารณาได้จากคุณลักษณะดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1. ความตรง (Validity)

2. ความเที่ยง (Reliability)

3. ความยากง่ายและอำนาจจำแนก (Difficulty and Discrimination)

4. ความเป็นปรนัย (Objectivity)

5. ความไว (Sensitivity)

6. ความเป็นมิติเดียว (Uni dimensionality)

7. ความง่ายในการใช้ (Simplicity)

จากลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีต้องวัดผลได้ถูกต้องตรงกับจุดมุงหมายมีความเที่ยงตรงในการใช้คำถามชัดเจนครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ สามารถแยกแยะความสามารถของนักเรียนได้ และมีความยากง่ายพอเหมาะ ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choices) มี 4 ตัวเลือก การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือดำเนินการได้ 2 ลักษณะ คือ การตรวจสอบก่อนนำไปใช้ทดลอง (Try Out) และการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นหลังจากการนำไปทดลองใช้ ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัยจะตรวจสอบคุณภาพในเรื่องต่อไปนี้

1. ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
2. ความเที่ยง (Validity)
3. ความเชื่อมั่น (Reliability)
4. อำนาจจำแนก (Discriminant)
5. ความยาก (Difficulty)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยต่างประเทศ

แคทลีน (Catherine. 2012 : 30 - 39) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์แบบสะเต็มศึกษากับโรงเรียนที่ทำการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์แบบทั่วไปในสหรัฐอเมริกา ศึกษาโดยการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ และบันทึกผล จากแบบทดสอบมาตรฐานแห่งชาติ การสัมภาษณ์ พบว่า โรงเรียนที่ได้รับการสอนแบบสะเต็มศึกษา แม้จะมีลักษณะการสอนที่หลากหลายรูปแบบแตกต่างกัน แต่ก็มุ่งเน้น เนื้อหาและการนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าโรงเรียนที่ไม่ได้รับการสอนแบบ STEM

แฮน และคณะ (Han and et al. 2014 : 1089 - 1113) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ว่าส่งผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไร โดยตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัย โรงเรียนแต่ละแห่งมีการใช้การบูรณาการสะเต็มผ่านการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมาก่อนหน้านี้และมีการปรับปรุงทุก ๆ 6 เดือนตลอดระยะเวลา 3 ปี อีกทั้งครูผู้สอนยังได้เข้าร่วมรับการพัฒนาสู่การเป็นครูมืออาชีพทางด้านสะเต็มอีกด้วย ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มร่วมกับ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น และมีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงสุดในกลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ และยังส่งผลให้ช่วยลดช่องว่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกด้วย

เอิร์นโดแกน และคณะ (Erdogan and et al. 2016 : 2139 - 2154) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ว่าส่งผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอย่างไร กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนจำนวน 565 คน จากโรงเรียนมัธยม 3 โรงเรียนในภาคตะวันตกเฉียงใต้ของสหรัฐฯ โดยโรงเรียนแรกมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ร่วมกับสะเต็มศึกษาอย่างเข้มข้นโรงเรียนที่สองมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง และโรงเรียนที่สามแทบจะไม่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับสะเต็มศึกษาเลย ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนแรกแตกต่างจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนโรงเรียนที่สองและสามอย่างมีนัยสำคัญ

งานวิจัยในประเทศ

เรวดี รัตนวิจิตร (2555 : 58) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ รายวิชาคอมพิวเตอร์กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ราวรรณ์ ทิลานันท์ (2558 : 1) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ศรายุทธ ชาญนคร และคณะ (2558 : 1871) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศ ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นจาก 66.97 เป็น 111.5

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม, กัญญารัตน์ โคจร (2559 : 464) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานนักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ตามเป้าหมายที่กำหนด

ประกายฉัตร ขวัญแก้ว, พัชรา วาณิชวศิน, สูติเทพ ศิริพิพัฒนกุล (2559 : 1 - 6) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน Project-based Learning (PjBL) ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาการเลขานุการพบว่า คุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง หลังจากได้รับการพัฒนา คุณลักษณะความคิดสร้างสรรค์ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เกิดการพัฒนาทางด้านความคิด สร้างสรรค์ จากการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

น้ำเพชร กะการดี (2560 : 58) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อาทิตยา ภูมิคอนสาร, กมล พลคำ, นุกูล กุดแถลง (2560 : 857 - 863) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ (E1/E2) มีค่าเท่ากับ 77.98/76.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 75/75 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องเสียงกับการได้ยิน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 75 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เสียงกับการได้ยิน มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี

ภานุวัฒน์ พันชนกกุล (2561 : 91) ได้ศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณภาพและมีความคิดสร้างสรรค์ที่ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

อนัญลักษณ์ ลีละศรชัย, ชำนาญ ปาณาวงษ์ และวารีรัตน์ แก้วอุไร (2561 : 165 - 181) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และสะเต็มศึกษา ซึ่งมีพื้นฐานเกี่ยวข้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าลงมือปฏิบัติตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตนเอง ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ที่คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือ การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานยังเป็นการพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ในหลักการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ ทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งตรงกับแนวทางของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงานการบูรณาการสะเต็มศึกษากับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการบูรณาการสะเต็มศึกษาทั้ง 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์กับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสร้างการมีส่วนร่วม ในการแก้ไขปัญหาที่แท้จริง นักเรียนเรียนรู้ที่จะสะท้อนถึงการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา สนับสนุนสร้างการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental Research) โดยมีขั้นตอนและรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสในเขตพื้นที่อำเภอเมืองจันทบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - stage Random Sampling) ซึ่งดำเนินการดังนี้ ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียน ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ขั้นที่ 2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างนักเรียนใช้การสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากห้องเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม.1/1 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ส่วนนักเรียนห้อง ม.1/2 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานใกล้เคียงกัน

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 2 รูปแบบ ดังนี้

1.1 แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

1.2 แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเขียนตอบ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบโครงงานเป็นฐาน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ

ขั้นที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล

2. ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียน ตัวชี้วัด ช่วงชั้นที่ 2 (ม.1 - ม.3) มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หน่วย พลังงานความร้อน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ช่วงชั้นที่ 2 มาตรฐานรายวิชาคำอธิบายรายวิชา เนื้อหาและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยผู้วิจัยโดยผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างของแผนหน่วยการจัดการเรียนรู้ดังตาราง 3

ตาราง 3 โครงสร้างแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เกณฑ์การประเมิน	ชื่อหน่วย	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
ว 2.3, ม.1/1 - ม.1/4	ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสาร ระดับอุณหภูมิเป็นปริมาณที่บอกถึงระดับความร้อนของวัตถุ ระดับความร้อนในเนื้อวัตถุเรียกว่าอุณหภูมิสามารถวัดได้โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์	- เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนอาจทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ เปลี่ยนสถานะหรือเปลี่ยนรูปร่าง - ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ ขึ้นกับมวล ความร้อนจำเพาะและอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป - ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นกับมวลและความร้อนแฝงจำเพาะ โดยขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง	- ผลงานสิ่งประดิษฐ์จากการนำความรู้เรื่องการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน	- แบบประเมินชิ้นงาน	ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสสาร	9

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เกณฑ์การประเมิน	ชื่อหน่วย	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
ว 2.3, ม.1/1-ม.1/4	เมื่อวัตถุได้รับความร้อนทำให้สสารขยายตัวเนื่องจากอนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น แต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว	- ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้ อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัว และขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนแต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลงทำให้เกิดการหดตัว - ความรู้เรื่องการหดและขยายตัวของสสาร เนื่องจากความร้อนนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างถนน การสร้างรางรถไฟ การทำเทอร์มอมิเตอร์				

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เกณฑ์การประเมิน	ชื่อหน่วย	เวลาเรียน (ชั่วโมง)
ว 2.3, ม.1/5 - ม.1/7	ความร้อนสามารถถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้โดยการนำ การพา และการแผ่รังสี พลังงานความร้อนมีการถ่ายเทจากอุณหภูมิสูงไปอุณหภูมิต่ำจนกระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่าสมดุลความร้อน	- ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่าสมดุลความร้อน - เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไป ตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน	- ทำภาชนะบรรจุอาหารเพื่อเก็บความร้อนหรือภาชนะเก็บรักษาความเย็น	- แบบประเมินชิ้นงาน	การถ่ายโอนพลังงานความร้อน	11

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เกณฑ์การประเมิน	ชื่อหน่วย	เวลาเรียน
ว 2.3, ม.1/5 - ม.1/7		- การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอน ความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่ตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง				

ตาราง 3 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	สาระการเรียนรู้	ชิ้นงาน/ภาระงาน	เกณฑ์การประเมิน	ชื่อหน่วย	เวลาเรียน
ว 2.3, ม.1/5 - ม.1/7		- ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารเพื่อเก็บความร้อน หรือการออกแบบระบบระบายความร้อนในอาคาร				

3. สร้างแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ เวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 6 ขั้นตอน ชิ้นงาน สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

4. นำแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมแล้วนำไปปรับปรุงก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความเหมาะสมของหน่วยการจัดการเรียนรู้ ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ท (Likert Scale) (วิเชียร เกตุสิงห์. 2538 : 8 - 11) ดังนี้

5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อยที่สุด

วิเคราะห์ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน แล้วเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพ ตามคะแนนเฉลี่ย ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์คุณภาพความเหมาะสมที่ยอมรับว่าแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งจากผลการประเมินพบว่าแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 มีคุณภาพความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจวิธีการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาขั้นตอน 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกสาระการเรียนรู้หลัก

ขั้นที่ 2 เชื่อมโยงปัญหาในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 3 เลือกสาระการเรียนรู้รองที่สนับสนุนสาระการเรียนรู้หลัก

ขั้นที่ 4 จัดการเรียนรู้ตามสาระการเรียนรู้ที่เลือกไว้ทั้งหมด

ขั้นที่ 5 สนับสนุนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม

ขั้นที่ 6 แก้ไข/ปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบ

ขั้นที่ 7 ประเมินชิ้นงานการออกแบบ

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงานชิ้นที่สมบูรณ์

2. ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2560 : 1 - 119) และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานของโรงเรียน ตัวชี้วัด ช่วงชั้นที่ 2 (ม.1 - ม.3) มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ หน่วย พลังงานความร้อน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ช่วงชั้นที่ 2 มาตรฐานรายวิชาคำอธิบายรายวิชา เนื้อหาและตัวชี้วัดที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้างของแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 3

3. สร้างแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 2 หน่วย เวลา 20 ชั่วโมง ซึ่งแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา 8 ขั้นตอน ชิ้นงาน สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

4. นำแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมแล้วนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

5. นำแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจพิจารณาความเหมาะสมของหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคิร์ท (Likert Scale) (วิเชียร เกตุสิงห์. 2538 : 8 - 11) ดังนี้

5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อยที่สุด

วิเคราะห์ผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่าน แล้วเทียบกับเกณฑ์ระดับคุณภาพตามคะแนนเฉลี่ยดังนี้ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยกำหนดให้คะแนนเฉลี่ย 3.51 ขึ้นไป เป็นเกณฑ์คุณภาพความเหมาะสมที่ยอมรับว่าแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งจากผลการประเมินพบว่า แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.66 มีคุณภาพความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเขียนตอบ

การหาคุณภาพเครื่องมือของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเขียนตอบ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ลักษณะเขียนตอบที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีจำนวน 2 ชุด ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบทั้งสองฉบับเป็นแบบวัดคู่ขนานมีขั้นตอนการสร้างแบบวัดดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อตามแนวคิดของทอแรนซ์ และการสร้างแบบทดสอบตามแนวคิดของฮู และอเดย์ (Hu and Adey. 2002 : 389 - 403) ที่ประกอบด้วยคำถาม 12 ข้อ ซึ่งเป็นเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบและกำหนดตัวชี้วัดพฤติกรรม ได้ตัวชี้วัดของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ดังตาราง 4

ตาราง 4 ตารางแสดงองค์ประกอบและตัวชี้วัดพฤติกรรมของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ตัวชี้วัดพฤติกรรม
1. ความคิดคล่อง	ความสามารถในการคิดคำตอบที่สอดคล้องกับสถานการณ์ได้จำนวนมากในเวลาที่จำกัด
2. ความคิดยืดหยุ่น	ความสามารถในการคิดคำตอบที่มีความหลากหลายของหมวดหมู่หรือมีหลายแนวทางและสอดคล้องกับสถานการณ์
3. ความคิดริเริ่ม	ความสามารถในการคิดคำตอบที่แปลกใหม่ มีความโดเด่นและสอดคล้องกับสถานการณ์

2. สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดพฤติกรรม โดยเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย มีข้อคำถามจำนวน 12 ข้อ ในเวลา 60 นาที ได้แก่ ใช้วัดความคิดคล่อง จำนวน 4 ข้อ (ข้อ 1 - 4) วัดความคิดยืดหยุ่น จำนวน 3 ข้อ (ข้อ 5 - 8) และวัดความคิดริเริ่ม 3 ข้อ (ข้อ 9 - 12)

3. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รวมทั้งเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความสอดคล้อง ความถูกต้อง ความเหมาะสมของข้อคำถาม ตัวชี้วัดพฤติกรรมและการใช้ภาษา

4. สร้างเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับการตรวจคำตอบของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวทางของฮูและอเดย์ (Hu and Adey. 2002 : 389 - 403) และทอแรนซ์ (Torrance. 1992 : 10 - 14) ดังตาราง 5

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับ
ความคิดคล่อง จำนวน 4 ข้อ (ข้อ 1 - 4)	4 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวม 16 คะแนน	ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามและเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน กำหนดเวลาข้อละ 3 นาที มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้	
		1. คำตอบ 5 คำตอบขึ้นไป ได้ 4 คะแนน	ดีมาก
		2. คำตอบ 3 - 4 คำตอบ ได้ 3 คะแนน	ดี

ตาราง 5 (ต่อ)

องค์ประกอบ	คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	ระดับ
		3. คำตอบ 2 คำตอบ ได้ 2 คะแนน	พอใช้
		4. คำตอบ 1 คำตอบ ได้ 1 คะแนน	ควรปรับปรุง
ความคิด	4 ข้อ	ให้คะแนนกลุ่มของคำตอบที่สอดคล้อง	
ยืดหยุ่น	ข้อละ 4 คะแนน	กับข้อคำถามและมีแนวทางเดียวกัน	
จำนวน 4 ข้อ	รวม 16 คะแนน	มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้	
(ข้อ 5 - 8)		1. กลุ่มคำตอบ 6 กลุ่มขึ้นไปได้ 4 คะแนน	ดีมาก
		2. กลุ่มคำตอบ 4 - 5 กลุ่มขึ้นไป	
		ได้ 3 คะแนน	ดี
		3. กลุ่มคำตอบ 2 - 3 กลุ่มขึ้นไป ได้ 2 คะแนน	พอใช้
		4. กลุ่มคำตอบ 1 กลุ่ม ได้ 1 คะแนน	ควรปรับปรุง
ความคิดริเริ่ม	4 ข้อ	ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับ	
จำนวน 4 ข้อ	ข้อละ 4 คะแนน	ข้อคำถามและมีความแตกต่างจาก	
(ข้อ 9 - 12)	รวม 16 คะแนน	คำตอบทั่วไปของนักเรียนทั้งห้อง	
		มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้	
		1. คำตอบที่มีผู้ตอบ 1 คน ได้ 4 คะแนน	ดีมาก
		2. คำตอบที่มีผู้ตอบ 2 - 3 คน ได้ 3 คะแนน	ดี
		3. คำตอบที่มีผู้ตอบ 4 - 6 คน ได้ 2 คะแนน	พอใช้
		4. คำตอบที่มีผู้ตอบตั้งแต่ 7 คนขึ้นไป	
		ได้ 1 คะแนน	ควรปรับปรุง
รวมทั้งฉบับ	48		

5. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รวมทั้งเกณฑ์การประเมินที่สร้างขึ้นที่ผ่านการตรวจจากอาจารย์ที่ปรึกษาและทำการแก้ไขแล้วไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย ศึกษานิเทศก์จำนวน 2 ท่าน ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสอนวิทยาศาสตร์จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รองผู้อำนวยการโรงเรียนวิทยฐานะเชี่ยวชาญ และครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (รายนามปรากฏดังภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความตรง (IOC) ของข้อคำถามต่อความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

บันทึกผลการพิจารณาลงความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อแล้วหาคะแนนผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547 : 69) คัดเลือกข้อคำถามที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้อง จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์ (IOC) มีค่า 0.83

6. จัดทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์จากการนำข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 5 ท่านมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนน

7. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (α - Coefficient) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 117) จากการวิเคราะห์พบว่า สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach 's Alpha Coefficent) มีค่า 0.90

8. นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่คุณภาพแล้วไปใช้เพื่อเก็บข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อไป

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัว เลือก จากเอกสารและหนังสือที่เกี่ยวข้องกับการวัดและประเมินผลในวิชาวิทยาศาสตร์

2. ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์เนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3. ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบ จากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของชวาล แพรัตกุล (2540 : 16 - 19) การวัดและการประเมินผลของบุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2535 : 16 - 19) และศึกษาการวิเคราะห์ข้อสอบจากหนังสือวิเคราะห์ข้อสอบ ของวินัย รังสินันท์ (2544 : 47 - 73)

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยสร้างเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ยึดตามตัวชี้วัดให้ครอบคลุมเนื้อหา จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำมาคัดเลือกโดยขั้นตอนการพิจารณาความถูกต้องตามหลักวิชาและความเหมาะสมจากดุลยพินิจของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อทำการปรับปรุงและแก้ไขโดยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและวัดผลกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์กับข้อสอบแต่ละข้อ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลทางการศึกษา ได้พิจารณาวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่โดยใช้วิธีของโรวิเนลลี

(Rovinelli) และแฮมเบิลตัน (Hambleton) บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547 : 69) กำหนดคะแนนความคิดเห็นดังนี้

+1 = แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

0 = ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ข้อนั้น

-1 = แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

5. บันทึกผลการพิจารณาลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในแต่ละข้อแล้วหาคะแนนผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดเป็นรายข้อ โดยใช้สูตรของบุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์ (2547 : 69) คัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 - 1.00 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้อง จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์ (IOC) มีค่า 0.90 แสดงว่า มีความเที่ยงตรงตามตัวชี้วัดสามารถนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

6. นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ของข้อทดสอบเป็นรายข้อ โดยนำคะแนนมาจัดลำดับจากมากไปน้อย แล้ววิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก โดยพิจารณาข้อทดสอบที่มีความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ 0.20 ขึ้นไป เลือกข้อทดสอบ จำนวน 20 ข้อจัดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่า ความยากง่าย อยู่ที่ 0.30 - 0.43 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.63 นำไปหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

7. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 ฉบับ จำนวน 20 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น (r_u) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของคูเดอร์ -ริชาร์ดสัน 20 (KR - 20) (Kuder & Richardson) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 103) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งฉบับ มีค่า 0.75

8. จัดพิมพ์และทำสำเนาข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพมาแล้วเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental Research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest Posttest Design โดยมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1 เป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และกลุ่มทดลอง 2 เป็นกลุ่ม

ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยแบบสองกลุ่มมีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (Two Group Pretest Posttest Design) ซึ่งมีรูปแบบดังภาพประกอบ 3 (มนตรี อนันตรักษ์ และคณะ. 2546 : 127)

กลุ่มทดลอง	ก่อนทดลอง	ทดลอง	หลังทดลอง
Gr1	O1	T1	O2
Gr2	O1	T2	O2

ภาพประกอบ 3 รูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest - Posttest Design

Gr1 แทน กลุ่มทดลอง 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

Gr2 แทน กลุ่มทดลอง 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

O1 แทน การวัดตัวแปรตามก่อนการทดลอง ได้แก่ ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

O2 แทน การวัดตัวแปรตามหลังการทดลอง ได้แก่ ด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

T1 แทน การดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

T2 แทน การดำเนินการทดลองจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองตามแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

1.1 ขั้นชี้แจงนักเรียนก่อนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แนะนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งชี้แจงจุดประสงค์ การเก็บคะแนน และเงื่อนไขในการเรียนให้กลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 ทราบ

1.2 ดำเนินการเก็บรวมรวบข้อมูลก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 โดยการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยเครื่องมือ 1 ชุด คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน โดยใช้เวลา 60 นาที และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และใช้แผนหน่วยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทั้งสองกลุ่มทดลองใช้จำนวนแผนหน่วย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากันคือ จำนวน 2 หน่วยการเรียนรู้ และใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง ดังตาราง 6

ตาราง 6 ตารางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ชั่วโมง	กลุ่มโครงงานเป็นฐาน		ชั่วโมง	กลุ่มโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	
	ว/ด/ป	เวลา		ว/ด/ป	เวลา
1	19 สิงหาคม 2562	08.30 - 09.30	1	19 สิงหาคม 2562	09.30 - 10.30
2 - 3	20 สิงหาคม 2562	08.30 - 10.30	2 - 3	21 สิงหาคม 2562	08.30 - 10.30
4	26 สิงหาคม 2562	09.30 - 10.30	4	26 สิงหาคม 2562	08.30 - 09.30
5 - 6	27 สิงหาคม 2562	08.30 - 10.30	5 - 6	28 สิงหาคม 2562	08.30 - 10.30
7	2 กันยายน 2562	08.30 - 09.30	7	2 กันยายน 2562	09.30 - 10.30
8 - 9	3 กันยายน 2562	08.30 - 10.30	8-9	4 กันยายน 2562	08.30 - 10.30
10	9 กันยายน 2562	09.30 - 10.30	10	9 กันยายน 2562	08.30 - 09.30
11 - 12	10 กันยายน 2562	08.30 - 10.30	11-12	11 กันยายน 2562	08.30 - 10.30
13	16 กันยายน 2562	08.30 - 09.30	13	16 กันยายน 2562	09.30 - 10.30
14 - 15	17 กันยายน 2562	08.30 - 10.30	14 - 15	18 กันยายน 2562	08.30 - 10.30
16	23 กันยายน 2562	09.30 - 10.30	16	23 กันยายน 2562	08.30 - 09.30
17 - 18	24 กันยายน 2562	08.30 - 10.30	17 - 18	25 กันยายน 2562	08.30 - 10.30
19	30 กันยายน 2562	08.30 - 09.30	19	30 กันยายน 2562	09.30 - 10.30
20	1 ตุลาคม 2562	09.30 - 10.30	20	2 ตุลาคม 2562	08.30 - 09.30

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนหน่วยการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังสอน จากเครื่องมือ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบคู่ขนาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน อย่างละ 60 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแต่ละประเภทมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติมีรายละเอียดดังนี้

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t - test for Dependent Samples)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t - test for Dependent Samples)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยการทดสอบค่าที แบบเป็นอิสระจากกัน (t - test for Independent Samples)

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยการทดสอบ ค่าที แบบเป็นอิสระจากกัน (t - test for Independent Samples)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน

1. ค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร (บุญเลี้ยง ทุมทอง. 2555 : 281)

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

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล

n แทน จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

เมื่อ S.D. แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X แทน ค่าของคะแนนที่นำมาคำนวณค่าเฉลี่ย

$\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

3. หาค่าร้อยละ โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 122)

$$P = \frac{f \times 100}{n}$$

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ

f แทน ค่าความถี่ที่ต้องการแปลให้เป็นร้อยละ

n แทน ค่าจำนวนความถี่ทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

4. หาค่าอำนาจจำแนก (t) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีการแจกแจง (T - distribution) โดยใช้สูตรของเอ็ดวาร์ด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 : 132)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

เมื่อ t แทน ค่าที่ใช้พิจารณาของการแจกแจงแบบที

$\bar{X}_1$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มสูง

S_2^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในแต่ละกลุ่มซึ่งเท่ากัน

5. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบัค (α - Coefficient) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 117)

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

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น

k แทน จำนวนข้อของเครื่องมือวัด

S_i^2 แทน ผลรวมของความแปรปรวนของแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม

สถิติตรวจสอบสมมติฐาน

1. โดยใช้สถิติคำนวณค่าที (Dependent Sample t - test) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่อิสระต่อกัน สูตร นักเรียนกลุ่มเดียวกันแต่มีการทดสอบ ก่อนทดลอง ทดสอบหลังทดลอง t - test (Dependent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 133)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤต เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\sum D$ แทน ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มทดลองทั้งหมด

2. โดยใช้สถิติคำนวณค่าที (Independent Sample t - test) สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่อิสระต่อกัน สูตร t - test (Independent Samples) (บุญชม ศรีสะอาด. 2560 : 137)

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\left(\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\right)\left(\frac{n_1-n_2}{n_1 n_2}\right)}}$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ t เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\overline{X}_1$, $\overline{X}_2$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

S_1^2 , S_2^2 แทน ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

n_1 ,n_2 แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\overline{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนยกกำลังสอง
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน
p	แทน	ความน่าจะเป็นทางสถิติ
* *	แทน	มีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอเสนอเป็นตอน ๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานแล แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 4 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตาราง 7 แสดงการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	30	27.50	1.907	29	25.410	.000**
หลังเรียน	30	42.57	2.192			

**p< .01

จากตาราง 7 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 27.50 และหลังเรียนเท่ากับ 42.57 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตอนที่ 2 วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตาราง 8 แสดงการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	p
ก่อนเรียน	30	27.57	2.029	29	23.098	.000**
หลังเรียน	30	42.70	2.246			

**p< .01

จากตาราง 8 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 27.57 และหลังเรียนเท่ากับ 42.70 แสดงว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตอนที่ 3 วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตาราง 9 แสดงการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมแบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	p
แบบโครงงานเป็นฐาน	30	42.57	2.19	58	.233	.817
แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	30	42.70	2.25			

จากตาราง 9 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 42.57 และ 42.70 ตามลำดับ แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตอนที่ 4 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ตาราง 10 แสดงการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การทดสอบ	n	$\overline{X}$	S.D.	df	t	p
แบบโครงงานเป็นฐาน	30	16.40	1.04	58	1.53	.131
แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	30	16.00	0.98			

จากตาราง 10 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 16.40 และ 16.00 ตามลำดับ แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งเป็นการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มในเรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการวิจัยดังนี้

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. วิธีดำเนินการวิจัย
3. สรุปผลการวิจัย
4. การอภิปรายผล
5. ข้อเสนอแนะ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสในเขตพื้นที่อำเภอเมืองจันทบุรี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562

กลุ่มตัวอย่างเป็นการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi - stage Random Sampling) ซึ่งดำเนินการดังนี้

ขั้นที่ 1 สุ่มโรงเรียน ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ขั้นที่ 2 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างนักเรียนใช้การสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับสลากห้องเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผลปรากฏว่า นักเรียนห้อง ม.1/1 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มทดลอง 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ส่วนนักเรียนห้อง ม.1/2 จำนวน 30 คน เป็นกลุ่มได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทั้งสองกลุ่มมีความรู้พื้นฐานใกล้เคียงกัน ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 12 ข้อ ค่าความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์ (IOC) มีค่า 0.83 ค่าความเชื่อมั่นสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's α - Coefficient) มีค่า 0.90

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยมีค่าความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์ (IOC) 0.90 มีค่าความยากง่ายอยู่ที่ 0.30 - 0.43 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 - 0.63 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้วย (KR-20) (Kuder and Richardson) มีค่า 0.75

3. แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 ซึ่งเป็นแผนหน่วยที่มีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

4. แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของหน่วยการจัดการเรียนรู้ เฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 ซึ่งเป็นแผนหน่วยที่มีความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental Research) มีรูปแบบการวิจัยแบบ Two Group Pretest - Posttest Design โดยมีการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1 เป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และกลุ่มทดลอง 2 เป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองตามแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาขึ้นและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มเปรียบเทียบตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นเตรียมและเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการทดลอง

ดำเนินการเก็บรวมรวบข้อมูลก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 โดยการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยเครื่องมือ 1 ชุด คือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนโดยใช้เวลาอย่างละ 60 นาที

2. ขั้นดำเนินการทดลอง

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง 1 และกลุ่มทดลอง 2 โดยใช้แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และใช้แผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยทั้งสองกลุ่มทดลองใช้จำนวนแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากัน คือ จำนวน 2 แผนหน่วย และใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 7 สัปดาห์ ใช้เวลารวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง

3. ขั้นเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการทดลอง

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังสอน จากเครื่องมือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ซึ่งเป็นแบบคู่ขนาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ใช้เวลาในการทำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนอย่างละ 60 นาที

สถาบันวิทยบริการมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แบบโครงงานเป็นฐาน โดยการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t - test for Dependent Samples)

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยการทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระจากกัน (t - test for Dependent Samples)

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยการทดสอบค่าที แบบเป็นอิสระจากกัน (t - test for Independent Samples)

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยการทดสอบค่าที แบบเป็นอิสระจากกัน (t - test for Independent Samples)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 27.50 และหลังเรียนเท่ากับ 42.57 สรุปได้ว่าว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนเท่ากับ 27.57 และหลังเรียนเท่ากับ 42.70 สรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 42.57 และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนน

ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 42.70 สรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 16.40 และกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 16.00 สรุปได้ว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

อภิปรายผล

การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า

1. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่กล่าวว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐานมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนได้ร่วมกัน สำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ วางแผนในการทำโครงการร่วมกัน ศึกษาข้อมูลและลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ (ทิศนา แขมมณี. 2551 : 139) ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวิจารณ์ พานิช (2555 : 11) ที่ว่า “ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จะเกิดขึ้นได้จาก ครูต้องไม่สอน แต่ต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ เรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำ แล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานจึงช่วยพัฒนา

นักเรียนทั้งทางด้านความรู้และทักษะโดยผ่านการทำงานที่มีการค้นคว้าและการใช้ความรู้ในชีวิตจริง โดยมีตัวผลงานแสดงออกถึงศักยภาพจากการเรียนรู้ จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เพิ่มขึ้นหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานส่งผลให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่กล่าวว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งนี้เนื่องจากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Engineering Design Process หรือกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้ามาบูรณาการ มีความแตกต่างจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั่วไป สอดคล้องกับคำกล่าวของโรเบิร์ต และคณะ (Robert and et al. 2013 : 22 - 27) ที่กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีกระบวนการออกแบบชิ้นงานแก้ไขและปรับปรุงชิ้นงานการออกแบบและนำเสนอผลการออกแบบ นำชิ้นงานแก้ไขและประเมินชิ้นงาน ขั้นตอนต่าง ๆ สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนตามปกติได้ จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว กิจกรรมในแต่ละขั้นตอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยนักเรียนได้ฝึกการตอบคำถามภายในเวลาที่จำกัด ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดในสิ่งที่แปลกใหม่จากเดิม เน้นความสนใจของนักเรียนเป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับพรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556 : 50 - 51) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะความคิดสร้างสรรค์ เมื่อนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาแล้ว จึงส่งผลให้ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา คะแนนทดสอบหลังเรียนทั้งสองแบบมีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่กล่าวว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มเป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ การทดลอง สืบค้นความรู้ ร่วมกันวางแผน ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน มีความสนุกสนาน เปิดโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรม กล้าคิด กล้าแสดงออก นักเรียนได้ฝึกทักษะความสามารถของแต่ละคน ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้น จึงเป็นช่องทางในการพัฒนากระบวนการทางสติปัญญา ซึ่งสอดคล้องกับทิศนา แขมมณี (2551 : 139) กล่าวว่า การให้ผู้เรียนทำโครงงานนอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะกระบวนการสืบสอบและการแก้ปัญหาแล้วยังสามารถช่วยดึงศักยภาพต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวของนักเรียนออกมาใช้ประโยชน์ด้วย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองแบบเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์ที่ท้าทายเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ในเรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อนมาใช้แก้ปัญหาในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ทั้งสองกิจกรรมการเรียนรู้นำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงานได้ทั้งสองกิจกรรมการเรียนรู้ ต่างกันเพียงขอบเขตของการบูรณาการทั้งสองกิจกรรรมการเรียนรู้ โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนักเรียนสามารถนำความรู้จากการบูรณาการได้ทุกสาระการเรียนรู้และนำทรัพยากรเวลาวัสดุมาใช้ได้โดยไม่จำกัดแต่กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นมีการบูรณาการเฉพาะสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผ่านการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยมีข้อจำกัดในเรื่องทรัพยากรเวลา และวัสดุ ที่กำหนดให้ตามสถานการณ์ แต่มีข้อสังเกตเมื่อพิจารณาความแตกต่างของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ในแต่ละด้านพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีคะแนนความคิดคล่องดีที่สุดเนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนสามารถนำความรู้ในสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการออกแบบชิ้นงานและสามารถนำวัสดุต่าง ๆ มาใช้ได้โดยไม่จำกัด ขณะนักเรียนทำกิจกรรมนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ เข้ากับชีวิตจริงโดยฝึก การแก้ปัญหาในทางสร้างสรรค์บูรณาการกับความรู้หลาย ๆ ด้าน ผสมผสานกับการใช้ทรัพยากรตามที่นักเรียนกำหนดทำให้นักเรียนสามารถคิดได้อย่างรวดเร็วไม่สะดุดในข้อจำกัดต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับความหมายของความคิดคล่องของกิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 538) ที่ว่า ความคิดคล่อง คือ ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการวิทยาศาสตร์ในการตอบสนองต่อปัญหาหรือเหตุการณ์ให้ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาจำกัด ในขณะที่กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีคะแนนความคิดริเริ่มสูงที่สุด ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาจากทรัพยากรวัสดุและทรัพยากรเวลาที่มีจำกัด ทำให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานที่เกิดจากความจำกัดของทรัพยากร กระตุ้นให้นักเรียนต้องคิดค้นสร้างสรรค์ชิ้นงานที่ความแปลกแตกต่างจากกลุ่มอื่น ในขณะที่วัสดุที่ใช้มีข้อจำกัดที่เหมือนกัน ซึ่งสอดคล้องกับความหมายของคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ ของกิลฟอร์ด (Guilford. 1967 : 538) ที่ว่า ความคิดริเริ่ม คือ ความสามารถของนักเรียนในการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์คิดตอบสนองต่อเหตุการณ์หรือปัญหาโดยเป็นความแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดของคนอื่นไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่เป็นความคิดที่คนอื่นคาดไม่ถึง ผลการวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยดูจากผลของคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน มีค่าสูงถึงร้อยละ 88 ขึ้นไปทั้งสองกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลให้ความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าไม่แตกต่างกัน

4. การเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยคะแนนทดสอบหลังเรียนทั้งสองแบบมีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่กล่าวว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งแบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานอยู่บน ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ลงมือปฏิบัติตามความสนใจ ความถนัดและความสามารถของตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้ที่คอยให้คำปรึกษาช่วยเหลือ ซึ่งคล้ายคลึงกับแนวทางของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน การบูรณาการสะเต็มศึกษา กับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน ซึ่งจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบนั้นเป็นการจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่มีความหมายในชีวิตประจำวันของนักเรียน และความความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างมีความสุข กระตือรือร้นในการเรียน ซึ่งตรงกับที่ทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายของเดวิด ออซูเบล

(ทิศนา แขมมณี. 2551 : 68) ที่กล่าวไว้ว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่นักเรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่รู้มาก่อน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมายนั้น การนำเสนอความคิดรวบยอดหรือกรอบมโนทัศน์หรือกรอบแนวคิดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งแก่นักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื้อหาสาระจะช่วยให้นักเรียนได้เรียนเนื้อหาสาระนั้นอย่างมีความหมาย ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีค่าไม่แตกต่างกัน

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้ไม่แตกต่างกันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของราวรรณ์ ทิลานันท์ (2558 : 1) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่.05 เช่นเดียวกับชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์ (2555 : 74) พบว่า ผลการใช้ชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในส่วนงานวิจัยของปรเมศวร์ วงศ์ชาชม, กัญญารัตน์ โคจร (2559 : 464) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด สะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน นักเรียนมีค่าคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 75 ตามเป้าหมายที่กำหนด และอนัญลักษณ์ ลีละศรชัย, ชำนาญ ปาณาวงษ์ และวารีรัตน์ แก้วอุไร (2561 : 165 - 181) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนได้ทั้งสองกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยสร้างการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่แท้จริง นักเรียนเรียนรู้ที่จะสะท้อนถึงการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการแก้ปัญหา เกิดความคิด

สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สนับสนุนสร้างการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง มีทัศนคติที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ส่งเสริมแนวทางการแสวงหาอาชีพของนักเรียนในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. การนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานไปใช้ในชั้นเรียนควรบูรณาการขั้นตอนการออกแบบและวางแผนการทำชิ้นงานของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามาประยุกต์รวมกัน เพื่อให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการวางแผนการทำงานอย่างมีขั้นตอนและเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ทรัพยากรได้อย่างคุ้มค่าและชิ้นงานมีคุณภาพ

2. การนำงานวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาควรคำนึงถึงกระบวนการเชิงวิศวกรรมซึ่งมีความยุ่งยากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้สอนควรมีความรู้ในเชิงลึกในเนื้อหาที่จะใช้จัดกิจกรรม หรือมีทีมงานที่มีผู้เชี่ยวชาญหรือเครือข่าย เป็นที่ปรึกษาให้กับนักเรียนเพื่อประโยชน์ในการศึกษาเชิงลึกต่อไป

3. กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีการจัดกิจกรรมที่ต้องใช้เวลามากมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและแปลกใหม่สำหรับครูผู้สอนและนักเรียนการออกแบบแผนหน่วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูผู้สอนต้องศึกษาสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องให้ดีก่อนนำมาออกแบบแผนหน่วย การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการสร้างนวัตกรรม และทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะการแก้ปัญหาต่อไป

2. ควรศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในมาตรฐานอื่น ๆ ต่อไป

บรรณานุกรม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2544). **การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงฯ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

_____. (2560). **มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์และภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษาศาสนาและวัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

คณารักษ์ โชติจันทึก. (2548). **ผลการสอนคิดนอกกรอบในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์). กรุงเทพ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คึกฤทธิ์ ศิลาลาย. (กันยายน - ธันวาคม 2560). การบูรณาการสะเต็มศึกษากับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน. **วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์).** 7 (3) : 113 - 124.

จรินยา นาหัวหิน. (2553). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) กับการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา). เลย : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.

จันทนา สอนลองกอง. (2551). **ผลการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). นครสวรรค์ : บัณฑิตวิทยัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

จำนง พรายแย้มแข. (2531). **เทคนิคการวัดและประเมินผลการเรียนรู้กับการสอนซ่อมเสริม**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ. (2558). **แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับปฐมวัยและประถมศึกษา**. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. (วิจัยและพัฒนาหลักสูตร). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

ชนินทร์ทิพย์ ลายพยัคฆ์. (2555). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเมืองนครศรีธรรมราช.** วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). นครศรีธรรมราช : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. ถ่ายเอกสาร

ชมรมปฏิรูปการศึกษาไทย. (2558). **การปฏิรูปการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพฯ : ม.ป.พ.

ชวาล แพรัตกุล. (2540). **เทคนิคการเขียนข้อสอบ**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.

ดุษฎี โยเหลา และคณะ. (2557). **การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย.** กรุงเทพฯ : หจก. ทิพยวิสุทธิ์.

ทิศนา แขมมณี. (2551). **ศาสตร์การสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.

เทพกัญญา พรหมขัติแก้ว. (2557). "ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน," **นิตยสารสสวท**. 42 (188) : 14.

นฤมล ยุตาคม. (พฤษภาคม - สิงหาคม 2543). "การเรียนรู้โดยทำโครงงาน," **ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์**. 15 (2) : 36 - 38.

นิตยา ภูผาบาง. (2559). **การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลังเพื่อพัฒนา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). ชลบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

น้ำเพชร กะการดี. (2560). **การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้รูปแบบสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. (2547). **การวัดผลเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2555). **ระเบียบวิธีวิจัยทางหลักสูตรและการสอน**. นครราชสีมา : โรงพิมพ์แหลมทอง.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2535). **เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สามเสนพาณิชย์.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประกายฉัตร ขวัญแก้ว, พัชรา วาณิชวศิน, สูติเทพ ศิริพิพัฒนกุล. (มกราคม - มิถุนายน 2559). "ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน Project - Based Learning (PjBL) ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาการเลขานุการ," **วารสารเทคโนโลยีภาคใต้**. 9 (1) : 1 - 6.

ปรเมศวร์ วงศ์ชาชม, กัญญารัตน์ โคจร. (กันยายน 2559). "การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน," **ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 10 (พิเศษ) : 463 - 474.

ประทุม อัตชู. (2547). **ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิณิดา สุวรรณพรม, เยาวเรศ ใจเย็น. (มกราคม - มิถุนายน 2561). "การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานวิทยาศาสตร์ยุคใหม่," **วารสารบัณฑิตวิทยาลัยรำไพพรรณี**. 1 (1) : 73 - 84.

พงศธร มหาวิจิตร. (พฤศจิกายน - ธันวาคม 2560). **"นวัตกรรมการเรียนรู้จากฟินแลนด์,"** **นิตยสาร สสวท**. 46 (209) : 40 - 45.

พนิดา เอี่ยมนูญ. (2553). **การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมธัยมศึกษาปีที่ 1**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). "STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21," **นักบริหาร**. 33 (2) : 49 - 56.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2538). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

_____. (2540). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2558). **การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพฑูรย์ นันตะสุคนธ์ และวัลลภา อยู่ทอง. (2557). **การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน : หน่วยศึกษานิเทศก์สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา**. กรุงเทพฯ : มปพ.

ไพรินทร์ ต๋าคำ. (2550). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จากการเรียนการสอนผ่านเว็บโดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (เทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา). กรุงเทพ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ภานุวัฒน์ พันชนกกุล. (2561). **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิทยาศาสตรศึกษา). มหาสารคาม : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

มนตรี จุฬาวัฒนทล. (พฤศจิกายน - ธันวาคม 2556). "สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (STEM Education Thailand and STEM Ambassadors)," **สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)**. 42 (185) : 14 - 18.

มนตรี อนันตรักษ์ และคณะ. (2546). **วิธีการทางสถิติสำหรับวิจัย**. มหาสารคาม : ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2555). การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานสำหรับโครงการโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์. ใน **โครงการวิจัยการจัดการเรียนการสอนในแนว Project-Based Learning สำหรับโรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์**. หน้า 1 - 24. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ราวรรณ์ ทิลานันท์. (2558). **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). นครสวรรค์ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.

เรวดี รัตนวิจิตร. (2555). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ รายวิชาคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). จันทบุรี : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

ลัดดา ภู่เกียรติ. (2552). **การสอนแบบโครงงานและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน : งานที่ครูประถมทำได้**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลุฏฟี ดอเลาะ. (2560). **ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์). สงขลา : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วศิณีส์ อิศรเสนา. (2559). **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง

วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิถีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ : ฝ่ายโรงพิมพ์บริษัทตถาตา พับลิเคชั่น.

วิเชียร เกตุสิงห์. (2538). **การวิจัยปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพาณิช.

วินัย รังสินันท์. (2544). **การสร้างข้อสอบ**. ใน เอกสารการสอนชุดวิชาสถิติวิจัยและการประเมินผลการศึกษา หน่วยที่ 12 - 13. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ศรายุทธ ชาญนคร, ประทุม อัตชู และศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). **การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง บรรยากาศด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์**. ใน โครงการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34. หน้า 1871 - 1877. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศานิกานต์ เสนีวงศ์. (พฤศจิกายน - ธันวาคม 2556). "การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาด้วยกบโอริงามิ," **สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)**. 42 (185) : 30 - 31.

ศูนย์นวัตกรรมนโยบาย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2560). **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนการสอนในแนว Project - Based Learning สำหรับ โรงเรียนเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์**. เสนอต่อสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ กรุงเทพฯ. 4 - 7.

ศิริชัย กาญจนวสี. (2552). **ทฤษฎีทดสอบแบบดั้งเดิม CLASSICAL TEST THEORY**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการงานอาชีพและเทคโนโลยี**. กรุงเทพฯ : คุรุสภา Educational Technology. 19 (1) : 20 - 26.

_____. (2556) . **"สะเต็มศึกษา" [STEM Education]**. กรุงเทพฯ : สถาบันฯ.

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

_____. (2558 ก). **มาตรฐานสะเต็มศึกษา**. กรุงเทพฯ : สถาบันฯ.

_____. (2558 ข). **รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015**. รายงานประจำปี 2558. กรุงเทพฯ : สถาบันฯ.

สมรัก อินทวิมลศรี. (2560). **ผลการใช้แนวคิดสะตีมศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ ค.ม. (หลักสูตรและการสอน). กรุงเทพ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). **การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน**. กรุงเทพฯ : ผู้แต่ง.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สำนักทดสอบทางการศึกษา. (2552). **รับรองมาตรฐานและการประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) (สมศ.).** รายงานประจำปี 2552 (1 ตุลาคม 2551 - 30 กันยายน 2552). กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา

สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). "สะเต็มศึกษา," **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.** 17 (2) : 201 - 207.

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์. (2558). **สะเต็มศึกษา : ความท้าทายใหม่ของการศึกษาไทย.** กรุงเทพฯ : โครงการเพาะพันธุ์ปัญญา.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (พฤศจิกายน - ธันวาคม 2556). "การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21," **สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).** 42 (185) : 10 - 13.

สุพรรณี ชาญประเสริฐ. (2557). "สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21," **นิตยสาร สสวท.** 42 (186) : 3

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2553). **20 วิธีการจัดการเรียนรู้.** พิมพครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ : ภาพพิมพ์.

โสพล มีเจริญ. (2548). **การพัฒนารูปแบบการเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์.** ดุษฎีนิพนธ์ ค.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (พฤศจิกายน - ธันวาคม 2556). "เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา," **สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท).** 42 (185) : 35 - 37.

อนัญลักษณ์ ลีละศรชัย, ชำนาญ ปาณาวงษ์ และวารีรัตน์ แก้วอุไร. (2561). "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3," **วารสารวิชาการเครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ.** 8 (14) : 165 - 181

อดุลย์ วังศรีคูณ. (2557). "การศึกษาไทยในศตวรรษที่ 21 : ผลผลิตและแนวทางการพัฒนา," **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.** 8 (1) : 1 - 17

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

อาทิตยา ภูมิคอนสาร, กมล พลคำ, นุกูล กุดแถลง. (2560). "การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา," ใน **การประชุมนวัตกรรมสร้างสรรค์ ศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ไทยแลนด์ 4.0**. ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด. 13 กรกฎาคม 2560. หน้า 857 - 863.

Ayas, M.B. and Sak, U. (2013). "Creative Scientific Ability Test (C - SAT): A New Measure of Scientific Creativity," **Psychological Test and Assessment Modeling**. 55 (3) : 316 - 329.

Bloom, Benjamin S. (1956). **Taxonomy of Education Objective Handbook l : Cognitive Domain**. New York : David Mackey Company, lnc.

Catherine, S. (2012). "An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High Schools in the U.S," **STEM Education**. 73 (5) : 30 - 39.

Erdogan, N., Navruz, B., Younes, R. and Capraro, R.M. (2016). "Viewing How STEM Project - Based Learning Influences Students' Science Achievement Through the plementation Lens: A Latent Growth Modeling," **Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education**. 12 (8) : 2139 - 2154.

Guilford, J.P. (1967). **The Nature of Human Intelligence**. New York : McGraw - Hill.

Han, S., Capraro, R. and Capraro, M.M. (2014). "How Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Project-based Learning (PBL) Affects High, Middle and Low Achievers Differently: The Impact of Student Factors on Achievement," **International Journal of Science and Mathematics Education**. 13 (5) : 1089 - 1113.

Hu, W. and Adey, P. (2002). "A Scientific Creativity Test for Secondary School Student," **International Journal of Science Education**. 24 (4) : 389 - 403.

Kolodner and et al. (2003). "Problem - Based Learning Meets Case - Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom:Putting Learning by Design™ Into Practice," **The Journal of the Learning Science**. 12 (4) : 495 - 547.

Moursund, D.G. (1999). "Project Based Learning : Using Information Technology," **Learning & Leading with Technology**. 27 (1) : 1 - 12.

Newton, L.D. (2010). "Creativity in Science and Science Education: A Response to Ghassib," **Gifted and Talented International**. 25 (1) : 105 - 108.

ลิขสิทธิ์เอกสารของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

O'Neil, T.L., Yamagata, J.Y. and Togioka, S. (2012). "Teaching STEM Means Teacher Learning," **Phi Delta Kappan**. 94 (1) : 36 - 40.

Piltz, A. and Sund, R. (1968). **Creative Teaching of Science in Elementary School**. Boston : Allyn and Bacon.

Robert, M. Capraro, Mary Margaret Capraro and James R. Morgan. (Eds.). (2013). **STEM Project - Based Learning**. Netherland : Sense Publishers.

Torrence, E.P. (1992). "A National Climate for Creativity and Invention," **Gifted Child Today**. 5 (1) : 10 - 14.

Tseng, K.H. and et al. (2013). "Attitudes towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project - based Learning (PjBL) Environment," **International Journal of Technology and Design Education**. 23 (1) : 87 - 102.

Yang, K, Lin, S., Hong, Z. and Lin, H. (2016). "Exploring the Assessment of and Relationship between Elementary Students' Scientific Creativity and Science Inquiry," **Creativity Research Jounal**. 28 (1) : 16 - 23.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

1. ดร.เบ็ญจวรรณ หาญพิพัฒน์	นักวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์ภาคบังคับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. ดร. เพลินพิศ กอบตระกูล	ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ ผู้อำนวยการกลุ่มศึกษานิเทศก์ สำนักงานศึกษาธิการจังหวัดจันทบุรี
3. ดร.สุทธิ สุวรรณปาล	ศึกษานิเทศก์เชี่ยวชาญ ผู้อำนวยการกลุ่มศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 1
4. นายธงไชย บุญเรือง	รองผู้อำนวยการเชี่ยวชาญ โรงเรียนสฤษดิเดช สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรีเขต 1
5. นางสาววาสนา พันธยา	ครูชำนาญการพิเศษ สาขาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกฟิสิกส์ โรงเรียนศรียานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ข
หนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ที่ อว ๐๖๓๓.๑๓/ว ๐๓๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เค้าโครงวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๓ ชุด

๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปิณิดา สุวรรณพรม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา" โดยมี อาจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวริศา จรดล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถามตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

ลิขสิทธิ์เอกสารเป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าบุคลากรในหน่วยงานของท่านคือ อาจารย์ ดร.เบ็ญจวรรณ หาญพิพัฒน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญบุคลากรเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่นักศึกษาสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคนิมิตร อรรคศรีวร)
ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๓๙๓๑ ๙๑๑๑ ต่อ ๑๑๓๐๐
โทรสาร ๐ ๓๙๔๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ที่ อว ๐๖๓๑.๑๓/ว ๐๓๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์ ดร.เพลินพิศ กอบตระกูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เค้าโครงวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปิณิดา สุวรรณพรม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา" โดยมี อาจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวริศา จรดล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถามตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือที่นักศึกษาสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคนิมิตร อรรคศรีวร)
ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๓๙๓๑ ๙๑๑๑ ต่อ ๑๓๓๐๐
โทรสาร ๐ ๓๙๔๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ที่ อว ๐๖๓๑.๑๗/ว ๐๓๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน อาจารย์ ดร.สุทธิ สุวรรณปาล

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เค้าโครงวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๓ ชุด

๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปิณิตา สุวรรณพรม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา" โดยมี อาจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวริศา จรดล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถามตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือที่นักศึกษาสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคนิมิตร อรรคศรีวร)
ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๓๙๓๑ ๙๑๑๑ ต่อ ๑๑๓๐๐
โทรสาร ๐ ๓๙๔๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ที่ อว ๐๖๓๑.๑๓/ว ๐๓๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นายธงไชย บุญเรือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เค้าโครงวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๑ ชุด

๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๑ ชุด

๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๓ ชุด

๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๓ ชุด

๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๑ ชุด

๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปิณิดา สุวรรณพรม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา" โดยมี อาจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวริศา จรดล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถามตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือที่นักศึกษาสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคนิมิตร อรรคศรีวร)
ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๓๙๓๑ ๙๑๑๑ ต่อ ๑๓๓๐๐
โทรสาร ๐ ๓๙๔๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ที่ อว ๐๖๓๑.๑๗/ว ๐๑๐

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
อ.เมือง จ.จันทบุรี ๒๒๐๐๐

๒ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เรียน นางสาววาสนา พันธษา

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เค้าโครงวิทยานิพนธ์การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน ๑ ชุด

๒. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๓. แบบสอบถามความสอดคล้องของหน่วยการเรียนรู้ หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๔. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๕. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๖. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

๗. แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเชิงเนื้อหาและการวัดและประเมินผลแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยนางปิณิดา สุวรรณพวม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา" โดยมี อาจารย์ ดร.เยาวเรศ ใจเย็น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวริศา จวดส เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รายละเอียดแบบสอบถามตามสิ่งที่ส่งมาด้วย

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เห็นว่าท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรง (Validity) ของเครื่องมือที่นักศึกษาสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการวิจัยดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาคนิมิตร อรรคศรีวร)
ผู้ช่วยอธิการบดี

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. ๐ ๓๙๓๓ ๙๑๑๑ ต่อ ๑๑๓๐๐
โทรสาร ๐ ๓๙๔๗ ๑๐๖๑

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างเครื่องมือ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน

เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง

ชุดที่ 1 ความคิดคล่อง จำนวน 4 ข้อ

นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ ให้คะแนนคำตอบที่สอดคล้องกับข้อคำถามและเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน กำหนดเวลาข้อละ 3 นาที เมื่อหมดเวลา 3 นาที เก็บกระดาษคำตอบแต่ละข้อทันที

ชุดที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 24 นาที

ชุดที่ 3 ความคิดริเริ่ม จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 24 นาที

คะแนนข้อละ 4 คะแนน รวม 48 คะแนน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชุดที่ 1 ความคิดคล่อง

1. นักเรียนบอกประโยชน์ของการเปลี่ยนสถานะของสสารให้ได้จำนวนข้อมากที่สุด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชุดที่ 1 ความคิดคล่อง

2. ถ้าน้ำแข็งขั้วโลกหลอมเหลวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับโลกของเรา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชุดที่ 1 ความคิดคล่อง

3. ถ้าอาหารร้อนเกินไปไม่สามารถรับประทานได้นักเรียนมีวิธีการอย่างไรให้อาหารเย็นลงอย่างรวดเร็ว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชุดที่ 1 ความคิดคล่อง

4. ถ้านักเรียนต้องการออกแบบบ้านที่สามารถถ่ายโอนความร้อนกับสิ่งแวดล้อมได้ดี อะไรคือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องการศึกษาระบุมาให้ได้มากที่สุด (เช่น วัสดุใดช่วยลดความร้อน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชุดที่ 2 ความคิดยืดหยุ่น จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 24 นาที

1. เหตุการณ์ใดในชีวิตประจำวันที่ต้องใช้การแก้ปัญหาเรื่องการขยายตัวและหดตัวของสสาร

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

2. ถ้าเกิดเหตุการณ์ไฟไหม้อาคารเรียนนักเรียนจะทำอย่างไรเพื่อหลีกเลี่ยงการสำลักควันและสัมผัสความร้อน

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

3. ถ้านักเรียนต้องการเปิดฝาขวดที่ปิดแน่นเปิดไม่ออกนักเรียนจะมีวิธีการเปิดอย่างไร

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

4. ถ้านักเรียนต้องการจะสร้างเทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิแบบง่ายอะไรคือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องการศึกษา (เช่นของเหลวชนิดใดที่มีการขยายตัวหรือหดตัวได้ดีเมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง)

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

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชุดที่ 3 ความคิดริเริ่ม จำนวน 4 ข้อ ใช้เวลาทั้งหมด 24 นาที

1. นักเรียนบอกชื่อสิ่งประดิษฐ์ที่นำความรู้เรื่องการถ่ายโอนความร้อนมาสร้างโดยมีประโยชน์และแตกต่างจากที่มีอยู่ในปัจจุบัน

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

2. ถ้าโลกไม่ได้รับพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์นักเรียนจะใช้พลังงานอะไรมาทดแทน

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

3. นักเรียนออกแบบเสื้อที่ช่วยป้องกันการถ่ายโอนจากสิ่งแวดล้อม (วาดภาพและชี้ส่วนประกอบโดยระบุชื่อส่วนประกอบละหน้าที่)

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

4. นักเรียนต้องการออกแบบสิ่งประดิษฐ์อุปกรณ์ที่นำประโยชน์จากความรู้เกี่ยวกับการขยายตัวและหดตัวของสสารโดยนำวัสดุรีไซเคิลมาเป็นส่วนประกอบอะไรคือคำถามทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องการศึกษา (วัสดุชนิดใดมีการขยายตัวมากที่สุด)

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

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลังเรียน
เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 ข้อ

คำชี้แจง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว ทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบที่แจกให้

ว 2.3, ม.1/1: วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ และเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$

1. น้ำแข็ง 5 กรัม ได้รับความร้อนเปลี่ยนอุณหภูมิเพิ่มเป็น 25 ºC ปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับจะเป็นเท่าไหร่ (L น้ำแข็ง = 80 cal/g, C น้ำ = 1 cal/ g ºC)

ก. 400 cal

ข. 425 cal

ค. 525 cal

ง. 2825 cal

2. นายแดงนำน้ำแข็ง 10 กิโลกรัมเดินทางจากจันทบุรีไปกรุงเทพใช้เวลาเดินทาง 4 ชั่วโมง เมื่อถึงกรุงเทพนายแดงจะเหลือน้ำแข็งกี่กิโลกรัม โดยกำหนดให้ความร้อนจากอากาศถ่ายเทไปให้กับน้ำแข็งนาทีละ 1000 แคลอรี (L น้ำแข็ง = 80 cal/g)

ก. 3 กิโลกรัม

ข. 5 กิโลกรัม

ค. 7 กิโลกรัม

ง. 9 กิโลกรัม

3. น้ำเดือด 300 กรัม อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ถ้าต้มจนน้ำระเหยหมดพอดี ต้องใช้พลังงานความร้อนอีกเท่าใด (L น้ำเดือด = 540 cal/g)

ก. 142 kcal

ข. 162 kcal

ค. 186 kcal

ง. 188 kcal

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ว 2.3, ม.1/:2 ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสาร

4. เทอร์มอมิเตอร์ชนิดเซลเซียส วัดอุณหภูมิของสารพบว่า เปลี่ยนแปลงจากเดิม 20 องศา ถ้าใช้เทอร์มอมิเตอร์ชนิดเคลวินจะเปลี่ยนแปลงเท่าใด

ก. 0 องศาเคลวิน

ข. 10 องศาเคลวิน

ค. 20 องศาเคลวิน

ง. 293 องศาเคลวิน

5. ถ้าอุณหภูมิบนยอดเขาแห่งหนึ่งเท่ากับ 59 ° F เมื่อคิดเป็นเซลเซียส และเคลวิน มีค่าเท่าไร

ก. 10 เซลเซียส 280 เคลวิน

ข. 15 เซลเซียส 288 เคลวิน

ค. 25 เซลเซียส 298 เคลวิน

ง. 30 เซลเซียส 288 เคลวิน

ว 2.3, ม.1/:3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับความร้อนหรือสูญเสียความร้อน

6. การที่เรานำลูกตุ้มเหล็กไปวางบนห่วงเหล็กวงกลม ลูกตุ้มเหล็กจะลอดห่วงเหล็กวงกลมได้ แต่เมื่อเรานำลูกตุ้มเหล็กไปเผาไฟให้ร้อนแล้วนำไปวางบนห่วงเหล็กวงกลม ลูกตุ้มเหล็กไม่สามารถผ่านได้เป็นเพราะสาเหตุใด

ก. พลังงานลดลง สั่นน้อยลง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง

ข. พลังงานลดลง สั่นน้อยลง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากขึ้น

ค. พลังงานเพิ่มขึ้น สั่นมากขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง

ง. พลังงานเพิ่มขึ้น สั่นมากขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้น

7.

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เมื่อให้ความร้อนกับน้ำสีในขวดรูปกรวยนักเรียนคิดว่าการจัดเรียงอนุภาคของน้ำสีมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ก. พลังงานลดลง เคลื่อนที่ช้าลง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง

ข. พลังงานลดลง เคลื่อนที่ช้าลง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากขึ้น

ค. พลังงานเพิ่มขึ้น เคลื่อนที่เร็วขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมากขึ้น

ง. พลังงานเพิ่มขึ้น เคลื่อนที่เร็วขึ้น และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคลดลง

8. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. เมื่อแก๊สได้รับความร้อน จะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แก๊สเกิดการขยายตัว

2. เมื่อของเหลวสูญเสียความร้อน อนุภาคจะมีพลังงานลดลง ของเหลวเกิดการหดตัว

3. เมื่อของแข็งได้รับความร้อน อนุภาคมีพลังงานเพิ่มขึ้น แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเพิ่มขึ้น

ข้อใดถูกต้อง

ก. 1 และ 2

ข. 1 และ 3

ค. 2 และ 3

ง. 1, 2 และ 3

ว2.3, ม.1/4 : ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสาร เนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

9. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการขยายหรือหดตัวของสสารไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ก. การสร้างเรือ

ข. การสร้างถนน

ค. การเคลื่อนที่ของบอลลูน

ง. การเคลื่อนที่ของโคมลอย

10. ข้อใดกล่าว ไม่ถูกต้อง

ก. การเปิดฝาขวดเกลียวที่ปิดแน่นทำได้โดยเทน้ำเย็นบนฝาขวดเกลียวจะทำให้เปิดขวดง่ายขึ้น

ข. อากาศร้อนใต้หลังคาจะลอยตัวขึ้นสู่ที่สูงแล้วระบายออกโดยลูกหมุนระบายอากาศที่ติดอยู่บนหลังคา

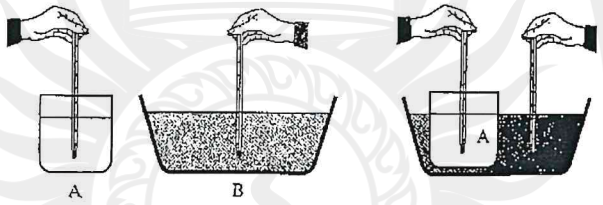
สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ค. การขยายตัวและหดตัวของปรอทที่บรรจุอยู่ในเทอร์มอมิเตอร์สามารถใช้วัดอุณหภูมิของสิ่งต่าง ๆ ได้

ง. การสร้างรถไฟ ต้องมีการออกแบบให้มีช่องว่างเล็ก ๆ เป็นช่วง ๆ เพื่อให้วัสดุผิวถนนสามารถขยายตัวหรือหดตัวได้

ว 2.3, ม.1/5: วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

11. นาย ก ใส่น้ำร้อนในแก้ว A และใส่น้ำเย็นในอ่าง B แล้วนำแก้ว A ไปแช่ในอ่างน้ำ B ดังรูป โดยวัดอุณหภูมิตลอดเวลา ข้อใดถูกต้องที่สุด



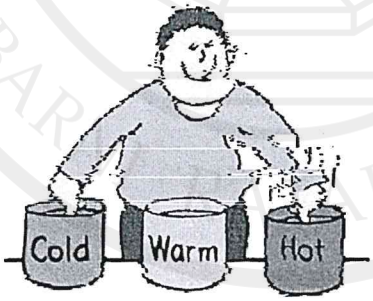
ก. อุณหภูมิน้ำในแก้ว A และในอ่าง B ลดลง

ข. อุณหภูมิน้ำในแก้ว A ลดลง และในอ่าง B เพิ่มขึ้น

ค. อุณหภูมิน้ำในแก้ว A และในอ่าง B เพิ่มขึ้น

ง. อุณหภูมิน้ำในแก้ว A เพิ่มขึ้น และในอ่าง B ลดลง

12.



ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

น้ำในบีกเกอร์ใบที่ 1 (Hot) ใบที่ 3 (Cold) เมื่อผสมน้ำบีกเกอร์ใบที่ 1 กับน้ำบีกเกอร์ใบที่ 3 เข้าด้วยกันในบีกเกอร์ตรงกลาง (Warm) อุณหภูมิที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลง ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. อุณหภูมิของน้ำที่ผสมกันจะมีอุณหภูมิสูงกว่าน้ำที่อุณหภูมิห้อง

ข. อุณหภูมิของน้ำที่ผสมกันจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำร้อน (Hot)

ค. อุณหภูมิน้ำเท่ากับอุณหภูมิของน้ำร้อน(Hot)

ง. อุณหภูมิของน้ำสูงกว่าอุณหภูมิของน้ำเย็น(Cold)

13. นำเหล็กมวล 300 กรัม ไปเผาจนอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส ไปแช่ในน้ำมวล 500 กรัม อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส เมื่อทิ้งไว้ระยะหนึ่งให้คำนวณหาอุณหภูมิผสม โดยกำหนดให้ความจุความร้อนของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม/องศาเซลเซียส และความจุความร้อนของเหล็กเท่ากับ 0.115 แคลอรี/กรัม/องศาเซลเซียส

ก. 16.61 องศาเซลเซียส

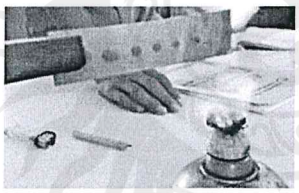
ข. 30.17 องศาเซลเซียส

ค. 26.61 องศาเซลเซียส

ง. 36.61 องศาเซลเซียส

ว 2.3, ม.1/6: สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

14.



จากภาพ การทดลองการถ่ายโอนความร้อนของโลหะ ข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

ก. โมเลกุลของตัวกลางเคลื่อนที่

ข. โมเลกุลของตัวกลางไม่เคลื่อนที่

ค. การถ่ายโอนความร้อนไม่ต้องอาศัยตัวกลาง

ง. โมเลกุลของตัวกลางถ่ายโอนโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

15.

จากภาพเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานอย่างไร

ก. โมเลกุลของน้ำที่ใกล้เดือด

ข. โมเลกุลของน้ำแข็งที่ได้รับพลังงานความร้อน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ค. โมเลกุลของคาร์บอนได้รับพลังงานความร้อน

ง. โมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ฟุ้งกระจาย

16. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

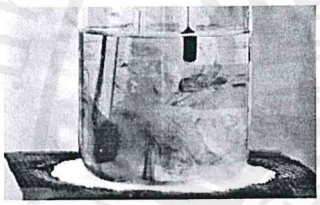
ก. การแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ต้องอาศัยตัวกลาง

ข. การนำความร้อนเกิดขึ้นกับตัวกลางที่เป็นของแข็งเท่านั้น เพราะอนุภาคเรียงตัวชิดติดกัน

ค. การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนจากการสั่นต่อ ๆ กันของอนุภาคตัวกลาง

ง. การพาความร้อนสามารถเกิดขึ้นกับตัวกลางที่เป็นของแข็งได้ เพราะอนุภาคของแข็งเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

17.



จากภาพการทดลองการถ่ายโอนความร้อนของน้ำ ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้อง

ก. อุณหภูมิของน้ำบริเวณส่วนบนของบีกเกอร์จะเพิ่มขึ้น

ข. โมเลกุลของของเหลวที่เคลื่อนที่พาความร้อนขึ้นไปโดยการพาความร้อน

ค. โมเลกุลของของเหลวที่เคลื่อนที่นำความร้อนขึ้นไปโดยการนำความร้อน

ง. เมื่อให้ความร้อนแก่น้ำสารละลายของด่างทับทิมจะเคลื่อนที่ขึ้นไปที่ผิวน้ำ

ว 2.3, ม.1/7: ออกแบบ เลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

18. การสร้างบ้านทรงไทยที่มีใต้ถุนสูง เป็นการนำหลักการถ่ายโอนความร้อนชนิดใดมาใช้ประโยชน์

ก. การพาความร้อน ข. การนำความร้อน

ค. การแผ่รังสีความร้อน ง. การขยายของความร้อน

19. เมื่อนำผ้าชุบน้ำประคบตามข้อพับไว้ช่วงเวลาหนึ่ง ผ้าจะมีอุณหภูมิใกล้เคียงกับร่างกายผู้ป่วย กระบวนการใดอธิบายปรากฏการณ์นี้ได้

1. สมดุลความร้อน
2. การถ่ายโอนความร้อน
3. การขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน

ก. 1 ข. 1, 2

ค. 2, 3 ง. 1, 2, 3

20. จากกิจกรรมที่กำหนดให้ ใช้ตอบคำถาม

A กาต้มน้ำทำด้วยสแตนเลส

B ลมช่วยพาเหงื่อระเหยออกจากร่างกาย

C การทอดหมูในกระทะ

D การย่างไก่จนสุก

E ทำสระน้ำล้อมบ้านทรงไทย

F กระติกน้ำร้อนรักษาความร้อน

กิจกรรมใดเป็นการนำหลักการถ่ายโอนความร้อนโดยการพาความร้อนมาใช้ประโยชน์

ก. A C

ข. B E

ค. D F

ง. E F

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หน่วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน เวลาเรียน 11 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้ สมการ Q สูญเสีย=Q ได้รับ

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การถ่ายโอนความร้อน

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อน เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ โดยการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน สสารมีการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน และสามารถคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการQ สูญเสีย = Q ได้รับ

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
1. ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน	1. จำนวนเต็ม 2. การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม 3. การสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่าย 4. การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม	1. การสร้างสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธี การตามกระบวนการเทคโนโลยี เพื่อให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นกระบวนการ สามารถย้อนกลับ มาแก้ไขได้ง่าย

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สาระการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
		2. การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ หรือวิธี การต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องอื่นอีก เช่น กลไก และการควบคุมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์
2. เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อนความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่งซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน 3. การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อนการนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่ตัวกลาง เคลื่อนที่ไปด้วยส่วนการแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางการอนุรักษ์พลังงาน		3. การเลือกใช้วัสดุให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ควรพิจารณาปัจจัยในด้านต่าง ๆ เช่น รูปร่าง สี พื้นผิว ความแข็ง ความเหนียว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วิทยาศาสตร์	คณิตศาสตร์	เทคโนโลยี
4. ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหารเพื่อเก็บความร้อน หรือการออกแบบระบบ ระบายความร้อนในอาคาร		

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

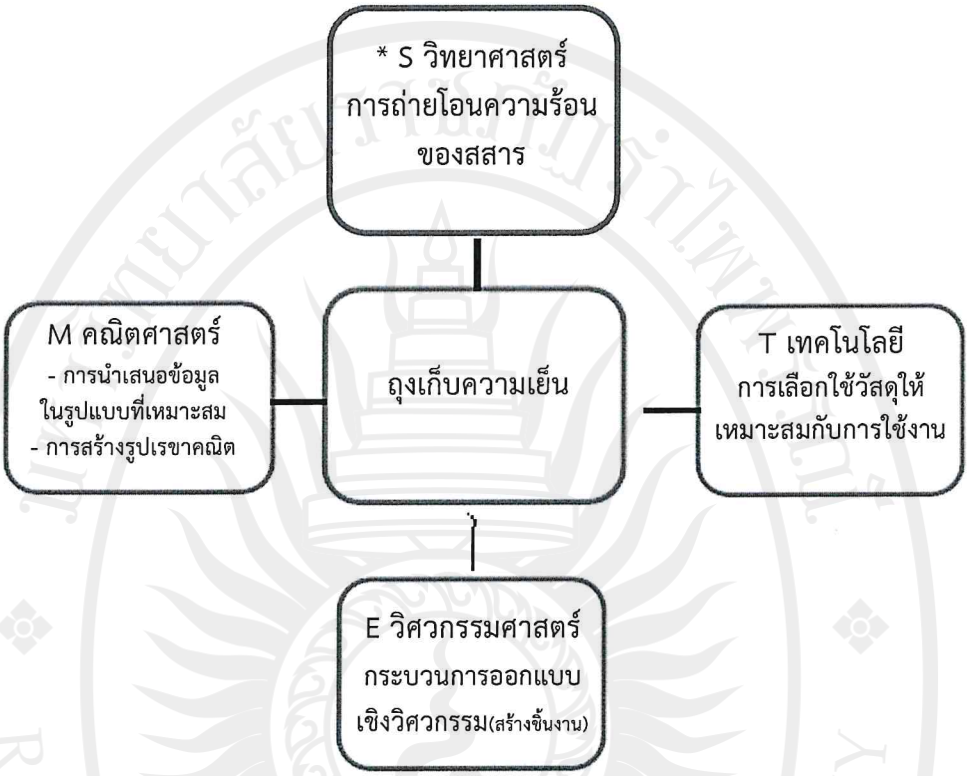
1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
   2.1 ทักษะการคิดสร้างสรรค์
   2.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
   4.1 กระบวนการปฏิบัติ
   4.2 กระบวนการทำงานกลุ่ม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตสาธารณะ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กรอบแนวคิด



* เป็นวิชาหลักในการนำกิจกรรมการเรียนรู้นี้

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้นักเรียนอธิบายการถ่ายโอนความร้อนและนำความรู้มาใช้ในการออกแบบกล่องเก็บรักษาอุณหภูมิ

2. เพื่อให้นักเรียนคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ Q สูญเสีย = Q ได้รับ

3. วิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี

4. เพื่อให้นักเรียนสามารถออกแบบและประดิษฐ์ “ถุงเก็บความเย็น” โดยใช้ความรู้ความรู้เรื่องการถ่ายโอนพลังงานความร้อนและการสร้างรูปเรขาคณิต

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ชิ้นงาน “ถุงเก็บความเย็น”

การประเมินผล

1. การประเมินก่อนเรียน

1.1 ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ก่อนเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน

1.2 ทำแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน

2. การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน

2.2 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สมดุลความร้อน

2.3 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การนำ การพา และการแผ่รังสีความร้อน

2.4 ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัตถุ

2.5 ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่อง ประโยชน์การนำความร้อน

2.6 ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่อง ถุงเก็บความเย็น

3. การประเมินหลังเรียน

3.1 แบบทดสอบหลังเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลความร้อนและการถ่ายโอนความร้อน

3.2 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และแบบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน

4. การประเมินชิ้นงาน / ภาระงาน (รวบยอด)

4.1 แบบประเมินชิ้นงาน “ถุงเก็บความเย็น”

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การวัดประเมินผล

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์
1. ความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	- การนำเสนอชิ้นงานในชั้นเรียน - การตอบคำถามในชั้นเรียน	1. แบบประเมินผลงาน 2. แบบบันทึกคะแนนการตอบคำถาม	พูดนำเสนอ สาธิต อุปกรณ์ และตอบคำถาม ข้อสงสัยได้ชัดเจน ตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. การออกแบบสิ่งประดิษฐ์แก้ปัญหาการหดตัวและขยายตัวของวัตถุ	การสังเกตการออกแบบและการเขียนอธิบายจากแบบบันทึกกิจกรรม	แบบบันทึกกิจกรรมสำหรับสถานการณ์	ออกแบบอุปกรณ์เหมาะสมกับสถานการณ์ มีจุดเด่นและเขียนอธิบายหน้าที่ของส่วนประกอบต่าง ๆ ของอุปกรณ์ได้ชัดเจน
3. การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์และการสร้างอุปกรณ์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม	การสังเกตสังเกตผลงานและแบบบันทึกกิจกรรม	แบบประเมินผลงาน	เลือกใช้วัสดุได้คุ้มค่าสร้างอุปกรณ์ได้เหมาะสมกับสถานการณ์และมีความสวยงาม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา เวลา 11 ชั่วโมง

กิจกรรมที่ 1 (เวลา 11 ชั่วโมง)

1. สาระการเรียนรู้หลักวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ Q สูญเสีย = Q ได้รับ

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

2. ขั้นเชื่อมโยงในชีวิตจริง

1. สถานการณ์ บ้านชั้นไหนร้อนกว่ากัน เลือกวัสดุใดทำหลังคาบ้านจะร้อนน้อยกว่ากัน

3. สาระการเรียนรู้รอง สาระคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด ค 2.2, ม.1/2 : เข้าใจและใช้ ความรู้ทางเรขาคณิตในการ วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ระหว่างรูป เรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิต สามมิติ

4. ขั้นจัดการเรียนรู้

4.1 ให้นักเรียนศึกษาการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสาร ใบกิจกรรมที่ 1 สมดุลความร้อน

4.2 ให้นักเรียนศึกษาการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสาร ใบกิจกรรมที่ 2 บ้านชั้นไหนร้อนกว่ากัน (การนำความร้อน การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน) และบันทึกผลการทดลองในใบกิจกรรม

4.3 ครูให้นักเรียนร่วมอภิปรายแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน จากใบกิจกรรมที่ 2

4.4 ครูให้นักเรียนร่วมอภิปรายความรู้ เกี่ยวกับอากาศร้อนภายในบ้านและการแผ่รังสีความร้อน ระหว่างบริเวณชั้นบนและบริเวณชั้นล่างบริเวณใดมีอากาศร้อนกว่ากัน วัสดุมันวาวจะดูดซับความร้อนได้ดีหรือไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

4.5 นักเรียนทำการทดลองใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ยกตัวอย่างสถานการณ์ สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ครูให้นักเรียนศึกษาสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ตามใบกิจกรรมที่ 3 สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ และบันทึกผลการทดลองในใบบันทึกกิจกรรมที่ 3

4.6 นักเรียนสร้างแบบจำลองแสดงการถ่ายโอนความร้อนแบบต่าง ๆ นักเรียนร่วมอภิปรายความรู้ ที่เกิดจาการถ่ายโอนพลังงานความร้อนแบบต่าง ๆ

5. ขั้นผู้เรียนมีส่วนร่วม

5.1 ยกตัวอย่างสถานการณ์ เพื่อนนักเรียนทำไอศกรีมหลอดขาย แต่มีปัญหาเมื่อมีลูกค้าต้องการซื้อไอศกรีมหลอดหลายอัน เมื่อกินไม่ทันไอศกรีมหลอดจะหลอมเหลวเร็วมาก จะต้องรักษาความเย็นเพื่อให้ไอศกรีมหลอดที่ลูกค้าซื้อไปหลอมเหลวได้ช้าลง นักเรียนช่วยออกแบบและจัดทำถุงเก็บความเย็นให้เพื่อนนักเรียน

5.2 กิจกรรม ถุงเก็บความเย็น

5.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้อภิปราย ออกแบบ ประดิษฐ์อย่างอิสระ

5.4 เมื่อแต่ละกลุ่มสร้างถุงเก็บความเย็นเรียบร้อยแล้ว ให้ออกแบบแสดง ส่วนต่าง ๆ พร้อมคำอธิบายสั้น ๆ ของส่วนนั้น ๆ ของถุงเก็บความเย็นว่าใช้หลักการอะไร มีความสำคัญอย่างไร พร้อมกับตั้งชื่อถุงเก็บความเย็น

5.5 นำแบบที่วาดและถุงเก็บความเย็นที่สร้างเสร็จแล้วนำออกมาเสนอหน้าชั้นเรียน

5.6 เมื่อแต่ละกลุ่มได้นำเสนอผลงานของกลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นำถุงเก็บความเย็นที่สร้างเสร็จและนำก้อนน้ำแข็งที่ใช้มาชั่งด้วยตาชั่ง เพื่อหามวลเริ่มต้นบันทึกผล วัดอุณหภูมิของถุงเก็บความเย็น

5.7 นำน้ำแข็งใส่เข้าไปในถุงเก็บความเย็นก่อนจะนำไปวางไว้ในกล่องที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ โดยการนำไปวางต้องเป็นการปฏิบัติที่พร้อมเพียงกันทุกกลุ่ม

5.8 หลังจากผ่านไป 5 - 10 นาที ให้แต่ละกลุ่มนำน้ำแข็งที่อยู่ในถุงเก็บความเย็นมาชั่งเพื่อหามวลที่เหลืออยู่ และวัดอุณหภูมิของกล่องเก็บรักษาอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

6. ขั้นผู้เรียนปรับปรุงชิ้นงาน

6.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปรายถึงสาเหตุที่ถุงเก็บความเย็นของกลุ่มที่สามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกไปสู่ภายในตัวถุงเก็บความเย็นได้ดีที่สุด อีกทั้งอภิปรายถึงสาเหตุของบางกลุ่มที่ป้องกันการถ่ายโอนความร้อนได้น้อยที่สุด

6.2 สรุปให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับลักษณะและวิธีการที่สามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนและสมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี อันเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีวัสดุ

6.3 ถ้าจะปรับแบบกล่องเก็บรักษาอุณหภูมินักเรียนจะปรับและใช้อะไรในการสร้าง (แนวคำตอบ ใช้วัสดุที่สามารถเก็บรักษาความเย็นได้เป็นอย่างดี และวัสดุป้องกันการถ่ายโอนความร้อนให้ได้มากที่สุด)

7. ขั้นประเมินชิ้นงาน

ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินชิ้นงาน ตามเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน

8. นำเสนอชิ้นงาน

8.1 นำเสนอแบบถุงเก็บความเย็นที่มีการปรับปรุง

8.2 อธิบายการเปรียบเทียบมวลน้ำแข็งที่ละลายไปกับมวลน้ำแข็งเริ่มต้น คำนวณเป็นร้อยละ เพื่อเป็นการฝึกทักษะด้านคณิตศาสตร์

สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

1. สื่อการเรียนรู้
   - 1.1 หนังสือเรียน วิทยาศาสตร์ ม. 1
   - 1.2 ใบกิจกรรม และแบบประเมินกิจกรรม
   - 1.3 ใบความรู้
   - 1.4 แบบทดสอบหลังเรียน
   - 1.5 วัสดุ - อุปกรณ์ตามใบกิจกรรมต่าง ๆ
2. แหล่งเรียนรู้
   - 2.1 ห้องสมุด
   - 2.2 แหล่งข้อมูลสารสนเทศ เช่น
     - www.maceducation.com/e-knowledge
     - www.dekgeng.com/thai/conp/9812.htm

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบความรู้ เรื่อง สมดุลความร้อน

เมื่อนำวัตถุสองชนิดขึ้นไปที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาและกันหรือผสมกัน จะเกิดการถ่ายโอนความร้อนขึ้นจากวัตถุอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า การเกิดสมดุลความร้อน เรียกว่า "อุณหภูมิผสม" ขณะที่วัตถุกำลังถ่ายโอนความร้อนให้แก่กันและกัน วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะคายความร้อนออกมาและอุณหภูมิจะลดลงจนถึงอุณหภูมิผสม ส่วนวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะได้รับความร้อนที่วัตถุคายออกมา และอุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงอุณหภูมิผสมเช่นเดียวกัน

ดังนั้น ถ้าไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม จะสรุปได้ดังนี้

ปริมาณความร้อนลด = ปริมาณความร้อนเพิ่ม

1. ตั้งแก้วใส่น้ำแข็งทิ้งไว้
2. น้ำแข็งจะเกิดการละลาย เนื่องจากอากาศรอบ ๆ แก้วจะถ่ายโอนความร้อนให้กับน้ำในแก้ว
3. น้ำแข็งจะละลายจนเป็นน้ำหมดและอุณหภูมิของน้ำเย็นจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดจะมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น (อุณหภูมิห้อง) ซึ่งถือว่าได้เกิดสมดุลความร้อนระหว่างอากาศกับน้ำในแก้ว

ตัวอย่าง เทน้ำร้อน 200 กรัม ที่มีอุณหภูมิ 70 °C ผสมกับน้ำเย็น 600 กรัมที่มีอุณหภูมิ 5 °C จะได้อุณหภูมิผสม เท่าไร ถ้าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัมต่อองศาเซลเซียส

วิธีทำ สมมุติให้อุณหภูมิของน้ำเป็น X °C

หาปริมาณความร้อนลดของน้ำร้อน

จากสูตร $Q = mc$

ในที่นี้ $m = 200\ g,\ c = 1\ cal/g\ ^oC,\ = (70 - X)\ ^oC$

ดังนั้น $Q_{ลด} = 200 \times 1 \times (70 - X)$

หาปริมาณความร้อนเพิ่มของน้ำเย็น

จากสูตร $Q = mc$

ในที่นี้ $m = 600\ g,\ c = 1\ cal/g\ ^oC,\ = (x - 5)\ ^oC$

ดังนั้น $Q_{เพิ่ม} = 600 \times 1 \times (x - 5)$

เข้าสมการ $Q_{ลด} = Q_{เพิ่ม}$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จะได้ $200(70 - x) = 600(x - 5)$

$70 - x = 3x - 15$

$85 = 4x$

$x = 21.25\ ^{\circ}C$

ตอบ จะได้อุณหภูมิผสมของน้ำเป็น $21.25\ ^{\circ}C$

อุณหภูมิผสมที่เกิดขึ้น จะต้องอยู่ระหว่างอุณหภูมิของของร้อนและของเย็นที่นำมาผสมกัน หลักการคำนวณ

1. เขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง
2. คำนวณหาความร้อนลด ที่เกิดจากสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าคายออกมา
3. คำนวณหาความร้อนเพิ่มที่เกิดจากสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าดูดเข้าไว้
4. เข้าสมการ ปริมาณความร้อนลด = ปริมาณความร้อนเพิ่ม
5. แก้สมการในข้อ 4 หาค่าของตัวแปรออกมา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 1

สมดุลความร้อน

ชื่อกลุ่ม.....**ห้อง**.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และให้นักเรียนคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

ปัญหา .....

สมมติฐานของการทดลอง

.....

ตัวแปรต้น .....

ตัวแปรตาม .....

ตัวแปรควบคุม .....

อุปกรณ์

1. น้ำแข็ง
2. บีกเกอร์ 250 cm^3
3. เทอร์มอมิเตอร์
4. น้ำ

วิธีการทดลอง

1. นำน้ำแข็ง และน้ำ อย่างละ 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์วัดอุณหภูมิเริ่มต้นก่อนทดลอง
2. นำน้ำแข็งใส่ในบีกเกอร์น้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลงวัดอุณหภูมิทุก ๆ 2 นาที จนน้ำแข็งละลายหมด
3. บันทึกผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจการถ่ายโอนความร้อนได้

เพื่อให้นักเรียนบอกได้ว่าวัสดุชนิดใดที่สามารถเก็บความร้อนได้ดีที่สุด

ปัญหา.....

สมมติฐานของการทดลอง

.....

ตัวแปรต้น .....

ตัวแปรตาม .....

ตัวแปรควบคุม .....

อุปกรณ์

1. กระป๋องใส่น้ำแข็ง 5 กระป๋อง
2. กระดาษหนังสือพิมพ์ (New Paper)
3. ถุงเท้าผ้าฝ้าย (Cotton Sock)
4. พลาสติกห่ออาหาร (Plastic Wrap)
5. อะลูมินัมฟอยล์ (Aluminum Foil)
6. กระดาษทิชชูอเนกประสงค์ (Paper Tower)

วิธีการทดลอง

1. นำกระป๋องใส่น้ำแข็งทั้ง 5 กระป๋อง มาชั่งหาน้ำหนัก และวัดอุณหภูมิก่อนทดลอง บันทึก
2. นำวัสดุที่กำหนดให้มาห่อหุ้ม ตั้งไว้ประมาณ 5 นาที
3. ทำนายการทดลองว่าวัสดุไหนการรักษาความเย็นมากที่สุด
4. นำกระป๋องน้ำแข็งมาชั่งน้ำหนัก และวัดอุณหภูมิหลังการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบบันทึกกิจกรรม

ลำดับที่	วัสดุ	น้ำหนักก่อนทดลอง	อุณหภูมิก่อนทดลอง	น้ำหนักหลังทดลอง	อุณหภูมิหลังทดลอง
1	กระดาษหนังสือพิมพ์				
2	ถุงเท้าผ้าฝ้าย				
3	พลาสติกห่ออาหาร				
4	อะลูมินัมฟอยล์				
5	กระดาษทิชชูอเนกประสงค์				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

คำถาม

1. จงเรียงลำดับวัสดุที่สามารถรักษาความเย็นของน้ำอัดลมในกระป๋องจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง การพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน

สถานการณ์ที่ 3 อากาศร้อนภายในบ้านและการแผ่รังสีความร้อน

วัตถุประสงค์ เพื่อให้นักเรียนอธิบายได้ว่าบริเวณใดมีอากาศร้อนกว่ากัน

เพื่อให้นักเรียนอธิบายการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อนได้

ปัญหา .....

สมมติฐานของการทดลอง

.....

ตัวแปรต้น .....

ตัวแปรตาม .....

ตัวแปรควบคุม .....

อุปกรณ์

1. บ้านจำลอง
2. โคมไฟ
3. อะลูมิเนียมฟอยล์
4. เทอร์โมมิเตอร์

วิธีการทดลอง

1. นำบ้านจำลองที่สร้างขึ้นมาใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิของบ้านบริเวณด้านบนและด้านล่างบันทึกผล

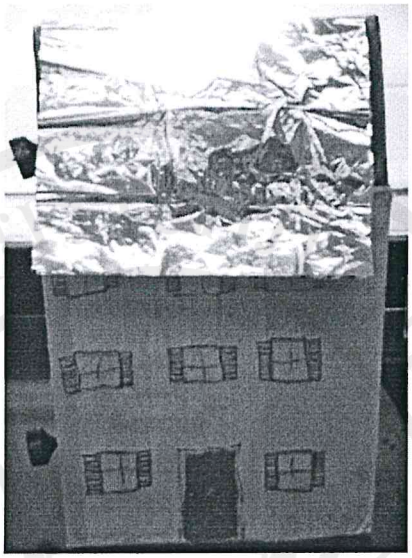
2. วางหลอดไฟ 3 - 4 หลอด ส่องไฟไปที่หลังคาบ้านเป็นเวลา 5 นาที

3. ให้นักเรียนวัดอุณหภูมิของบริเวณบ้านอีกครั้ง บันทึกผล และถามว่าบริเวณด้านบนหรือด้านล่างของบ้านมีอากาศร้อนมากกว่ากัน

4. ให้นักเรียนหุ้มหลังคาบ้านจำลองด้วยอะลูมินัมฟอยล์และใช้โคมไฟส่องไปที่หลังคาบ้าน

5. ให้นักเรียนวัดอุณหภูมิของบริเวณบ้านอีกครั้ง บันทึกผล ให้นักเรียนลองใช้มือสัมผัสบริเวณด้านหลังแผ่นอะลูมินัมฟอยล์และบอกว่า รู้สึกร้อนมากน้อยเพียงใด

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



ตารางบันทึกผลการทดลอง อากาศร้อนภายในบ้านและการแผ่รังสีความร้อน

ลำดับที่	สถานที่/บริเวณบ้าน	อุณหภูมิก่อนส่องหลอดไฟ	อุณหภูมิหลังส่องหลอดไฟ	อุณหภูมิหลังคาที่ห่อหุ้มด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์	ความรู้สึกที่สัมผัส
1	ชั้นบน				
2	ชั้นล่าง				

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

คำถาม

1. ระหว่างบริเวณชั้นบนและบริเวณชั้นล่างบริเวณใดมีอากาศร้อนกว่ากัน

.....

2. วัสดุมันวาวจะดูดซับความร้อนได้ดีหรือไม่

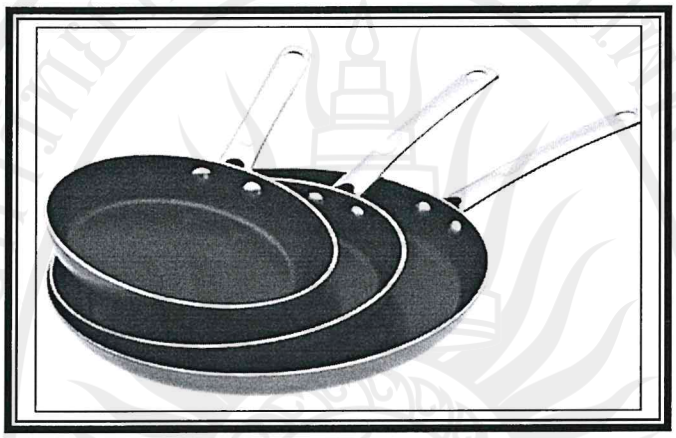
.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ..... **ห้อง** .....

คำชี้แจง : นักเรียนดูภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน



.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

.....

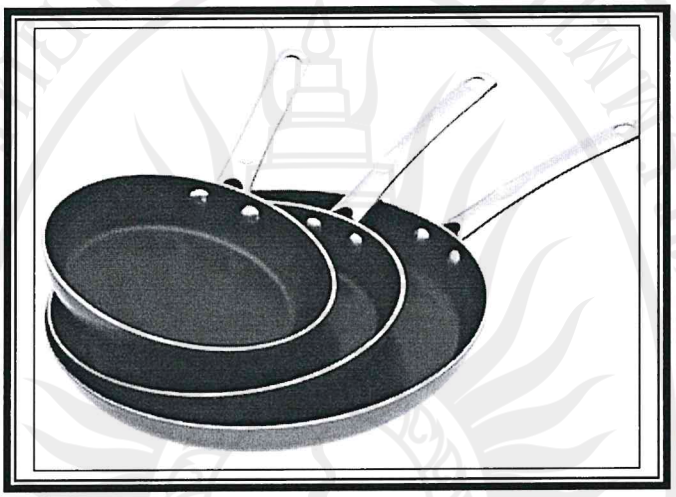
.....

.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ..... **ห้อง** .....

คำชี้แจง : นักเรียนดูภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน



ภาชนะหุงต้มจะทำด้วยโลหะ แต่ด้ามจับจะทำด้วยฉนวนความร้อน เมื่อนำภาชนะไปตั้งบนเตาไฟ บริเวณที่เป็นโลหะจะร้อน เนื่องจากการนำความร้อนของโลหะ

ภาชนะที่ใช้สำหรับเก็บอาหารที่ปรุงแล้วหรือน้ำร้อนต้องเป็นภาชนะที่เป็นฉนวนความร้อน เพื่อให้สามารถเก็บความร้อนความเย็นไว้ได้นาน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 5

ถุงเก็บความเย็น

วัตถุประสงค์ ถุงที่สร้างขึ้นมาสามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกและภายในให้ได้มากที่สุด

สถานการณ์ เพื่อนนักเรียนทำไอศกรีมหลอดขาย แต่มีปัญหาเมื่อมีลูกค้าต้องการซื้อไอศกรีมหลอดหลายอัน เมื่อกินไม่ทันไอศกรีมหลอดจะละลายเร็วมาก จะต้องรักษาความเย็นเพื่อให้ไอศกรีมหลอดที่ลูกค้าซื้อไปละลายได้ช้าลง นักเรียนช่วยออกแบบและจัดทำถุงเก็บความเย็นให้เพื่อนนักเรียน

ข้อจำกัด

- กำหนดให้นักเรียน ใช้เวลาในการประดิษฐ์ชิ้นงาน 1 ชั่วโมง
- จำกัดให้ใช้วัสดุเพียงแค่กระดาษหนังสือพิมพ์ 1 แผ่น แผ่นฟอยล์ 1 แผ่น หรือถุงขนมเปล่า 1 ถุง
- บรรจุภัณฑ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นจะต้องบรรจุไอศกรีมได้ 3 แท่ง เก็บความเย็นของไอศกรีมได้อย่างน้อย 20 นาที

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

สิ่งที่ต้องการ

.....

.....

.....

.....

.....

หลักการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หลักการแนวคิดทางคณิตศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หัวข้อที่นักเรียนสืบค้น

.....

ข้อมูลที่สืบค้น และแหล่งข้อมูล

ข้อมูลวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แหล่งข้อมูล

ข้อมูลวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แหล่งข้อมูล

สิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ขั้นที่ 3

ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา สร้างชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

หลักการแนวคิดทางวิทยาศาสตร์	หลักการแนวคิดทางคณิตศาสตร์
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ขั้นที่ 4 ทดสอบ และประเมินผลชิ้นงาน

รายละเอียดชิ้นงาน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุดเด่น	จุดด้อย
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เกณฑ์การประเมินชิ้นงานของฉัน	5	4	3	2	1
ความสามารถในการวัดอุณหภูมิ					
มีความคิดสร้างสรรค์					
ชิ้นงานเสร็จได้ในเวลาที่กำหนด					
ลักษณะรูปทรงของเทอร์โมมิเตอร์					

สร้างชิ้นงานตามแบบที่ปรับปรุง

สิ่งที่ต้องปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

แบบประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคะแนนคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. เนื้อหา	การนำเสนอข้อมูลพื้นฐานได้ถูกต้องชัดเจน	การนำเสนอมีการเรียงลำดับเป็นบางส่วน	การนำเสนอไม่เรียงลำดับ	การนำเสนอไม่เรียงลำดับและเนื้อหาไม่ถูกต้อง
2. การใช้ภาษา	ตัวสะกดและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจน มีความคิดสร้างสรรค์	ตัวสะกดและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจน	ตัวสะกดและไวยากรณ์ไม่ถูกต้องชัดเจนบางส่วน	ตัวสะกดและไวยากรณ์ไม่ถูกต้อง
3. ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจตรงตามจุดประสงค์	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่บางส่วนแต่ยังไม่น่าสนใจ	ชิ้นงานไม่มีความแปลกใหม่และไม่น่าสนใจ
4. การนำเสนอผลงาน	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจนน่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไป ได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปไม่ได้ใจความชัดเจนและไม่น่าสนใจ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-16	ดีมาก
9-12	ดี
5-8	พอใช้
1-4	ปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

หน่วยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน เวลาเรียน 11 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้ สมการ Q สูญเสีย = Q ได้รับ

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

ความร้อน เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่สามารถถ่ายโอนจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้ โดยการนำการพา และการแผ่รังสีความร้อน สสารมีการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน และสามารถคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ Q สูญเสีย = Q ได้รับ

สาระการเรียนรู้

1. ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากันสภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่าสมดุลความร้อน

2. เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มี อุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่งซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

3. การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อนการนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอน ความร้อนที่อาศัยตัวกลางโดยที่ตัวกลาง เคลื่อนที่ไปด้วยส่วนการแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลางการอนุรักษ์พลังงาน

บูรณาการสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

4. จำนวนเต็ม การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม

5. การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม

บูรณาการสาระการเรียนรู้ ศิลปะ

6. การออกแบบรูปภาพ สัญลักษณ์ หรืองานกราฟิก

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
   2.1 ทักษะการคิดสร้างสรรค์
   2.2 ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
   4.1 กระบวนการปฏิบัติ
   4.2 กระบวนการทำงานกลุ่ม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน
4. มีจิตสาธารณะ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

ชิ้นงาน “ถุงเก็บรักษาความเย็น”

การประเมินผล

1. การประเมินก่อนเรียน
   1.1 ทำแบบทดสอบก่อนเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้
2. การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
   2.1 ใบกิจกรรมที่ 1 สมดุลความร้อน
   2.2 ใบกิจกรรมที่ 2 การนำความร้อน
   2.3 ใบกิจกรรมที่ 3 ประโยชน์ของการนำความร้อน
   2.4 ใบกิจกรรมที่ 4 การพาความร้อนของอากาศ
   2.5 ใบกิจกรรมที่ 5 ประโยชน์ของการพาความร้อน
   2.6 ใบกิจกรรมที่ 6 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการแผ่รังสี
   2.7 ใบกิจกรรมที่ 7 ถุงเก็บรักษาความเย็น
3. การประเมินหลังเรียน
   3.1 แบบทดสอบหลังเรียน ประจำหน่วยการเรียนรู้
4. การประเมินชิ้นงาน / ภาระงาน (รวบยอด)
   4.1 แบบประเมินชิ้นงาน “ถุงเก็บรักษาความเย็น”

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบประเมินชิ้นงาน "ถุงเก็บรักษาความเย็น"

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคะแนนคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. เนื้อหา	การนำเสนอข้อมูลพื้นฐานได้ถูกต้องชัดเจน	การนำเสนอมีการเรียงลำดับเป็นบางส่วน	การนำเสนอไม่เรียงลำดับ	การนำเสนอไม่เรียงลำดับและเนื้อหาไม่ถูกต้อง
2. การใช้ภาษา	ตัวสะกดและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจนมีความคิดสร้างสรรค์	ตัวสะกดและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจน	ตัวสะกดและไวยากรณ์ไม่ถูกต้องชัดเจนบางส่วน	ตัวสะกดและไวยากรณ์ไม่ถูกต้อง
3. ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจตรงตามจุดประสงค์	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่บางส่วนแต่ยังไม่น่าสนใจ	ชิ้นงานไม่มีความแปลกใหม่และไม่น่าสนใจ
4. การนำเสนอผลงาน	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจน น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปไม่ได้ใจความชัดเจนและไม่น่าสนใจ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 - 16	ดีมาก
9 - 12	ดี
5 - 8	พอใช้
1 - 4	ปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กิจกรรมการเรียนรู้

วิธีสอน : การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน **เวลา 11 ชั่วโมง**

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้ สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/6 : สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

กิจกรรมที่ 1 (เวลา 8 ชั่วโมง)

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/5 : วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้ สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน
2. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

1. ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน

1.1 ครูและนักเรียนอภิปรายทบทวนความรู้เรื่องการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน สมดุลความร้อน

2. ขั้นกระตุ้นความสนใจ

2.1 ครูใช้สถานการณ์โดยนำบีกเกอร์ 2 ใบ ใส่น้ำร้อน ใบที่ 1 ใช้ช้อนโลหะจุ่มในน้ำร้อน ส่วนใบที่ 2 ใช้แท่งแก้วจุ่มในน้ำร้อน แล้วให้นักเรียนลองสัมผัสวัตถุทั้งสอง จากนั้นนักเรียนอภิปรายและช่วยกันตอบคำถามว่า เพราะเหตุใดวัตถุทั้งสองจึงรับความร้อนได้ไม่เท่ากัน

2.2 ครูจุดเทียน แล้วให้นักเรียนอังเหนือเปลวไฟ และสอบถามว่านักเรียนรู้สึกอย่างไร และสนทนาเพื่อหาคำตอบว่านักเรียนรู้สึกร้อนเพราะเหตุใด

3. ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ

3.1 นักเรียนแบ่งกลุ่ม 4 - 5 คน ศึกษาขั้นตอนการทำกิจกรรม

4. ขั้นแสวงหาความรู้

4.1 นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง การนำความร้อน ใบกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์ของการนำความร้อน ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง การพาความร้อนของอากาศ ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์ของการพาความร้อน และใบกิจกรรมที่ 5 สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการแผ่รังสี ใบความรู้ เรื่อง สมดุลความร้อน ครูกล่าวนำเข้าสู่การปฏิบัติกิจกรรมในใบกิจกรรมที่ 6 สมดุลความร้อน

4.2 ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเองจากนั้นบันทึกผลการทำกิจกรรมลงในใบกิจกรรม

5. ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้

5.1 ครูและนักเรียนอภิปรายผลการปฏิบัติกิจกรรมนำไปสู่ข้อสรุป

5.2 นักเรียนสรุปความรู้โดยทำแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

6. ขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล

6.1 ให้ตัวแทนนักเรียนนำเสนอผลงานการออกแบบจำลอง ครู เพื่อนนักเรียนประเมินผลงานตามแบบประเมิน

ตัวชี้วัด ว2.3, ม.1/7 : ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การถ่ายโอนความร้อน

กิจกกรมที่ 3 (เวลา 3 ชั่วโมง)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ การถ่ายโอนความร้อน

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1. ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน

1.1 ครูและนักเรียนอภิปรายทบทวนความรู้เรื่อง สมดุลความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

2. ขั้นกระตุ้นความสนใจ

2.1 ครูให้นักเรียนชมวีดิทัศน์ เรื่อง แปลงกล่องโฟมให้แช่อาหารเย็น ของสดนานข้ามวัน ไม่ต้องเทน้ำแข็ง

3. ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ

3.1 นักเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง "ถุงเก็บรักษาความเย็น"

3.2 นักเรียนระดมความคิด

4. ขั้นแสวงหาความรู้

4.1 นักเรียนศึกษาหลักการ การถ่ายโอนความร้อน ออกแบบและสร้างชิ้นงานตามใบกิจกรรมที่ 7 ถุงเก็บรักษาความเย็น

5. ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้

5.1 นักเรียนสรุปความรู้ที่ใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงานตามใบกิจกรรมที่ 7

6. ขั้นนำเสนอผลงานและประเมินผล

6.1 นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน ครู เพื่อนนักเรียนประเมินผล

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 1 การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม .....**ห้อง** .....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อศึกษาเรื่อง การนำความร้อนของโลหะ ตามกลุ่มที่กำหนด

1. กำหนดปัญหา

.....

2. ตั้งสมมติฐาน

.....

.....

3. ศึกษา เรื่อง การนำความร้อนของโลหะ ตามขั้นตอนดังนี้

1) ตรึงลวดโลหะระหว่างจุด 2 จุด ด้วยตะปู โดยตรึงให้ลวดโลหะมีความยาวประมาณ 200 เซนติเมตร

2) ปั้นดินน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 4 ก้อน นำไปติดบนเส้นลวดโลหะที่ระยะ 40 , 80 , 120 และ 160 เซนติเมตร

3) นำตะเกียงแอลกอฮอล์จุดไฟไปลนที่เส้นลวดโลหะ

4) สังเกตการตกของก้อนดินน้ำมัน บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล

4. บันทึกผลการศึกษา

ตำแหน่งที่ติดก้อนดินน้ำมัน (เซนติเมตร)	ลำดับการตก (1, 2, 3, 4)
40	
80	
120	
160	

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

การนำไปใช้ประโยชน์

.....

.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 1 การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ..... **ห้อง** .....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อศึกษาเรื่อง การนำความร้อนของโลหะตามกลุ่มที่กำหนด

1. กำหนดปัญหา

โลหะสามารถนำความร้อนได้หรือไม่

2. ตั้งสมมติฐาน

ถ้าโลหะสามารถนำความร้อนได้ ดังนั้น ความร้อนที่ผ่านมาโลหะจะทำให้ก้อนดินน้ำมันหลุดจากลวดโลหะตกลงสู่พื้น

3. ศึกษา เรื่อง การนำความร้อนของโลหะ ตามขั้นตอน ดังนี้

1) ตรึงลวดโลหะระหว่างจุด 2 จุด ด้วยตะปู โดยตรึงให้ลวดโลหะมีความยาวประมาณ 200 เซนติเมตร

2) ปั้นดินน้ำมันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร จำนวน 4 ก้อน นำไปติดบนเส้นลวด โลหะที่ระยะ 40, 80, 120 และ 160 เซนติเมตร

3) นำตะเกียงแอลกอฮอล์จุดไฟไปลนที่เส้นลวดโลหะ

4) สังเกตการตกของก้อนดินน้ำมัน บันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผล

4. บันทึกผลการศึกษา

ตำแหน่งที่ติดก้อนดินน้ำมัน (เซนติเมตร)	ลำดับการตก (1, 2, 3, 4)
40	*1*
80	*2*
120	*3*
160	*4*

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

ความร้อนจากเปลวไฟสามารถส่งผ่านจากลวดโลหะไปยังก้อนดินน้ำมันที่ติดอยู่ทำให้ก้อนดินน้ำมันได้รับความร้อนและตกลงสู่พื้น โดยก้อนดินน้ำมันที่อยู่ใกล้ตะเกียงจะตกก่อนก้อนที่อยู่ไกลจากตะเกียงออกไป เนื่องจากได้รับความร้อนก่อน

การนำไปใช้ประโยชน์

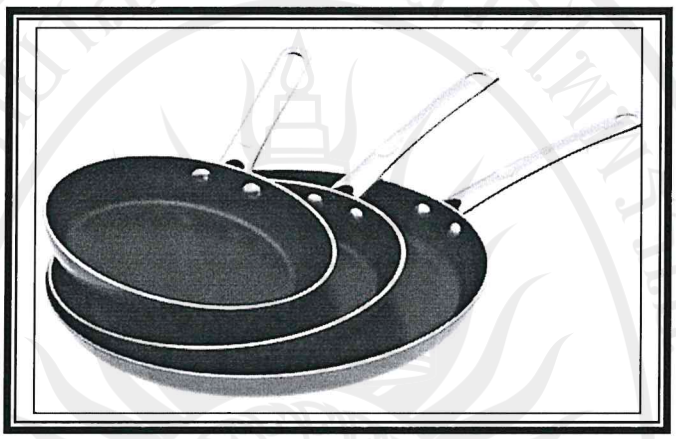
เลือกใช้วัสดุทำอุปกรณ์ที่ต้องการให้เกิดความร้อนเมื่อได้รับพลังงานได้

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ..... **ห้อง** .....

คำชี้แจง : นักเรียนดูภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน



.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

.....

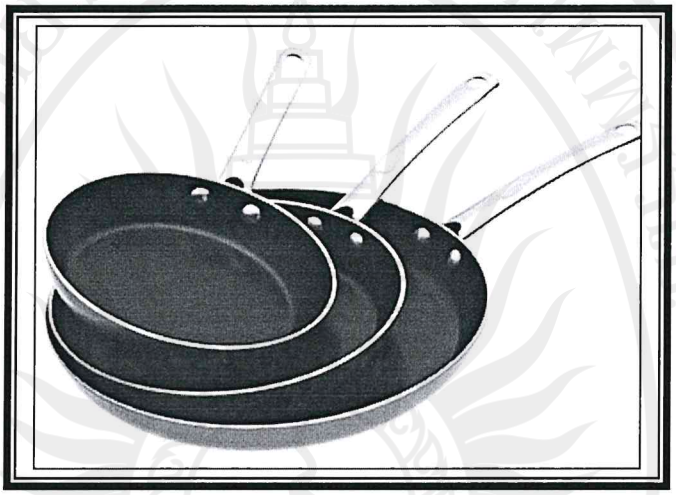
.....

.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 2 ประโยชน์การนำความร้อน

ชื่อกลุ่ม ..... **ห้อง** .....

คำชี้แจง : นักเรียนดูภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน



ภาชนะหุงต้มจะทำด้วยโลหะ แต่ด้ามจับจะทำด้วยฉนวนความร้อน เมื่อนำภาชนะไปตั้งบน

เตาไฟ บริเวณที่เป็นโลหะจะร้อน เนื่องจากการนำความร้อนของโลหะ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาชนะที่ใช้สำหรับเก็บอาหารที่ปรุงแล้วหรือน้ำร้อนต้องเป็นภาชนะที่เป็นฉนวนความร้อน

เพื่อให้สามารถเก็บความร้อนไว้ได้นาน

ใบกิจกรรมที่ 3 การพาความร้อนของอากาศ

ชื่อกลุ่ม .....**ห้อง** .....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อศึกษาเรื่อง การพาความร้อนของอากาศ ตามกลุ่มที่กำหนด

1. กำหนดปัญหา

.....

2. ตั้งสมมติฐาน

.....

3. ศึกษา เรื่อง การพาความร้อน ตามขั้นตอน ดังนี้

1) จัดเตรียมอุปกรณ์ (ควรทำในห้องที่มืด)

2) ฉายแสงไปยังเทียนไขที่กำลังลุกไหม้ และใบพัดที่แขวนเหนือเปลวไฟ สังเกตสิ่งที่ปรากฏบนฉากสีขาว บันทึกผล

3) ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 2) แต่เปลี่ยนจากฉากสีขาวเป็นกล่องสีขาว และนำใบพัดออก สังเกตและบันทึกผล

4) ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 3) แต่เปลี่ยนจากกล่องสีขาวเป็นกระบอกใส (ระวังการลุกไหม้) สังเกตและบันทึกผล โดยให้นักเรียนวาดภาพแสดงทิศทางการพัดพาความร้อนของอากาศ

4. บันทึกผลการศึกษา

.....

.....

.....

.....

.....

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

6. การนำไปใช้ประโยชน์

.....

.....

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 3 การพาความร้อนของอากาศ

ชื่อกลุ่ม ..... **ห้อง** .....

1. กำหนดปัญหา

การพาความร้อนมีลักษณะอย่างไร

2. ตั้งสมมติฐาน

การพาความร้อนของอากาศ จะพาจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนจนทั่วบริเวณ

3. ศึกษา เรื่อง การพาความร้อน ตามขั้นตอน ดังนี้

1) จัดเตรียมอุปกรณ์ (ควรทำในห้องที่มืด)

2) ฉายแสงไปยังเทียนไขที่กำลังลุกไหม้ และใบพัดที่แขวนเหนือเปลวไฟ สังเกตสิ่งที่ปรากฏบนฉากสีขาว บันทึกผล

3) ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 2) แต่เปลี่ยนจากฉากสีขาวเป็นกล่องสีขาว และนำใบพัดออก สังเกตและบันทึกผล

4) ทำการทดลองซ้ำ ข้อ 3) แต่เปลี่ยนจากกล่องสีขาวเป็นกระบอกใส (ระวังการลุกไหม้) สังเกตและบันทึกผล โดยให้นักเรียนวาดภาพแสดงทิศทางการพัดพาความร้อนของอากาศ

4. บันทึกผลการศึกษา

บันทึกผลตามการทดลองที่ได้

5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

การพาความร้อนของอากาศ จะมีการพาความร้อนจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนจนทั่วภายในกล่อง

6. การนำไปใช้ประโยชน์

นำหลักการพาความร้อนไปใช้ให้ความอบอุ่นต่อร่างกาย เช่น การผิงไฟในหน้าหนาว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์การพาความร้อน

ชื่อกลุ่ม .....**ห้อง** .....

คำชี้แจง : นักเรียนศึกษาหาภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการพา ความร้อน

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

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

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

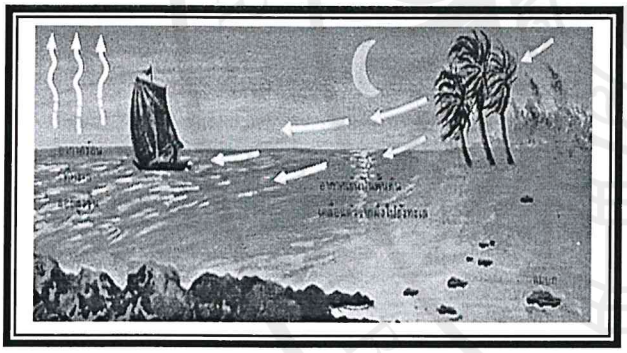
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เฉลย ใบกิจกรรมที่ 4 ประโยชน์การพาความร้อน

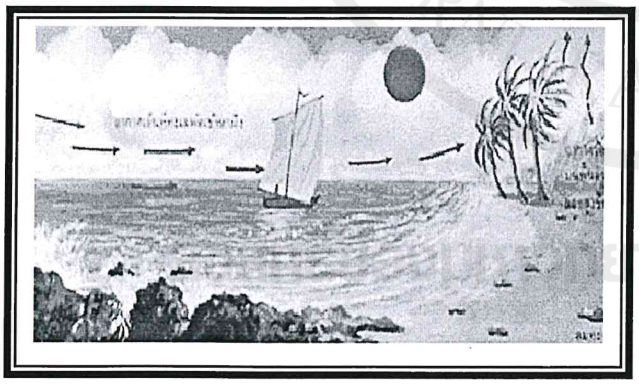
ชื่อกลุ่ม .....**ห้อง** .....

คำชี้แจง : นักเรียนศึกษาภาพ แล้ววิเคราะห์ประโยชน์ที่ได้จากการนำความร้อน

เมื่อเอามือไปอังเหนือเปลวไฟ ทำให้ได้รับความร้อน เพราะอากาศเหนือเปลวไฟมีอุณหภูมิสูงขึ้น อากาศจึงเคลื่อนที่ขึ้นที่สูง ทำให้เราได้รับความอบอุ่น



ในเวลากลางคืนพื้นดินคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นน้ำเบาลอยขึ้นเบื้องบนอากาศที่เย็นกว่าเหนือพื้นดินจะเคลื่อนที่เข้ามาแทนที่ เกิดเป็นลมพัดจากพื้นดินออกสู่ทะเล



กลางวันพื้นดินดูดซับความร้อนได้ดีกว่าพื้นน้ำ อากาศเหนือพื้นดินขยายตัวเบาและลอยตัวขึ้น อากาศเหนือพื้นน้ำที่เย็นกว่าจะพัดเข้ามาแทนที่ จากทะเลพัดสู่พื้นดิน

ใบกิจกรรมที่ 5 การแผ่รังสีความร้อน

ชื่อกลุ่ม .....**ห้อง** .....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสืบค้นการถ่ายโอนความร้อนโดยวิธีการแผ่รังสีความร้อนตามหัวข้อที่กำหนด

1. ภาพตัวอย่างการแผ่รังสีความร้อน

1. สรุปลักษณะการแผ่รังสีความร้อน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. ประโยชน์ของการแผ่รังสีความร้อน

.....

.....

.....

ใบความรู้ เรื่อง สมดุลความร้อน

เมื่อนำวัตถุสองชนิดขึ้นไปที่มีอุณหภูมิแตกต่างกันมาและกันหรือผสมกัน จะเกิดการถ่ายโอนความร้อนขึ้นจากวัตถุอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า *การเกิดสมดุลความร้อน* เรียกว่า "อุณหภูมิผสม"

ขณะที่วัตถุกำลังถ่ายโอนความร้อนให้แก่กันและกัน วัตถุที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะคายความร้อนออกมา และอุณหภูมิจะลดลงจนถึงอุณหภูมิผสม ส่วนวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะได้รับความร้อนที่วัตถุคายออกมา และอุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงอุณหภูมิผสมเช่นเดียวกัน

ดังนั้น ถ้าไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม จะสรุปได้ดังนี้

ปริมาณความร้อนลด = ปริมาณความร้อนเพิ่ม

1. ตั้งแก้วใส่น้ำแข็งทิ้งไว้
2. น้ำแข็งจะเกิดการละลาย เนื่องจากอากาศรอบ ๆ แก้วจะถ่ายโอนความร้อนให้กับน้ำในแก้ว
3. น้ำแข็งจะละลายจนเป็นน้ำหมดและอุณหภูมิของน้ำเย็นจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดจะมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น (อุณหภูมิห้อง) ซึ่งถือว่าได้เกิดสมดุลความร้อน ระหว่างอากาศกับน้ำในแก้ว

ตัวอย่าง เทน้ำร้อน 200 กรัม ที่มีอุณหภูมิ 70 °C ผสมกับน้ำเย็น 600 กรัมที่มีอุณหภูมิ 5 °C จะได้อุณหภูมิผสม เท่าไร ถ้าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรีต่อกรัมต่อองศาเซลเซียส

วิธีทำ สมมุติให้อุณหภูมิของน้ำเป็น X °C

หาปริมาณความร้อนลดของน้ำร้อน

จากสูตร $Q = mc\Delta t$

ในที่นี้ $m = 200\ g,\ c = 1\ cal/g\ ^\circ C,\ = (70 - X)\ ^\circ C$

ดังนั้น $Q_{ลด} = 200 \times 1 \times (70 - X)$

หาปริมาณความร้อนเพิ่มของน้ำเย็น

จากสูตร $Q = mc\Delta t$

ในที่นี้ $m = 600\ g,\ c = 1\ cal/g\ ^\circ C,\ = (x - 5)\ ^\circ C$

ดังนั้น $Q_{เพิ่ม} = 600 \times 1 \times (x - 5)$

เข้าสมการ $Q_{ลด} = Q_{เพิ่ม}$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

จะได้ $200(70 - x) = 600(x - 5)$

$70 - x = 3x - 15$

$85 = 4x$

$x = 21.25\ ^{o}C$

ตอบ จะได้อุณหภูมิผสมของน้ำเป็น $21.25\ ^{\circ}C$

อุณหภูมิผสมที่เกิดขึ้น จะต้องอยู่ระหว่างอุณหภูมิของของร้อนและของเย็นที่นำมาผสมกัน

หลักการคำนวณ

1. เขียนแผนภาพแสดงขั้นตอนการเปลี่ยนแปลง
2. คำนวณหาความร้อนลด ที่เกิดจากสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าคายออกมา
3. คำนวณหาความร้อนเพิ่มที่เกิดจากสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าดูดเข้าไว้
4. เข้าสมการ ปริมาณความร้อนลด = ปริมาณความร้อนเพิ่ม
5. แก้สมการในข้อ 4 หาค่าของตัวแปรออกมา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 6 สมดุลความร้อน

ชื่อกลุ่ม.....**ห้อง**.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และให้นักเรียนคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

1. กำหนดปัญหา

   .....

2. ตั้งสมมติฐาน

   .....

อุปกรณ์

1. น้ำแข็ง
2. บีกเกอร์ 250 cm^3
3. เทอร์มอมิเตอร์
4. น้ำ

วิธีการทดลอง

1. นำน้ำแข็ง และน้ำ อย่างละ 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์วัดอุณหภูมิเริ่มต้นก่อนทดลอง
2. นำน้ำแข็งใส่ในบีกเกอร์น้ำ สังเกตการเปลี่ยนแปลงวัดอุณหภูมิทุก ๆ 2 นาที จนน้ำแข็งละลายหมด
3. บันทึกผลการทดลอง

บันทึกผล

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ใบกิจกรรมที่ 7

ถุงเก็บรักษาความเย็น

วัตถุประสงค์ เพื่อพยายามให้ถุงที่สร้างขึ้นมาสามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกและภายในถุงให้ได้มากที่สุด

สถานการณ์ เพื่อนนักเรียนทำไอศกรีมหลอดขาย แต่มีปัญหาเมื่อมีลูกค้าต้องการซื้อไอศกรีมหลอดหลายอัน เมื่อกินไม่ทันไอศกรีมหลอดจะละลายเร็วมาก จะต้องรักษาความเย็นเพื่อให้ไอศกรีมหลอดที่ลูกค้าซื้อไปละลายได้ช้าลง นักเรียนช่วยออกแบบและจัดทำถุงเก็บความเย็นให้เพื่อนนักเรียน

กำหนดให้นักเรียน ใช้กระบวนการจากสถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนของสสาร สมบัติการเป็นฉนวนความร้อนของวัสดุต่าง ๆ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน โดยคำนึงถึง ถุงที่สร้างขึ้นมาสามารถป้องกันการถ่ายโอนความร้อนจากภายนอกมาสู่ภายในตัวกล่องให้ได้มากที่สุด โดยให้นักเรียนกำหนดวัสดุที่ใช้ในการสร้างด้วยตนเอง

อุปกรณ์

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบถุงเก็บรักษาความเย็น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบประเมินทักษะปฏิบัติ

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคุณภาพ รายการละ 1 ระดับ

ที่	พฤติกรรม / ลักษณะบ่งชี้	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
		1	2	3	4	5	
1	การวางแผน การแบ่งหน้าที่กันทำงาน						5 หมายถึง ดีมาก 4 หมายถึง ดี 3 หมายถึง ปานกลาง 2 หมายถึง พอใช้ 1 หมายถึง ควรปรับปรุง
2	การสังเกต การเปรียบเทียบ						
3	การแสดงความคิดเห็น						
4	การคำนวณ						
5	การรวบรวมข้อมูล						
6	การวิเคราะห์ผล และการสรุปผล						
7	การสร้างบรรยากาศในการทำงาน						
8	ความสนใจ และตั้งใจในการทำงาน						
9	การทำงานร่วมกับผู้อื่น						
10	งานสำเร็จทันเวลาและมีคุณภาพ						
รวมคะแนน							.....
ระดับคุณภาพเฉลี่ย		.....					

สรุปผลจากแบบประเมิน

- ☐ ดีมาก (5.00)
- ☐ ดี (4.00 - 4.99)
- ☐ ปานกลาง (3.00 - 3.99)
- ☐ พอใช้ (2.00 - 2.99)
- ☐ ควรปรับปรุง (1.00 - 1.99)

ลงชื่อผู้ประเมิน

(.....)

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน

...../...../.....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

แบบประเมินชิ้นงาน

รายการประเมิน	คำอธิบายระดับคะแนนคุณภาพ/คะแนน			
	ดีเยี่ยม (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. เนื้อหา	การนำเสนอข้อมูลพื้นฐานได้ถูกต้องชัดเจน	การนำเสนอมีการเรียงลำดับเป็นบางส่วน	การนำเสนอไม่เรียงลำดับ	การนำเสนอไม่เรียงลำดับและเนื้อหาไม่ถูกต้อง
2. การใช้ภาษา	ตัวสะกดและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจนมีความคิดสร้างสรรค์	ตัวสะกดและไวยากรณ์ถูกต้องชัดเจน	ตัวสะกดและไวยากรณ์ไม่ถูกต้องชัดเจนบางส่วน	ตัวสะกดและไวยากรณ์ไม่ถูกต้อง
3. ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจตรงตามจุดประสงค์	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่และน่าสนใจ	ชิ้นงานมีความแปลกใหม่บางส่วนแต่ยังไม่น่าสนใจ	ชิ้นงานไม่มีความแปลกใหม่และไม่น่าสนใจ
4. การนำเสนอผลงาน	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจนน่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอผลงานที่แปลกใหม่ได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปได้ใจความชัดเจนแต่ไม่น่าสนใจ	มีวิธีการนำเสนอที่คล้ายคลึงกับแบบทั่วไปไม่ได้ใจความชัดเจนและไม่น่าสนใจ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 - 16	ดีมาก
9 - 12	ดี
5 - 8	พอใช้
1 - 4	ปรับปรุง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก ง
ค่าดัชนีความสอดคล้อง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 11 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนหน่วยการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					$\overline{X}$	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน่วยการเรียนรู้							
ชื่อหน่วยการเรียน							
1. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดรู้	5	4	5	5	5	4.80	มากที่สุด
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด							
2. สอดคล้องกับชื่อกิจกรรม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม	5	4	4	4	4	4.20	มาก
สาระสำคัญ ความคิดรวบยอด							
4. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้							
5. ครอบคลุมชัดเจน สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	4	4	4	5	4.40	มาก
จุดประสงค์การเรียนรู้							
6. สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน							
7. เหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4	5	4.40	มาก
8. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	5	4	4	4	5	4.40	มาก

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\overline{X}$	ระดับความเหมาะสม
9. สอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	5	4	4	4	5	4.40	มาก
ชิ้นงานหรือภาระงาน							
10. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	4	5	4	4	5	4.40	มาก
11. เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐาน	5	4	4	4	5	4.40	มาก
สื่อวัสดุอุปกรณ์							
12. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	มากที่สุด
13. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล							
14. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
15. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
16. เครื่องมือและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับวิธีการวัดผล	5	4	4	4	5	4.40	มาก
รวมเฉลี่ย						4.56	มากที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ตาราง 12 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนหน่วยการเรียนรู้ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษาของผู้ทรงคุณวุฒิ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ					$\overline{X}$	ระดับความเหมาะสม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
ความเหมาะสมขององค์ประกอบในหน่วยการเรียนรู้							
ชื่อหน่วยการเรียน							
1. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัดรู้	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด							
2. สอดคล้องกับชื่อกิจกรรม	5	5	5	5	5	5.00	มากที่สุด
3. เหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรม	5	5	4	4	4	4.40	มาก
สาระสำคัญ ความคิดรวบยอด							
4. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	5	5	4	5	5	4.80	มากที่สุด
สาระการเรียนรู้							
5. ครอบคลุมชัดเจน สอดคล้องกับตัวชี้วัด	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้							
6. สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน							
7. เหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
8. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	5	5	5	4	5	4.80	มากที่สุด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 12 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นผู้ทรงคุณวุฒิ คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5	$\overline{X}$	ระดับความเหมาะสม
9. สอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
ชิ้นงานหรือภาระงาน							
10. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	4	4	5	5	5	4.60	มากที่สุด
11. เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4	5	5	5	4	4.60	มากที่สุด
สื่อวัสดุอุปกรณ์							
12. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4	5	4.60	มากที่สุด
13. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
การวัดและประเมินผล							
14. สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด/จุดประสงค์	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
15. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4	5	4.60	มากที่สุด
16. เครื่องมือและเกณฑ์การประเมินสอดคล้องกับวิธีการวัดผล	5	5	5	3	5	4.60	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย						4.66	มากที่สุด

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	4	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
10	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 14 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
1	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
5	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
7	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	0	4	0.80	สอดคล้อง
10	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
17	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
24	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 14 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5			
26	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
31	+1	+1	0	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
32	0	+1	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
34	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	0	+1	4	0.80	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง
39	+1	0	+1	+1	+1	4	0.80	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	5	1.00	สอดคล้อง

หมายเหตุ

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์ข้อนั้นได้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อนั้นวัดจุดประสงค์ข้อนั้นได้

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่ได้วัดจุดประสงค์ข้อนั้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาคผนวก จ
ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 15 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (α - Coefficient)

คนที่	ข้อที่													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\overline{X}$	X^2
1	4	4	3	2	3	4	3	3	4	4	4	3	3.42	11.67
2	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3.75	14.06
3	4	4	4	2	4	3	4	4	4	3	4	4	3.67	13.44
4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	3.58	12.84
5	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	3	3.50	12.25
6	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3.50	12.25
7	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3.83	14.69
8	3	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	3.42	11.67
9	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2.83	8.03
10	3	2	4	2	3	3	4	2	2	2	3	2	2.67	7.11
11	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3.50	12.25
12	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	3	2	2.42	5.84
13	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3	2	2	2.42	5.84
14	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3.83	14.69
15	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3.75	14.06
16	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	3.58	12.84
17	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2.83	8.03
18	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3.83	14.69
19	4	4	4	3	3	4	4	4	3	3	4	4	3.67	13.44
20	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3.75	14.06
21	4	3	3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3.58	12.84
22	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3.58	12.84
23	4	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	3.42	11.67
24	4	4	3	4	4	4	3	2	2	3	3	4	3.33	11.11
25	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2.83	8.03

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	$\overline{X}$	X^2
26	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3.08	9.51
27	2	2	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2.50	6.25
28	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3.42	11.67
29	3	2	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	2.50	6.25
30	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2.92	8.51

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90 อยู่ในเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นสูง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 16 วิเคราะห์ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ค่าความยาก (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
1	0.30	0.63	เหมาะสม
2	0.40	0.50	เหมาะสม
3	0.30	0.63	เหมาะสม
4	0.43	0.38	เหมาะสม
5	0.43	0.38	เหมาะสม
6	0.40	0.25	เหมาะสม
7	0.37	0.63	เหมาะสม
8	0.43	0.38	เหมาะสม
9	0.43	0.38	เหมาะสม
10	0.40	0.25	เหมาะสม
11	0.37	0.38	เหมาะสม
12	0.47	0.25	เหมาะสม
13	0.37	0.63	เหมาะสม
14	0.47	0.25	เหมาะสม
15	0.40	0.50	เหมาะสม
16	0.47	0.25	เหมาะสม
17	0.33	0.75	เหมาะสม
18	0.37	0.38	เหมาะสม
19	0.40	0.50	เหมาะสม
20	0.40	0.50	เหมาะสม

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 17 การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ โดยสูตรของคูเดอร์ริชาร์ดสัน (KR - 20)

คนที่	ข้อที่																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\overline{X}$	X^2
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	17	289
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	400
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	19	361
4	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	256
5	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	15	225
6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	324
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	18	324
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	17	289
9	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	11	121
10	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	9	81
11	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	16	256
12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	10	100
13	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	9	81

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\overline{X}$	X^2
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	19	361
15	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	361
16	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	16	256
17	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	11	121
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	19	361
19	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	361
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	17	289
21	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	16	256
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	400
23	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	12	144
24	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	17	289
25	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	10	100
26	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	361
27	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	15	225

ตาราง 17 (ต่อ)

คนที่	ข้อที่																				$\overline{X}$	X^2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
28	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	16	256
29	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	12	144
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	18	324
รวม	21	22	20	23	24	25	25	25	23	25	22	24	22	25	23	26	22	24	24	25	470	7716
P	0.70	0.73	0.67	0.77	0.80	0.83	0.83	0.83	0.77	0.83	0.73	0.80	0.73	0.83	0.77	0.87	0.73	0.80	0.80	0.83		
Q	0.30	0.27	0.33	0.23	0.20	0.17	0.17	0.17	0.23	0.17	0.27	0.20	0.27	0.17	0.23	0.13	0.27	0.20	0.20	0.17		
pq	0.21	0.20	0.22	0.18	0.16	0.14	0.14	0.14	0.18	0.14	0.20	0.16	0.20	0.14	0.18	0.12	0.20	0.16	0.16	0.14		

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 อยู่ในเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่น

ภาคผนวก ฉ

คะแนนของกลุ่มทดลอง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 18 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2
1	27	41	14	196
2	27	45	18	324
3	28	44	16	256
4	29	42	13	169
5	31	44	13	169
6	31	43	12	144
7	25	45	20	400
8	31	42	11	121
9	28	41	13	169
10	26	40	14	196
11	30	44	14	196
12	27	42	15	225
13	27	37	10	100
14	25	45	20	400
15	25	44	19	361
16	26	45	19	361
17	29	40	11	121
18	26	45	19	361
19	27	43	16	256
20	26	46	20	400
21	28	44	16	256
22	26	44	18	324
23	27	41	14	196
24	26	40	14	196
25	27	41	14	196

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 18 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2
26	31	38	7	49
27	26	42	16	256
28	27	42	15	225
29	26	44	18	324
30	30	43	13	169
$\sum$	825	1277	452	825
$\overline{X}$	27.50	42.57		
S.D.	1.91	2.19		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 19 คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลองโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2
1	31	42	11	121
2	27	44	17	289
3	26	44	18	324
4	29	42	13	169
5	31	41	10	100
6	31	43	12	144
7	25	46	21	441
8	31	43	12	144
9	28	42	14	196
10	28	37	9	81
11	30	45	15	225
12	27	42	15	225
13	27	39	12	144
14	25	46	21	441
15	25	45	20	400
16	28	43	15	225
17	32	40	8	64
18	26	46	20	400
19	27	43	16	256
20	26	45	19	361
21	26	44	18	324
22	26	45	19	361
23	27	42	15	225
24	26	41	15	225
25	27	41	14	196

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 19 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน)			
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D^2
26	27	39	12	144
27	26	43	17	289
28	27	42	15	225
29	26	45	19	361
30	29	41	12	144
$\sum$	827	1281	454	7244
$\overline{X}$	27.57	42.70		
S.D.	2.03	2.25		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลอง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)			
	แบบโครงงานเป็นฐาน	โครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	D	D^2
1	17	17	0	0
2	16	16	0	0
3	16	16	0	0
4	16	17	1	1
5	17	18	1	1
6	18	16	-2	4
7	17	17	0	0
8	15	16	1	1
9	17	15	-2	4
10	15	15	0	0
11	17	17	0	0
12	15	15	0	0
13	15	15	0	0
14	15	15	0	0
15	15	15	0	0
16	16	15	-1	1
17	18	17	-1	1
18	17	16	-1	1
19	16	15	-1	1
20	17	17	0	0
21	18	16	-2	4
22	18	15	-3	9
23	16	15	-1	1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)			
	แบบโครงงานเป็นฐาน	โครงงานเป็นฐาน ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	D	D^2
24	15	15	0	0
25	16	15	-1	1
26	16	16	0	0
27	16	17	1	1
28	17	17	0	0
29	17	18	1	1
30	18	16	-2	4
$\sum$	492	480	-12	36
$\overline{X}$	16.40	16.00		
S.D.	1.04	0.98		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 21 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มทดลอง โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)			
	แบบโครงงานเป็นฐาน	โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	D	D^2
1	11	10	-1	1
2	10	12	2	4
3	9	8	-1	1
4	9	10	1	1
5	12	12	0	0
6	12	14	2	4
7	12	11	-1	1
8	10	11	1	1
9	11	10	-1	1
10	8	8	0	0
11	11	11	0	0
12	9	10	1	1
13	9	9	0	0
14	10	10	0	0
15	10	12	2	4
16	10	10	0	0
17	12	11	-1	1
18	12	11	-1	1
19	11	10	-1	1
20	11	12	1	1
21	11	11	0	0
22	12	12	0	0
23	9	9	0	0

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 21 (ต่อ)

คนที่	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)			
	แบบโครงงานเป็นฐาน	โครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา	D	D^2
24	10	10	0	0
25	11	12	1	1
26	11	11	0	0
27	10	10	0	0
28	10	10	0	0
29	10	9	-1	1
30	12	11	-1	1
$\sum$	315	317	2	26
$\overline{X}$	10.50	10.57		
S.D.	1.14	1.30		

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	นางปิณิดา สุวรรณพรม
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2513
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 80/64 ตำบลวัดใหม่ อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี 22000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนสฤษดิเดช
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสฤษดิเดช อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2527	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอรุณประดิษฐ์ จังหวัดเพชรบุรี
พ.ศ. 2530	มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพรหมานุสรณ์ จังหวัดเพชรบุรี
พ.ศ. 2535	การศึกษาบัณฑิต กศ.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2563	ครุศาสตรมหาบัณฑิต ค.ม. (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี