ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1

โดย
นายณัฐพงษ์ เทศทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1

โดย
นายณัฐพงษ์ เทศทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

THE EFFECTIVE OF SCIENCE LEARNING BASED ON THE STEAM EDUCATION TO PROMOTE THE ABILITY OF INNOVATION AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCE OF MATHAYOMSUKSA ONE STUDENTS

By

MR. Nutthapong TESTONG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Education (CURRICULUM AND INSTRUCTION)
Department of Curriculum and Instruction
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2021

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1
โดย	ณัฐพงษ์ เทศทอง
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โพธิ์เงิน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรัณย์พล วิวรรธมงคล)

60263309 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์, แนวคิด STEAM, ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม, เจตคติต่อวิทยาศาสตร์, ความพึงพอใจ

นาย ณัฐพงษ์ เทศทอง: ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAMเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM 2) ศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM 3) ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM 4) ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดรางกร่าง ตำบลศรีสำราญ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งผู้วิจัยได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simply Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยสุ่ม จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM จำนวน 3 แผน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น 1.ขั้นระบุปัญหา 2.ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3.ขั้นวางแผนและพัฒนา 4. ขั้นทดสอบประเมินผล 5. ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ จำนวน 40 ข้อ 3) แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมแบบรูบริค 4) แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์แบบลิเคิร์ท 5) แบบประเมินความพึงพอใจแบบลิเคิร์ท

ผลการวิจัย

1) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี

3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี

4) ความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM มีเกณฑ์ประเมินอยู่ในระดับดี

60263309 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)
Keyword : Effective of learning science/ STEAM Ecucation/ Ability of innovation/ Attitude towards science/ Satisfactions

MR. NUTTHAPONG TESTONG : THE EFFECTIVE OF SCIENCE LEARNING BASED ON THE STEAM EDUCATIONTO PROMOTE THE ABILITY OF INNOVATION AND ATTITUDE TOWARDS SCIENCEOF MATHAYOMSUKSA ONE STUDENTS THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR WISUD PO NEGRN, Ph.D.

The purposes of this research were 1) to compare students pretest and posttest study science by STEAM 2) to study promote the ability of innovation by STEAM 3) to study the attitude towards science by STEAM 4) to study the satisfaction towards science by STEAM. The sample group in this research was chosen by Simply Random Sampling technique which comprised 20 mathayomsuksa 1 Students of watrangkrang school who were studying in 1st semester of B.E.2563. The research tools were 1) The 3 lesson plans of science learning based on the steam education there are 5 step of learning 1.Identify a challenge 2.Explore ideas 3.Plan and Develop 4.Test and Evaluate 5.Present the Solution 2) An achievement test of science 40 questions 3) A scoring rubric on ability of innovation 4) A scoring likert's scale form attitude towards science 5) A scoring likert's scale form satisfaction science by STEAM. The mean and standard deviation are applied for data analysis.

The research summary as follows,

1) The effective of science learning Mathayomsuksa 1 by STEAM after study higher than before study at the 0.05 significant level.

2) The student's ability of innovation after learning science by STEAM. Learning were positive at a good level on the criteria.

3) The student's attitude towards science after learning science by STEAM Learning were positive at a good level on the criteria.

4) The student's satisfaction after learning science by STEAM Learning were positive at a good level on the criteria.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์อย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โพธิ์เงิน ซึ่งเป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดจนการตรวจสอบแก้ไข้ข้อบกพร่องจนเป็นวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ และรองศาสตราจารย์ ดร.กรัณย์พล วิวรรธมงคล ผู้คอยช่วยเหลือและให้คำแนะนำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับผู้วิจัย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย ที่กรุณาเป็นประธานในการพิจารณาวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ที่ตรวจสอบข้อเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพรวิทยศิริธรรม อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากรผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล อาจารย์ ดร.พิสิฐ ตั้งพรประเสริฐ ผู้ช่วยประธานหลักสูตรศิลปศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปะ ศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญฉิม อาจารย์ประจำภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาสาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผู้เชียวชาญด้านวิทยาศาสตร์ อาจารย์วราภรณ์ สีดำนิล อาจารย์ประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดท่าไชย (ประชานุกูล) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ ผู้ที่ให้คำแนะนำด้านการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ การวัดผลประเมินผล ทำให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ นายเอกชัย ศรีกงพาน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดรางกร่าง และเพื่อนที่ให้ความอนุเคราะห์ ส่งเสริมและช่วยเหลือผู้วิจัยให้มีโอกาสพัฒนาตนเอง และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดรางกร่าง ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อไพโรจน์ คุณแม่วันเพ็ญ เทศทอง และทุกคนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจในการทำงานด้วยดีเสมอมา คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบูชาแด่บิดามารดา อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน ตลอดจนผู้ที่สนใจโดยทั่วไป

นาย ณัฐพงษ์ เทศทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญแผนภูมิ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 9
คำถามการวิจัย 14
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 14
สมมติฐานการวิจัย 14
ขอบเขตการวิจัย 15
นิยามศัพท์เฉพาะ 16
ประโยชน์ที่ได้รับ 17
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 18
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 18
2. เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ STEAM 28
3. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม 34
4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 43

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 47
6. ความพึงพอใจ 50
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 51
สรุป 54
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 55
ระเบียบวิธีการวิจัย 55
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 55
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย 55
แบบแผนการดำเนินการวิจัย 56
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 56
การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 57
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 77
ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM 77
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM 78
ตอนที่ 3 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM 81
ตอนที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM 82
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ 86
สรุปผลการวิจัย 87
อภิปรายผล 88
ข้อเสนอแนะ 92
ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้ 92

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป 93
รายการอ้างอิง 94
ภาคผนวก 99
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 100
ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือ หนังสือขอทดลองเครื่องมือ หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 102
ภาคผนวก ค การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ 110
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 130
ภาคผนวก ฉ รูปภาพกิจกรรม 202
ภาคผนวก ช ตาราง 206
ประวัติผู้เขียน 212

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาปีที่ 1 21

ตารางที่ 2 ตารางสรุปสาระการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM..... 26

ตารางที่ 3 ตารางสังเคราะห์ขั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM 31

ตารางที่ 4 ตารางสังเคราะห์ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม..... 42

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องงพลังงานความร้อน จำนวน 12 ชั่วโมง 58

ตารางที่ 6 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน .. 63

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM 77

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM..... 79

ตารางที่ 9 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM..... 81

ตารางที่ 10 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM..... 83

ตารางที่ 11 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เรื่องเครื่องวัดอุณหภูมิทำมือจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน 111

ตารางที่ 12 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เรื่องตู้อบรักษ์โลกจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน..... 112

ตารางที่ 13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เรื่องGelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน..... 113

ตารางที่ 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การจัดดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 114

ตารางที่ 15 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 125

ตารางที่ 16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ต่อแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 127

ตารางที่ 17 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 128

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากรายข้อและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบ..... 207

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM..... 209

ตารางที่ 20 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM 210

ตารางที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM 211

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาสาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 62

แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน 65

แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม 68

แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ 70

แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ 73

แผนภูมิที่ 6 สรุปผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม 80

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสร้างคนให้ก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 โดยการดำเนินการตามนโยบาย “ประเทศไทย 4.0” ซึ่งเป็นโมเดลพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยตามวิสัยทัศน์ที่ว่า “มั่นคง มั่งคั่ง ยังยืน” โดยอาศัยนวัตกรรมต่าง ๆ ด้านวิทยาการ ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการวิจัยและพัฒนาเพื่อตอบสนองต่อ 5 กลุ่มเป้าหมาย คือ 1) กลุ่มอาหาร เกษตร และเทคโนโลยีชีวภาพ (Food,Agriculture and Bio – Tech) 2) กลุ่มสาธารณะสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์ (Health,Wellness and Bio-Med) 3) กลุ่มเครื่องมืออุปกรณ์อัจฉริยะ หุ่นยนต์ และเครื่องกลที่ใช้ในระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม (Smart Derices , Robotics and Mechtronics) 4) กลุ่มดิจิตอล เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่อและบังคับเครื่องยนต์ต่าง ๆ ปัญญาประดิษฐ์ และเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Digital , Internet of Thing (IoT), Artificial Intelligence and Embedded Technology) 5) กลุ่มอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ วัฒนธรรมและบริการที่มีมูลค่าสูง (Creative , Culture and High Value Services) แนวคิดของการศึกษาไทย 4.0 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สร้างนวัตกรรมใหม่ และเป็นผู้ผลิตมากกว่าผู้บริโภค (ไพฑูรย์ สินลารัตน์ .2559)

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลัก ในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุข ในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญ ในการสร้างความได้เปรียบของประเทศเพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลกภายใต้ระบบ เศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัต ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนา การศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทัน การเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ ภูมิภาค และของโลก ควบคู่กับการธำรงรักษาอัตลักษณ์ของประเทศ ในส่วนของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา การพัฒนาศักยภาพและขีดความ สามารถของคนไทยให้มีทักษะ ความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการ ของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ ภายใต้แรงกดดันภายนอกจากกระแสโลกาภิวัตน์ และแรงกดดันภายในประเทศที่เป็นปัญหาวิกฤตที่ประเทศต้องเผชิญ เพื่อให้คนไทยมีคุณภาพชีวิตที่ดี สังคมไทยเป็นสังคมคุณธรรม

จริยธรรม และประเทศสามารถก้าวข้ามกับดักประเทศที่มีรายได้ ปานกลางไปสู่ประเทศที่พัฒนาแล้ว รองรับการเปลี่ยนแปลงของโลกทั้งในปัจจุบันและอนาคต โดยการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญและส่งผลกระทบต่อระบบการศึกษา ระบบเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยผลการพัฒนาการศึกษาในช่วงปี 2552 - 2559 พบว่าไทยประสบความสำเร็จในหลายด้าน และมีอีกหลายด้านยังเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการพัฒนาอย่างเร่งด่วน ด้านโอกาสทางการศึกษา รัฐมีนโยบายส่งเสริมสนับสนุนโอกาสทางการศึกษาค่อนข้างมาก ส่งผลให้ประชากรในวัยเรียน รวมทั้งเด็กด้อยโอกาสและผู้มีความต้องการจำเป็นพิเศษมีโอกาสได้รับ การศึกษาสูงขึ้น แต่ยังเข้าเรียนได้ไม่ครบทุกคนและมีปัญหาการออกกลางคันอยู่บ้าง นอกจากนี้ ประชากรที่อยู่ในวัยกำลังแรงงานแม้จะได้รับการศึกษาเพิ่มขึ้น แต่จำนวนแรงงานที่มีการศึกษาต่ำกว่า ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นยังมีอยู่จำนวนมาก จึงต้องเร่งดำเนินการสนับสนุนส่งเสริมการพัฒนาคน ตลอดช่วงชีวิต และมีมาตรการต่าง ๆ ให้เด็กและประชาชนทุกช่วงวัยสามารถเข้าถึงโอกาสทางการศึกษาที่มีคุณภาพมาตรฐานเพิ่มขึ้น เพื่อยกระดับการศึกษาของคนไทยให้เป็นกำลังสำคัญ ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ด้านคุณภาพการศึกษา ผลการพัฒนายังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจ เนื่องจากผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาก และต่ำกว่าหลายประเทศในแถบ เอเชีย (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.2560) ส่วนประเด็นคุณธรรม จริยธรรมของเด็กและเยาวชนยังต้องมีการพัฒนาเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ คุณภาพของกำลังแรงงานอายุ 15 ปีขึ้นไป ยังไม่ตรงกับความต้องการของตลาดงาน และผู้เรียน มัธยมศึกษาตอนปลายประเภทอาชีวศึกษามีสัดส่วนน้อยกว่าประเภทสามัญศึกษา ทำให้ มีการขาดแคลนแรงงานระดับกลาง ส่วนแรงงานที่สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษามีจำนวนเพิ่มขึ้น ทุกปีแต่ไม่ตรงกับความต้องการของตลาดงาน และยังมีสมรรถนะหรือคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ไม่ตรง ตามความต้องการของสถานประกอบการ ทำให้มีผู้ว่างงานอยู่จำนวนมาก จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาผู้เรียนและกำลังแรงงานที่มีทักษะ และคุณลักษณะที่พร้อมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของภาคส่วนต่าง ๆ โดยจะต้องมีการวิเคราะห์ความต้องการกำลังคน เพื่อวางเป้าหมายการจัดการศึกษา ทั้งเพื่อการผลิตกำลังคนเข้าสู่ตลาดงานและการพัฒนากำลังคนเพื่อยกระดับคุณภาพกำลังแรงงานให้สูงขึ้น ด้านประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน การบริหารจัดการ และการใช้จ่าย งบประมาณทางการศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาเชิงโครงสร้างและระบบการจัดการที่ต้องได้รับการปรับปรุง เป็นลำดับแรก โดยเฉพาะการบริหารจัดการสถานศึกษาขนาดเล็กซึ่งมีอยู่จำนวนมาก เพื่อเพิ่ม คุณภาพการศึกษาและลดภาระงบประมาณ การใช้จ่ายงบประมาณเพื่อการศึกษาซึ่งได้รับค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับประเทศอื่น ๆ แต่ใช้จ่ายเพื่อพัฒนาผู้เรียน พัฒนาการเรียนการสอน และพัฒนาครู ค่อนข้างน้อย การพัฒนาระบบข้อมูลและสารสนเทศทางการศึกษาที่เชื่อมโยง

กันเพื่อใช้ในการ บริหารจัดการ เพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการสถานศึกษาโดยเฉพาะสถานศึกษาขนาดเล็ก การส่งเสริมการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการจัดและสนับสนุนการศึกษา เพื่อลดภาระค่าใช้จ่าย ของภาครัฐ และปฏิรูประบบการเงินเพื่อการศึกษา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ.2560)

แนวคิดการจัดการศึกษาตามแผนการศึกษาแห่งชาติยึดหลัก สำคัญในการจัดการศึกษาประกอบด้วย หลักการจัดการศึกษาเพื่อปวงชน หลักการจัดการศึกษาเพื่อความเท่าเทียมและทั่วถึง หลักปรัชญาของ เศรษฐกิจพอเพียง และหลักการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนของ สังคมทั้งยึดตามเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน ประเด็นภายในประเทศ (Local Issues) อาทิคุณภาพ ของคนทุกช่วงวัย การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรของประเทศ ความเหลื่อมล้ำของการกระจายรายได้และวิกฤตด้านสิ่งแวดล้อม โดยนำยุทธศาสตร์ชาติมาเป็นกรอบความคิดสำคัญ วัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษา 4 ประการ คือ 1) เพื่อพัฒนาระบบและกระบวนการ จัดการศึกษาที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ 2) เพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นพลเมืองดี มีคุณลักษณะ ทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับบทบัญญัติของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติและยุทธศาสตร์ชาติ 3) เพื่อพัฒนาสังคมไทยให้เป็นสังคม แห่งการเรียนรู้ และคุณธรรม จริยธรรม รู้รักสามัคคี และร่วมมือผนึกกำลังมุ่งสู่การพัฒนาประเทศ อย่างยั่งยืน ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และ 4) เพื่อนำประเทศไทยก้าวข้ามกับดัก ประเทศที่มีรายได้ปานกลาง และความเหลื่อมล้ำภายในประเทศลดลง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการจัดการศึกษาดังกล่าวข้างต้น แผนการศึกษา แห่งชาติได้วางเป้าหมายไว้ คือ เป้าหมายด้านผู้เรียน (Learner Aspirations) โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มี คุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) ประกอบด้วย ทักษะและ คุณลักษณะต่อไปนี้ 3Rs ได้แก่ การอ่านออก (Reading) การเขียนได้(Writing) และการคิดเลขเป็น (Arithmetics) 8Cs ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์ (Cross – cultural Understanding) ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration, Teamwork and Leadership) ทักษะด้านการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ (Communications, Information and Media Literacy) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing and ICT Literacy) ทักษะอาชีพ และทักษะ การเรียนรู้(Career and Learning Skills) และความมีเมตตา

กรุณา มีวินัย คุณธรรม จริยธรรม (Compassion) (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ.2560)

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมให้ก้าวหน้าอย่างมีคุณภาพและส่งเสริมประเทศชาติให้มีความสามารถในการแข่งขันกับภูมิภาคอาเซียนและภูมิภาคโลกอีกทั้งยังเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะนำประเทศไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน สอดคล้องกับแผนพัฒนาแห่งชาติ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมทั้งตอบสนองการดำรงชีวิตประชาชนมากยิ่งขึ้นซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์นั้นช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาเศรษฐกิจและยังสามารถแข่งขันกับนานาประเทศและดำเนินชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุขการที่การสร้างความเข้มแข็งและวิทยาศาสตร์จะต้องมีองค์ประกอบสำคัญคือการจัดการศึกษาเพื่อเตรียมคนที่อยู่ในสังคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำเป็นผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีประสิทธิภาพการเตรียมพลให้อยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจะต้องเตรียมผลให้มีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จากการศึกษาพบว่าการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพจะช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการคิดระดับสูงการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์เป็นต้น การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่เป็นการจัดการเรียนการสอน ที่ขาดการเชื่อมโยงบูรณาการกับวิถีชีวิตจะเห็นได้ว่าปัญหาการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เมื่อกล่าวถึงผลการสอบวิชาวิทยาศาสตร์การประเมินระดับนานาชาติ (Programme for Internation Student Assessment; PISA) พบว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 50 จาก 65 ประเทศ ซึ่งคะแนนดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (Organization for Econamic Cooperation and Development) ทั้ง 3 วิชาคือ การรู้เรื่องการอ่าน การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ การรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ จากการรายงานของ (สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน 2560) นักเรียนจบออกมาแล้วไม่มีทักษะในการทำงานหรือความรู้พื้นฐานที่สามารถนำมาใช้ได้จริง ส่งผลให้เป็นแรงงานขาดทักษะ และประสบการณ์ในการทำงานจึงกลายเป็นแรงงานที่ไม่มีคุณภาพ จึงจำเป็นที่จะต้องเร่งเข้าใจถึงปัจจัยของการเปลี่ยนแปลงนั้น เพื่อจะได้ออกแบบการศึกษาที่เหมาะสมกับการพัฒนาคนได้

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มนุษย์สร้างขึ้นและตอบสนองคืนสู่มนุษย์ในรูปแบบของสรรพวิทยาการซึ่งเป็นแรงผลักดันและขับเคลื่อนให้วิทยาศาสตร์ได้พัฒนาไปได้อย่างกว้างขวางและก้าวไกลขึ้นเรื่อย ๆ วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการทางสังคม สังคมควรปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ต่อวิทยาศาสตร์ บางอย่างที่วิทยาศาสตร์ผลิตออกมาอาจพิสูจน์ได้ในทางวิทยาศาสตร์แต่บางครั้งวิทยาศาสตร์ก็อาจพิสูจน์ไม่ได้ในมิติทางสังคมและวัฒนธรรมและความเป็นไปในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายสำคัญคือการพัฒนาผู้เรียนให้รู้และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์หมายถึงความรู้เป็นสภาพของความรู้ที่เป็นระบบโดยได้จากการสังเกตศึกษาค้นคว้า ทดลอง พิสูจน์เพื่อให้รู้ธรรมชาติหรือหลักเกณฑ์ของสิ่งที่ทำการศึกษา

เหล่านั้น โดยเฉพาะการสร้างและการจัดระบบข้อเท็จจริงหลักเกณฑ์ และวิธีการซึ่งมีการตั้งสมมุติฐานและได้รับการทดสอบว่าเป็นจริงแล้วจึงจัดเป็นระเบียบ สามารถอธิบายกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ได้โดยการคิดอย่างเป็นระบบ การสังเกตโดยใช้มโนทัศน์ กฎ และทฤษฎีต่าง ๆ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องบ่มเพาะให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างลึกซึ้งและมองว่าวิทยาศาสตร์คือวิถีชีวิต ควรเปลี่ยนมุมมองใหม่และเข้าใจความหมายของวิทยาศาสตร์เป็นความรู้เชิงสร้างสรรค์ ผลักดันให้เกิดการพัฒนานวัตกรรม วิทยาศาสตร์บ่งบอกถึงความอยากรู้อยากเห็นของมนุษย์ ตั้งคำถามและคิดหาคำตอบเกี่ยวกับธรรมชาติผลักดันให้มนุษย์รู้จักหาความรู้ ทำความเข้าใจโลกรอบตัว มีจินตนาการ คิดเป็นทำเป็น หาทางแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ (ประสาท เนืองเฉลิม,2558) การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพและดำรงชีวิตอย่างมีความสุข โดยเน้นกระบวนการสอนแบบการส่งเสริมการสืบสอบ การทำโครงงาน และสะเต็ม ด้วยกระบวนการทสงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ เสริมสร้างสมรรถนะสำคัญ การบูรณาการหลักปรัชญาเของเศรษฐกิจพอเพียง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ ,2561)

นวัตกรรมหลายคนจะมองถึงสิ่งประดิษฐ์ กระบวนการ หรือวิธีการใหม่ๆ อันเกิดจากการคิดค้นของมนุษย์ และกระบวนการที่องค์กรสร้างขึ้นรวมถึงกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมให้เกิดจริงโดยเฉพาะในภาคธุรกิจเพื่อแข่งขั้นได้อย่างยังยืนการเตรียมบุคคลากรให้เป็นผู้สร้างนวัตกรรมตั้งแต่ยังเยาว์วัยหรือกำลังศึกษาอยู่ในระดับโรงเรียนหรือระดับมหาวิทยาลัยให้ผู้เรียนมีความพร้อม มีศักยภาพ และความสามารถในการสร้างนวัตกรรม จึงสมควรเป็นอย่างยิ่งที่จะนำเทคนิคและการจัดการเรียนการสอนเพื่อการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ และสามารถผลิตนวัตกรที่เป็นกำลังของชาติ การสร้างผลิตภัณฑ์หรือสิ้นค้ารูปแบบใหม่ๆ ซึ่งส่วนมากได้มาจากการสร้างนวัตกรรม ซึ่งการสร้างนวัตกรรมในยุคแรกๆนั้นเกิดจากการแข่งขันทางธุรกิจ รูปแบบของบริ ษัทองค์กรต่าง ๆ เพื่อสร้างแรงดึงดูดให้กับลูกค้าเพื่อให้ได้เปรียบทางการแข่งขันและความมั่นคงของบริษัท นวัตกรรมยังเป็นสิ่งที่ผลักดันให้สินค้านั้นมั่นคงให้กับบริษัทได้อย่างยั่งยืน การหาวิธีการสร้างนวัตกรรมของตนเองเพื่อสร้างโอกาสทางธุรกิจ และถือว่านวัตกรรมเป็นจุดแข็งในการได้เปรียบคู่แข่งจากกลุ่มธุรกิจเดียวกัน กระบวนการการจัดการเรียนรู้จึงเป็นวิธีการสำคัญที่ช่วยให้นวัตกรรมเกิดขึ้นโดยมีกระบวนการ วิธีการ องค์ประกอบที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ (เนาวนิตย์ สงคราม ,2556:3) การสร้างสรรค์นวัตกรรม คือ ศักยภาพของสังคมหนึ่งที่สามารถรวบรวมสิ่งประดิษฐ์วิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในเชิงปฏิบัติและการพัฒนาความก้าวหน้า การสร้างประเทศให้เป็น smart city เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้จะต้องทำความเข้าใจและร่วมเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรมการสร้างนวัตกรรม สะเต็มศึกษาเน้นการที่ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมและสร้างความโดดเด่นรูปแบบใหม่ให้แก่สะเต็ม สะเต็มศึกษารูปแบบเดิมควรได้รับการปรับเปลี่ยนใหม่เพื่อสร้างความ

โดดเด่นและตอบสนองความต้องการของผู้เรียนในปัจจุบัน (สรุปผลการประชุมโต๊ะกลมไทย-สหรัฐฯ ด้านการศึกษา ครั้งที่ 7 : สะเต็มศึกษา : วัฒนธรรมการเรียนรู้สำหรับกำลังคนในศตวรรษที่ 21.2559)

ทักษะสำคัญทางวิทยาศาสตร์จะเป็นทักษะในกระบวนการพัฒนานวัตกรรมของผู้เรียนในอนาคต ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะ กระบวนการการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ และคิดแก้ปัญหานั้นเป็นสิ่งที่นักจัดการศึกษาต้องตระหนักให้ความสำคัญ เพื่อที่จะได้พัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและมีศักยภาพตรงตามวัตถุประสงค์แนวทางการจัดการเรียรู้แบบสะเต็มเป็นรูปแบบหนึ่งที่บูรณาการความรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – based learning) การเป็นผู้ร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ. 2561 เป็นผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ของการศึกษา (Desired Outcome of Education : DOE Thailand) เพื่อตอบสนองคุณลักษณะของคนไทย 4.0 โดยการเป็นผู้ร่วมสร้างนวัตกรรมต้องมีทักษะทางด้านปัญญา ทักษะศตวรรษที่ 21 ความฉลาดดิจิตอล (Digital Intelligence) ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะข้ามวัฒนธรรม สมรรถนะการบูรณามีทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการสื่อสาร มีความรับรู้ของข้อมูลสารสนเทศและทางดิจิตอลเพื่อแก้ปัญหา มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถนำความคิดมาสร้างผลงานในลักษณะต่างๆ ได้ และมีคุณลักษณะของความเป็นผู้ประกอบการ เพื่อร่วมสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีหรือสังคม

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญอย่างมากในการทำให้นักเรียนเกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์เชิงบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์ การสร้างการสร้างเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีในวิชาวิทยาศาสตร์ และมีความสุขในการเรียน อยากมีส่วนร่วมในการเรียนวิทยาศาสตร์ (จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ ,2562) การปลูกฝังจิตใจของนักเรียนช่วยให้นักเรียนแสวงหาความรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมในการเรียน ได้แก่ การมีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนรู้ การเห็นความสำคัญและประโยชน์ของการเรียนรู้หรือการอยากมีส่วนร่วมในการเรียนรู้นั้น ๆ ต่อการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จะนำไปสู้การพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ศึกเป็นปัจจัยในการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ สามารถเลือกใช้ทักษะในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม (วรันญา วิรัสสะ.2562) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกชอบ และไม่ชอบที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดขึ้นในตัวบุคคลผ่านกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนที่มีเจคคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ดี จะสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ดังนั้นการมุ้งเน้นการพัฒนาให้ผู้เรียนมีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จึงเป็นจุดหมายสำคัญประการหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ทุก

ระดับชั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องเสริมสร้างให้มีการคิดแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้และการปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวันรวมไปถึงการปลูกฝังเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนควบคู่กันไป(ชนัต อินทะกนก. 2560)

จากสภาพความต้องการของสังคมและประเทศข้างต้นจึงต้องปฏิรูปการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนจบมาแล้วสามารถทำงานได้ การจัดการเรียนการสอนจึงให้ความสนใจกับการบูรณาการความรู้ ที่เน้นให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถสร้างนวัตกรรม เพื่อสอดคล้องกับนโยบาย ประเทศไทย 4.0 และในชีวิตประจำวันต้องผสมผสานความรู้ในการทำงานร่วมกัน เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหา สามารถเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้ความรู้ให้กลายเป็นแรงงานที่ตลาดต้องการหรือเป็นผู้สร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education เพื่อเป็นแนวทางในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดการบูรณาการ ประกอบด้วยศาสตร์ในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติวิชาตลอดจนวิธีการสอนมาบูรณาการผสมผสานเข้าด้วยกันทำให้นักเรียนสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ STEM Education นั้นยากต่อการเข้าใจจึง มีการพัฒนาโมเดล STEAM ขึ้นมาจาก STEM เดิม โดยมีการบูรณาการเอาศิลปศาสตร์ (Arts) เข้ามาผสมผสาน เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ง่ายและเข้าใจในอีกระดับหนึ่งอย่างครอบคลุม ที่สำคัญยังมุ่งให้นักเรียนได้มีการถ่ายทอดจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ออกมาคิดค้นสิ่งประดิษฐ์สิ่งใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ศิลปะเข้าด้วยกันซึ่งความคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนนี้ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงได้อย่างมีเหตุผลและนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ นักเรียนมองเห็นภาพชัดเจนมีการนำความรู้เดิมมาผสมความรู้ใหม่เพื่อนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์และเพื่อปรับปรุงเครื่องมือเครื่องใช้ให้ทันสมัยและใช้ประโยชน์ได้ สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างประสบกาณ์ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และการเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนในการปฏิบัติงาน ที่ต้องใช้องค์ความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งการนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคต โดยวิศวกรรมสาสตร์คือแกนกลาง ที่หยิบเอาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแทนวิทยาศาตร์ มาปรุงแต่งด้วยเทคโนโลยี เพื่อให้ใช้กระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ออกแบบการเรียนรู้ ดังนั้น สิ่งประดิษฐ์จึงไม่ใช้โครงงานวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ไม่ใช้การทำโจทย์แก้สมการ (สุธีระ ประเสริฐสรรพ์.2558) การเรียนรู้แบบบูรณาการ STEAM เป็นการจัด การเรียนรู้ที่ไม่เน้นการท่องจำเนื้อหามุ่งเน้นหรือฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการคิดให้ความสำคัญกับกระบวนการในการนำความรู้ไปใช้กับประสบการณ์ที่เกิดขึ้นการเรียนรู้นำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงเพื่อสร้างประสบการณ์ความคิดสร้างสรรค์และเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพโดยการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมผนวกกับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมสร้างสรรค์

สิ่งประดิษฐ์ชิ้นงานและบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างเหมาะสม สะตีมศึกษาเป็นแนวคิดการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการที่ได้รับการสนับสนุนจาก สหรัฐอเมริกาประกอบด้วย 5 สาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ซึงสามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี (สมรัก อินทวิมลศรี.2560) แนวคิดสะตีมมีฐานความคิดมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้โดยการสร้างชิ้นงาน ที่อธิบายว่า หากผู้เรียนมีโอกาสได้สร้างความรู้และนำความรู้ที่ตนเองไปสร้างขึ้นไปคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะช่วยให้ความคิดนั้นเห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ซึ่งความรู้นั้นจะอยู่คงทนและไม่ลืมง่าย (ทิศนา แขมมณี 2551:สำนักงานราชบัณฑิตยสภา ,2558)

จากการจัดการเรียนการสอนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดรางกร่าง พบว่าระดับคะแนน o – net ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2และต่ำกว่าระดับประเทศ เนื่องจากหลักสูตรและสาระรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ ภาษาไทยเป็นการจัดการเรียนการสอนแยกสาระวิชาออกจากกัน แต่ละรายวิชามุ่งให้ความรู้กับผู้เรียนตามเนื้อหาที่กำหนด เนื้อหาของบางวิชามีความซ้ำซ้อนทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย และเมื่อนักเรียนเผชิญสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือเจอกับปัญหารวมถึงการสร้างสรรค์ผลงานหรือสิ่งใหม่ ๆ (จารีพร ผลมูล.2558) การเรียนไม่สามารถใช้วิชาหนึ่งวิชาใดในการแก้ปัญหาได้ แต่จำเป็นต้องบูรณาการ กลุ่มสาระวิชาเข้าด้วยกัน ประกอบเป็นทักษะต่าง ๆ เพื่อจัดการกับปัญหา หรือสร้างผลงานใหม่ ๆ ซึ่งในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นกิจกรรมที่นักเรียนสามารถบูรณาการองค์ความรู้สาระวิชาเข้าด้วยกัน เป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด และเจตคติที่ได้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ในสังคมปัจจุบัน นักเรียนต้องมีมากกว่าความรู้ที่นักเรียนได้รับ แต่นักเรียนยังสามารถนำความรู้นั้นมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองในการทำงานและการดำรงชีวิต (สมรัก อินทวิมลศรี.2560จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ใช้เนื้อหาในกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ศิลปะ คณิตศาสตร์ และความสามารถใน การบูรณาการความรู้ที่ได้กับการส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เพื่อการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวิเคราะห์แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับ

1. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ 2561) (สถานบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2561 (ประสาท เนืองเฉลิม 2558) วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้การสังเกตุสำรวจตรวจสอบและทดลองเกี่ยวกับปรากฏการทางธรรมชาติและนำมาจัดทำเป็นระบบ หลักการแนวคิดทฤษฎีโดยมุ้งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองมากที่สุด สมถรรถนะสำคัญของผู้เรียนมี 5 ประการ 1) ความสามารถในการสื่อสาร 2) ความสามารถในการคิด 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนรู้ของสาร การเคลื่อนที่ พลังงานและคลื่น 3) วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ศึกษาเกี่ยวกับโลกในเอกภพ ระบบโลกและมนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงของโลก ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิจัยหน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานความร้อนเป็นวิทยาศาสตร์กายภาพ พลังงานความร้อน การเปลี่ยนแปลงของสสาร และการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน

2. แนวคิด STEAM

การศึกษาแนวคิด STEAM (Yakman 2008), (Soon Beom Kwon 2011), (Yilip Kim 2012) (Lee Hyonyong 2012), (David A. Sousa and Tom Pilecki 2013),(จารีพร ผลมูล 2558), (หทัยภัทร ไกรวรรณ 2559),(วิสูตร โพธ์เงิน 2560) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาจาก แนวคิด STEM เป็น STEAM โดยการเพิ่มศิลปะ (A) ภาษา การแสดง สังคมและทัศนคติ โดยการบูรณาการร่วมศาสตร์ คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาในการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ศิลปะในการเชื่อมโยงความคิด ไม่หนักไปทาง

ศาสตร์วิชาใดวิชาหนึ่งทำให้เกิดความสมดุลในการร่วมงานเพื่อนำไปสู่การความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน การเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เน้นการสร้างสรรค์ผลงาน การออกแบบ การจัดประสบการการเรียนรู้ด้วยตนเองบนพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนได้ลงปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหา ส่งเสริมการวิเคราะห์ปัญหา สังเคราะห์ ประเมินค่า และความคิดรวบยอด เข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน 1.ขั้นระบุปัญหา 2.ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3.ขั้นวางแผนและพัฒนา 4.ขั้นทดสอบและประเมินผล 5.ขั้นนำเสนอผลลัพธ์

จากการสังเคราะห์ ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ดังนี้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นการนำศาสตร์ทั้ง 5 มาบูรณาการด้านเนื้อหาสาระ ได้แก่ (S) วิทยาศาสตร์ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร อุณภูมิของสาร การเปลี่ยนแปลงแลการถ่ายโดนพลังงานความร้อน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงานความร้อน พลังงานในชีวิตประจำวัน (T) เทคโนโลยี การใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้สื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน อย่างมีประสิทธิภาพ (E) วิศวกรรมศาสตร์ การออกแบบแก้ปัญหา และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหา และอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ (A) ศิลปะ กระบวนการอ่านสร้างความรู้และความคิด นำไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิต การสร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ ดนตรี การแสดง การเต้น (M) คณิตศาสตร์ การเข้าใจคณิตศาสตร์พื้นฐาน การวัด การคาดคะเน สถิติ ความน่าจะเป็น รูปร่าง รูปทรงเรขาคณิต มาใช้ในการแก้ไขปัญหา

3.แนวคิดความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

จากการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (วสันต์ สุทธาวาศ 2559), (นรา สุภัคโรจน์ 2556) (นพดล เหลืองภิรมย์ 2555) (ปัญญาสิริ จรูญโกศล 2557) (พยัต วุฒิรงค์ 2555). ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม จากการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือพัฒนาเพื่อให้ดีกว่าเดิม กระบวนการใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ โดยความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ต้องประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ 1) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด 2) ทักษะการตั้งคำถาม 3) ทักษะการสังเกต 4)ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 5) ทักษะการทดลอง

4. แนวคิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่จะปลูกฝังให้เกิดขึ้น เป็นตัวกำกับความคิด การกระทำ การตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ (บุญชม ศรีสะอาด 2541) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2543) (พรรณี ชูทัย 2545) (ศิริลักษณ์ สาระชาติ 2553) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

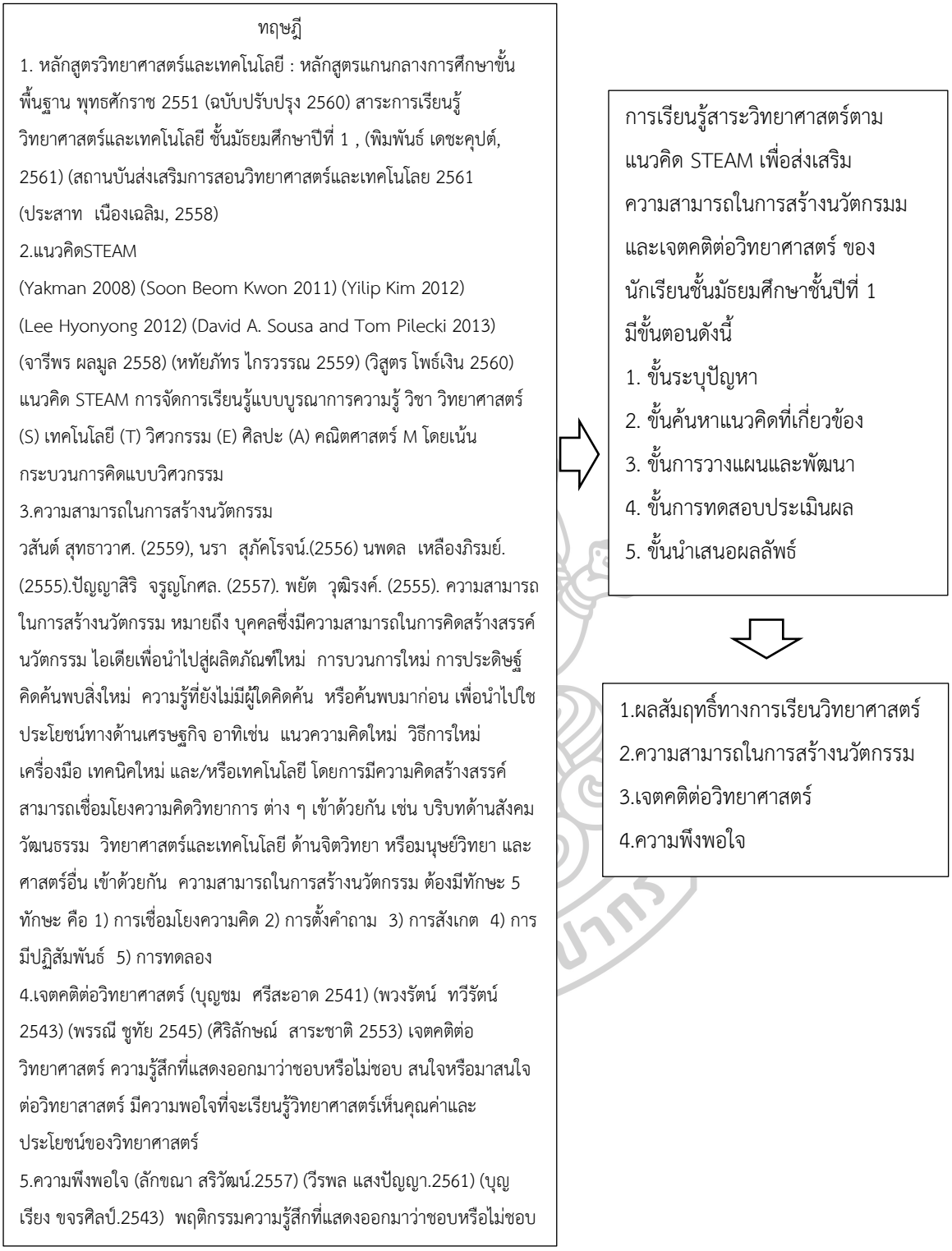
คือ ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึกของบุคคล แสดงออกมา 2 ลักษณะ คือ เจตคติบวก ที่แสดงออกมาในลักษณะพึงพอใจ ความชอบ อยากเรียนวิทยาศาสตร์ เจตคติลบ การแสดงออกในลักษณะไม่พอใจ ไม่ชอบ ไม่อยากเรียนวิทยาศาสตร์ จากการสังเคราะห์ ผู้วิจัยสรุป เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 1) ความชอบและสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรู้สึกชอบในวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่เกี่ยวของกับวิทยาศาสตร์ 2) เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การรับรู้ การยอมรับ ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ 3) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้โดยมีกระบวนการคิดที่มีเหตุผล และส่งเสริมความคิดอย่างสรรค์ และเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

5.แนวคิดความพึงพอใจ

จากการศึกษาความพึงพอใจ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนมีความพร้อมที่จะเกิดการเรียนรู้ ความพร้อมทางด้านร่างกาย จิตใจ สติปัญญา จะทำให้ผู้เรียนอยากมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จะทำให้ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง (ลักขณา สริวัฒน์.2557) (วีรพล แสงปัญญา.2561) (บุญเรียง ขจรศิลป์.2543) ความพึงพอใจ หมายถึง การแสดงออกว่าชอบหรือไม่ชอบ ต่อสิ่งเร้า หรือสภาพแวดล้อม โดยผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM 3 ด้าน คือ 1) เนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM ได้แก่ เนื้อหาการจัดการเรียนรู้สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้สาระวิทยาศาสตร์กับองค์ความรู้อื่น นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เกิดความคิดสร้างสรรค์ 2) การจัดการเรียนรู้ ได้แก่ การจัดลำดับขั้นตอนตามแนวคิด STEAM ที่ได้จากการสังเคราะห์ การยกตัวอย่างประกอบการสอน การเปิดโอกาสให้สักถามและแสดงความคิดเห็น 3) ด้านสื่อการสอน ได้แก่ สื่อการสอนมีความเหมาะสม เข้าใจง่าย นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรม ใบความรู้มีความเหมาะสม

จากการศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ คณิตศาสตร์ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับศาสตร์วิชาอื่นโดยไม่เน้นศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งทำให้เกิดการยืดหยุ่นในการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นแนวคิดที่กระตุ้นคิดหาวิธีแก้ปัญหาไม่ใช้เพียงการแก้ปัญหาเพียงแค่วิธีเดียว แต่เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมถึงการพัฒนาให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูง การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ได้สังเคราะห์เป็นขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นการวางแผนและพัฒนา 4) ขั้นการทดสอบ

และประเมินผล 5) ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์ ซึ่งสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน โดยการประเมินผู้เรียน 5 ทักษะ คือ 1) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด 2) ทักษะการตั้งคำถาม 3) ทักษะการสังเกตุ 4) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 5) ทักษะการทดลอง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นแนวคิดที่ไม่เน้นหนักไปทางศาสตร์วิชาใดวิชาหนึ่ง ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจในทางงที่ดี แสดงออกมาจากการสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ การตั้งใจเรียน การเห็นคุณค่าและประโยชน์และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีกระบวนการคิดที่มีเหตุผล และสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้เกิดความรู้ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพิ่มสูงขึ้น นำเสนอในแบบแผนภาพดังนี้



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

คำถามการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หลังการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM อยู่ในระดับใด

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 มีเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM หลังเรียนอยู่ในระดับใด

4. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM อยู่ในระดับใด

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

2. เพื่อประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

3. เพื่อประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM สูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM อยู่ตั้งแต่ระดับดี

3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM หลังเรียนอยู่ตั้งแต่ระดับดี

4. ความพึงพอใจ ต่อการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM หลังเรียนอยู่ตั้งแต่ระดับดี

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรในการวิจัยในครั้งนี้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 695 คน โดยโรงเรียนวัดท่าไชย (ประชานุกูล) เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดรางกร่าง อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ทั้งหมด 1 ห้อง จำนวน 20 คน โดยได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simply Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ

2.1 ตัวแปรต้น (Independent Variable) ได้แก่ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

2.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่

1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

4) ความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

3. เนื้อหา

การศึกษาครั้งนี้ใช้เนื้อหาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) รายวิชาพื้นฐานสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานความร้อน เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสาร และพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการทดลองในภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 เดือนสิงหาคม 2563 โดยใช้เวลา 12 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ เรื่องพลังงานความร้อน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ หมายถึง หน่วยการเรียนรู้เรื่องพลังงานความร้อน พลังงานความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน

2. การเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineer) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยเน้นกระบวนการทางวิศวกรรม มีขั้นตอน 5 ขั้นตอน คือ 2.1) ขั้นระบุปัญหา เป็นขั้นตอนทำความเข้าใจปัญหาในชีวิตประจำวัน และจำเป้นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ 2.2) ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด 2.3) ขั้นวางแผน และพัฒนา การกำหนดขั้นตอนในการทำงาน กำนหนดเป้าหมายและระยะเวลาให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา 2.4) ขั้นทดสอบประเมินผลการทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อนำมาปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น 2.5) ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ การนำเสนอชิ้นงานของตนเองดดยการสนทนา การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลลงาน โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับคะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อน และหลังเรียนเรื่องพลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

4.ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หมายถึง ระดับพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก ประกอบไปด้วย 5 ทักษะ คือ 1) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด 2) ทักษะการตั้งคำถาม 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 5) ทักษะการทดลอง ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ไอเดียเพื่อนำไปสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ กระบวนการใหม่ การประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งใหม่ ความรู้ที่ยังไม่มีผู้ใด

คิดค้นหรือพบมาก่อน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ โดยประเมินจากแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม แบบรูบริค 5 ทักษะ

5. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกที่แสดงออกมาในลักษณะของการชอบ หรือไม่ชอบ สนใจหรือไม่สนใจต่อวิทยาศาสตร์ เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้ โดยประเมินจากแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แบบประเมินค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) นักเรียนมีความชอบและสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ 2) นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ 3) การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ด้านละ 5 คะแนน รวมเป็น 15 คะแนน

6. ความพึงพอใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกมาว่าชอบหรือไม่ชอบต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยประเมินจากแบบสอบถามความพึงพอใจ มีลักษณะเป็นแบบประเมิน 5 ระดับ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1) เนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM 25 คะแนน 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 25 คะแนน 3) สื่อการสอน 15 คะแนน รวม 65 คแนน

7. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนวัดรางกร่าง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรม มีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

2. นักเรียนได้ทักษะการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์อันจะเป็นพื้นฐานสู่การเรียนรู้ในชั้นที่สูงขึ้นไป

3. ครูสามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้ ใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ในระดับชั้นอื่นได้

4. ครูได้นวัตกรรมจากการพัฒนาผู้เรียนทางวิทยาศาสตร์ ได้เพิ่มศักยภาพในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ได้มีคุณภาพ

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการวิจัย และเป็นแนวทางสำหรับการดำเนินการวิจัย ได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM
3. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
6. ความพึงพอใจ
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เน้นการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญามีคุณภาพชีวิตที่ดีและมีขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีโลกเพื่อสอดคล้องกับเจตนารมณ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 นอกจากนั้น แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 – 2559) ได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนจุดเน้นในการพัฒนาคุณภาพคนในสังคมไทยให้มีคุณธรรม และมีความรอบรู้อย่างเท่าทัน ให้มีความพร้อมทั้งด้านรางกาย สติปัญญา อารมณ์ และศีลธรรม สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่สังคมฐานความรู้ได้อย่างมั่นคง แนวทางดังกล่าวมุ่งเตรียมเด็กและเยาวชนให้มีพื้นฐานจิตใจที่ดีงาม มีจิตสาธารณะ พร้อมทั้งมีสมรรถนะ ทักษะ และความรู้พื้นฐานที่จำเป็นในการดำรงชีวิต อันจะส่งผลต่อการพัฒนาประเทศแบบยั่งยืน (สภาพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2559) แนวทาวดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคสตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิด

วิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ,2551)

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุขมีความรู้และมีทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการส่งสารการรับสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต การนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการส่งเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัวเข้ากับสังคมและสภาพแวดล้อม หลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

วิทยาศาสตร์ มีบทบาทสำคัญยิ่งในโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและในการทำงาน ล้วนเป็นผลขงอความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์แลศาสตร์อื่น ๆ ช่วยให้เกิดการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีอย่างมากซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มาจากความพยายามของมนุษย์ ที่ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้การสังเกต สำรวจตรวจสอบ ศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบและการสืบค้นข้อมูลทำให้เกิดองความรู้ใหม่เพิ่มพูนตลอดเวลาความรู้ดังกล่าวมีการถ่ายทอดต่อเนื่องกันอย่างยาวนาน อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เป็นกระบวนการในงานต่าง ๆ หรือกระบวนการพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เช่น เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ คณิตศาสตร์ ทักษะประสบการณ์ จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2544) วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้การสังเกตุ สำรวจตรวจสอบและทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดทฤษฎี โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และค้นพบด้วยตัวเองมากที่สุด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนมี 5 ประการ 1. ความสามารถในการสื่อสาร 2.ความสามารถในการคิด 3.ความสามารถในการแก้ปัญหา 4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต 5.ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 1)วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนรูปสสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น 3) วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ศึกษาเกี่ยวกับโลกในเอกภพ ระบบโลกและมนุษย์กับการเปลี่ยนแปลงของโลก (กระทรวงศึกษาธิการ.2556)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระการเรียนรู้ และตัวชี้วัด เรื่องพลังงานความร้อน

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาปีที่ 1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1	1. วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ โดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$ 2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร	• เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนอาจทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ เปลี่ยนสถานะ หรือเปลี่ยนรูปร่าง • ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นกับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิ ที่เปลี่ยนไป • ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นกับมวลและความร้อนแฝงจำเพาะ โดยขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง
ม.1	3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน 4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	• ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้ เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัว แต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว • ความรู้เรื่องการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างถนน การสร้างรางรถไฟ การทำเทอร์มอมิเตอร์
	5. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$	• ความร้อนถ่ายโอนจากสสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่า ไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจนกระทั่งอุณหภูมิของสสารทั้งสองเท่ากัน สภาพที่สสารทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากัน เรียกว่า สมดุลความร้อน

ตารางที่ 1 โครงสร้างหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มัธยมศึกษาปีที่ 1 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		• เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้น ของสสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
ม.1	6. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน 7. ออกแบบ เลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน	• การถ่ายโอนความร้อนมี ๓ แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง • ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร เพื่อเก็บความร้อน หรือการออกแบบระบบระบายความร้อนในอาคาร

ว 21102 วิทยาศาสตร์

พลังงานความร้อน

รายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษา วิเคราะห์ ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงของสาร การถ่ายโอนความร้อน ลมฟ้าอากาศรอบตัวมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ

โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 การสืบข้นข้อมูลและอภิปราย

เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ การแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

รหัสตัวชี้วัด

ว 2.1 ม.1/9 ม.1/10

ว 2.2 ม.1/1

ว 2.3 ม.1/1 ม.1/2 ม.1/3 ม.1/4 ม.1/5 ม.1/6 ม.1/7

ว 3.2 ม.1/1 ม.1/2 ม.1/3 ม.1/4 ม.1/5 ม.1/6 ม.1/7

รวมทั้งหมด 17 ตัวชี้วัด

สาระการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ มี 4 กลุ่มสาระดังนี้

1.สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ในงานวิจัยคือ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

2.สาระการเรียนรู้ศิลปะชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ในงานวิจัยคือ

สาระที่ 1 ทัศนศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์คุณค่างานศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึกความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3.สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ในงานวิจัยคือ

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.3 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

4.สาระการเรียนรู้ภาษาไทยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้ในงานวิจัยคือ

สาระที่ 1 การอ่าน

มาตรฐาน ท 1.1 ใช้กระบวนการอ่านสร้างความรู้และความคิด เพื่อนำไปใช้ตัดสินใจแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตและมีนิสัยรักการอ่าน

สาระที่ 2 การเขียน

มาตรฐาน ท 2.1 ใช้กระบวนการเขียน เขียนสื่อสาร เขียนเรียงความ ย่อความ และเขียนเรื่องราวในรูปแบบต่างๆ เขียนรายงานข้อมูลสารสนเทศและรายงานการศึกษาค้นคว้าอย่างมีประสิทธิภาพ

สาระที่ 3 การฟัง การดู และการพูด

มาตรฐาน 3.1 สามารถเลือกฟังและดูอย่างมีวิจารณญาณ และพูดแสดงความรู้ ความคิด ความรู้สึกในโอกาสต่างๆ อย่างมีวิจารณญาณ และสร้างสรรค์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์มาตรฐานตัวชี้วัดสาระวิชาตามแนวคิด STEAM ดังนี้

ตารางที่ 2 ตารางสรุปสาระการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

1. สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน	
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ	มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์
สาระที่ 4 เทคโนโลยี	มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วย กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
สาระที่ 4 เทคโนโลยี	มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
	มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

ตารางที่ 2 ตารางสรุปสาระการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM (ต่อ 1)

2.กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ	
สาระที่ 1 ทัศนศิลป์	มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิจารณ์คุณค่างานศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึกความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

3. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	
สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ	มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง
สาระที่ 2 การวัด	มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด
	มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด
สาระที่ 3 เรขาคณิต	มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
	มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา
สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น	มาตรฐาน ค 5.3 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล
	มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล
	มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

ตารางที่ 2 ตารางสรุปสาระการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM (ต่อ 2)

4.กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย	
สาระที่ 1 การอ่าน	มาตรฐาน ท 1.1 ใช้กระบวนการอ่านสร้างความรู้และความคิด เพื่อนำไปใช้ตัดสินใจแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตและมีนิสัยรักการอ่าน
สาระที่ 2 การเขียน	มาตรฐาน ท 2.1 ใช้กระบวนการเขียน เขียนสื่อสาร เขียนเรียงความ ย่อความ และเขียนเรื่องราวในรูปแบบต่าง ๆ เขียนรายงานข้อมูลสารสนเทศและรายงานการศึกษาค้นคว้าอย่างมีประสิทธิภาพ
สาระที่ 3 การฟัง การดู และการพูด	มาตรฐาน 3.1 สามารถเลือกฟังและดูอย่างมีวิจารณญาณ และพูดแสดงความรู้ ความคิด ความรู้สึกในโอกาสต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณ และสร้างสรรค์

2. เอกสารเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ STEAM

การจัดการเรียนรู้แนวคิด STEAM พัฒนาจาก สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการ ศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม(Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation: NSF) เป็นผู้ริเริ่มใช้คำดังกล่าว ซึ่งทั้งสี่สาขาวิชาที่กล่าวมาข้างต้นนั้นแต่ก่อนโดยทั่วไปแล้วนั้นจะจัดการเรียนการสอนแยกตามสาระวิชา ซึ่งต่างจากหลักการของสะเต็ม (STEM Education) นั้นจะนำสาระหรือสาขาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชามาบูรณาการเป็นส่วนหนึ่งในการจัด เรียนการสอนโดยการใช้เทคโนโลยี หรือผสมผสานเทคโนโลยีในบางส่วนโดยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และหาวิธีใหม่ในการแก้ปัญหา และนำไปประยุกต์ต่อสิ่งที่เรียนรู้ต่อไปได้ การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา (STEM Education) มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีบูรณาการใน ระดับหลักสูตรหรือรายวิชา ซึ่งเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไม่จำเป็นต้องมีสัดส่วนที่เท่ากัน อาจจะเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งและบูรณการวิชาอื่น ๆ ไปพร้อมกัน จากแนวคิด STEM มีผู้ศึกษาและพัฒนาต่อยอด แนวคิดดังกล่าว ได้แก่ Georgete Yakman นักวิชาการชาวอเมริกา ได้ทำการพัฒนาแนวการจัดการศึกษาจาก STEM เป็น STEAM โดยเพิ่มตัวอักษร “A” เข้ามา โดยที่ตัวอักษร “A” หมายถึง Arts หรือ ศิลปศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้น ยังรวมถึงเรื่องของภาษาวรรณกรรม ปรัชญา จิตวิยา สังคมและมนุษย์อีกด้วย นอกจากนี้ (Henriksen,2014)การ

เรียนการสอน โดยการใช้ศิลปะ ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน การมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและยังช่วยให้การเรียนการสอนสะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จารีพร ผลมูล. (2558). การพัฒนาโมเดล STEAM จาก STEM เดิม มีการปรับปรุงโครงสร้างของการบูรณาการโดยเพิ่มศิลปะศาสตร์ (Arts) เข้าไปเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ง่ายและเข้าใจเนื้อหาได้อย่างครบคลุม เนื่องจากสะเต็ม (STEME ducation) เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้เกิดการบูรณาการกับศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้าและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์ปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาแบบ STEM นั้นยากต่อการเข้าใจในความรู้ จึงได้เพิ่ม ศิลปะศาสตร์ (Arts) เข้าไปเพื่อให้นักเรียนเนื้อหาได้ง่ายและลึก ที่สำคัญมุ่งให้นักเรียนได้ถ่ายทอดจินตนาการของตนเองออกมา เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์คิดค้นประดิษฐ์สิ่งใหม่และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงวิชาการกับศิลปะศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์รวมกันอย่างลงตัวนั้น ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้

หทัยภัทร ไกรวรรณ. (2559) แนวคิดการจัดการเรียนรู้สตีมศึกษา (STEAM Education) คือรูปแบบการเรียนรู้ในลักษณะบูรณาการการเรียนรู้ 5 ศาสตร์ไว้ด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละศาสตร์ผสมผสานกันอย่างลงตัว ซึ่งทั้ง 5 ศาสตร์ ที่กล่าวมานั้นได้มีการส่งเสริมสาระและทักษะพื้นฐานต่าง ๆ ให้กับเด็กแต่ที่แปลกใหม่และน่าสนใจว่าจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาให้กับเด็กได้นั้น มุ่งไปที่วิศวกรรมศาสตร์ (E) และศิลปะ (A) คือการออกแบบและวางแผนจะต้องใช้ศิลปะบูรณาการร่วมกับศาสตร์อื่น ๆ

วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). แนวคิด STEAM พัฒนาจาก สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technalogy) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation : NSF) เป็นผู้ริเริ่มใช้คำดังกล่าว ซึ่งทั้งสี่สาขาวิชาที่กล่าวมาข้างต้นนั้นแต่ก่อนโดยทั่วไปแล้วนั้นจะจัดการเรียนการสอนแยกตามสาระวิชา ซึ่งต่างจากหลักการสะเต็ม (STEM Education) นั้นจะนำสาระทั้ง 4 สาขาวิชามาบูรณาการเป็นส่วนหนึ่ง ในการสอนโดยใช้เทคโนโลยี หรือผสมผสานเทคโนโลยีในบางส่วน โดยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และหาวิธีใหม่ในการคิดแก้ปัญหา และนำไปประยุกต์ต่อสิ่งที่เรียนรู้ต่อไป การจัดการศึกษาสะเต็ม มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีบูรณาการในระดับหลักสูตร หรือรายวิชา ซึ่งในเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไม่จำเป็นต้องมีสัดส่วนเท่ากัน อาจเน้นเรื่อง

ใดเรื่องหนึ่งและบูรณาการวิชาอื่น ๆ ไปพร้อมกัน จากแนวคิด STEM ได้มีผู้ศึกษาและพัฒนาต่อยอดแนวคิดจาก STEM เป็น STEAM โดยเพิ่ม Arts ศิลปะ (A) ได้แก่ GeorgetteYakman นักวิชาการชาวอเมริกา ศิลปศาสตร์ ไม่ใช้เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้น ยังรวมถึงเรื่องของภาษา วรรณกรรม ปรัชญา จิตวิทยา สังคมและมนุษย์อีกด้วย

สมรัก อินทวิมลศรี. (2560) สะตีมศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ได้รับการสนับสนุนจากสหรัฐอเมริกาแนวคิดหนึ่งประกอบไปด้วยการบูรณาการของ 5 สาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตสาสตร์ สะตีมศึกษามีรากฐานมาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) และมีแนวโน้มที่จะสามารถพัฒนานักเรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า เนื่องจากสะเต็มเป็นแนวคิดที่กระตุ้นให้นักเรียนมุ้งคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพียงวิธีเดียว Convergent Thinking) ส่วนสะตีมศึกษานั้นเป็นแนวคิดที่กระตุ้นให้นักเรียนมุ่งคิดหาคำตอบหรือปัญหาที่หลากหลาย (Divergent Thinkink) การบูรณาการเนื้อหาศิลปะเข้าไปในสะตีมศึกษาเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

เจนจิรา สันติไพบูลย์.(2561). แนวคิด STEAM เป็นการนำศาสตร์ทั้ง 5 มาบูรณาการในการเรียนรู้เข้าด้วยกัน ได้แก่ S วิทยาศาสตร์ เป็นการนำความรู้ความจริงที่มีอยู่ในธรรมชาติรอบตัวเราเป็นสิ่งมีชีวิตและไม่ชีวิต คน พืช สัตว์ สิ่งของ การศึกษาธรรมชาติของโลก เป็นการเรียนรู้แบบสืบค้นทดลอง พิสูจน์ เป็นการเรียนรู้เพื่อหาความจริงและนำไปใช้ T เทคโนโลยี / เทคโนโลยีสารสนเทศ การนำสิ่งที่อยู่รอบตัวมาใช้ประโยชน์ เช่น ความรู้ความคิด เทคนิคกระบวนการ เพื่อสร้างสรรค์พัฒนาหรือแก้ไขปัญหาในการทำงาน และในชีวิตประจำวัน E วิศวกรรมศาสตร์ การออกแบบแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาและอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ A ศิลปะศาสตร์ / ศิลปกรรมศาสตร์ การใช้ศิลปะด้านต่าง ๆ ทัศนศิลป์ ดนตรี การแสดง การเต้น และการใช้ภาษา เพื่อช่วยให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาหรือแก้ปัญหา ในการทำงานและในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 3 ตารางสังเคราะห์ขั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

แนวคิด STEAM					
จารีพร ผลมูล. (2558:5)	ขั้นนำเข้าสู้บทเรียน การระบุปัญหา	ขั้นพัฒนามโนทัศน์ การหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ การวางแผนพัฒนา	ขั้นสร้างผลงานประยุกต์ใช้ความรู้	ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้สรุปบทเรียน การนำเสนอ
หทัยภัทร ไกรวรรณ. (2559:123)	ขั้นระบุปัญหาการนำเข้าสู่กิจกรรมหรือสถานการณ์ และใช้คำถามเพื่อกระตุ้น	ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การสำรวจการศึกษาค้นคว้า	ขั้นวางแผนและพัฒนา การเลือกวิธีและแนวทางการแก้ไขปัญหา	ขั้นทดสอบและประเมินผล ลงมือปฏิบัติตามการแก้ปัญหาวิธีหรือขั้นตอนทดสอบชิ้นงาน	ขั้นการนำเสนอชิ้นงานของตนเองโดยการสนทนาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหา
วิสูตร โพธ์เงิน. (2560:327)	ขั้นการนำเสนอสภาพปัญหาบริบทเชื่อมโยงกับชีวิตจริง	-	ขั้นการออกแบบสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาตามสถานการณ์	-	ขั้นการสร้างความรู้สึกจับใจการขยายสิ่งที่ค้นพบ โดยเน้นเจตคติต่อสิ่งที่เรียนรู้ การแสดงออกและการเห็นอกเห็นใจผู้อื่น
สมรัก อินทวิมลศรี.(2560)	ขั้นระบุสถานการณ์เสนอสถานการณ์หรือคำถามหรือวิธีการแก้ปัญหา	วิเคราะห์สถานการณ์ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	ขั้นศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่จำเป็นต่อการตอบและแก้ปัญหา	ขั้นประยุกต์การสร้างและอธิบายวิธีการแก้ปัญหา	ขั้นนำเสนอแลกเปลี่ยนผลงานหรือมุมมองการแก้ปัญหาประเมินและปรับปรุง

ตารางที่ 3 ตารางสังเคราะห์ขั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM (ต่อ 1)

เจนจิรา สันติ. (2561:15)	ขั้นการตั้งเป้าหมาย กำหนดเป้าหมาย จุดประสงค์	ขั้นเตรียมบริบทตามสภาพจริง เตรียมข้อมูล แหล่งข้อมูล	ขั้นการวางแผนการดำเนินงาน ปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้	-	ขั้นติดตามผลงาน ตรวจสอบชิ้นงาน
สรุป	ขั้นระบุปัญหา	ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	ขั้นการวางแผนและพัฒนา	ขั้นการทดสอบและประเมินผล	ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์

สรุปตารางสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

1. ขั้นการระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2. ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง คือ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ความคุ้มทุน ข้อดีข้อด้อย และความเหมาะสม เพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ขั้นการวางแผนและพัฒนา ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการให้ชัดเจน รวมถึงออกแบบและพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของผลผลิต เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

4. ขั้นการทดสอบและประเมินผล เป็นขั้นตอนการทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น

5. ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์ การนำเสนอชิ้นงานของตนเองโดยการสนทนา หลังจากการพัฒนาปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์ การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ของผลงาน โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

Yakman.(2008). แนวคิด STEAM เป็นการพัฒนานารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสาระวิชา วิทยาศาสตร์ (science) เทคโนโลยี (technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)

ศิลปะศาสตร์ (arts) และ คณิตศาสตร์ (mathematics) แนวคิด STEAM ได้พัฒนามาจาก STEM ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเพื่อพัฒนาความสามารถทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ Georgette Yakman ได้จำแนกหลัก STEAM ไว้ดังนี้ Science (S) คือ ประวัติศาสตร์ ธรรมชาติสาระ แนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ : ชีววิทยา ชีวเคมี เคมี ธรณีวิทยา ฟิสิกส์และอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพ และชีวการแพทย์ Technology (T) คือ ธรรมชาติของเทคโนโลยี เทคโนโลยีกับสังคม การออกแบบประโยชน์จากเทคโนโลยี ในโลก รวมถึงเทคโนโลยี : การเกษตร การก่อสร้าง การสื่อสาร ข้อมูล การผลิต การแพทย์ ไฟฟ้าและพลังงาน การผลิตและการขนส่ง Engineer (E) คือ การใช้เหตุผลหลักการและการสร้างสรรค์ บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคโนโลยีในการสร้างสรรค์ : การบินและอวกาศ การเกษตร สถาปัตยกรรม เคมี โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ของเหลว อุตสาหกรรมและระบบวัสดุ เครื่องจักรกล สินแร่ นิวเคลียร์กองทัพเรือและมหาสมุทร Arts (A) คือ การสื่อสารการสร้างความเข้าใจ แนวคิด ทัศนคติ และขนบประเพณีที่ส่งต่อมาจากอดีตสู่ปัจจุบันและอนาคต : ทัศนศิลป์ ดนตรี การเคลื่อนไหวร่างกาย / นาฏศิลป์ การแสดง ภาษาวรรณกรรม รวมทั้งการศึกษา ประวัติศาสตร์ ปรัชญาการเมือง จิตวิทยา สังคมวิทยา เทววิทยา ฯลฯ Mathematic (M) คือ ตัวเลข และการปฏิบัติ (คำนวณ) : พีชคณิตแคลคูลัส เรขาคณิต ตรีโกณมิติการสื่อสารและการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และการดำเนินการแก้ปัญหาการมี เหตุผลและหลักฐานทฤษฎี

กรอบแนวคิด STEAM และรูปแบบที่เหมาะสม

การนำเสนอกรอบแนวคิด STEAM หรือ ปิรามิด STEAM ซึ่งแบ่ง ระดับขั้นของเนื้อหา และรูปแบบการใช้ได้ดังนี้ คือ Yakman, G. (2008)

ขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specific) ต่อมาด้วยจะเป็นการศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับชั้นของพีรามิด

ขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา

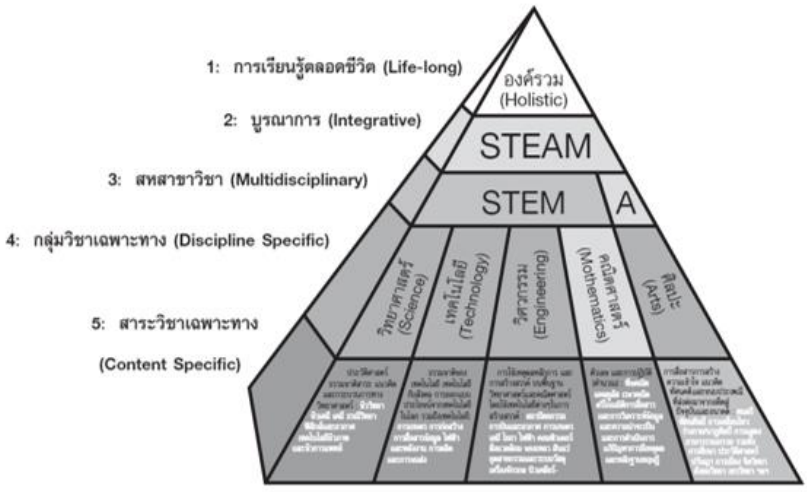
ขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มักจะจัดกิจกรรมโดยการผ่านการกำหนดหัวเรื่อง/หรือโปรเจ็ก ซึ่งทาง Yakman ได้นำเสนอว่าแนวทางในระดับชั้นเหมาะกับเด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการ

เนื้อหา สาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพ ในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ ซึ่งเหมาะสำหรับเด็กประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นชั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic) (วิสูตร โพธิ์เงิน. 2560)

STEAM คือแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ในวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์(S) เทคโนโลยี(T) วิศวกรรมศาสตร์(E) ศิลปะ(A) และคณิตศาสตร์(M) โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการคิดแบบมีกระบวนการของการออกแบบวิศวกรรม การออกแบบเชิงวิศวกรรมได้กำหนดขั้นตอนดังตารางที่ 4



ที่มา : วิสูตร โพธิ์เงิน, STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา : การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบัลดาลใจให้เด็ก (นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2560

3. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม วสันต์ สุทธาวาศ. (2559), นรา สุภัคโรจน์.(2556) นพดล เหลืองภิรมย์. (2555).ปัญญาสิริ จรูญโกศล. (2557). พยัต วุฒิรงค์. (2555). ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หมายถึง บุคคลซึ่งมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ไอเดียเพื่อนำไปสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ การบวนการใหม่ การประดิษฐ์คิดค้นพบสิ่งใหม่ ความรู้ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดค้นหรือค้นพบมาก่อน เพื่อนำไปใชประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ อาทิเช่น แนวความคิดใหม่ วิธีการใหม่

เครื่องมือ เทคนิคใหม่ และ/หรือเทคโนโลยี โดยการมีความคิดสร้างสรรค์สามารถเชื่อมโยงความคิดวิทยาการ ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น บริบทด้านสังคมวัฒนธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ด้านจิตวิทยา หรือมนุษย์วิทยา และศาสตร์อื่น เข้าด้วยกัน ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ต้องมีทักษะ 5 ทักษะ คือ 1) การเชื่อมโยงความคิด 2) การตั้งคำถาม 3) การสังเกต 4) การมีปฏิสัมพันธ์ 5) การทดลอง การพัฒนานวัตกรรมเกิดจากการต้องการแก้ปัญหาเมื่อต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลง จึงต้องมีการปรับตัว และปรับเปลี่ยนตามวัตถุประสงค์ กระบวนการนวัตกรรม ประกอบด้วย การรับรู้ปัญหา รวบรวมข้อมูล สร้างทัศนคติ ประเมินผล และการตัดสินใจ ในการนำนวัตกรรมมาใช้ เพื่อให้สอดคล้องกับเหตุการณ์ และการกระทำที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง การใช้ประโยชน์ช่วงเริ่มต้น และการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง

นวัตกรรม ตามศัพท์บัญญัติของคระกรรมการพิจารณาศัพท์ วิชาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งแต่เดิมใช้คำว่า นวกรรม เป็นคำที่มาจากภาษาอังกฤษว่า Innovation อาจแปลว่า “การกระทำสิ่งใหม่ๆ สิ่งใหม่ที่ทำขึ้นมา” (Webster’ s Third New “International Dictionary) (บุญเกื้อ ควรหาเวช.2545)

เนาวิตย์ สงคราม (2556 : 91) ได้ให้ความหมายของนวัตกรรมว่า คือ ผลงาน วิธีการ กระบวนการใหม่ๆ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อน หรือผลงาน วิธีการ กระบวนการที่มีอยู่แล้ว แต่นำมาปรับปรุงหรือพัฒนาให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

นิวัฒน์ บุญสม(2556 : 90) ได้ให้ความหมายของนวัตกรรมว่า คือแนวทาง แนวคิด เครื่องมือที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อนหรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น

วัชรพล วิบูลยศริน(2556: 10) นวัตกรรม คือ แนวคิดวิธีการปฏิบัติ หรือสิ่งใหม่ที่ยังไม่แพร่หลายหรือยังไม่เคยใช้มาก่อนและเข้ามาเปลี่ยนแปลงกระบวนการหรือสิ่งที่มีอยู่เดิม โดยผ่านการคิดค้นประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่หรือพัฒนาจากเดิมที่มีอยู่ให้ทันสมัย และปรับปรุงจนใช้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ

นพดล เหลืองภิรมย์. (2555). นวัตกรรมมีส่วนสำคัญในกาสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันและยังมีความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ส่งผลต่ออุตสาหกรรมการผลิตและการบริการ ตลอดจนโครงสร้างทางสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นจากนวัตกรรมใหม่ ๆ นวัตกรรมหมายถึงองค์ประกอบใหม่ ซึ่งหมายถึงองค์ประกอบ 5 ประการต่อไปนี้ 1)ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือคุณสมบัติใหม่ของผลิตภัณฑ์ก็ได้ 2) กระบวนการผลิตใหม่ที่เสนอเข้าสู่อุตสาหกรรม 3)การเปิดตลาดใหม่ 4) การเปลี่ยนแปลงองค์การใหม่

5)การพัฒนาแหล่งวัตถุดิบ หรือปัจจัยนำเข้าใหม่ นวัตกรรมพอสรุปได้ว่ามี 2 รูปแบบ คือ นวัตกรรมทางเทคโนโลยี ซึ่งหมายถึงการปรับปรุงผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีอย่างเห็นได้ชัดเจนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ นวัตกรรมที่ไม่เกี่ยวกับเทคโนโลยี เช่น กลยุทธ์การตลาดใหม่ เทคนิคการบริหารงานแบบใหม่ โครงสร้างการจัดการแบบใหม่องค์กรความร่วมมือ และพัฒนาเศรษฐกิจ

พยัต วุฒิรงค์. (2555).นวัตกรรม คือ สิ่งใหม่ไม่เคยมีมาก่อนในองค์การในประเทศ หรือในโลก และต้องสามารถนำมาใช้ได้จริงเพื่อสร้างให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคม นวัตกรรมมีหลายรูปแบบ เช่น นวัตกรรมโมเดลทางธุรกิจ นวัตกรรมสินค้า นวัตกรรมบริการ หรือนวัตกรรมช่องทางการจำหน่าย การสร้างความแตกต่างสามารถทำให้องค์การสามารถอยู่รอดและสร้างความเจริญเติบโตอย่างยังยืนในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวนและซับซ้อนอย่างมาก

วสันต์ สุทธาวาศ. (2559). นวัตกรรม เป็นสิ่งที่ทำขึ้นใหม่หรือแปลกจากเดิมซึ่งอาจจะเป็นความคิด วิธีการ หรืออุปกรณ์ โดยที่สิ่งใหม่นั้นเกิดจากการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม และรวมหมายถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากความสามารถในการใช้ความรู้ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะ และประสบการณ์ทางเทคโนโลยีหรือการจัดการ มาพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการผลิต หรือบริการใหม่เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและยังหมายถึงการเปลี่ยนแปลงทางความคิด การผลิต กระบวนการ หรือองค์การ ไม่ว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นจะเกิดจากการปฏิวัติ การเปลี่ยนแปลงอย่างถอนรากถอนโคน หรือการพัฒนาต่อยอดทั้งนี้ มักมีการแยกแยะความแตกต่างอย่างชัดแจน ระหว่างการประดิษฐ์คิดค้น ความคิดริเริ่ม และนวัตกรรม อันหมายถึงความคิดริเริ่มที่นำมาประยุกต์ใช้อย่างสัมฤทธิ์ผล การสร้างนวัตกรรมเป็นผลลัพธ์ของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับสถานการณ์ ทำให้เกิดแนวคิดที่สามารถผลิตผลงานและผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีประโยชน์ และแสดงออกถึงกระบวนการคิดการนำเสนอความคิดและการผลักดันความคิดที่มีประโยชน์และแปลกใหม่ ที่เกี่ยวกับงานที่ตนได้รับมอบหมายให้กับองค์การได้รับประโยขน์ต่อไป โดยจะเห็นได้ว่าความรู้ความสามารถและประสบการณ์การเรียนรู้นับเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างผลงานนวัตกรรม เพราะความรู้เกิดจากการประมวลและตกผลึกทางข้อมูล และสารสนเทศ จนก่อให้เกิดความรู้ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างนวัตกรรม

โกสินทร์ จำนงไทย (2559: 33) นวัตกรรม สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ การค้นพบ (discovery) เช่น การค้นพบทวีปอเมริกา การค้นพบทวีปออสเตรเลีย การค้นพบวัคซีนป้องกันโรคฝีดาษ ฯลฯ และการประดิษฐ์ (invention) การสร้างสิ่งของที่เกิดประโยชน์ และอำนวยความสะดวกกับมนุษย์ เช่น รถยนต์ เครื่องบิน คอมพิวเตอร์ ส่วนองค์ความรู้ที่เป็นในเชิงเทคนิคใหม่ วิธีการใหม่

และเทคโนโลยีใหม่ เป็นสิ่งที่นักพัฒนาแข่งขันกันในเชิงความเร็วในการประกาศของทรัพย์สินทางปัญญาว่าเป็นผู้คนพบเป็นคนแรก นวัตกรรมเกิดจากการเรียนรู้ปัญหาและรู้จักแก้ปัญหาของชาวบ้าน กลายมาเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือภูมิปัญญาชาวบ้านที่ถ่ายทอดต่อ ๆ กันมายังลูกหลาน ต่อมาภูมิปัญญาท้องถิ่นกลายเป็นนวัตกรรมท้องถิ่น และในที่สุดกลายเป็นนวัตกรรมสากล

ลักษณะของนวัตกรรม

นวัตกรรม เมื่อนำมาใช้จะช่วยให้การทำงานย่อมได้ผลดี มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม และยังสามารถช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน ซึ่งมีนักวิชาการศึกษาหลายคนได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของนวัตกรรมไว้ดังนี้

ดาวิลา และคณะ (Davila and other,2006) ได้กล่าวว่า ลักษณะของนวัตกรรมต้องมีดังต่อไปนี้

1. เป็นแนวคิดหรือสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ที่แตกต่างจากที่เคยมี
2. แนวคิดหรือความคิดใหม่ๆ ที่ได้มาจากบุคคลในองค์กรนั้น
3. เป็นเครื่องมือในการนำมาใช้ในการพัฒนาองค์กรงานเป็นงานประดิษฐ์ ผลผลิต กระบวนการ หรืองานบริการ

เนาวนิตย์ สงคราม (2555:34) ได้สรุปลักษณะของนวัตกรรม ดังนี้

1. สิ่งใหม่ วิธีใหม่ ความคิดใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่หรือสิ่งที่ดัดแปลงใหม่แตกต่างจากเดิมที่เคยมีในองค์กร หรือจากการพัฒนาสิ่งที่มีอยู่ให้ดียิ่งขึ้น
2. ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ของบุคลากรในองค์กรนั้นสร้างขึ้น
3. สามารถนำไปใช้ได้จริงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

มาเรียม นิลพันธุ์(2558 : 237) ได้กล่าวถึงนวัตกรรม นวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ ผลงานเป็นชิ้นเป็นอันที่สร้างขึ้นหรือ วิธีการ รูปแบบการทำงาน รูปแบบการจัดการกลยุทธ์ ที่พัฒนาขึ้น ต้องมีลักษณะดังนี้

1. ดีมีคุณค่า
2. ผลที่ได้รับตรงตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้
3. ใช้งานได้อย่างดีมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลและมีมาตรฐาน

การออกแบบการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมผู้วิจัยต้องเริ่มจากขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1. วิเคราะห์สภาพที่เกิดขึ้นจริงกับกลุ่มเป้าหมาย
2. ระบุปัญหา ความคาดหวัง มาตรฐาน ผลที่เกิดขึ้นกับกลุ่มเป้าหมาย
3. วิเคราะห์ปัญหา สิ่งที่ต้องพัฒนา
4. แสวงหาวิธีการแก้ไขหรือพัฒนากลุ่มเป้าหมายด้วยนวัตกรรม เทคนิค วิธี ที่เหมาะสมกับปัญหาหรือเรื่องที่ต้องพัฒนา

นิวัฒน์ บุญสม(2556 : 91) ได้กล่าวสรุปว่า ลักษณะของนวัตกรรม ประกอบด้วยดังนี้

1. เป็นแนวคิด วิธีการ การกระทำ กระบวนการ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนหรือการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดี

2. การพัฒนาหรือสร้างนวัตกรรมนั้นได้ทำอย่างเป็นระบบ มีการทดลองและปรับปรุงจนกระทั้งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ

3. สามารถนำไปใช้งานได้จริง และมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลสูงกว่าเดิม

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะของนวัตกรรม ประกอบด้วย

1. เป็นแนวคิด กระบวนการ วิธีการ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่สร้างขึ้นซึ่งนวัตกรรมนั้นไม่เคยปรากฏมาก่อนหรือได้จากการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมให้ดียิ่งขึ้น

2. ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์มาพัฒนาสิ่งใหม่ และทำอย่างเป็นระบบ มีการทดลองปรับปรุงจนกระทั้งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ

3. สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผลสูงกว่าเดิม

กระบวนการจัดการเรียนการรู้

กระบวนการจัดการเรียนรู้ สำหรับการเรียนการสอนกับการสร้างนวัตกรรมมีรายละเอียดดังนี้ (เนาวนิตย์ สงคราม.2556)

1. แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกิดจากผู้เรียนรวมกลุ่มกันแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ความรู้ แนวคิด เพื่อคิดหาแนวทางในการบรรลุผลเป้าหมายที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งอาจเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอน โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันค้นหาคำตอบที่สืบค้นทั้งภายนอกและภายใน

2. การสร้างแนวคิด สมาชิกในกลุ่มที่มีการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้การสนทนา (Dialogue) มีการสะท้อนกลับจากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์กับสมาชิกในกลุ่ม และเขียนออกมาเป็นประเด็นที่ชัดเจน เป็นการแสดงให้เห็นถึงแนวคิดความคิดทีหลากหลาย

3. การพิจารณาแนวคิด ในขั้นนี้ความคิดหรือแนวคิดใหม่จะถูกสร้างขึ้นจากแต่ระบุคคลและสมาชิกในกลุ่มมีการพิจารณาพิสูจน์ความคิดหรือแนวคิดใหม่นี้ให้ดีขึ้น และถูกต้อง

4. การสร้างตัวตนแบบ จากสิ่งที่เป็นแนวคิดนำมาเขียนให้เป็นรูปธรรมที่ชัดเจนขึ้นโดยการสร้างเป็นตัวแบบหรือนวัตกรรมขององค์กร ซึ่งอาจมีการรวมเอาเทคโนโลยีเข้ามาผสมผสานด้วย

5. การทดลองใช้ต้นแบบ เมื่อได้ต้นแบบที่เป็นรูปธรรมแล้วควรมีการนำไปทดลองใช้เพื่อให้ทราบว่าต้นแบบนั้นมีประสิทธิภาพเพียงใดและควรปรับปรุงให้เป็นไปในทางทิศใด

6. การประเมินผล หลังจากการใช้ต้นแบบแล้วต้องมีการประเมินผลตัวต้นแบบที่ได้และสรุปผล

นอกจากนี้แล้วกระบวนการจัดการเรียนการสอนยังมีรูปแบบวิธีการ และเทคนิคมากมายที่ตอบสนองการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนด้วย

วสันต์ สุทธาวาศ. (2559). นวัตกร ลักษณะสำคัญ คือ เป็นผู้ที่ชอบเสี่ยง จะต้องเป็นคนแรกในการกระทำสิ่งต่าง ๆ มีความรู้ เป็นนักประดิษฐ์หรือมีความรู้รอบเทคโนโลยีหลงใหลในการสร้างนวัตกรรม มีความสัมพันธ์อันดีกับเครือข่ายต่าง ๆ มีความสามารถในการเข้าใจและประยุกต์ความรู้เชิงเทคนิคที่ซับซ้อน สามารถรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนระหว่างการพัฒนานวัตกรรมได้ดี โดยแบ่งได้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) นวัตกรแบบผู้รักษาประตู เป็นผู้รวบรวมและส่งต่อข้อมูลอย่างเหมาะสม 2) นวัตกรแบบผู้สร้างสรรค์ความคิด เป็นผู้ชอบคิดสร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลา 3) นวัตกรแบบผู้สนับสนุน เป็นผู้ผลักดันให้นำความคิดใหม่ไประยุกต์ 4) นวัตกรแบบเจ้าพ่อ เป็นผู้เชียวชาญและประสบความสำเร็จด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่างแท้จริง นวัตกรต้องมีความเชียวชาญเฉพาะใน 5 ทักษะ คือ การเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต ปฏิสัมพันธ์และทดลอง นอกจากนี้ต้องกล้าทำสิ่งใหม่ ไม่พอใจกับสถานการณ์ปัจจุบัน กล้าเสี่ยงอย่างชาญฉลาดในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง มีความกระตือรือร้นในการตั้งคำถามอีกด้วย และที่สำคัญ คือ นวัตกรต้องมีความฉลาดทางการค้นพบ

การสร้างนวัตกรรม เกิดจากบุคคลเป็นผู้สร้างขึ้นแต่การทำองค์การในภาคปฏิบัติ พบว่าการสร้างนวัตกรรมที่เกิดขึ้นโดยบุคคลเพียงลำพังนั้นแม้เกิดขึ้นได้แต่ก็เป็นไปได้ยาก ส่วนใหญ่นวัตกรรมในองค์การไม่ว่าประเภทใดมักเกิดในรูปแบบการทำงานเป็นหลัก พฤติกรรมสร้างนวัตกรรม เป็นการแสดงออกบุคคลว่ามีกระบวนการคิด การนำเสนอความคิด และผลักดันความคิดที่มีประโยชน์ และแปลกใหม่ที่เกี่ยวกับงานที่ตนได้รับมอบหมาย พฤติกรรมสร้างนวัตกรรมเป็นพฤติกรรมที่ซับซอนและประกอบด้วยพฤติกรรม 3 ประการ คือ การสร้างความคิด การสนับสนุนความคิด และการทำให้ความคิดเป็นจริง

นรา สุภัคโรจน์.(2556) นวัตกร คือผู้สร้างสรรค์นวัตกรรม ไอเดียใหม่เพื่อนำไปสู่ผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณค่าและน่าตื่นเต้น โดยใช้ทักษะการเชื่อมโยงถึงแม้ว่าไอเดียความคิดนั้นจะแตกต่างกันก็สามารถนำมาเชื่อมโยงได้เกิดเป็นนวัตกรรมใหม่ มีทักษะการถาม การสังเกต การมีปฏิสัมพันธ์กับคนที่หลากหลาย และทักษะการทดลอง ทักษะการถาม การสังเกต ปฏิสัมพันธ์ และทดลอง จะกระตุ้นให้เชื่อมโยงความคิด และนำมาซึ่งผลิตภัณฑ์ใหม่ นวัตกรจะใช้ทักษะการรับรู้ที่เรียกว่า การ

เชื่อมโยงความคิด ในขณะที่สมองพยายามสังเคราะห์ นวัตกรรมใหม่เกิดขึ้น ณ จุดที่วิทยาการหลายหลายมาบรรจบกัน

นวัตกร เป็นผู้พร้อมด้วยคุณสมบัติที่เหมาะสม มีความสามารถและทักษะที่จำเป็นต่อการพัฒนา นวัตกรรม(Innovation) และนำมาใช้ในการพัฒนาการปฏิบัติงาน ทำให้เกิดผลผลิตที่มีประโยชน์อย่างยิ่งยวดต่อระบบการศึกษา โดยการปฏิบัติงานนั้นอยู่บนพื้นฐานของความเป็นคนดีมีใจรักและจิตอาสาในการอุทิศตนเพื่อพัฒนาการศึกษาและประเทศชาติ รวมถึงทัศนคติที่ดี เล็งเห็นความสำคัญของการยกระดับคุณภาพการศึกษาและคุณภาพนักเรียน ด้วยความมุ่งมั่นตั้งใจในการพัฒนางานให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ยอดเยี่ยม และสร้างสรรค์นวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

นพดล เหลืองภิรมย์. (2555). ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หมายถึง การประดิษฐ์คิดค้นเป็นการพบสิ่งใหม่ ความรู้ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดค้น หรือค้นพบมาก่อนแต่ยังไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางเศรษฐกิจได้ สามารถทำสิ่งใหม่ขึ้นมาหรือการนำเสนอบางสิ่งบางอย่างที่ใหม่ อาทิ เช่นแนวความคิดใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่ เทคนิคใหม่ และ/หรือเทคโนโลยีใหม่สังคม หรือสังคมชาวโลกที่ในปัจจุบัน เรียกว่า สังคมยุคโลกาภิวัตน์ การมีความคิดสร้างสรรค์สามารถเชื่อมโยงความคิดของ วิทยาการ เช่น บริบทด้านสังคมวัฒนธรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทางด้านจิตวิทยา และมนุษย์วิทยาเข้าด้วยกันซึ่งสามารถคิดเชื่อมโยงสัมพันธ์ในการจัดการความสามารถในการสร้างนวัตกรรม การสร้างนวัตกรรมเป็นรูปแบบที่ซับซอนมากกว่ารูปแบบสัมพันธ์แบบตรงไปตรงมา เชื่อว่าการสร้างสรรค์นวัตกรรมเกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า และปัจจัยนำออกและระหว่างผู้ใช้เทคโนโลยีและผู้สร้างเทคโนโลยี มีการสื่อสารแลกเปลี่ยนเชื่อมโยง มีลักษณะเป็นพลวัตร

ปัญญาสิริ จรูญโกศล. (2557). ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หมายถึง การสร้างกลยุทธ์ โดยมีการกำหนดเป้าหมายของตนเอง สร้างความเป็นตัวของตัวเอง รู้จักสร้างตังเองขึ้นมา การสร้างความแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำใคร การยอมรับความผิดพลาดของตนเอง การปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้ได้สิ่งใหม่ที่ดีกว่า

พยัต วุฒิรงค์. (2555). ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม คือ การคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ นำไปสู่สิ้นค้าและบริการ การคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ นับเป็นความจำเป็นและเป็นปัจจัยแห่งความสำเร็จบุคคลต้องตระหนักถึงความสำคัญของการส่งเสริมและพัฒนานวัตกรรม เนื่องจากเป็นองค์ความรู้ที่เทคโนโลยีไม่สามารถทดแทนได้ นวัตกรรมมีผลมาจากความต้องการแก้ปัญหาและมีผลต่อกระบวนการแก้ปัญหาเมื่อต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงจึงต้องมีการปรับตัว ปรับเปลี่ยน

วัตถุประสงค์ และกลยุทธ์มากขึ้นการปรับเปลี่ยนรูปแบบพร้อมกับพัฒนาจึงถือว่าเป็นการนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงในเชิงสร้างสรรค์ นวัตกรรมเกิดขึ้นได้ในสังคมก็เพราะมนุษย์เป็นผู้พยายามแก้ปัญหาในเชิงปฏิบัติงาน หรือการดำรงชีวิตที่ดีขึ้น กระบวนการนวัตกรรมประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนเริ่มต้น ประกอบด้วยกิจกรรมที่เกี่ยวกับการรับรู้ปัญหา รวบรวมข้อมูล สร้างทัศนคติและประเมินผล และได้มาซึ่งทรัพยากรที่จะนำไปสู่การตัดสินใจในการนำนวัตกรรมมาใช้ 2) ขั้นตอนการนำมาใช้ประกอบด้วยเหตุการณ์และการกระทำเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทั้งองค์การและนวัตกรรม การใช้ประโยชน์ในช่วงเริ่มต้น และการใช้นวัตกรรมอย่างต่อเนื่อง

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

จากบทความข้างต้น ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมเกิดจากบุคคลเป็นผู้สร้าง เกิดจากกระบวนการคิด การนำเสนอความคิด การสร้างความคิด การสนับสนุนความคิด และการกระทำความคิดให้เป็นจริง โดยประกอบไปด้วย 5 ทักษะ 1)ทักษะการเชื่อมโยงความคิด 2) ทักษะตั้งคำถาม 3) ทักษะสังเกต 4) ทักษะปฏิสัมพันธ์ และ 5) ทักษะการทดลอง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 4 ตารางสังเคราะห์ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม					
วสันต์ สุทธาวาศ. (2559)	การเชื่อมโยงความคิด	การตั้งคำถาม	การสังเกต	การมีปฏิสัมพันธ์	การทดลอง
มาเรียม นิลพันธุ์. (2558)	วิเคราะห์สภาพที่เกิดขึ้นหรือเรื่องที่ต้องการพัฒนา	ระบุปัญหาความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย	-	การแสวงหาวิธีการแก้ไขหรือพัฒนา	การทดลองประเมินผลพัฒนาปรับปรุงนวัตกรรม
นรา สุภัคโรจน์. (2556)	ทักษะการเชื่อมโยงความคิด	ทักษะการถาม	การสังเกต	การมีปฏิสัมพันธ์	ทักษะการทดลอง
นิวัฒน์ บุญสม. (2556)	แนวคิด วิธีการ กระบวนการ องค์ความรู้ใหม่	การพัฒนาดัดแปลง หรือสร้างขึ้นใหม่	-	-	การทดลองและปรับปรุง
นพดล เหลืองภิรมย์.(2555)	ความสามารถเชื่อมโยงความคิดของวิทยาการ	กาคิดสร้างสรรค์	-	-	-
พยัต วุฒิรงค์. (2555)	การรวบรวมข้อมูลสร้างทัศนคติและประเมินผลการใช้ทรัพยากรเพื่อจะนำไปสู่การตัดสินใจ	ความคิดริเริ่มประกอบด้วยกิจกรรมที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา	-	-	ขั้นตอนการนำมาใช้ประกอบเหตุการณ์และการกระทำที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม
เนาวนิตย์ สงคราม (2554)	การสร้างแนวคิดการพิสูจน์และพิจารณาความคิดเห็นแนวคิด	การแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเพื่อเป็นแนวในการค้นหาคำตอบ	-	การสร้างแนวคิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์กับสมาชิกในกลุ่ม	การทดลองใช้ต้นแบบปรับปรุงและประเมินผล
สรุป	ทักษะการเชื่อมโยงความคิด	ทักษะการตั้งคำถาม	ทักษะการสังเกต	ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์	ทักษะการทดลอง

สรุปจากบทความข้างต้น ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมเกิดจากบุคคลเป็นผู้สร้าง เกิดจากกระบวนการคิด การนำเสนอความคิด การสร้างความคิด การสนับสนุนความคิด และการกระทำความคิดให้เป็นจริง โดยประกอบไปด้วย 5 ทักษะ 1) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด สามารถรวบรวม

ข้อมูลแนวคิด องค์ความรู้ สร้างแนวคิดจากการวิเคราะห์สภาพที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจและพัฒนา 2) ทักษะตั้งคำถาม คือการระบุปัญหาความต้องการ การเปรียบเทียบการคิดริเริ่มหาเหตุผลเพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบ 3) ทักษะสังเกต การสังเกตเชิงคุณภาพ และปริมาณบอกถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์ ปัญหาที่เกิดขึ้น4) ทักษะปฏิสัมพันธ์ การสื่อสารอย่างสร้างสรรค์การใช้ภาษาที่เหมาะสม เพื่อการสร้างแนวคิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์กับสมาชิกในกลุ่ม และ 5) ทักษะการทดลอง ขั้นการทดลอง ปรับปรุงพัฒนา สรุปผลประเมินผล การแก้ปัญหาจากการรวบรวมข้อมูลทดลองพิสูจน์ วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการทดลอง

4. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

1. เจตคติ หมายถึง เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะพึงพอใจ ไม่พึงพอใจ ความชอบ ไม่ชอบ อยากเรียนไม่อยากเรียน ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึกของบุคคลทั้งนี้มีนักวิจัยได้อธิบายความหมายของเจตคติไว้ดังนี้

บุญชม ศรีสะอาด (2541 : 17) ได้ให้ความหมายว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ อาจอยู่ในรูปของการชอบ หรือไม่ชอบ สนใจหรือไม่สนใจ และต้องการหรือไม่ต้องการ เป็นต้น

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 : 106) เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลต่าง ๆ อันเป็นเนื่องมาจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ เป็นต้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นไปในทางสนับสนุนหรือต่อต้านก็ได้

พรรณี ชูทัย (2545) เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกพอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งหนึ่งซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนตอบสนองต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันออกไป

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 29 – 30)ได้ทำการกำหนดโครงสร้างของพฤติกรรมด้านเจตคติไว้ดังนี้

1. พอใจในประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
2. ศรัทธาและชาบซึ้งในผลงานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. ตระหนักในคุณค่าและโทษของการใช้เทคโนโลยี
5. ตั้งใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
6. เรียนหรือเข้าร่มกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์อย่างสนุกสนาน
7. เลือกใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการคิดและปฏิบัติ
8. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม
9. ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยใคร่ครวญไตร่ตรองถึงผลดีและผลเสีย

กล่าวโดยสรุปได้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดในจิตใจส่วนบุคคล ที่มีต่อสิ่งเร้า เช่น ค่านิยม ความเชื่อ ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งสิ่งดีและไม่ดี ทางบวกหรือทางลบ สร้างและเปลี่ยนแปลงได้อันเนื่องมาจากการเรียนรู้และประสบการณ์เป้นตัวกระตุ้นให้บุคคลนั้นแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง ๆ ไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นทั้งสนันสนุน หรือในทางต่อต้านก็ได้

2.เจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) เป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่จะปลูกฝังให้เกิดขึ้น เป็นเสมือนตัวกำกับความคิด การกระทำ การตัดสินใจในการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ ได้มีผู้ให้ความหมายของเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ดังนี้

วีรเดช เกิดบ้านตะเคียน (2546 : 54) กล่าวว่า เจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเชื่อ ความคิด ความรู้สึกของบุคคลนั้นที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ โดยพฤติกรรมที่แสดงออกมาจะมี 2 ลักษณะ คือ

1. เจตคติบวกต่อวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะพึงพอใจ ความชอบอยากเรียน และอยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. เจตคติลบทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะไม่พอใจ ไม่ชอบ ไม่อยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และไม่อยากเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

วิชาญ เลิศลพ(2543 : 52-53) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ในเชิงบวกหรือลบ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดเจตคติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย คำถามที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งเป็น 5 ด้าน

1. ความคิดเห็นทั่วไปต่อวิทยาศาสตร์
2. การเห็นความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์
3. ความสนใจในวิทยาศาสตร์
4. การแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
5. ความนิยมชมชอบในวิทยาศาสตร์

นุศรา หัวไผ่ (2552 : 34) กล่าวว่าเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก นึกคิดที่แสดงออกมาเป็นท่าทีคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัย ทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจสนับสนุนหรือต่อต้านต่อวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555 : 148) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความเชื่อ และความยึดถือในคุณค่าของงานวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อสังคมหรือตัวนักวิทยาศาตร์เอง คุณลักษณะที่มีความเกี่ยวข้องกับ

เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อนักวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย

1. ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ความรู้สึกชื่นชอบพึงพอใจในวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2. การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ การรับรู้ การยอมรับถึงประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3. ความเชื่อและค่านิยมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อมูลความเห็น ความเชื่อของบุคคลที่มีต่อวิทยาศาสตร์ หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ในด้านการเห็นความสำคัญ

4. คุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ความเชื่อและการประพฤติปฏิบัติที่ดีงามที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการที่จะนำวิทยาศาสตร์ไปคิดและปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความดี ความถูกต้อง และเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

ศิริลักษณ์ สาระชาติ (2553 : 46) กล่าวว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของจิตใจของคนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนสามารถตัดสินพฤติกรรมหรือความรู้สึกของตนเองที่มีต่อวิทยาศาสตร์ในลักษณะที่ชอบหรือไม่ชอบ พอใจ หรือไม่พอใจ อยากเรียน ไม่อยากเรียนที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุปว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึก ความคิดเห็น พฤติกรรมที่แสดงออกมาต่อวิทยาศาสตร์ซึ่งตอบสนองไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ทั้งทางบวกและทางลบ พอใจ ไม่พอใจ อยากเรียนหรือไม่อยากเรียน ต่อวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ สามารถนำวิทยาศาสตร์ไปคิดและปฏิบัติ เพื่อให้เกิดความดี ความถูกต้อง และเกิดประโยชน์อย่างแท้จริง

3.การวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

การวัดเจตคติ เป็นการวัดด้านจิตพิสัย เป็นพัฒนาการด้านอารมณ์ ความรู้สึก ความประทับใจ ทัศนคติ และค่านิยม การเรียนรู้ในด้านนี้มีความละเอียดอ่อนไม่แสดงออกมาโดยตรง เป็นการพัฒนาการทางด้านจริยธรรม ค่านิยม ศีลธรรม ครูผู้สอนย่อมคาดหวังว่าผู้เรียนรักวิชาที่เรียน มีความต้องการเรียน สามารถนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ถ้าผู้เรียนไม่มีความศรัทธา ความประทับใจในสิ่งที่เรียนรู้ย่อมไม่มีประโยชน์อะไร เป้าหมายด้านจิตพิสัยแบ่งเป็น 5 ระดับ (ศิริบูรณ์ สายโกสุม,2559 : 18-19)

1. รับ (receiving) สนใจจดจ่อเต็มใจที่จะรับข้อมูล เลือกให้ความสนใจ เช่นรับฟังอย่างตั้งใจ รับฟังการอภิปรายอย่างใจกว้าง อ่านบทความที่แสดงทัศนะขัดแย้งกันด้วยใจเป็นธรรม ยินดีเต็มใจรับฟัง

2. ตอบสนอง (responding) มีความกระตือรือร้นในการมีส่วนร่วม มีการตอบสนองทางบวกหรือยอมรับความคิด นโยบาย เช่น ทำการบ้านเสร็จเรียบร้อย เชื่อฟังและทำตามกฎเกณฑ์ของโรงเรียน มีส่วนร่วมในกิจกรรมกลุ่ม

3. มองเห็นคุณค่า แสดงความเชื่อหรือการมองเห็นคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ เช่น ยอมรับความคิดว่าสุขนิสัยที่ดีมีความสำคัญ สนับสนุน เป็นแนวร่วม อุทิศตนให้กับสิ่งที่ตนเห็นคุณค่า เช่นการช่วยรณรงค์ต่อต้านการสูบบุหรี่ เป็นการมองเห็นคุณค่าด้วยตนเอง ไม่ใช้เพราะรางวัลจากภายนอก

4. การจัดระเบียบรวบรวม จัดระเบียบรวบรวมค่านิยมต่าง ๆ ได้

5. ระดับค่านิยมกลายเป็นวิถีการดำเนินชีวิต มีส่วนสำคัญในด้านต่าง ๆ ของชีวิต เช่น การทำงาน การศึกษา

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 : 106 – 108) เครื่องมือวัดเจคติต่อวิทยาศาสตร์ที่นิยมกันอยู่โดยทั่วไปมี 3 วิธี คือ 1) วิธีของเธอร์สโตน (Thurstone) 2) วิธีของลิเคิร์ท (Likert) และ3) วิธีของ (Osgood) ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีของลิเคิร์ทเป็นเครื่องมือวัดมีรายละเอียดดังนี้

1. ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งที่จะศึกษานั้นอย่างแจ่มชัด

2. สร้างข้อความให้ควบคุมลักษณะที่สำคัญๆ ให้ครบถ้วนทุกแง่ทุกมุม ลักษณะของข้อความเป็นบวกหรือนิมาน (positive) และทางลบหรือนิเสธ (negative) เท่านั้น ข้อความกลางๆ จะไม่นำมาใช้ในการสร้างการเขียนข้อความควรมีลักษณะดังนี้

2.1 เป็นข้อความสั้นๆ มีความเป็นปรนัย (ชัดเจนมีความแน่นนอนไม่คลุมเครือ)

2.2 ควรเป็นข้อความที่เป็นปัจจุบัน

2.3 ไม่งงควรใช้ข้อความปฏิเสธซ้อนปฏิเสธ

2.4 หลีกเลี้ยงข้อความที่เป็นข้อเท็จจริง (fact) ของเรื่องนั้น ๆ เพราะจะเป็นการถามข้อเท็จจริง

4.สรุปเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกมาในลักษณะของการชอบหรือไม่ชอบ สนใจหรือไม่สนใจต่อวิทยาศาสตร์ การตั้งใจเรียนวิทยาศาสตร์ มีความพอใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซาบซึ้งเห็นคุณค่าและตระหนักถึงประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และการใช้เทคโนโลยี และสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยมีกระบวนการคิดที่มีเหตุผลและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยสามารถประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้ คือ

1. นักเรียนมีความชอบและความสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ เรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข

2. นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ คือตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม และการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้

3. การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน วิทยาศาสตร์สามารถใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยมีกระบวนการคิดที่มีตุผลและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการวัดทางด้านพุทธพิสัย แบ่งเป็น 6 ระดับ (ศิริบูรณ์ สายโกสุม. 2559 : 16-19) ดังนี้

1. ความรู้ความจำ (knowledge) สามารถทบทวนหรือบอกถึงข้อมูลเป็นความรู้เบื้องต้นที่สุด แต่บางอย่างอาจมีความซับซ้อน เช่น จำตาราง แต่ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลธรรมดาหรือข้อมูลซับซอน ความรู้ความจำ จัดเป็นกลุ่มมุ่งหมายที่ประเมินนักเรียนได้ง่ายที่สุด แบ่งเป็นระดับดังนี้

1.1 ความรู้เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะ ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ นิยาม ข้อเท็จจริง เฉพาะอย่าง ปรากฏการณ์ บุคคลสถานที่ แหล่งข่าวสาร เช่น ความหมายของคำต่าง ๆ

1.2 ความรู้เกี่ยวกับวิธีการดำเนินการ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน ละดับขันตอน แนมโน้ม การจำแนกประเภท เกณฑ์ วิธีการ หรือระเบียบวิธี ระดับความน่าจะเป็น เกณฑ์การตัดสินการทดลองที่ดี ไม่ดี

1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับหลักการ ข้อสรุป กฎเกณฑ์ ทฤษฎี

2. ความเข้าใจ (comprehension) เป็นการเรียนรู้ที่ซับซ้อนขึ้นเป็นการทำความเข้าใจกับข้อมูล และอธิบายถึงข้อมูลด้วยคำพูดของตนเอง การเรียนรู้ในระดับความเข้าใจ นักเรียนต้องเข้าใจถึงแนวคิดและหลักการ สามารถอธิบายถึงแนวคิดเหล่านี้ด้วยคำพูดของเข้าเอง รู้ถึงความหมายของข้อมูลโดยการแปลความ ตีความ ขยายความ เช่น อ่านโน้ตเพลง ตีความวรรณคดี สรุปข้อมูลแนวโน้ม

3. การประยุกต์ (application) การเรียนระดับนี้ขึ้นไปเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ทางด้านพุทธพิสัย ต้องสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับแนวคิดและหลักการไปประยุกต์ใช้กับสภาพการณ์ที่เป็นปัญหา เช่น ในห้องทดลอง การตัดสินถึงความเป็นกรดเป็นด่าง ในการทดสอบสารละลาย

4. การวิเคราะห์ (analysis) เป็นกิจกรรมทางการคิดการเข้าใจซึ่งมีความซับซ้อนเป็นการเรียนรู้ในระดับที่ครูส่วนใหญ่ปรารถนาจะให้นักเรียนมี นักเรียนต้องสามารถแยกแยะข้อมูลออกเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจอย่างชักเจนถึงความสำคัญขององค์ประกอบเหล่านั้น สามารถ

เปรียบเทียบร่วมถึงการจัดระเบียบรวบรวมข้อมูล เช่นการอภิปรายการปกครองระบอบประชาธิปไตยและสังคมนิยม มีความแตกต่างอย่างไร จะต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์สภาพการณ์นั้นได้ ต้องเข้าใจถึงสภาพการณ์นั้นก่อน เป้าหมายการศึกษาในระดับการวิเคราะห์ยากในการเขียน บางครั้งจึงถูกละเลย และบางครั้งอาจไปสับสนกับการเรียนรู้ระดับความรู้ความจำ หรือความเข้าใจ การวิเคราะห์อาจแบ่งเป็น

4.1 การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เช่น อะไรคือข้อเท็จจริง อะไรคือสมมุติฐาน

4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ความเกี่ยวเนื่องของส่วนประกอบต่าง ๆ

4.3 การวิเคราะห์หลักการ สามารถแยกแยะจนเห็นโครงสร้างและระบบที่องค์ประกอบย่อยรวมกันอยู่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน หรือหลักการที่เป็นแก่น ยกตัวอย่าง เช่น รู้ถึงจัดระบบระเบียบโครงสร้างของโฆษณาสินค้า ใช้วิธีการโฆษณาชวนเชื่ออะไร รู้ถึงหลักการสำคัญของประชาธิปไตย

5. การสังเคราะห์ (synthesis) เป็นการจัดระเบียบและรวบรวมองค์ประกอบทางความคิดใหม่ หรือขยายข้อมูลออกไป เช่น การวางแผนโครงการ การอภิปราย การเขียนรายงาน อาจแบ่งเป็น

5.1 การสร้างวิธีสื่อความหมายที่ดี จัดการสื่อสารความคิด ความรู้สึก ประสบการณ์ ให้ผู้อื่นเข้าใจอย่างชัดเจน

5.2 การเสนอแผนงาน การเสนอแผนงานขั้นตอน วางโครงการไว้ล่วงหน้า เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย หรือเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5.3 สรุปความสำคัญเชิงนามธรรม เอาความสำคัญ หลักการมาผสมผสานเป็นเรื่องเดียวกันและสรรสร้างปรากฏการณ์ใหม่ ๆ ออกมา คล้ายกับความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เช่น การประดิษฐ์จักรยานเห็นความสัมพันธ์ของโซ่ จาน ล้อ ฯลฯ

6. การประเมิน (evaluation) เป็นการเรียนรู้ในระดับสูงสุดเป็นการใช้ความเข้าใจทุกระดับที่กล่าวมา นักเรียนมีความสามารถในการตัดสินใจโดยใช้พื้นฐานจากเกณฑ์ภายนอกและเกณฑ์ภายในเกณฑ์ภายในเป็นข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่มีอยู่เป็นหลักในการพิจารณาความเป็นเหตุเป็นผล ความสอดคล้องความเหมาะสม ประสิทธิภาพ เกณฑ์ภายนอกเป็นเกณฑ์ภายนอกเรื่องราว เช่น อาจใช้เกณฑ์จากอีกสาขาวิชาหนึ่ง ซึ่งมีมาตราฐานเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปตัวอย่างการประเมิน เช่น สามารถเปรียบเทียบทฤษฎีการเรียนรู้จุดเด่นจุดด้อยของแต่ละทฤษฎี ประเมินถึงความเป็นประชาธิปไตยของสังคมไทยมีมากน้อยเพียงใด เป็นต้น

ทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นคุณลักษณะเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของบุคคลที่ เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านต่าง ๆ จากการได้รับมวลประสบการณ์ซึ่งเป็นผลจากการเรียนการสอน มีผู้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้แตกต่างกัน ดังนี้

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553: 3) ผลสัมฤทธิ์ หมายถึงผู้เรียนมีความถนัด มีประสบการณ์ในเนื้อหาวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด ซึ่งได้จากการทดสอบและการสัดผลมาใช้เพื่อการพิจารณาประกอบกับการตัดสินคุณค่าด้วยเกณฑ์อื่น ๆ ร่วมด้วย

ประหยัด แสงวิชัย (2544: 19) ได้ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรู้ความสามารถในด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมวัดได้ 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ศุภพงศ์ คล้ายคลึง (2548: 27) ได้กล่าวไว้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลสำเร็จ ที่เกิดจากพฤติกรรมการกระทำกิจกรรมของแต่ละบุคคล ที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา ซึ่งสามารถสังเกตและวัด ได้ด้วยเครื่องมือทางจิตวิทยา หรือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านต่าง ๆ ประเภทของความรู้ทางวิทยาศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท (2555:2) ได้กำหนดความมุ่งหมาย 7 ประการ ดังนี้

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
3. เพื่อเกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
4. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
5. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553: 3) ผลสัมฤทธิ์ หมายถึงผู้เรียนมีความถนัด มีประสบการณ์ในเนื้อหาวิชาที่เรียนมากน้อยเพียงใด ซึ่งได้จากการทดสอบและการสัดผลมาใช้เพื่อการพิจารณาประกอบกับการตัดสินคุณค่าด้วยเกณฑ์อื่น ๆ ร่วมด้วย

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง. (2559:35) ผลสัมฤทธิ์ หมายถึง ความสามารถทางพุทธิพิสัยของผู้เรียนในเนื้อหาที่ได้กำหนด โปรแกรมการศึกษา หลังการจัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้น

แบบสอบผลสัมฤทธิ์ เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถของผู้สอบด้านพุทธิพิสัย แบบสอบจะต้องมีความตรงตามเนื้อเรื่อง โดยครอบคลุมเนื้อหารายวิชา การสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์แบ่งออกได้ 4 ขั้นตอนดังนี้

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2553:178)

1. กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของการสอบให้อยู่ในรูปของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยระบุเป็นข้อๆ โดยต้องสอดคล้องกับเนื้อหาสาระทั้งหมดที่จะทำการทดสอบด้วย

2. กำหนดโครงเรื่องเนื้อหาสาระ ที่จะทำการสอบให้ครบถ้วน

3. เตรียมตารางเฉพาะ หรือผังของแบบสอบ เพื่อแสดงถึงน้ำหนักของเนื้อหาวิชาแต่ละส่วนของพฤติกรรมต่าง ๆ ที่ต้องการทดสอบให้แน่ชัด สั้นกะทัดรัด และมีความชัดเจน

4. สร้างข้อกระทงทั้งหมดที่ต้องการทดสอบให้เป็นไปตามสัดส่วนของน้ำหนักที่ระบุไว้ในตารางเฉพาะ

จากการศึกษาเอกสาร สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมิน ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถนำมวลประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมต่าง ๆ ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งพิจารณาจากคะแนนการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดผมสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

6. ความพึงพอใจ

ความหมาย ความพึงพอใจ จะทำให้ผู้เรียนพร้อมที่จะเกิดการเรียนรู้ การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ผู้เรียนจะต้องมีความพร้อมทั้ง 3 ด้าน 1.ความพร้อมทางด้านร่างกาย 2.ความพร้อมด้านจิตใจ อารมณ์ 3.ความพร้อมด้านสติปัญญา การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างจริงจัง หมายถึงการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนลงมือกระทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง การกระทำซ้ำ ๆ บ่อย ๆ ในสถานการณ์เดียวกันทำให้เกิดทักษะและจะกระทำต่อไปถ้าเกิดความพึงพอใจ

ลักขณา สริวัฒน์. (2557:162) ความพึงพอใจ หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกมา ชอบหรือไม่ชอบ ต่อสิ่งเร้า หรือสภาพแวดล้อม โดยได้กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนรู้การวางเงื่อนไขแบบการกระทำ ของสกินเนอร์และทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก ของพาฟลอฟ

วีรพล แสงปัญญา. (2561:18) ความพึงพอใจ หมายถึง พฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสิ่งแวดล้อมจากแนวคิดการเรียนรู้โดยการวางเงื่อนไขแบบคลาสสิก

จากบทความข้างต้น ความพึงพอใจ หมายถึงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า หรือสิ่งแวดล้อมว่าชอบหรือไม่ชอบสิ่งนั้น ทั้งนี้ส่งผลต่อการเรียนรู้ต่อผู้เรียน ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจ

การวัดความพึงพอใจ

บุญเรียง ขจรศิลป์ (2543:27) ความพึงพอใจหรือทัศนคติหรือเจตคติ เป็นนามธรรมเป็นการแสดงออกค่อนข้างซับซอน จึงอยากที่จะทำการวัด การวัดความคิดเห็นของบุคคล มีขอบเขตที่จำกัดอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดจากบุคคลที่แสดงความคิดเห็นไม่ตรงกับความรู้สึกที่แท้จริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้อาจเกิดขึ้นได้ทั่ว ๆ ไป โดยเสนอเทคนิคการวัดของ ลิเคร์ต เป็นแบบที่สามารถเทียบสถานการณ์ได้อย่างกว้างขวาง และได้เพิ่มเติมทัศนคติได้เกือบทุกเรื่องและได้ค่าเที่ยงตรงสูง สำหรับมาตรฐานการวัดความพึงพอใจนั้นกระทำได้โดยวิธีการดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยให้ผู้ที่ต้องการแสดงความคิดเห็นในแบบฟอร์มที่กำหนดให้ตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ

2. วัดโดยการสัมภาษณ์ เป็นวิธีที่ต้องใช้เทคนิคการวางอุบายอย่างมาก มิฉะนั้นจะได้คำตอบซึ่งมีความไม่เที่ยงตรงหรือไม่มีผล

3. การสังเกต วิธีนี้ไม่ค่อยแพร่หลาย และไม่สามารถทำได้ในองค์กรที่มีผู้ปฏิบัติงานมาๆ คงทำได้ในองค์ที่มีผู้ปฏิบัติงานไม่มากนัก การสังเกตต้องใช้ความพยายามอย่างสูงและต้องใช้เวลาความถี่ในการสังเกตอย่างทั่วถึง

จากเอกสารข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบถามเพื่อให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นและเลือกตอบได้อย่างอิสระ ซึ่งเกิดจากความคิดเห็นของผู้เรียน ต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

เจนจิรา สันติไพบูลย์. (2561) การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการประเมินทักษะกระบวนการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย = ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดีมาก ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 นักเรียนมีความชื่นชอบในการเรียน และมีความต้องการที่จะเรียนในโอกาสต่อไปเป็นส่วนมาก

สมรัก อินทวิมลสรี. (2560) ผลการใช้แนวคิดสะตีมศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป มีความคิดสร้างสรรค์ทาง

วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

มีนกาญจน์ แจ่มพงษ์. (2559) การพัฒนาชุดฝึกทักษะแบบสะตีมศึกษาเพื่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เรื่อง พลังงานรอบตัวเรา ชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพ 80.76/81.54 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนได้ปฏิบัติการสร้างสรรค์ชิ้นงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้แบบประเมินความสภาพจริง อยู่ในระดับดี

จารีพร ผลมูล. (2558) การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพร ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จิตสำนึกอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผ่านเกณฑ์ระดับดี 3.51 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หน่วยการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ 81.65/78.33 ตามเกณฑ์ 80/80

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) บทความเรื่อง STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบัลดาลใจให้เด็ก ผลการวิจัยพบว่า การนำ STEAM จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวปัญหาเป็นฐานผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ปัญหาที่สงเสริมการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และสร้างสรรค์ โดยมีความรู้ความเข้าใจกับสิ่งที่เกี่ยวข้องผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM เพื่อหาคำตอบ และแนวทางแก้ปัญหาหรือผลงานสร้างสรรค์ที่เป็นกระบวนการออกแบบ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่บูรณาการสอดประสานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม คณิตศาสตร์ โดยใช้ศิลปะเป็นสื่อกลางในการสร้างสรรค์จากความคิดมาเป็นของจริงในรูปแบบศิลปะ สะท้อนถึงสิ่งที่ผู้เรียนคิดและสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและอาจจะสามารถแก้ปัญหาได้จริงซึ่งสร้างความภาคภูมิใจให้กับผู้เรียนได้เห็นความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง สร้างแรงจูงใจ และแรงบัลดาลใจในการอยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง

นิวัฒน์ บุญสม. (2556) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ มีชื่อว่า 4CO –PAC Model มีองค์ประกอบสำคัญ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบด้านวัตถุประสงค์ องค์ประกอบเชิงกระบวนการสอน และองค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ ผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนในช่วงระหว่าง การเรียนการสอนด้วยรูปแบบการสอนมีพัฒนาการขึ้นและโดยภาพรวมอยู่

ในระดับดี และมีพฤติกรรมสุขภาพโดยรวมอยู่ในระดับดี นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี และมีนวัตกรรมด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี

งานวิจัยต่างประเทศ

Yakman. 2008 บทความเรื่อง STEAM Education : an overview of creating a modelof integrative education เป็นการคิดเพิ่มตัว A (Arts) เข้าไปในการสอนแบบ STEM ซึ่งกลายมาเป็น STEAM มีการออกแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการบูรณาการ โดยนำเสนอกรอบแนวคิด ปิรามิด แบ่งระดับการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น และนำไปใช้กับนักเรียนในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย นักเรียนมีความสนใจที่จะค้นหา ฝึกทักษะต่าง ๆ และเข้าใจการทำงานเป็นทีม สอนในนักเรียนรู้จักความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นการส่งเสริมนักเรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์แก้ปัญหา

Soon Beom Kwon. 2011 บทความเรื่อง ผลของการเรียนแบบร่วมมือกันของ สะตีมและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยใช้บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และศิลปะ ซึ่งศิลปะมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนานักเรียนให้เกิดการคิดอย่างสร้างสรรค์

Yilip Kim.2012 งานวิจัยเรื่อง The Effect of STEAM Education on Eleme ntary School Student’ s Creativity Improvement การศึกษาผล STEAM ของการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนระดับประถมศึกษา เกี่ยวกับการประดิษฐ์ในด้านการเพาะปลูก โดยใช้นวัตกรรม และการประดิษฐ์โดยใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม มาศึกษาและสร้างผลงานในด้านการเกษตร มีผลให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

Lee,Hyonyong.(2012) งานวิจัยเรื่อง Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea การศึกษาแนวคิด STEAM ซึ่งพัฒนามาจาก STEM เป็นการบูรณาการวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบทางวิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ศึกษานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ โดยการศึกษาจากงานวิจัย วิเคราะห์ และสังเคราะห์งานวิจัย เพื่อใช้ STEAM เป็นกรอบในการจัดการเรียนรู้ของเกาหลี ซึ่งสามารถสร้างทัศนคติ และทักษะในการเรียนรู้ของผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ของนักเรียนระดับมัธยม

สรุป

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM (เจนจิรา สันติไพบูลย์ 2561) (สมรัก อินทวิมลสรี 2560) มีน)(กาญจน์ แจ่มพงษ์ 2559) (จารีพร ผลมูล 2558) (วิสูตร โพธิ์เงิน 2560) สามารถพัฒนากระบวนการคิดสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียนโดยใช้ศิลปะเข้ามามีส่วนในการออกแบบชิ้นงานซึ่งช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนการได้ลงมือปฏิบัติจริงทำให้นักเรียนได้เผชิญกับปัญหาและแก้ไขปัญหานั้นด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้แนวทางการออกแบบทางวิศวกรรม ร่วมกับการใช้เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน การใช้ศิลปะเป็นการสะท้อนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนออกมาเป็นรูปธรรม สามารถแก้ปัญหาได้จริงเกิดความภาคภูมิใจเห็นความสำคัญของความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง สร้างแรงจูงใจ และแรงบัลดาลใจ ในการเรียนวิทยาศาสตร์และเชื่อมโยงในชีวิตจริง ส่งผลเช่นเดียวกันต่อความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน ที่ประกอบด้วย 5 ทักษะ 1) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด 2)ทักษะการตั้งคำถาม 3)ทักษะการสังเกต 4)ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 5)ทักษะการทดลอง (นิวัฒน์ บุญสม 2556) นวัตกรรม แนวคิดวิธีการกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ การพัฒนาหรือดัดแปลงสร้างใหม่ โดยผ่านการทดลองและปรับปรุง กลายเป็นชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM จะทำให้นักเรียนเกิดทักษะ ทั้ง 5 ทักษะ ส่งผลต่อความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (Yakman 2008) (Soon Beom Kwon 2011) (Yilip Kim 2012) (Lee,Hyonyong 2012) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลาย โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เน้นการบูรณาการได้นำเสนอกรอบแนวคิด ปิรามิด แบ่งระดับการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้น 1) สาระวิชาเฉพาะทาง 2)กลุ่มวิชาเฉพาะทาง 3)สหสาขาวิชา 4)บูรณาการ 5)การเรียนรู้ตลอดชีวิต การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM จะช่วยฝึกทักษะต่างๆ การทำงานเป็นทีม การบูรณาการ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งศิลปะมีผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้างเจตคติ และทักษะให้นักเรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Pre-Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ประเมินความพึงพอใจ ซึ่งมีวิธีดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

ระเบียบวิธีการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยครั้งนี้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับวิธีวิจัยประกอบด้วย ประชากร ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ ดังรายละเอียดดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยในครั้งนี้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 695 คน โดยทดลองกับนักเรียนโรงเรียนวัดท่าไชย (ประชานุกูล) จำนวน 20 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่นักเรียนในโรงเรียนวัดรางกร่าง อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ทั้งหมด 1 ห้อง จำนวน 20 คน โดยได้จากการสุ่มอย่างง่าย (Simply Random) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาตร์ตามแนวคิด STEAM
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ 2.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน
   2.2) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
   2.3) เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์
   2.4) ความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

แบบแผนการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Pre - Experimental Research) ดำเนินการตามแบบแผนวิจัย (Research Design) แบบ The One – Group Pretest-Posttest Design.(มาเรียม นิลพันธุ์, 2560 : 144)

T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดลอง

T_1 = ทดสอบก่อนเรียน

X = การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เรื่อง พลังงานความร้อน

T_2 = ทดสอบหลังเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 หน่วยการเรียนรู้ พลังงานความร้อนจำนวน 3 แผน รวม 12 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM 1 สาระการเรียนรู้วิทยาสาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก กำหนดให้ค่าคะแนน ถูก 1 ผิด 0 จำนวน 40 ข้อ ซึ่งได้ทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

3. แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม โดยสร้างเกณฑ์รูบริก แบ่งเป็น 5 ทักษะ ทักษะ ละ 4 คะแนนรวม 20 คะแนน

4. แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาสาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ฉบับ แบ่งเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 สอบถามเกี่ยวกับสถานะภาพของนักเรียน ตอนที่ 2 สอบถามเกี่ยวกับการสอนโดยโดยการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM 1 สาระการเรียนรู้วิทยาสาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในด้านความชอบและความสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และตอนที่ 3 ประโยชน์ที่ได้จากการเรียนรู้

5. แบบประเมินความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาสาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 : 80/80 มีขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดประสงค์ คำอธิบายรายวิชาเรื่องพลังงานความร้อน เนื้อหาสาระกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ และศึกษาการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เรื่องพลังงานความร้อน ประกอบไปด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ 1) เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ 4 ชั่วโมง 2) ตู้อบรักษ์โลก 4 ชั่วโมง 3) Gelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีม 4 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นการวางแผนและพัฒนา 4) ขั้นการทดสอบและประเมินผล 5) ขั้นนำเสนอผลลัพธ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องงพลังงานความร้อน จำนวน 12 ชั่วโมง

ลำดับที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน ตัวชี้วัด	แนวคิดSTEAM	สาระสำคัญ	ชม.
1	เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ	เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน	ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ความร้อนมาจากไหนเราสามารถวัดปริมาณความร้อนได้หรือไม่ ใช้อะไรในการวัดความร้อนของสสาร (S,T) ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง อธิบายความหมายของพลังงานความร้อน อุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิ ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนาออกแบบเครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ (STEAM) ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผลทดสอบเครื่องวัดอุณหภูมิทำมือที่นักเรียนสร้างขึ้น และประเมินผลการทดสอบ (A,M) ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ นำเสนอผลลัพธ์ การสร้างเทอร์มอมิเตอร์ทำมือ สรุปผลลัพธ์และแนวทางการแก้ปัญหา	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร การขยายตัวและหดตัวของสาร การเปลี่ยนสถานะของสาร เมื่อได้รับพลังงานความร้อน โดยการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล การออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับการใช้ศิลปะ และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	4

ตารางที่ 5 วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ เรื่องงพลังงานความร้อน จำนวน 12 ชั่วโมง (ต่อ 1)

ลำดับที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน ตัวชี้วัด	แนวคิดSTEAM	สาระสำคัญ	ชม.
2	ตู้อบรักษ์โลก	เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน	ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา วัสดุใดบ้างที่สามารถนำความร้อนและวัสดุใดบ้างที่เป็นฉนวนความร้อน (S) ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง อธิบายความหมายของการถ่ายโอนความร้อน (S,T) ขั้นที่ 3 การวางแผนและการพัฒนาการออกแบบและสร้างตู้อบรักษ์โลก (STEAM) ขั้นที่ 4 การทดสอบและการประเมินผล ทดสอบ และประเมินผลตู้อบรักษ์โลก (S,A) ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ นำเสนอผลลัพธ์ ตู้อบรักษ์โลก สรุปผลลัพธ์และแนวทางการแก้ปัญหา	การถ่ายโอนความร้อน 3 แบบ การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน โดยใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล การออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับศิลปะ การออกบบรูปรางรูปทรง และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการวัดการคาดคะแนน อธิบายรูปเรขาคณิต 2 มิติ 3 มิติ	4

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องงพลังงานความร้อน จำนวน 12 ชั่วโมง (ต่อ 2)

ลำดับที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน ตัวชี้วัด	แนวคิดSTEAM	สาระสำคัญ	ชม.
3	นักสร้างสรรค์ไอศกรีม Gelato	เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน	ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา 1.ความร้อนทำให้สสารในชีวิตประจำวันเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร (S) ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร การยืด และการขยายตัวของสสาร การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสถานะของสสาร (S,T) ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนาออกแบบและผลิตไอศกรีม (STEAM) ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล ประเมินผล และสรุปการประเมินผล ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ นำเสนอผลลัพธ์ จากการออกแบบและผลิตไอศกรีม สรุปผลและแนวทางการแก้ปัญหา	การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การขยายตัวการหดตัวของสาร เมื่อได้รับความร้อน และสมดุลความร้อน โดยใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลสื่อสารแก้ไขปัญหา การออกแบบทางวิศวกรรม ร่วมกับศิลปะในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน การเขียนการพูดสื่อสาร อย่างสร้างสรรค์ มีวิจารณญาณ และคณิตศาสตร์ในการชั่งตวงวัด	4

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์พิจารณาจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผลประเมินผล 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปะ 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษาและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content Validity)

1.4 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์จำนวน 5 ท่าน นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาสาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและใช้ดุลยพินิจเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้นำมาวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Objective Congruence : IOC) ต้องมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.6 – ขึ้นไป แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพ สามารถนำมาใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการวิจัยได้ โดยผู้เชี่ยวชาญจะให้ข้อเสนอแนะในเรื่อง การเพิ่มเติมสาระสำคัญในแผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหายังไม่ครอบคลุมกับจุดประสงค์โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

+ 1 หมายถึงแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์

0 หมายถึงไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์

- 1 หมายถึงแน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญผ่านเกณฑ์ประเมินแต่ละประเด็นได้ค่าระหว่าง 0.6 ขึ้นไป ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้เพื่อเติมเนื้อหาทางด้านการออกแบบทางวิศวกรรม การปรับใช้ให้สอดคล้องกับสภาพจริงเพื่อให้ใช้ได้จริง สื่อและใบงานควรเพื่อยังไม่แน่ใจว่าสามารถเข้าใจได้ง่าย ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

1.5 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญในด้านการใช้ภาษา

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ ไปทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ที่ยังไม่เคยเรียนเรื่องพลังงานความร้อน ซึ่งไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าวง ได้ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 : 84/82

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM มี ขั้นตอนดังนี้

แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาสาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน จากการวิเคราะห์ข้อสอบตามพฤติกรรมของ Bloom เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดการให้คะแนน คือ ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 40 ข้อ มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 และศึกษาทฤษฎีหลักการเขียนและการสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังโดยพิจารณาจากความสำคัญของจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ เรื่องพลังงานความร้อน ดังนี้

ตารางที่ 6 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน

เรื่อง	มาตราฐาน	ข้อ	รูปแบบข้อสอบ	ความรู้ทักษะตามตัวชี้วัด Bloom						รวม
				ความจำ	ความเข้าใจ	การประยุกต์ใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินผล	
อุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิ	ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	1-13	เลือกตอบ	/ (7)	/ (6)					13
การถ่ายโอนความร้อน	ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	14-27	เลือกตอบ	/ (2)	/ (9)	/ (2)	/ (1)			14
ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร	ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	28-40	เลือกตอบ	/ (4)	/ (6)		/ (3)			13
รวมจำนวนข้อสอบ				13	21	2	4			40

2.3 สร้างแบบทดสอบปรนัยวัดผลการเรียนรู้ เรื่องพลังงานความร้อน จำนวน 40 ข้อ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

2.4 เสนอแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องพลังงานความร้อน พร้อมด้วยตารางวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจความถูกต้องทางภาษา ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

2.5 เสนอแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่องพลังงานความร้อน ให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบ (Index of Objective Congruence : IOC) ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องยอมรับได้ โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงกับจุดประสงค์ข้อนั้น

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบตรงกับจุดประสงค์ข้อนั้นหรือไม่

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์ข้อนั้น

ผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญผ่านเกณฑ์ประเมินแต่ละประเด็นได้ค่าระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะความบางข้อมีความหมายเนื้อหาคล้ายกัน บางข้อสอดคล้องกับเนื้อหาอีกข้อหนึ่งมากเกินไป ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.6 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 ที่เคยเรียนเรื่องพลังงานความร้อน ซึ่งไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ กำลังอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนวัดรางกร่าง จำนวน 20 คน

2.7 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาคุณภาพดังนี้

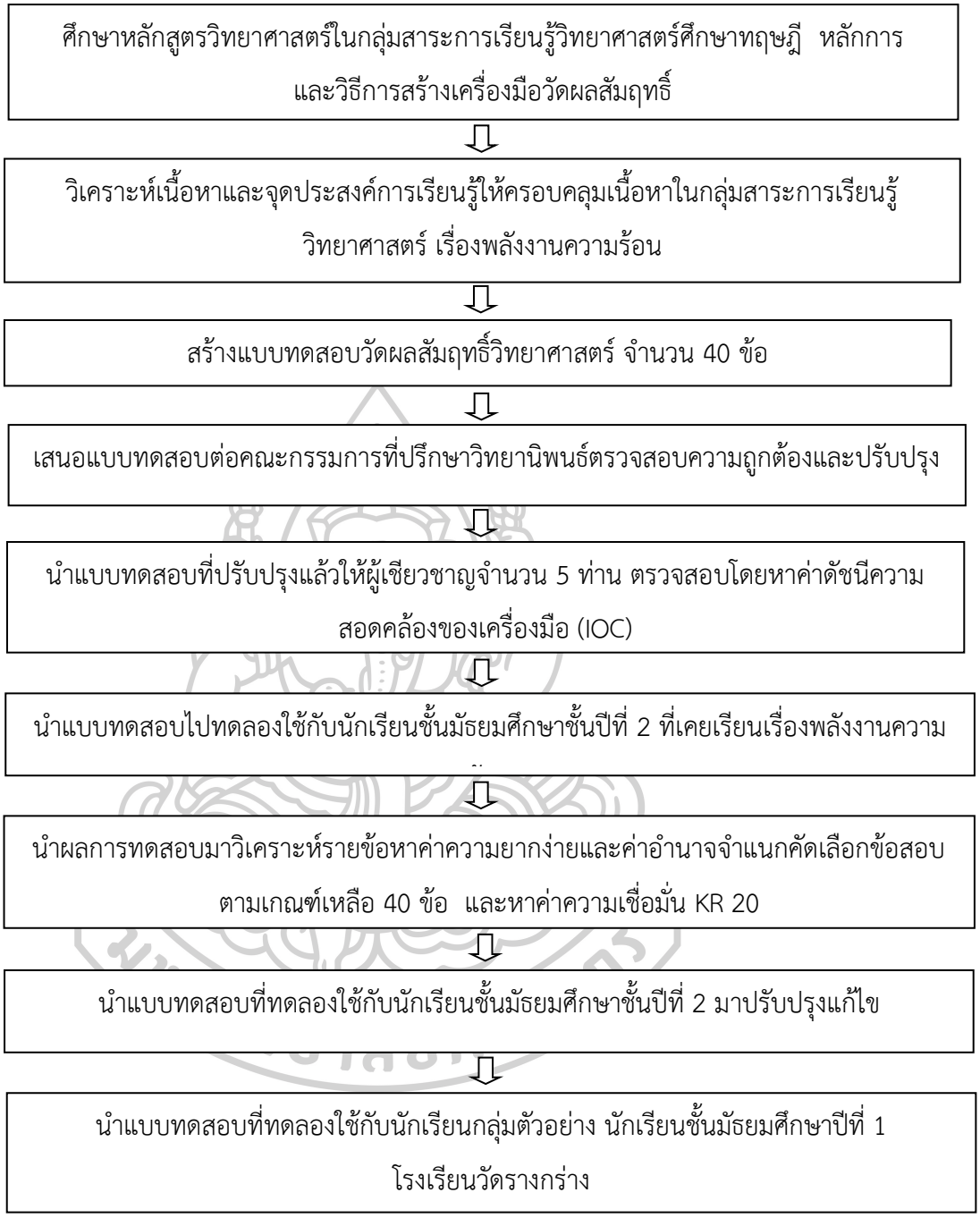
2.7.1 ตรวจสอบหาความยากง่ายของแบบทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ความยากง่ายระหว่าง 0.2 – 0.8 (มาเรียม นิลพันธุ์, 2559 : 144) ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.4 – 0.6

2.7.2 ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบปรนัย คือ การตรวจสอบว่าข้อสอบสามารถจำแนกนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนได้ดีเพียงใด โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปซึ่งถือว่าข้อสอบสามารถจำแนกนักเรียนเก่งและนักเรียนอ่อนได้ดี(มาเรียม นิลพันธุ์, 2559:144) ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.4 – 0.8

2.7.3 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบปรนัย โดยการตรวจสอบผลการวัดที่สม่ำเสมอและคงที่โดยผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบปรนัยที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 40 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน จากสูตร KR – 20 (มาเรียม นิลพันธุ์ , 2559 : 144) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.9

2.7.4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย การสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ขั้นตอนดังนี้

มหาวิทยาลัยศิลปากร



แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน

3. การสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

3.1 ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เรื่องพลังงานความร้อน หลักการเขียนและการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม โดยใช้วิธีการวัดตามวิธีแบบรูบริค (มาเรียม นิลพันธุ์, 2559)

3.2 สร้างแบบประเมินความสามรถในการสร้างนวัตกรรม โดยใช้การประเมินแบบรูบริค ประกอบด้วยการประเมิน 5 ทักษะ รวมเป็น 20 คะแนน ดังนี้

1) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด นักเรียนสามารถบอกองค์ความรู้ที่นำความใช้ในการทำผลงานตามแนวคิด STEAM ได้ครบ 5 องค์ความรู้ (4 คะแนน)

2) ทักษะการตั้งคำถาม (4 คะแนน) นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถาม

2.1 เพื่อการเปรียบเทียบ

2.2 เพื่อการหาเหตุผล

2.3 เพื่อความคิดริเริ่ม

2.4 เพื่อการค้นพบ โดยใช้คำถามและการตอบเป็นแนวทาง

3) ทักษะการสังเกต (4 คะแนน) นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติ

3.1 การสังเกตเชิงคุณภาพ รูป เสียง กลิ่น รส สัมผัส

3.2 เชิงปริมาณ เช่น ขนาด ความยาว ความสูง โดยมีการกะประมาณ หรือใช้หน่วยวัดที่มีมาตรฐาน

3.3 นักเรียนบอกถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกต/ทดลอง วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง สถานะ การให้ความร้อน

4) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ (4 คะแนน)

4.1 นักเรียนใช้ภาษาสื่อสารได้เหมาะสมกับกาลเทศะ

4.2 นักเรียนสามารถสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มได้

4.3 นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์

4.4 นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันได้

5) ทักษะการทดลอง ทักษะละ (4 คะแนน)

5.1 ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน

5.2 รวบรวมข้อมูล

5.3 ทดลองพิสูจน์

5.4 วิเคราะห์ข้อมูล

5.5 สรุปผลการทดลองได้

3.3 เกณฑ์การประเมนความสามารถในการสร้างนวัตกรรม มีเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

4 หมายความว่า ระดับดีมาก

3 หมายความว่า ระดับดี

2 หมายความว่า ระดับพอใช้

1 หมายความว่า ระดับปรับปรุง

เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

3.50 – 4.00 หมายความว่า ระดับดีมาก

2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับดี

1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับพอใช้

1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับปรับปรุง

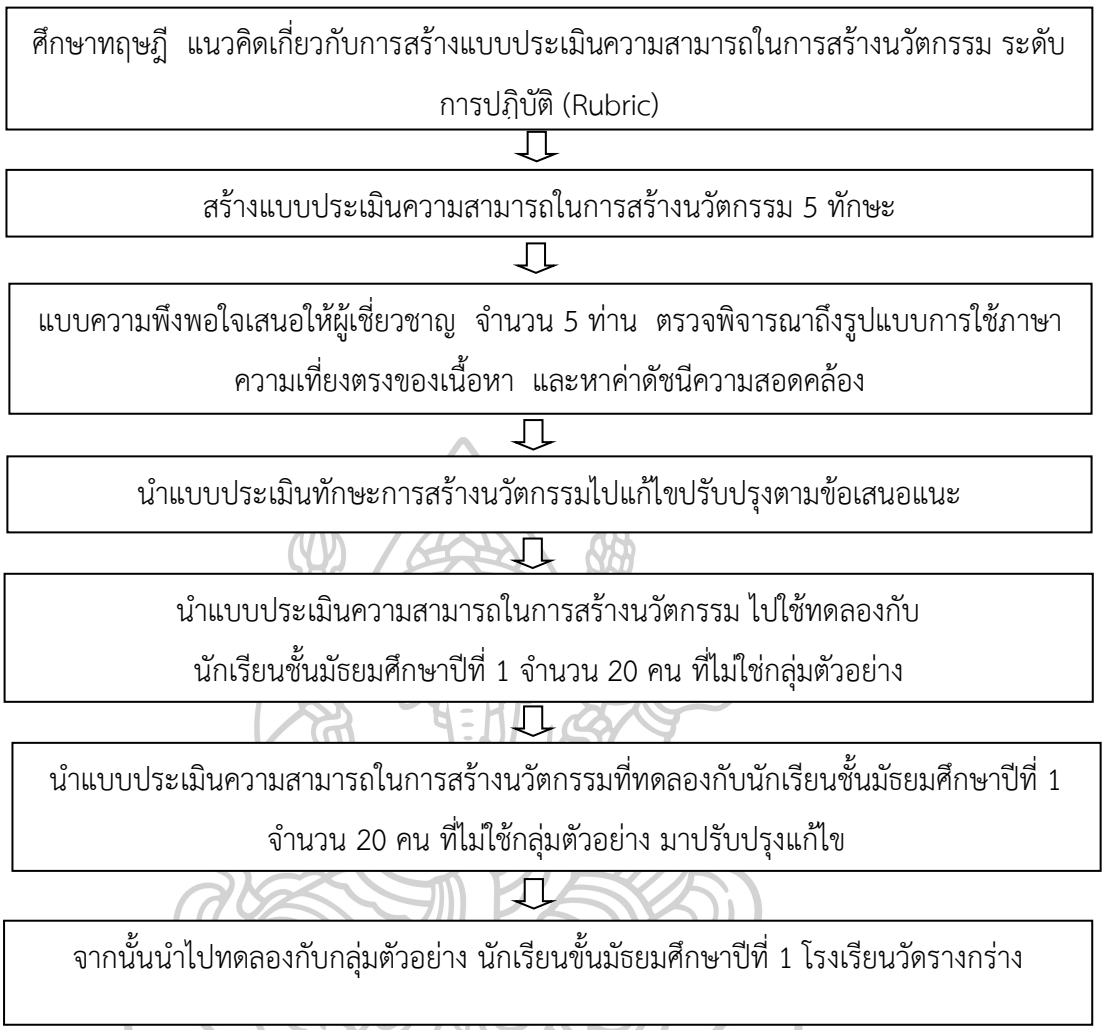
3.3 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมที่สร้างขึ้นให้ผู้เชียวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์และด้านการประเมินผล จำนวน 5 ท่าน ประเมินตรวจพิจารณารูปแบบการใช้ภาษา ความเที่ยงตรงของเนื้อหา

3.4 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อคัดเลือกคำถามของแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาใช้ ส่วนข้อที่มีค่าน้อยกว่า 0.5 นำไปปรับปรุงให้มีความเหมาะสมตามข้อเสนอแนะของผู้เชียวชาญ

ผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญผ่านเกณฑ์ประเมินแต่ละประเด็นได้ค่าระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 ผู้เชียวชาญเสนอแนะดูเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ตั้งวัตถุประสงค์ในการประเมิน ผู้วิจัยได้แก้ไขตามผู้เชี่ยวชาญแนะนำ

3.5 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชียวชาญและปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

3.6 นำแบบประเมินความสามรถในการสร้างนวัตกรรมที่มีคุณภาพปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

4. การสร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4.1 ศึกษาหลักสูตรสาระการรเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 และศึกษาทฤษฎีหลักการเขียนและการสร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ตามวิธีของลิเคิร์ท (มาเรียม นิลพันธ์ 2559)

4.2 สร้างแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ต้องการคำถามของแบบสอบถามประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์จริงเพียง 9 ข้อ ประกอบด้วย

1) นักเรียนมีความชอบและความสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ

1.1 นักเรียนชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

1.2 นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข

1.3 นักเรียนอยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

2) นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ข้อ

2.1 นักเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต

2.2 การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.3 นักเรียนยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้

3) การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน 3 ข้อ

3.1 วิทยาศาสตร์สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

3.2 วิทยาศาสตร์สร้างคนให้มีกระบวนการคิดที่มีเหตุผล

3.3 วิทยาศาสตร์ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

4.3 เกณฑ์แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

5 หมายความว่า ระดับดีมาก

4 หมายความว่า ระดับดี

3 หมายความว่า ระดับปานกลาง

2 หมายความว่า ระดับน้อย

1 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

4.50 – 5.00 หมายความว่า ระดับดีมาก

3.50 – 4.49 หมายความว่า ระดับดี

2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับน้อย

0 – 1.49 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

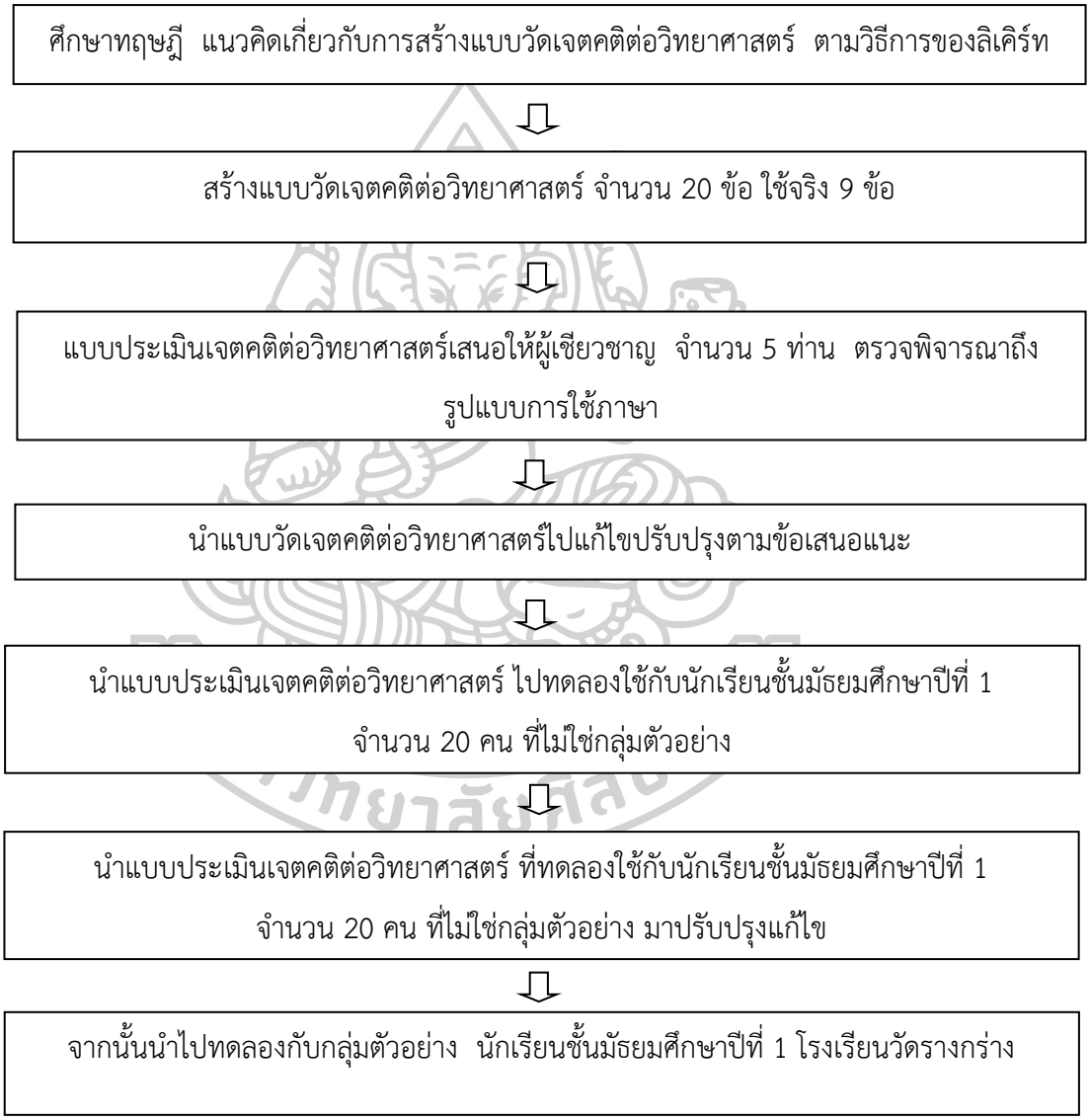
4.4 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชียวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์และด้านการประเมินผล จำนวน 5 ท่าน ประเมินตรวจพิจารณารูปแบบการใช้ภาษา ความเที่ยงตรงของเนื้อหา

4.5 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เพื่อคัดเลือกคำถามของแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาใช้ ส่วนข้อที่มีค่าน้อยกว่า 0.5 นำไปปรับปรุงให้มีความเหมาะสมตามข้อเสนอแนะของผู้เชียวชาญ

ผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญผ่านเกณฑ์ประเมินแต่ละประเด็นได้ค่าระหว่าง 0.60 ถึง 1.00

4.6 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการตรวจสอบจาอกผู้เชียวชาญและปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดท่าไชย (ประชานุกูล) ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

4.7 นำแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

5. การสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

5.1 ศึกษาหลักสูตรสาระการรเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 และศึกษาทฤษฎีหลักการเขียนและการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ตามวิธีของลิเคิร์ท (มาเรียม นิลพันธ์ 2559)

5.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ต้องการคำถามของแบบประเมินความพึงพอใจจริงเพียง 13 ข้อ

1) เนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM

1.1 นักเรียนสามารถบูรณาสาระวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับสาระวิชาอื่นได้

1.2 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

1.3 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้สาระวิชาต่างได้

1.4 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

1.5 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนสามารถทำให้เชื่อมโยงความคิดได้

2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ครูอธิบายการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

2.2 ครูสอนตามลำดับขั้นตอน ตามแนวคิด STEAM

2.3 ครูยกตัวอย่างประกอบการสอน

2.4 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

2.5 แนวคิด STEAM สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

3) สื่อการสอน

3.1 สื่อการสอนตามแนวคิด STEAM เหมาะสมกับเนื้อหา เข้าใจง่าย

3.2 กิจกรรมตามแนวคิด STEAM ทำให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

3.3 ใบความรู้มีเหมาะสมกับเนื้อหา เข้าใจง่าย

5.3 เกณฑ์การแบบประเมินความพึงพอใจมี 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายความว่า ระดับดีมาก

4 หมายความว่า ระดับดี

3 หมายความว่า ระดับปานกลาง

2 หมายความว่า ระดับน้อย

1 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินความพึงพอใจ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

4.50 – 5.00 ระดับดีมาก

3.50 – 4.49 ระดับดี

2.50 – 3.49 ระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 ระดับน้อย

0 – 1.49 ระดับน้อยที่สุด

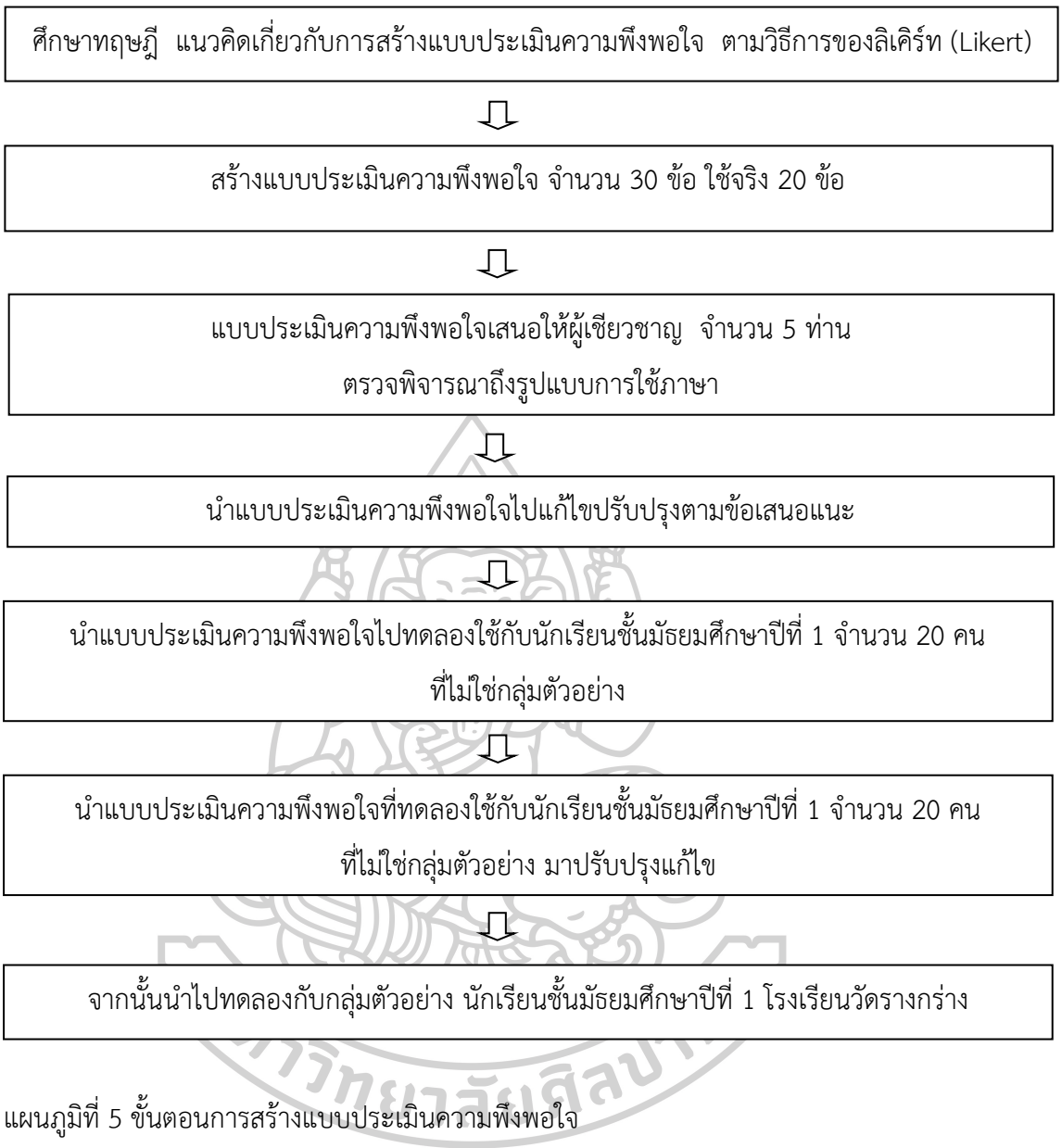
5.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นให้ผู้เชียวชาญที่มีประสบการณ์ทางด้านการสอนวิทยาศาสตร์และด้านการประเมินผล จำนวน 5 ท่าน ประเมินตรวจพิจารณารูปแบบการใช้ภาษาความเที่ยงตรงของเนื้อหา

5.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจ คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2543: 117) เพื่อคัดเลือกคำถามของแบบประเมินความพึงพอใจ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะ ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาใช้ ส่วนข้อที่มีค่าน้อยกว่า 0.5 นำไปปรับปรุงให้มีความเหมาะสมตามข้อเสนอแนะของผู้เชียวชาญ ผลการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญผ่านเกณฑ์ประเมินแต่ละประเด็นได้ค่าระหว่าง 0.60 ถึง 1.00

5.6 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่ได้รับการตรวจสอบจาอกผู้เชียวชาญและปรับปรุงแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดรางกร่าง ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

5.7 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่มีคุณภาพปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยศิลปากร



แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นก่อนทดลอง

1. ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความพึงพอใจ

2. นักเรียนกลุ่มทดลองทำแบบทดสอบก่อนเรียน

4.2 ขั้นทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการสอนกลุ่มทดลองคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้าง ไว้ ดำเนินการทดลองสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้เครื่องมือที่เตรียมไว้ โดยใช้วิธีสอนแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน

4.3 ขั้นหลังทดลองสอน

4.3.1 เมื่อดำเนินการสอนเสร็จสิ้นตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ทุกแผนแล้ว ทำการทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องพลังงานความร้อน แบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

4.3.2 ตรวจคะแนนผลการสอบ นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยสถิติที่ใช้ คือ

1. การหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ แบบประเมินดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความสามรถในการสร้างนวัตกรรม แบบประเมินความพึงพอใจ

1.1 หาค่าความเที่ยงตรง (Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

1.2 หาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบปรนัยโดยใช้เกณฑ์ความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกแบบปรนัยโดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

1.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบปรนัย โดยใช้วิธีการของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน จากสูตร KR-20 (มาเรียม นิลพันธุ์, 2560)

2. การเปรียบเทียบผลผลสัมฤทธิ์วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อนที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบความ

แตกต่าง ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM โดยทดสอบค่าที่ (t-test) dependent

3. การประเมินความสามารถในสร้างนวัตกรรมหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน โดยเทียบกับเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

4. การประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แนวคิด STEAM โดยเทียบกับเกณฑ์ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

5. การประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM โดยเทียบกับเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือ โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์,2560)

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

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชียวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชียวชาญ

2. หาค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนโดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (ไชยยศ ไพวิทศิริธรรม, 2560)

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

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนน

fX หมายถึง ผลคูณของระหว่างคะแนนกับความถี่ของคะแนนนั้น

n หมายถึง จำนวนนักเรียน

3. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (ไชยยศ ไพวิทศิริธรรม, 2560)

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

S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

X หมายถึง จุดกลางชั้นแต่ละชั้น

$\bar{X}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของคะแนน

f หมายถึง ความถี่ของข้อมูลแต่ละชั้น

n หมายถึง จำนวนนักเรียน

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อสงเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เพื่อตอบคำถามการวิจัยซึ่งมีรายละเอียดตามวัตถุประสงค์การวิจัยตามลำดับ ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

ตอนที่ 3 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

ตอนที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

ตอนที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องพลังงานความร้อน เป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดการให้คะแนน คือ ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 40 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน โดยทำการทดสอบก่อนเรียน และทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คน ได้ผลดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t-test	1 tail Sig
ก่อนเรียน	20	40	11.75	4.49		
หลังเรียน	20	40	21.65	2.03	10.47	.000

จากตารางที่ 7 โดยภาพรวมพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียน ($\bar{X}$ = 21.65, S.D. = 1.98) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 11.75, S.D. = 4.38) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 1 ที่กำหนดไว้ โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM สูงกว่าก่อนเรียน ที่นัยสำคัญ .05

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ประเมิน 5 ทักษะ 1)ทักษะความคิดเชื่อมโยง 2)ทักษะการตั้งคำถาม 3)ทักษะการสังเกต 4)ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 5)ทักษะการทดลอง จำนวน 3 ครั้ง มีคะแนนเต็มครั้งละ 20 คะแนน รวม 60 คะแนน ใช้ประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คนได้ผลดังตารางที่ 7

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 8 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

แผนการจัดการเรียนรู้	ทักษะการเชื่อมโยงความคิด			ทักษะการตั้งคำถาม			ทักษะการสังเกต			ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์			ทักษะการทดลอง			$\bar{x}$ รวม	S.D.	ระดับ
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ			
แผนที่ 1 เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ	2.75	0.58	ดี	3.00	0.73	ดี	3.50	0.52	ดีมาก	3.31	0.87	ดี	2.94	0.93	ดี	3.10	0.73	ดี
แผนที่ 2 ตู้อบรักษ์โลก	3.13	0.72	ดี	3.25	0.58	ดี	3.63	0.50	ดีมาก	3.63	0.50	ดีมาก	3.25	0.58	ดี	3.38	0.57	ดี
แผนที่ 2 Gelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีม	3.31	0.48	ดี	3.31	0.60	ดี	3.75	0.45	ดีมาก	3.50	0.63	ดีมาก	3.38	0.62	ดี	3.45	0.56	ดี
รวม	3.06	0.59	ดี	3.19	0.64	ดี	3.63	0.49	ดีมาก	3.48	0.67	ดี	3.19	0.71	ดี	3.31	0.62	ดี

เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)

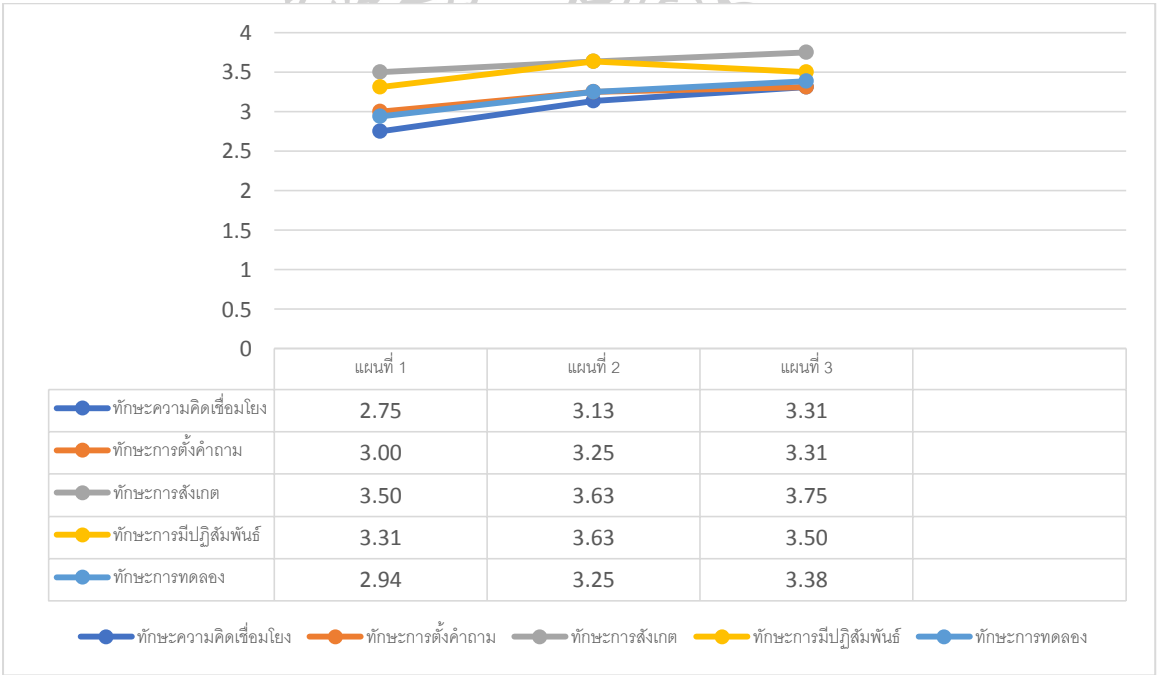
3.50 – 4.00 หมายความว่า ระดับดีมาก

2.50 – 3.49 หมายความว่า ระดับดี

1.50 – 2.49 หมายความว่า ระดับพอใช้

1.00 – 1.49 หมายความว่า ระดับปรับปรุ

จากตารางที่ 8 พบว่าผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมในภาพรวม ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี เท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ($\bar{X}$ = 3.31, S.D. = 0.62) ยอมรับสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะพบว่า นักเรียนมีทักษะการสังเกตอยู่ในลำดับที่ 1 ระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 3.63, S.D. = 0.49) ลำดับที่ 2 ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ ระดับดี ($\bar{X}$ = 3.48, S.D. = 0.67) ลำดับที่ 3 ทักษะการตั้งคำถาม ระดับดี ($\bar{X}$ = 3.19, S.D. = 0.64) ลำดับที่ 4 ทักษะการทดลอง ระดับดี ($\bar{X}$ = 3.19, S.D. = 0.71) และลำดับที่ 5 ทักษะการณชื่อมโยงความคิด ระดับดี ($\bar{X}$ = 3.06, S.D. = 0.59) และเมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมโดยแบ่งออกเป็น 3 แผนตามตารางที่ 2 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยรวมในระดับดี ($\bar{X}$ = 3.31, S.D. = 0.62) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง Gelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีม อยู่ในลำดับที่ 1 ($\bar{X}$ = 3.45, S.D. = 0.56) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี รองลงมาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ตู้อบรักษ์โลก ($\bar{X}$ = 3.38, S.D. = 0.57) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ ($\bar{X}$ = 3.10, S.D. = 0.73) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี ตามลำดับ



แผนภูมิที่ 6 สรุปผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ในภาพรวมมีพัฒนาการสูงขึ้นเมื่อพิจารณาตามแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ตอนที่ 3 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ที่ประเมิน 3 ด้านได้แก่ 1) นักเรียนมีความชอบและสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 2)นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์ 3)การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยแต่ละด้านมีคะแนน 15 คะแนน รวม 3 ด้าน 45 คะแนน ใช้ประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คน ได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลความหมาย
1. นักเรียนมีความชอบและสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	3.83	0.78	ดี
1.1 นักเรียนชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	3.70	0.73	ดี
1.2 นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข	3.80	0.77	ดี
1.3 นักเรียนอยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	4.00	0.86	ดี
2. นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์	4.16	0.75	ดี
2.1 นักเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต	3.80	0.77	ดี
2.2 การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม	4.25	0.79	ดี
2.3 นักเรียนยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้	4.45	0.69	ดี
3. การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	4.03	0.78	ดี
3.1 วิทยาศาสตร์สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	4.00	0.73	ดี
3.2 วิทยาศาสตร์สร้างคนให้มีกระบวนการคิดที่มีเหตุผล	3.95	0.69	ดี

ตารางที่ 9 ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM (ต่อ 1)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลความหมาย
3.3 วิทยาศาสตร์ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน	4.15	0.93	ดี
รวม	4.01	0.77	ดี

จากตารางที่ 9 พบว่าการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM โดยภาพรวมมีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.01, S.D. = 0.77) ยอมรับสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 3 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ลำดับที่ 1 นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.16, S.D. = 0.75) ลำดับที่ 2 การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ระดับดี ($\bar{x}$ = 4.03, S.D. = 0.78) ลำดับสุดท้าย ลำดับที่ 3 นักเรียนมีความชอบและความสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ($\bar{x}$ = 3.83, S.D. = 0.78)

ตอนที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียรู้สาระวิทยาศาสตร์ตาแนวคิด STEAM เป็นการประเมิน 3 ด้าน 1)เนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) สื่อการสอน มีคะแนนเต็ม 65 คะแนน ใช้ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 20 คน ได้ผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลความหมาย
1. เนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM	4.14	0.64	ดี
1.1 นักเรียนสามารถบูรณาสาระวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับสาระวิชาอื่นได้	3.90	0.72	ดี
1.2 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.00	0.65	ดี
1.3 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้สาระวิชาต่างได้	4.25	0.44	ดี
1.4 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์	4.40	0.60	ดี
1.5 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนสามารถทำให้เชื่อมโยงความคิดได้	4.15	0.81	ดี
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.14	0.66	ดี
2.1 ครูอธิบายการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM	4.10	0.64	ดี
2.2 ครูสอนตามลำดับขั้นตอน ตามแนวคิด STEAM	4.10	0.72	ดี
2.3 ครูยกตัวอย่างประกอบการสอน	4.30	0.57	ดี
2.4 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	4.35	0.59	ดี
2.5 แนวคิด STEAM สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	3.85	0.81	ดี
3. สื่อการสอน	4.11	0.69	ดี

ตารางที่ 10 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM (ต่อ 1)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	แปลความหมาย
3.1 สื่อการสอนตามแนวคิด STEAM เหมาะสมกับเนื้อหา เข้าใจง่าย	4.25	0.64	ดี
3.2 กิจกรรมตามแนวคิด STEAM ทำให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.10	0.79	ดี
3.3 ใบความรู้มีเหมาะสมกับเนื้อหา เข้าใจง่าย	4.00	0.65	ดี
รวม	4.13	0.67	ดี

จากตารางที่ 10 พบว่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM โดยภาพรวมมีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.13, S.D. = 0.67) ยอมรับสมมุติฐานข้อที่ 4 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านของความพึงพอใจ พบว่าลำดับที่ 1 ด้านเนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM อยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.14, S.D. = 0.64) ลำดับที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี ระดับดี ($\bar{x}$ = 4.14, S.D. = 0.66) และลำดับสุดท้ายลำดับที่ 3 สื่อการสอน อยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.11, S.D. = 0.69)

การแสดงความคิดเห็นของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สารวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

ผู้วิจัยสอบถามความคิดเห็นโดยตั้งประเด็นสัมภาษณ์เกี่ยวกับการกจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ในด้านต่าง ๆ คือ ด้านการจัดการเรียนการสอน ด้านความรู้ STEAM ด้านครูผู้สอนในการเตรียมการสอน ด้านบรรยากาศในการจัดการเรียนการสอน ด้านประโยชน์ที่ได้รับ โดยเป็นความคิดเห็นปลายเปิด พบว่า

1) ด้านการจัดการเรียนการสอนนักเรียนชอบเรื่องใดมากที่สุด เพราะเหตุใด พบว่า นักเรียนชอบเรื่องเครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ เพราะง่ายไม่ยุ่งยาก ไม่ซับซ้อนเกินไป ทำได้ง่าย รองลงมาคือ นักสร้างสรรค์ไอศกรีม(Gelato) สุดท้ายคือ ตู้อบรักษ์โลก

1.1 เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ ความคิดเห็นของนักเรียนไปในแนวทิศทางเดียวกัน เข้าใจได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก มีการคิดวิเคราะห์ มีการคำนวณ

1.2 นักสร้างสรรค์ไอศกรีม (Gelato) ความคิดเห็นของนักเรียน สนุกได้เรียนรู้การทำไอศกรีม สามารถทำไอศกรีมโดยใช้น้ำแข็ง ใส่เกลือทะเลเม็ดเพื่อเพิ่มความเย็น ทำให้นมกลายเป็นไอศกรีม

1.3 ตู้อบรักษ์โลก ความคิดเห็นของนักเรียนเป็นการนำพลังงานธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ โดยการประดิษฐ์ออกแบบจากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่น

2) นักเรียนใช้ความรู้ใดบ้างในการสร้างผลงาน และชอบวิชาใดมากที่สุด พบว่านักเรียนได้รับความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับอุณหภูมิ พลังงานความร้อน การเปลี่ยนแปลงของวัตถุเพื่อได้รับความรู้ การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ การออกแบบผลงาน การใช้ศิลปะวิเคราะห์ ในการทำความเข้าใจและการสร้างสรรค์ผลงาน การสืบคนข้อมูลโดยการใช้เทคโนโลยี การทำงานเป็นทีม

3) ครูมีสื่อและอุปกรณ์ในการสอนทุครั้งหรือไม่ นักเรียนมีความคิดเห็นในทิศทางเดียวกัน พบว่าครูมีสื่อและอุปกรณ์และมีการจัดการเรียนการสอนทุกครั้ง เช่น เตรียมอุปกรณ์ หลอดพลาสติก แอลกอฮอล์ แผ่นสังกะสี กรรไกร น็อต แผนอะคริลิค นม น้ำแข็ง เกลือเม็ด ภาชนะต่าง ๆ ใบงาน

4) นักเรียนชอบบรรยากาศในห้องเรียนต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพราะเหตุใด นักเรียนมีความคิดเห็นว่า สนุกดี เข้าใจง่ายมีประโยชน์ มีการทดลอง ได้ลงมือปฏิบัติ

5) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM มีประโยชน์กับนักเรียนหรือไม่อย่างไร เพราะเหตุใด นักเรียนมีความคิดเห็นว่า มีประโยชน์สามารถนำวิชาความรู้วิชาต่าง ๆ มาใช้ในชีวิตประจำวันได้ การทดลองสามารถทำให้เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้

6) ข้อเสนอแนะต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM พบว่า เป็นกิจกรรมที่ดีมีการทดลองที่หลากหลาย นักเรียนในกลุ่มได้มีส่วนร่วมในการคิดและลงมือปฏิบัติ

บทที่ 5
สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Pre -Experimental research) แบบ The one – Group Pretest-Posttest Design กลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสุพรรณบุรี เขต 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดรางกร่าง อำเภอสองพี่น้องจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

วัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM 2) เพื่อศึกษาเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM 3) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM และ 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมรวม 12 ชั่วโมง 2) แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน 3) แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมมีเกณฑ์การประเมินรูบริค (Rubrics) โดยประเมิน 5 ทักษะ ทักษะ ละ 5 คะแนน 4) แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด SETAM โดยใช้แนวคิดของลิเคิร์ท รูปแบบตัวเลือกแบบบังคับตอบ ระดับการให้คะแนน 1- 5 และ 5) แบบประเมินความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจคติต่อวิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดของลิเคิร์ท รูปแบบตัวเลือกแบบบังคับตอบ ระดับการให้คะแนน 1- 5

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วสาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีผลการวิจัยดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ในการวิจัยในครั้งนี้ โดยภาพรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งยอมรับสมมุติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชันมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาพรวมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี ยอมรับสมมุติฐานข้อที่ 2

3. ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยภาพรวมมีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี ยอมรับสมมุติฐานข้อที่ 3

4. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยภาพรวมมีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี ยอมรับสมมุติฐานข้อที่ 4 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านของความพึงพอใจ พบว่าลำดับที่ 1 ด้านเนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM อยู่ในระดับดี ลำดับที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับดี ระดับดี และลำดับสุดท้าย ลำดับที่ 3 สื่อการสอน อยู่ในระดับดี ตามลำดับ

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้นำผลมาอภิปรายได้ดังนี้

1. ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM สูงกว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ (สมรัก อินทวิมลศรี.2560) การคิดหาคำตอบหรือปัญหาที่หลากหลายโดยการบูรณาการศาสตร์ 5 ศาสตร์วิชา เข้าด้วยกันโดยไม่จำเป็นต้องมีสัดส่วนของเนื้อหาสาระที่เท่ากันอาจเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วบูรณาการศาสตร์อื่น ๆ เข้าไปพร้อม ๆ กัน (วิสูตร โพธิ์เงิน.2560) โดยที่งานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ศิลปะในการสร้างสรรค์ออกแบบชิ้นงานผ่านแผนการจัดการสาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ทั้ง 3 แผน 1)เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ 2)ตู้อบรักษ์โลก 3)Gelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีม ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน นักเรียนได้ปฏิบัติจริงทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล และนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้ การใช้ศิลปะเข้าไปเพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและครอบคลุม เกิดการบูรณาการความคิด การนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละศาสตร์วิชามาผสมผสานกัน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์ปัจจุบัน (จารีพร ผลมูล.2558)

2. ผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เป็นการประเมินความสามารถใน การสร้างนวัตกรรม โดยประเมิน 5 ทักษะ 1) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด 2) ทักษะการตั้งคำถาม 3) ทักษะการสังเกต 4) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 5) ทักษะการทดลอง โดยภาพรวมมีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยที่ 2 เมื่อพิจารณารายทักษะพบว่านักเรียนมีทักษะการสังเกตอยู่ลำดับที่ 1 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เนื่องจากนักเรียนสามารถสังเกตุเชิงปริมาณ เชิงคุณภาพและสามารถบอกรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ ทั้งนี้นักเรียนได้เรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีทักษะการสังเกตและเกิดการเปรียบเทียบความแตกต่างระว่างสิ่งของ สถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขึ้นในชีวิตประจำวัน และการ

จัดการเรียนการสอน ลำดับที่ 2 ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ นักเรียนสามารถสื่อสารได้อย่างเหมาะสมกับกาลเทศะสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกันได้ ซึ่งนักเรียนเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์ได้บ้างเป็นบางส่วน การสนทนาระหว่างการทำกิจกรรมทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน ทำให้ได้แนวคิดใหม่ ความรู้ใหม่ และทฤษฎีใหม่สำหรับตัวนักเรียน และถือเป็นการแลกเปลี่ยนแนวความคิดซึ่งกันและกันมีมากยิ่งขึ้น ลำดับที่ 3 ทักษะการตั้งคำถาม นักเรียนสามารถตั้งคำถามเพื่อการเปรียบเทียบ หาเหตุผลได้ นักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่สามารถตั้งคำถามเพื่อริเริ่มการค้นพบใหม่ และเป็นแนวทางในการหาคำตอบได้ ทั้งนี้นักเรียนยังขาดการสืบค้นข้อมูล สำหรับ การตอบคำถามการตั้งสมมติฐาน ขาดซึ่งการใช้เหตุผลในการเปรียบเทียบข้อมูล และเพื่อให้เกิดความคิดริเริ่มการแลกเปลี่ยนแนวคิด ความรู้และทฤษฎีทำให้นักเรียนสังเกตถึงความแตกต่างถึงจุดบกพร่อง การเปลี่ยนแปลง และตั้งคำถามเพื่อการทำนายการทดลองหรือเหตการณ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ดังนั้นการที่จะส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการตั้งคำถามที่ดีควรจะสนับสนุนให้นักเรียน ได้สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลองก่อนเข้าสู่กระบวนการจัดการเรียนรู้ ลำดับที่ 4 ทักษะการทดลอง นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมุติฐาน และทดลองได้ แต่ไม่ครบถ้วนผลยังได้ไม่ถูกต้องเท่าที่ควร เนื่องจากเครื่องมือไม่พร้อมและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนขาดความชำนาญ ในการใช้อุปกรณ์ในการทดลองเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และลำดับที่ 5 ทักษะการเชื่อมโยงความคิด นักเรียนยังไม่สามารถแยกองค์ประกอบของศาสตร์วิชาต่าง ๆ ได้ดีเท่าที่ควร ในการนำเสนอเหตุผลและแนวคิด ในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนแต่นักเรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นอย่างเป็นลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นวิชาวิทยาศาสตร์ และมีศิลปะเป็นตัวเสริมแนวคิด STEM ผ่านกิจกรรมหรือโครงงาน การเชื่อมโยงศาสตร์ทั้ง 5 ผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการเนื้อหา สาระการสอนโดยศิลปะเข้ามามีบทบาท ซึ่งสามารถส่งเสริมให้มองเห็นภาพในองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ (Yakman,G.2008) โดยมีลำดับขั้นตอนการคิด ขั้นระบุปัญหา การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง การวางแผนและพัฒนา การทดสอบประเมินผล ขั้นนำเสนอผลงาน ทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน การมีสาระศิลปะศาสตร์(Arts) ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดได้ง่ายและเข้าใจปัญหาได้อย่างครบคลุม (จารีพร ผลมูล.2558) การเกิดทักษะการสังเกต ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการทดลอง เนื่องจากแนวคิด STEAM เน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต การตั้งคำถาม การทดลอง เพื่อนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา การสอนโดยการใช้ศิลปะทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน การมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สามารถบูรณาการศาสตร์ทั้ง 5 ศาสตร์ อีกทั้ง

แนวคิด STEAM เป็นแนวคิดที่กระตุ้นให้นักเรียนมุ่งคิดหาวิธีแก้ปัญหา มุ่งคิดให้นักเรียนหาคำตอบ (สมรัก อินทวิมลศรี.2560) การนำจุดเน้นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละศาสตร์ผสมผสานกันอย่างลงตัว โดยมีการเสริม เทคโนโลยี การออกแบบวิศวกรรม เป็นการเพิ่มพื้นฐานต่าง ๆ ให้กับนักเรียน ที่แปลกใหม่และน่าสนใจ(หทัยภัทร ไกรวรรณ.2560) การสอดแทรกศิลปะการออกแบบเป็นรูปธรรมเข้าไปเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและลึกสามารถทำให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดจินตนาการของตนเองออกมา และนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความสามรถในการคิดเชื่อมโยงของศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นการจัดการความสามารถในการสร้างนวัตกรรม(นพดล เหลืองภิรมย์.2555) การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่และสามารถนำไปใชประโยชน์ได้จริง

3. ผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยภาพรวมมีเกณฑ์อยู่ในระดับดี ซึ่งยอมรับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ในข้อที่ 3 โดยลำดับที่ 1 ด้านนักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์ 1) การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม เพราะกิจกรรม STEAM นักเรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสังเกต การระบุปัญหา การตั้งสมมุติฐาน การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผล ในการแก้ปัญหาในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมีลำดับขั้นตอน และสามารถประยุกต์ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน 2) นักเรียนยอมรับว่าการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้มีความสำคัญ เพราะในกิจกรรม STEAM นักเรียนได้สืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ตนำมาเป็นข้อมูลแนวทางในปฏิบัติการทดลอง และใช้ในการแก้ปัญหาในการทำกิจกรรม 3) นักเรียนความตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM โดยที่นักเรียนได้ใช้ศิลปะในการออกแบบชิ้นงานที่สร้างสรรค์ และสามารถใช้งานได้จริง เป็นการสร้างแรงบัลดาลใจให้แก่ผู้เรียนให้ตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน ลำดับที่ 2 ด้านการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน 1) วิทยาศาสตร์ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จากการจัดการเรียนเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติการออกแบบชิ้นงานโดยการใช้ศิลปะในการออกแบบผ่านแผนการจัดการเรียนรู้ซึ่งสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนกล้าที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ในผลงาน และส่งเสริมการแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน 2) วิทยาศาสตร์สร้างคนให้มีกระบวนการคิดที่มีเหตุผล การแก้ไขปัญหาระหว่างการทำกิจกรรมโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนมีความคิดเป็นลำดับขั้นตอนและมีเหตุผล 3) วิทยาศาสตร์สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริงนักเรียนต้องแก้ปัญหา

ระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมซึ่งช่วยฝึกให้นักเรียนแก้ไขปัญหาอย่างมีเหตุผล และสุดท้ายลำดับที่ 3 ด้านนักเรียนมีความชอบและสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้นจากผลสรุปความคิดเห็นของนักเรียน พบว่า 1) นักเรียนอยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM นักเรียนได้ปฏิบัติจริงนักเรียนต้องแก้ปัญหาระหว่างการปฏิบัติกิจกรรมเกิดเป็นชิ้นงานที่ใช้งานได้ซึ่งสามารถสร้างแรงจูงใจให้นักเรียน 2) นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข กิจกรรม STEAM โดยที่นักเรียนได้ใช้ศิลปะในการออกแบบชิ้นงานที่สร้างสรรค์ และสามารถใช้งานได้จริง เป็นการสร้างแรงบัลดาลใจให้แก่ผู้เรียน 3) นักเรียนชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM มุ่งเน้นการบูรณาการศาสตร์ 5 ศาสตร์ โดยมีศิลปะเข้ามาเป็นตัวเชื่อมโยงให้เข้าใจเนื้อหาลำดับของเนื้อหาได้ง่ายขึ้น การผสมผสานเทคโนโลยี ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และหาวิธีใหม่ในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสิ่งที่เรียนรู้ต่อไปได้การสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM มุ่งเน้นให้นักเรียนถ่ายทอดจินตนาของตนเองการออกมานำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์คิดค้นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ สร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (พยัต วุฒิรงค์.2555)สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง ส่งผลต่อพฤติกรรมของนักเรียนที่แสดงออกมา ในการมีส่วนร่วมกับกิจกรรมนักเรียนแสดงออกมาในการ แสดงความคิดเห็นนั้นหมายถึงนักเรียนมีความสนใจและเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์ การจัดการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมต่อสิ่งต่าง การตั้งใจเรียน การเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ.2560)

4. ผลความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการประเมินการจัดการเรียนรู้ 3 ด้าน 1) เนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM 2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) สื่อการสอน โดยภาพรวมเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี ยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ลำดับที่ 1 ด้านเนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM นักเรียนสามารถบูรณาการ เชื่อมโยงความคิดสาระวิชาได้ เข้าใจและสามารถและยุกต์ความรู้สาระวิชาต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมได้ ลำดับที่ 2 ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ครูอธิบายขั้นตอนการจัดดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM มีการยกตัวอย่าง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม แต่กิจกรรมยากต่อความเข้าใจของนักเรียนในการสร้างนวัตกรรม และสุดท้ายคือด้านสื่อการสอน เนื้อหาสาระ เหมาะสมง่ายต่อการทำความเข้าใจ นักเรียนมีส่วนรวมในการทำกิจกรรม ใบความรู้อาจมีเนื้อหาที่ซับซ้อน เข้าใจได้ยาก การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เป็นการจัดการเรียนรูบูรณาการทั้ง 5 ศาสตร์ซึ่งเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไม่

จำเป็นต้องมีสัดส่วนเท่ากันอาจเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งและบูรณาการวิชาอื่น ๆ ไปพร้อมกัน โดยศิลปะจะเป็นตัวเชื่อมโยงให้เกิดความเข้าใจได้ง่าย (จารีพร ผลมูล.2558) ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งแสดงออกมาจากการร่วมกิจกรรมโดยการแสดงความคิดเห็น (วีรพล แสงปัญญา.2561) การมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน STEAM เป็นแนวคิดที่กระตุ้นให้นักเรียนมุ่งคิดหาคำตอบหรือปัญหาที่หลากหลายโดยการบูรณาการ (สมรัก อินทรวิมลศรี.2650) การนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละศาสตร์ผสมผสานกันอย่างลงตัวทำให้ส่งเสริมสาระและทักษะพื้นฐานต่าง ๆ ให้กับเด็กการใช้วิศวกรรม และศิลปะเป็นการสร้างความแปลกใหม่และน่าสนใจของนักเรียนต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการออกแบบวางแผนที่จะต้องบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (หทัยภัทร ไกรวรรณ.2560) การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM จะเป็นการสอนที่กระตุ้นให้เกิดความคิดเชื่อมโยงส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม นำไปใช้ในการพัฒนางานและผลผลิตที่มีประโยชน์ต่อการศึกษา รวมถึงการสร้างทัศนคติที่ดีให้เห็นถึงความสำคัญสามารถยกระดับคุณภาพของนักเรียนและคุณภาพของการศึกษา และสร้างสรรค์นวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม อีกทั้งนักเรียนรู้สึกได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมทุกกิจกรรม เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM นั้นไม่ยากสามารถทำได้จริง และทำได้ตนเอง สนุกและเป็นการนำความรู้และศาสตร์ใกล้ตัวมาบูรณาการเชื่อมโยงความคิด

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีระดับคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้นผู้สอนควรออกแบบทดสอบที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน หรือสถานการณ์ใหม่ๆ ที่เกิดขึ้น เพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้มาใช้ได้อย่างชัดเจนและเห็นภาพ

2. จากผลการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอยู่ในระดับดี โดยทำการประเมิน 5 ทักษะ แต่ละทักษะมีแนวโน้มพัฒนาการดีขึ้นตามลำดับในทิศทางเดียวกัน แต่มีบางทักษะที่ได้ระดับคะแนนน้อย ดังนั้นผู้สอนควรอธิบายเพิ่มเติมเพื่อเติมเต็มความรู้เกิดการเชื่อมโยงความคิดของนักเรียน หรือเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย

3. จากผลการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า เจตคติต่อวิทยาศาสตร์โดยรวมอยู่ในระดับดี การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ได้ใช้ศาสตร์ของศิลปะเข้ามาช่วยในการถ่ายทอดเนื้อหาสาระ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาสาระได้ง่ายขึ้น แต่เนื้อหาวิทยาศาสตร์บางอย่างอยากต่อการเข้าใจ และมีการคำนวณเข้ามาร่วมด้วย ดังนั้นผู้สอนควรอธิบายเพิ่มเติม ยกตัวอย่างประกอบ จากง่ายไปหายาก ฝึกให้นักเรียนได้คิด และปฏิบัติเพื่อหาคำตอบ

4. จากผลการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นกิจกรรมที่นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมนักเรียนสามารถเสนอแนวคิดของนักเรียนเพื่อแก้ปัญหา โดยการใช้ศาสตร์วิชาต่าง ๆ ซึ่งในบางกิจกรรมนักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ยาก ดังนั้นผู้สอนควรกำหนดสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน และอุปกรณ์ที่หาได้ในท้องถิ่น เพื่อให้นักเรียนได้สามารถสร้างนวัตกรรมได้

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนา เกี่ยวกับตัวแปรอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เช่น ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ผลงาน และผลงานประเภทอื่น

2. ควรมีการวิจัยและพัฒนา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เป็นการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based Learning) เป็นต้น

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงศึกษาธิการ. (2556). **สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น**.สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรงเทพฯ

โกสินทร์ จำนงไทย. (2559). **การทำวิจัยและการเขียนบทความวิจัยในสายวิศกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

จารีพร ผลมูล (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3 : กรณีศึกษา ชุมชนวังตะกอ จังหวัดชุมพร.

จุฑาภรณ์ มาสันเทียะ. (2562).**วารสารสุทธิปริทัศน์ ฉบับ 108**. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. กรุงเทพฯ

ชนัต อินทะกนก. (2560). **วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา ฉบับที่ 4**. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์.(2554). **การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง**.กรุงเทพฯ:บริษัท สหมิตรพริ้นติ้ง แอนด์พับลิสชิ่งจำกัด

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2546).**เทคโนโลยีการศึกษา: ทฤษฎีการวิจัย.** กรุงเทพฯ. โอเดียนสโตร์.

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง. (2559). **การสร้างเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

ณัฐยา สินตระการผล. (2550). **การบริหารจัดการนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ. ธรรกมลการพิมพ์

ทิศนา แขมมณี และคณะ. 2545. **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

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

ทิศนา แขมมณี. (2556). **รูปแบบการเรียนการสอนทางเลือกที่หลากหลาย**. กรุงเทพฯ .บริษัทแอคทีฟพริ้นท์ จำกัด

เนาวนิตย์ สงคราม. (2556). **การสร้างนวัตกรรมเปลี่ยนผู้เรียนให้เป็นผู้สร้างนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ . สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นพดล เหลืองภิรมย์. (2555).**การจัดการนวัตกรรม Innovation management**.กรุงเทพฯ ดวงกมลพับลิชชิ่ง.

นุสรา หัวไผ่. (2552). การศึกษาผลสัมฤทธิ์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่

4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คอมพิวเตอร์มัลติมีเดียประกอบการบรรยาย. สารนิพนธ์ กศ. ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). **การพัฒนาการสอน**(พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ. ชมรมเด็ก

บุญเรียง ขจรศิลป์. (2543). **วิธีวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. ภาควิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2545). **นวัตกรรมการศึกษา**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ. หจก SRPrinting

ประสาท เนืองเฉลิม. (2558). **การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประหยัด แสงวิชัย. (2544). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์แวดล้อมและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอนโดยเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางแบบมีครูเป็นผู้ประเมินผลกับแบบนักเรียนเป็นผู้ประเมินตนเอง. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร. กรุงเทพฯ.

พยัต วุฒิรงค์.(2555). **การจัดการนวัตกรรม จากแนวคิดสู่การปฏิบัติที่เป็นเลิศ**.สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2545). **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ. เสริมสินพรีเพรสิสเท็ม.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์. (2558). **ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ต้องก้าวให้พ้นกับดักของตะวันตก**. กรุงเทพฯ:โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2561). **หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1** . กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์ บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว) จำกัด.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 7) กรุงเทพมหานคร. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มาเรียม นิลพันธุ์. (2555). **วิธีวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 6. นครปฐม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี. 2553. **การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

ลักขณา สริวัฒน์. 2557. **จิตวิทยาสำหรับครู**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ

วรันญา วิรัสสะ.2562. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี** ฉบับที่ 2 . บริษัท พีค การพิมพ์. ปทุมธานี.

วัชรพล วิบูลยศริน. 2556. **นวัตกรรมและสื่อการสอนภาษาไทย**. กรุงเทพฯ . สำนักพิมพ์แห่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2556). **การนิเทศการสอนและการโค้ชการพัฒนาวิชาชีพ: ทฤษฎีกลยุทธ์สู่การปฏิบัติ**.พิมพ์ ครั้งที่ 12 (ฉบับปรับปรุงใหม่). นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม.

วัลลี สัตยาศัย. (2547). **การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง**กรุงเทพฯ. บุ๊คเน็ท.

วิชาญ เลิศลพ. 2543. การเปรียบเทียบผลของการสอนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้กับ สสวท. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560). "STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจ ให้เด็ก." Journal of Education Studies 45(1): 320-334.

วีรพล แสงปัญญา. 2561. **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

วีรเดช เกิดบ้านตะเคียน (2546). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เจคติต่อการเรียนและความคงทนในการจำของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีระดับผลการเรียนต่างกัน จากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย รูปแบบต่างกันกับการสอนตามคู่มือครู. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม.(เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ . บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วีณา ประชากูล และประสาท เนืองเฉลิม. (2554). **รูปแบบการเรียนการสอน(พิมพ์ครั้งที่ 2)**. มหาสารคาม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสารคาม.

ศิริบูรณ์ สายโกสุม.2559. **การใช้แบบทดสอบในการให้คำปรึกษา**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพฯ. 308.

หทัยภัทร ไกรวรรณ (2559). "การจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบสตีศึกษาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัย." **วารสารศึกษศาสตร์ปริทัศน์ 32(1)**: 123-123.

สมรัก อินทวิมลศรี. 2560. ผลของการใช้แนวคิดสะตีมศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ครุศาสตร์มหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกระทรวงศึกษาธิการ. 2560. กิจกรรมสะเต็มศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น(ม.1-ม.3). สกสค. กรุงเทพฯ.

สสวท. 2555. การวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ. ซีเอ็ดยูเคชั้น.169.

สิริลักษณ์ สาระชาติ. (2553). การศึกษาปัจจัยบางประการที่ส่งผลต่อจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตสาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางการศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ.

สุธีระ ประเสริฐสรรพ์. 2558. สะเต็มศึกษาความท้าทายใหม่ของการศึกษาไทย. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหากใหญ่. บริษัท นำศิลป์โฆษณา จำกัด.

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2549). การจัดการนวัตกรรมสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ. งานส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กร สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. 2559. สรุปผลการประชุมโต๊ะกลมไทย-สหรัฐฯ ด้านการศึกษาครั้งที่ 7 : สะเต็มศึกษา : วัฒนธรรมการเรียนรู้สำหรับกำลังคนในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ. บริษัท พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. (2560) **แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2560 – 2579**. กรุงเทพฯ. บริษัทพริกหวานกราฟฟิค จำกัด

สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และคุณภาพเยาวชน. (2560). "แรงงานรุ่นใหม่ ขับเคลื่อนไทยแลนด์ 4.0 " Retrieved 15 เมษายน 2560, 2560

อรนุช ลิมตศิริ. (2546). นวัตกรรมและเทคโนโลยีการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 3). พิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาษาต่างประเทศ

Arend. (2001). **Learning to Teacher**. Sinngpore : McGraw-hill Higher Education.

David A. Sousa and Tom Pilecki (2013). **From STEM to STEAM: Using Brain-Compatible Strategies to Integrate the Arts**. California, Corwin A SAGE Company.

Davila, Tony and other. (2006). Making innovation work: How to manage it, measure it, and profit from it. Upper Saddle River: Wharton Scholl Publishing.

Fiorello, P. (2010). Understanding the basics of STEM education.Retrieved July 28, 2016.from http://drpfconsults.com/understaning-the-basics-of stem-education

Hughes Thomas P. (2004). **Human-built world: How to think about technology and culture**. Chicago: University of Chicago Press.

Lee Hyonyong (2012). "Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea." Journal of the Korean Association for Science Education 32(6): 1072-1086.

Riley, S. (2014). How to STEAM : The STEAM process. Required: A Guide of being STEAM to life K -12 Schools. Westminster: The Vision Board,LLC

Riley, S. (2016). 6 Steps to creating a STEAM-centered classroom. Retrieved on 16th September, 2016 from http://educationcloset.com/2016/02/25/6-staps-to-creating-a- steam-centered-classroom/.

Schwartz P, Mennin S, Webb G. Problem-based Learning. Case Studies, Experience and Practice. Kogan Page Ltd, London,2001

Soon Beom Kwon (2011). he Effect of Convergence Education based STEAM on Elementary School Student's Creative Personality.

Yakman, G. 2008. STEAM Education: An overview of creating a model of integrative education. Retrieved on 17th February, 2016 from http://www.academia.edu/8113795/STEAM_Education_an_overview_ofcreating_a_model_integreative_education.

Yilip Kim. (2012). The Effect of STEAM Education on Elementary School Student

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

1.รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม	**อาจารย์ประจำคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล**
2.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล	**อาจารย์ประจำสาขาวิชาการประถมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล**
3.อาจารย์ ดร.พิสิฐ ตั้งพรประเสริฐ	**ประธานหลักสูตรศิลปศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้เชี่ยวชาญด้านศิลปะ**
4.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญฉิม	**อาจารย์ประจำภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์**
5.นางวราภรณ์ สีดำนิล	**อาจารย์ประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดท่าไชย(ประชานุกูล) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์**

ภาคผนวก ข

หนังสือขอเชิญเป็นผู้ตรวจเครื่องมือ หนังสือขอทดลองเครื่องมือ

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (ผศ)/ 3841 วันที่ 15 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ไชยยศ ไพวิทยศิริธรรม

ด้วย นายณัฐพงษ์ เทศทอง รหัสประจำตัว 60263309 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (นฐ)/3842 วันที่ 15 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล

ด้วย นายณัฐพงษ์ เทศทอง รหัสประจำตัว 60263309 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (๒๕๖)/3843 วันที่ 15 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.พิสิฐ ตั้งพรประเสริฐ

ด้วย นายณัฐพงษ์ เทศทอง รหัสประจำตัว 60263309 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8606 (ชศ) /3844

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

15 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญฉิม

ด้วย นายณัฐพงษ์ เทศทอง รหัสประจำตัว 60263309 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (๒๙๑)/3845

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

15 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางวราภรณ์ สีดำนิล

ด้วย นายณัฐพงษ์ เทศทอง รหัสประจำตัว 60263309 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606(๒๖๑)/4389

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

15 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขอทดลองเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดรางกร่าง

ด้วย นายณัฐพงษ์ เทศทอง รหัสประจำตัว 60263309 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1" มีความประสงค์จะขอทดลองเครื่องมือวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นักศึกษาดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (๑๑)/4398

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

17 กรกฎาคม 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดรางกร่าง

ด้วย นายณัฐพงษ์ เทศทอง รหัสประจำตัว 60263309 นักศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1" มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนของท่าน เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อธิกมาส มากจุ้ย)
รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

ภาคผนวก ค การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

- แผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
- แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินความพึงพอใจ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 11 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เรื่องเครื่องวัดอุณหภูมิทำมือจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์							
1.1 กำหนดวัตถุประสงค์สอดคล้องตามมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2. เนื้อหา							
2.1 ครอบคลุม ตามจุดประสงค์ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.2 ครอบคลุม การจัดการเรียนรู้ตามแนววคิด STEAM	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
3. กิจกรรม							
3.1 มีความเหมาะสมตรงตามเนื้อหาจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2 มีลำดับขั้นตอนสอดคล้องกับแนวคิดการวิจัย	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.3 สามารถปฏิบัติได้จริง	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
4. สื่อการสอน							
4.1 ใบความรู้ใช้ภาษาชัดเจน เหมาะสม เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.2 ใบกิจกรรมมีความเหมาะสม สื่อความหมายเข้าใจง่าย	0	+1	0	+1	+1	0.6	สอดคล้อง
4.3 แบบทดสอบตรงตามเนื้อหาสามารถประเมินได้จริง	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 12 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เรื่องตู้อบรักษ์โลกจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์							
1.1 กำหนดวัตถุประสงค์สอดคล้องตามมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2. เนื้อหา							
2.1 ครอบคลุม ตามจุดประสงค์ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.2 ครอบคลุม การรจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM	0	+1	+1	+1	0	0.6	สอดคล้อง
3. กิจกรรม							
3.1 มีความเหมาะสมตรงตามเนื้อหาจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2 มีลำดับขั้นตอนสอดคล้องกับแนวคิดการวิจัย	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.3 สามารถปฏิบัติได้จริง	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
4. สื่อการสอน							
4.1 ใบความรู้ใช้ภาษาชัดเจน เหมาะสม เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.2 ใบกิจกรรมมีความเหมาะสม สื่อความหมายเข้าใจง่าย	0	+1	0	+1	+1	0.6	สอดคล้อง
4.3 แบบทดสอบตรงตามเนื้อหาสามารถประเมินได้จริง	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 เรื่องGelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีมจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. จุดประสงค์							
1.1 กำหนดวัตถุประสงค์สอดคล้องตามมาตรฐานตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
2. เนื้อหา							
2.1 ครอบคลุม ตามจุดประสงค์ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.2 ครอบคลุม การรจัดการเรียนรู้ตามแนววคิด STEAM	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
3. กิจกรรม							
3.1 มีความเหมาะสมตรงตามเนื้อหาจุดประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2 มีลำดับขั้นตอนสอดคล้องกับแนวคิดการวิจัย	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.3 สามารถปฏิบัติได้จริง	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
4. สื่อการสอน							
4.1 ใบความรู้ใช้ภาษาชัดเจน เหมาะสม เข้าใจง่าย	0	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.2 ใบกิจกรรมมีความเหมาะสม สื่อความหมายเข้าใจง่าย	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
4.3 แบบทดสอบตรงตามเนื้อหาสามารถประเมินได้จริง	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1

<table>
<tr><th rowspan="2">เนื้อหา/
จุดประสงค์</th><th rowspan="2">ข้อคำถาม</th><th rowspan="2"></th><th colspan="5">ผู้เชี่ยวชาญคนที่</th><th rowspan="2">ค่าดัชนีความสอดคล้อง</th><th rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</th></tr>
<tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th></tr>
<tr><td></td><td>อุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ว 2.3 ม.1/1
ว 2.3 ม.1/2</td><td>1.จากตาราง A และ B คือหน่วยวัดอุณหภูมิใดตามลำดับ
<table><tr><th>หน่วยวัด</th><th>จุดเยือกแข็ง</th><th>จุดเดือด</th></tr><tr><td>A</td><td>32</td><td>212</td></tr><tr><td>B</td><td>0</td><td>100</td></tr></table>ก. องศาเซลเซียส และเคลวิน
ข. องศาฟาเรนไฮต์ และองศาเซลเซียส
ค. เคลวิน และองศาฟาเรนไฮต์
ง. องศาเซลเซียส และโรเมอร์</td><td>การจำ</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>1</td><td>สอดคล้อง</td></tr>
<tr><td>ว 2.3 ม.1/1
ว 2.3 ม.1/2</td><td>2. เมื่อวัดอุณหภูมิห้องได้ 35 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับกี่องศาฟาเรนไฮต์
ก. 95 องศาฟาเรนไฮต์
ข. 95.5 องศาฟาเรนไฮต์
ค. 105 องศาฟาเรนไฮต์
ง. 105.5 องศาฟาเรนไฮต์</td><td>การเข้าใจ</td><td>0</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>0.8</td><td>สอดคล้อง</td></tr>
<tr><td>ว 2.3 ม.1/1
ว 2.3 ม.1/2</td><td>3. น้ำมวล 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 30 องศาเซลเซียสจะต้องใช้ความร้อนกี่จูล
(ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 4,186 J/kg·K)
ก. 2,175 จูล
ข. 3,175 จูล
ค. 4,186 จูล
ง. 5,186 จูล</td><td>การเข้าใจ</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>+1</td><td>1</td><td>สอดคล้อง</td></tr>
</table>

ตารางที่ 14 (ต่อ 1)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
			1	2	3	4	5		
	อุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ								
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	4. หน่วยวัดในข้อใดต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง ก. เคลวิน - ระบบเอสไอ ข. องศาเซลเซียส – ระบบเอสไอ ค. องศาโรเมอร์ – ระบบเอสไอ ง. องศาฟาเรนไฮต์ระบบ – ระบบเมตริก	การจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	5.น้ำมีจุดเยือกแข็งที่อุณหภูมิกี่องศาฟาเรนไฮต์ ก. 0 F ข. 32 F ค. 80 F ง. 273 F	การจำ	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	6. กาแฟในแก้วอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จะมีอุณหภูมิเท่ากับกี่องศาฟาเรนไฮต์ ก. 149 F ข. 117 F ค. 95 F ง. 65 F	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	7.ข้อใดไม่ได้เป็นผลมาจากความร้อน ก. การเกิดพายุ ข. การเกิดเมฆ ค. การผลิตไฟฟ้าจากน้ำในเขื่อน ง. การผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	8. ข้อใดอธิบายความหมายของอุณหภูมิได้ถูกต้อง ก. ระดับความเย็นที่ปรากฏในวัตถุนั้น ๆ ข. ระดับความร้อนที่ปรากฏในวัตถุนั้น ๆ ค. ปริมาณอากาศเย็นที่ปรากฏในวัตถุนั้น ๆ ง. ปริมาณอากาศร้อนที่ปรากฏในวัตถุนั้น ๆ	การจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ 2)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
			1	2	3	4	5		
	อุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ								
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	9. เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสารได้ 20 องศาเซลเซียส ถ้าเปลี่ยนมาใช้เทอร์มอมิเตอร์ดิจิทัลจะวัดได้เท่าใดในหน่วยเคลวิน ก. 0 เคลวิน ข. 273 เคลวิน ค. 293 เคลวิน ง. 303 เคลวิน	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	10.หน่วยวัดอุณหภูมิในระบบเอสไอคือข้อใด ก. เคลวิน ข. องศาโรเมอร์ ค. องศาเซลเซียส ง. องศาฟาเรนไฮต์	การจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	11.ข้อใดแสดงถึงการใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะที่ถูกต้อง ก. ถือเทอร์มอมิเตอร์ในแนวเฉียงขณะวัดอุณหภูมิของสาร ข. ถือเทอร์มอมิเตอร์ให้สัมผัสกับภาชนะใส่สารที่ต้องการวัด ค. อ่านอุณหภูมิโดยใช้สายตาอยู่ระดับเดียวกับกระเปาะ ง. อ่านค่าอุณหภูมิโดยใช้สายตาอยู่ระดับเดียวกับผิวของเหลวในหลอดแก้ว	การจำ	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	12.น้ำมีจุดเดือดอยู่ที่กี่องศาเซลเซียส ก. 80 องศาเซลเซียส ข. 100 องศาเซลเซียส ค. 273 องศาเซลเซียส ง. 293 องศาเซลเซียส	การจำ	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ 3)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	4	5	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	อุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ								
ว 2.3 ม.1/1 ว 2.3 ม.1/2	13.เจนใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะวัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ โดยถือเทอร์มอมิเตอร์ในแนวตั้งให้ปลายกระเปาะสัมผัสกับบีกเกอร์ และอ่านอุณหภูมิโดยใช้สายตา อยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ เจนวัดอุณหภูมิได้ถูกต้องหรือไม่อย่างไร ก. ถูกต้อง เพราะถือเทอร์มอมิเตอร์ในแนวตั้ง ข. ไม่ถูกต้อง เพราะปลายกระเปาะสัมผัสกับบีกเกอร์ ค. ถูกต้อง เพราะใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะวัดอุณหภูมิของน้ำ ง. ไม่ถูกต้อง เพราะสายตาอยู่ในระดับเดียวกับระดับผิวของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	การถ่ายโอนความร้อน								
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	14.การใช้หม้อต้มน้ำบนเตาแก๊ส เกิดกระบวนการถ่ายโอนความร้อนแบบใดบ้าง ก. การนำความร้อน และการพาความร้อน ข. การนำความร้อน และการแผ่รังสี ค. การแผ่รังสี และการพาความร้อน ง. การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	15.ข้อใดเป็นสสารที่นำความร้อนทั้งหมด ก. ทองแดง อลูมิเนียม ไม้ ข. ช้อนโลหะ ยาง สังกะสี ค. อลูมิเนียม ทองเหลือง ลวด ง. พลาสติก ยาง แก้ว	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ 4)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	4	5	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	การถ่ายโอนความร้อน								
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	16.ข้อใดเป็นฉนวนความร้อนทั้งหมด ก. ยาง พลาสติก ไม้ ข. โลหะ เงิน ทองแดง ค. ช้อนโลหะ อลูมิเนียม แก้ว ง. แก้ว พลาสติก เงิน	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	17.หม้อหุงต้มมักหุ้มด้วยพลาสติกบริเวณด้ามจับเพื่อจุดประสงค์ใด ก. เพื่อความสวยงาม ข. เพื่อสะดวกสบายในการใช้งาน ค. ป้องกันการพาความร้อนมาสู่มือ ง. ป้องกันการนำความร้อนมาสู่มือ	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1.0	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	18.ความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นการถ่ายโอนพลังงานความร้อนด้วยวิธีใด ก. การแผ่รังสีความร้อน ข. การพาความร้อน ค. การนำความร้อน ง. การนำความร้อน และการพาความร้อน	การจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	19.ข้อใดเกิดจากการพาความร้อน ก. ความร้อนจากดวงอาทิตย์สู่ผิวโลก ข. การนำแท่งเหล็กยื่นเข้าเปลวไฟ ค. เมื่อเอามือเข้าใกล้หลอดไฟฟ้าจะรู้สึกร้อน ง. ลมบก ลมทะเล	การวิเคราะห์	0	+1	+1	+1	0	0.6	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ 5)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
			1	2	3	4	5		
	การถ่ายโอนความร้อน								
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	20.ข้อใดเป็นการนำความร้อน ก. รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังผิวโลก ข. เตาไมโครเวฟที่ปล่อยคลื่นไมโครเวฟไปยังอาหารเพื่อให้อาหารสุก ค. อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นแล้วอากาศเย็นบริเวณข้างเคียงไหลมาแทนที่ ง. ความร้อนจากเตาแก๊สผ่านหม้ออาหารแล้วถ่ายโอนไปยังอาหารในหม้อ	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	21.ข้อใดเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางทั้งหมด ก. การนำความร้อน การพาความร้อน ข. การนำความร้อน การแผ่รังสี ค. การพาความร้อน การแผ่รังสี ง. การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน	การจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	22.โมเลกุลของแก๊สเมื่อได้รับความร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น สอดคล้องกับการถ่ายโอนความร้อนประเภทใด ก. การนำความร้อน ข. การพาความร้อน ค. การแผ่รังสีความร้อน ง. การนำความร้อน และการพาความร้อน	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	23.ข้อใดกล่าวถึงวัสดุนำความร้อนได้ถูกต้อง ก. ไม้เป็นตัวนำความร้อนที่ดี ข. เหล็กนำความร้อนได้ดีกว่าแก้ว ค. อลูมิเนียมเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี ง. ทองแดงนำความร้อนได้น้อยกว่าแก้ว	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ 6)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	4	5	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	การถ่ายโอนความร้อน								
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	24.ข้อใดส่งผลต่อการแผ่รังสีความร้อนมากที่สุด ก. ตัวกลางที่เป็นแก๊ส ข. ตัวกลางเป็นของแข็ง ค. ตัวกลางเป็นของเหลว ง. แหล่งกำเนิดพลังงานความร้อน	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	25.วัสดุสีใดที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บความร้อนของอาหาร ก. วัสดุสีขาว ข. วัสดุสีดำ ค. วัสดุที่มีลวดลาย ง. วัสดุที่มีผิวขรุขระ	การประยุกต์ใช้	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	26.เธียนหุงข้าวสวย แล้วตักข้าวใส่จาน และพบว่าข้าวยังคงร้อนอยู่ เธียนควรทำอย่างไรเพื่อให้ข้าวมีอุณหภูมิต่ำลงเร็วขึ้น ก. ปั้นข้าวให้เป็นก้อนขนาดใหญ่ ข. ห่อข้าวด้วยพลาสติกผิวเรียบมันวาว ค. เกลี่ยให้ข้าวมีลักษณะแบนกว้าง ง. นำข้าวใส่ตู้กระจกแล้วนำไปตากแดด	การประยุกต์ใช้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	27.เหตุใดการนั่งรอบกองไฟจึงรู้สึกร้อน 1. ฟืนนำความร้อน 2. เปลวไฟมีการแผ่รังสีความร้อน 3. อากาศรอบกองไฟมีการพาความร้อน ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 2 และ 3 ค. ข้อ 1 และ 3 ง. ข้อ 1 , 2 และ 3	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ 7)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	4	5	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร								
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	28.ข้อใดต่อไปนี้อาศัยหลักการขยายตัวของวัตถุเมื่อได้รับความร้อน ก. การใส่เสื้อสีอ่อน ข. การใช้พลาสติกหุ้มด้ามภาชนะ ค. การเว้นรอยต่อบนถนนคอนกรีต ง. การมุงหลังคาด้วยกระเบื้องสีอ่อน	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	29.เรียงลำดับสสารที่ขยายตัวได้ดีเมื่อได้รับความร้อนจากมากไปน้อย ก. แก๊ส ของเหลว ของแข็ง ข. ของแข็ง ของเหลว แก๊ส ค. ของแข็ง แก๊ส ของเหลว ง. ของเหลว ของแข็ง แก๊ส	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	30.เพราะเหตุใดการวางรางรถไฟจะต้องมีการเว้นช่องว่างระหว่างท่อนรางรถไฟ ก. เพื่อสะดวกในการก่อสร้าง ข. เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการวางราง ค. เพื่อลดแรงเสียดทานขณะที่รถไฟวิ่งผ่าน ง. เพื่อให้มีพื้นที่สำหรับการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	31.ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะขึ้นอยู่กับปัจจัยในข้อใด ก. เวลา ข. อุณหภูมิ ค. ความร้อนจำเพาะ ง. ความร้อนแฝงจำเพาะ	การจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ 8)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	4	5	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร								
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	32.นำน้ำแข็งใส่ลงในแก้วที่มีน้ำ เมื่อเวลาผ่านไปน้ำแข็งละลายจนหมด และมีอุณหภูมิผสมเท่ากัน จากเหตุการณ์นี้เกี่ยวข้องกับหลักการใด ก. สมดุลความร้อน ข. การนำความร้อน ค. การพาความร้อน ง. การแผ่รังสีความร้อน	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	33.สมดุลความร้อนหมายถึงข้อใด ก. สาร 2 ชนิดมีมวลเท่ากัน มีพลังงานความร้อนเท่ากัน ข. สาร 2 ชนิดถ่ายโอนพลังงานความร้อนจนมีอุณหภูมิเท่ากัน ค.สาร 2 ชนิดถ่ายเทพลังงานจากสารที่มีมวลมากไปยังสารที่มีมวลน้อย ง. สาร 2 ชนิดถ่ายเทพลังงานจากสารที่มีมวลน้อยไปยังสารที่มีมวลมาก	การจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	34.ปัจจัยในข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ก. มวล ข. ความร้อนจำเพาะของสาร ค. อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ง. ความร้อนแฝงจำเพาะของสาร	การจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ 9)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	4	5	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร								
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	35.วางกาแฟร้อนไว้สักพักหนึ่ง พบว่า กาแฟมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง จากข้อความข้างต้นเกี่ยวข้องกับข้อใดมากที่สุด ก. สมดุลความร้อน ข. การนำความร้อน ค. การแผ่รังสีความร้อน ง. การดูดกลืนความร้อน	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	36.ถ้าให้ความร้อนแก่น้ำแข็ง 30 กรัม ที่ 0 องศาเซลเซียส จนหลอมเหลวเป็นน้ำ 25 องศาเซลเซียส จะต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าไร (กำหนดให้ ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 80 แคลอรี/กรัม ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม . องศาเซลเซียส) ก. 2.05 kcal ข. 2.55 kcal ค. 3.15 kcal ง. 3.55 kcal	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	37.ข้อใดที่มีการขยายตัวเชิงปริมาตรทั้งหมด ก. ลวด ฝาขวด ข. ฝาขวด ลูกตุ้ม ค. ลวด ของเหลว ง. ของเหลว แก๊ส	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 14 (ต่อ 10)

เนื้อหา/จุดประสงค์	ข้อคำถาม		ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	4	5	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ข้อเสนอแนะ
	ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร								
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	38.ข้อใดสามารถขยายตัวได้มากที่สุดหากได้รับความร้อนเท่ากัน ก. น้ำดื่ม ข. อากาศ ค. สายไฟ ง. ท่อนรางรถไฟ	การจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	39.การสร้างตัวควบคุมอุณหภูมิในเครื่องใช้ไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร ก. ใช้โลหะชนิดเดียวกันมาต่อวงจรไปฟ้า ข. ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนต่างชนิดกันมาประกบกัน ค. ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนชนิดเดียวกันมาต่อกับวงจรไฟฟ้า ง. ใช้โลหะที่ขยายตัวได้ต่างกันเมื่อได้รับความร้อนเท่ากันมาประกบกัน	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	40.ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสมดุลความร้อน ก. อุณหภูมิคงที่ของวัตถุแต่ละชนิด ข. อุณหภูมิของวัตถุ 2 ชนิดที่เท่ากันมาสัมผัสกัน ค. อุณหภูมิที่แสดงว่าวัตถุสามารถรับพลังงานความร้อนได้มากน้อยเท่าใด ง. วัตถุ 2 ชนิด มีอุณหภูมิต่างกันมาสัมผัสกัน จนกระทั่งอุณหภูมิทั้งสองของสารเท่ากัน	การเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 15 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. ทักษะการเชื่อมโยงความคิด STEAM							
1.1 นักเรียนสามารถบอกองค์ความรู้ที่นำมาใช้ในการทำผลงานตามแนวคิด STEAM ได้ครบ 5 องค์ความรู้	0	+1	+1	+1	0	0.6	สอดคล้อง
2.ทักษะการตั้งคำถาม							
2.1 นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถามเพื่อการเปรียบเทียบ	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
2.2 นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถามเพื่อการหาเหตุผล	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
2.3 นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถามเพื่อความคิดริเริ่ม	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
2.4 นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถามเพื่อการค้นพบ โดยใช้คำถามและการตอบเป็นแนวทาง	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
3. ทักษะการสังเกต							
3.1 การสังเกตเชิงคุณภาพ รูป เสียง กลิ่น รส สัมผัส	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2 เชิงปริมาณ เช่น ขนาด ความยาว ความสูง โดยมีการกะประมาณ หรือใช้หน่วยวัดที่มีมาตรฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 15 (ต่อ 1)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
3.3 นักเรียนบอกถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกต/ทดลอง วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ การให้ความร้อน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4. ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์							
4.1 นักเรียนใช้ภาษาสื่อสารได้เหมาะสมกับกาลเทศะ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.2 นักเรียนสามารถสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มได้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.3 นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.4 นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันได้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5. ทักษะการทดลอง							
5.1 นักเรียนสามารถระบุปัญหาตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5.2 นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูล	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5.3 นักเรียนสามารถทดลองพิสูจน์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5.4 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูล	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5.5 นักเรียนสามารถและสรุปผลการทดลองได้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 16 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ต่อแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. นักเรียนมีความชอบและสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์							
1.1 นักเรียนชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.2 นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.3 นักเรียนอยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2. นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์							
2.1 นักเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2.2 การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
2.3 นักเรียนยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3. การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน							
3.1 วิทยาศาสตร์สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2 วิทยาศาสตร์สร้างคนให้มีกระบวนการคิดที่มีเหตุผล	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.3 วิทยาศาสตร์ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 17 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. เนื้อหาสาระของวิชาวิทยาศาสตร์							
1.1 นักเรียนสามารถบูรณาสาระวิชาวิทยาศาสตร์ร่วมกับสาระวิชาอื่นได้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.2 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น	0	+1	+1	+1	0	0.6	สอดคล้อง
1.3 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้สาระวิชาต่าง ๆ ได้	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
1.4 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
1.5 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความคิดได้	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
2.1 ครูอธิบายการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM	0	+1	+1	+1	0	0.6	สอดคล้อง
2.2 ครูสอนตามลำดับขั้นตอน ตามแนวคิด STEAM	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
2.3 ครูยกตัวอย่างประกอบการสอน	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
2.4 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 17 (ต่อ 1)

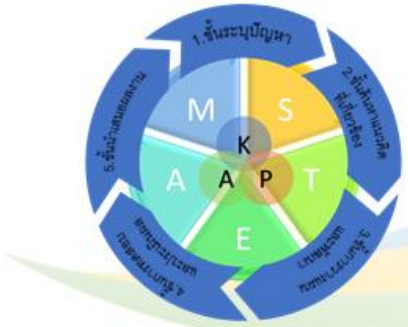
รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
2.5 แนวคิด STEAM สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
3. สื่อการสอน							
3.1 สื่อการสอนตามแนวคิด STEAM เหมาะสมกับเนื้อหา เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2 กิจกรรมตามแนวคิด STEAM ทำให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
3.3 ใบความรู้มีเหมาะสมกับเนื้อหา เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
- แบบประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินความพึงพอใจ

คู่มือการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM
เรื่อง พลังงานความร้อน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1



โดย
นายณัฐพงษ์ เทศทอง

บทนำ

การสร้างคนให้ก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 โดยการดำเนินการตามนโยบาย “ประเทศไทย 4.0” ซึ่งเป็นโมเดลพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยตามวิสัยทัศน์ที่ว่า “มั่นคง มั่งคั่ง ยังยืน” โดยอาศัยนวัตกรรมต่าง ๆ ด้านวิทยาการ ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และการวิจัยและพัฒนา แนวคิดของการศึกษาไทย 4.0 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สร้างนวัตกรรมใหม่ และเป็นผู้ผลิตมากกว่าผู้บริโภค (ไพฑูรย์ สินลารัตน์ .2559)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ คณิตศาสตร์ โดยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นวิทยาศาสตร์ผสมผสานกับศาสตร์วิชาอื่นโดยไม่เน้นศาสตร์ใดศาสตร์หนึ่งทำให้เกิดการยืดหยุ่นในการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นแนวคิดที่กระตุ้นคิดหาวิธีแก้ปัญหา ไม่ใช้เพียงการแก้ปัญหาเพียงแค่วิธีเดียว แต่เป็นการหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมถึงการพัฒนาให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพสูง การออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ได้สังเคราะห์เป็นขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นการวางแผนและพัฒนา 4) ขั้นการทดสอบและประเมินผล 5) ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์ ซึ่งสามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน โดยการประเมินผู้เรียน 5 ทักษะ คือ 1) ทักษะการเชื่อมโยงความคิด 2) ทักษะการตั้งคำถาม 3) ทักษะการสังเกตุ 4) ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์ 5) ทักษะการทดลอง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เป็นแนวคิดที่ไม่เน้นหนักไปทางศาสตร์วิชาใดวิชาหนึ่ง ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจ ในทางงที่ดี แสดงออกมาจากการสนใจเรียนวิทยาศาสตร์ การตั้งใจเรียน การเห็นคุณค่าและประโยชน์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีกระบวนการคิดที่มีเหตุผล และสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้เกิดความรู้ความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การประเมินด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเพิ่มสูงขึ้น

คำนำ

คู่มือการจัดกการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ได้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างความเข้าใจในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิททยาศาสตร์ ตามแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างมีความสุขสอดคล้องกับหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย ทักษะพื้นฐาน อ่านออกเขียนได้ และคิดเลขเป็น และทักษะสำคัญอีก 8 ประการ ดังนี้ 1) ทักาะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและทักษะในการแก้ปัญหา 2) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม 3) ทักษะด้านความเข้าใจวัฒนธรรมและต่างกระบวนทัศน์ 4) ทักษะด้านการร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ 5) ทักษะการสื่อสาร สารสนเทศ และการรู้เท่าทันสื่อ 6) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร 7) ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ และ 8) ความมีเมตตากรุณา มีวินัย คุณธรรม และจริยธรรม

การจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จัดทำตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชีวัด กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นการวางแผนและพัฒนา 4) ขั้นการทดสอบและประเมินผล 5) ขั้นนำเสนอผลลัพธ์

ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จะได้เรียนรู้เรื่อง พลังงานความร้อน การถ่ายโอนความร้อน การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ เรื่องงพลังงานความร้อน จำนวน 12 ชั่วโมง

ลำดับที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	มาตรฐานตัวชี้วัด	แนวคิดSTEAM	สาระสำคัญ	ชม.
1	เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ	เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน	ว 2.3 ม. 1/1 ว 2.3 ม. 1/2	ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา ความร้อนมาจากไหนเราสามารถวัดปริมาณความร้อนได้หรือไม่ ใช้อะไรในการวัดความร้อนของสสาร (S,T) ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง อธิบายความหมายของพลังงานความร้อน อุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิ ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร การขยายตัวและหดตัวของสาร การเปลี่ยนสถานะของสาร เมื่อได้รับพลังงานความร้อน โดยการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล การออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับการใช้ศิลปะ และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา	4

ลำดับที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	มาตรฐานตัวชี้วัด	แนวคิดSTEAM	สาระสำคัญ	ชม.
				ออกแบบเครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ (STEAM) ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล ทดสอบเครื่องวัดอุณหภูมิทำมือที่นักเรียนสร้างขึ้นและประเมินผลการทดสอบ (A,M) ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ นำเสนอผลลัพธ์การสร้างเทอร์มอมิเตอร์ทำมือ สรุปผลลัพธ์และแนวทางการแก้ปัญหา		

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ เรื่องงพลังงานความร้อน จำนวน 12 ชั่วโมง (ต่อ 1)

ลำดับที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน ตัวชี้วัด	แนวคิดSTEAM	สาระสำคัญ	ชม.
2	ตู้อบรักษ์โลก	เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน	ว 2.3 ม.1/6 ว 2.3 ม.1/7	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา วัสดุใดบ้างที่สามารถนำความร้อนและวัสดุใดบ้างที่เป็นฉนวนความร้อน (S) ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง อธิบายความหมายของการถ่ายโอนความร้อน (S,T) ขั้นที่ 3 การวางแผนและการพัฒนาการออกแบบและสร้างตู้อบรักษ์โลก (STEAM) ขั้นที่ 4 การทดสอบและการประเมินผล ทดสอบ และประเมินผลตู้อบรักษ์โลก (S,A) ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลลัพธ์ นำเสนอผลลัพธ์ ตู้อบรักษ์โลก สรุปผลลัพธ์และแนวทางการแก้ปัญหา	การถ่ายโอนความร้อน 3 แบบ การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน โดยใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล การออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับศิลปะ การออกบบรูปรางรูปทรง และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการวัดการคาดคะแนน อธิบายรูปเรขาคณิต 2 มิติ 3 มิติ	4

โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้ เรื่องงพลังงานความร้อน จำนวน 12 ชั่วโมง (ต่อ 2)

ลำดับที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน ตัวชี้วัด	แนวคิดSTEAM	สาระสำคัญ	ชม.
3	นักสร้างสรรค์ไอศกรีม Gelato	เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน	ว 2.3 ม.1/3 ว 2.3 ม.1/4 ว 2.3 ม.1/5	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา 1.ความร้อนทำให้สสารในชีวิตประจำวันเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร (S) ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร การยืด และการขยายตัวของสสาร การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสถานะของสสาร (S,T) ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนาออกแบบและผลิตไอศกรีม (STEAM) ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล ประเมินผล และสรุปการประเมินผล ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ นำเสนอผลลัพธ์ จากการออกแบบและผลิตไอศกรีม สรุปผลและแนวทางการแก้ปัญหา	การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การขยายตัวการหดตัวของสาร เมื่อได้รับความร้อน และสมดุลความร้อน โดยใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล สื่อสาร แก้ไขปัญหา การออกแบบทางวิศวกรรม ร่วมกับศิลปะในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน การเขียนการพูดสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ มีวิจารณญาณ และคณิตศาสตร์ในการชั่งตวงวัด	4

สารบัญ

หน้า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ..... 140
ใบความรู้ที่ 1 พลังงานความร้อน..... 145
ใบงานที่ 1 พลังงานความร้อน และเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ..... 149
ใบงานที่ 2 ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ..... 150
ใบงานที่ 3 เขียนสรุปความรู้ Mind Mapping.....151
กิจกรรมที่ 1 เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ..... 152
แบบประเมินงาน..... 154
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ต้อบรักษ์โลก..... 156
ใบความรู้ที่ 2 การถ่ายโอนความร้อน..... 161
ใบงานที่ 4 การถ่ายโอนความร้อน..... 163
ใบงานที่ 5 แบบจำลองการถ่ายโอนความร้อน..... 164
ใบงานที่ 6 เขียนสรุปความรู้ Mind Mapping..... 165
กิจกรรมที่ 2 ต้อบรักษ์โลก.....166
แบบประเมินงาน..... 168
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 Gelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีม..... 170
ใบความรู้ที่ 3 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร..... 176
ใบงานที่ 7 ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร..... 180
ใบงานที่ 8 เขียนสรุปความรู้ Mind Mapping..... 181
กิจกรรมที่ 3 Gelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีม..... 182
แบบประเมินงาน..... 184

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.1 พลังงานความร้อน(อุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ) จำนวน 4 ชั่วโมง

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

ผู้สอน นายณัฐพงษ์ เทศทอง โรงเรียนวัดรางกร่าง

.....

1. มาตรฐานตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.1/1 วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ โดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$

ว 2.3 ม.1/2 ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร

2. สาระสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร การขยายตัวและหดตัวของสาร การเปลี่ยนสถานะของสาร เมื่อได้รับพลังงานความร้อน โดยการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล การออกแบบทางวิศวกรรม ร่วมกับการใช้ศิลปะ และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

3. สาระการเรียนรู้

หลัก STEAM	หลักบูรณาการแนวคิด STEAM
วิทยาศาสตร์ (Scince)	- เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนอาจทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิ เปลี่ยนสถานะ หรือเปลี่ยนรูปร่าง - ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิขึ้นกับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิ ที่เปลี่ยนไป - ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะขึ้นกับมวลและความร้อนแฝงจำเพาะ โดยขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง
เทคโนโลยี (Technology)	- เข้าใจเห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

3. สาระการเรียนรู้ (ต่อ 1)

หลัก STEAM	หลักบูรณาการแนวคิด STEAM
วิศวกรรม (Engineer)	-การออกแบบเชิงวิศวกรรม
ศิลปะ (Arts)	- สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการโดยการใช้คู่สีตรงข้ามหลักการจัดขนาด สัดส่วน และความสมดุล จากรูปแบบ 2 มิติ เป็น 3 มิติ - ใช้กระบวนการอ่านสร้างความรู้และความคิด เพื่อนำไปใช้ตัดสินใจแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตและมีนิสัยรักการอ่าน - ใช้กระบวนการเขียน เขียนสื่อสาร เขียนเรียงความ ย่อความ และเขียนเรื่องราวในรูปแบบต่าง ๆ เขียนรายงานข้อมูลสารสนเทศและรายงานการศึกษาค้นคว้าอย่างมีประสิทธิภาพ
คณิตศาสตร์ (Mathematic)	- เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด - แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด - ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพลังงานความมร้อนได้ S/K
2. นักเรียนสามารถสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ Mind Mapping A/K
3. นักเรียนสามารถใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสสารได้ M/P
4. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะได้ S, M /P5. นักเรียนสามารถบอกการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน A

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการคิด

- ทักษะการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการแก้ปัญหา

- แสวงหาความรู้

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

ใบงานที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน และเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ

ใบงานที่ 2 เรื่อง ปริมาณความร้อนที่ที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ

ใบงานที่ 3 เรื่อง เขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping

กิจกรรมที่ 1 เรื่อง เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ

8. เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

จุดประสงค์/ภาระชิ้นงาน	วิธีวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือวัดผลและประเมินผล	เกณฑ์การพิจารณา
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของพลังงานความมร้อนได้ S/K 2. นักเรียนสามารถใช้เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสสารได้ M/P - ใบงานที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน และเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ	ประเมินใบงาน	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะได้ S,M /P - ใบงานที่ 2 เรื่อง ปริมาณความร้อนที่ที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ	ประเมินใบงาน	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
4. นักเรียนสามารถสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ Mind Mapping A/A - ใบงานที่ 3 เรื่อง เขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping	ประเมินใบงาน	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
5. นักเรียนสามารถบอกการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน A - กิจกรรมที่ 1 เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ	ประเมินชิ้นงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	ระดับดีขึ้นไป

9. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (STEAM)

พลังงานความร้อน อุณหภูมิและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุปัญหา

1. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายประเด็นต่อไปนี้

1.1 พลังงานความร้อนมาจากไหน

1.2 เราสามารถวัดปริมาณความร้อนได้หรือไม่ ใช้อะไรในการวัดความร้อนของสสาร

1.3 เมื่อสสารได้รับความร้อน อุณหภูมิและสถานของสสารเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 2 ขั้นค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. ครูอธิบายสิ่งที่ต้องเรียนในวันนี้ นักเรียนต้องสามารถอธิบายความหมายของพลังงานความร้อน อุณหภูมิ การวัดอุณหภูมิ จากใบความรู้ที่ 1 เรื่องพลังงานความร้อน **(S)**

2. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน

3. ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่องพลังงานความร้อน และเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ **(M)** ให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ให้สมาชิกในกลุ่มสืบค้นข้อมูล จากทางอินเตอร์เน็ต **(T)** ห้องสมุด

4. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง ปริมาณความร้อนที่ที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ

5. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 3 เรื่อง เขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา

3.1 การออกแบบ

1. ครูและนักเรียนร่วมอภิปราย เราสามารถวัดอุณหภูมิได้อย่างไร เราดูจากอะไร

2. ครูอธิบายเสริม หลักการของเทอร์มอมิเตอร์เกิดจากการหดตัวและขยายตัวของสารที่อยู่ในกระเปาะทำให้เราสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้

3. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 เรื่อง เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ

4. นักเรียนออกแบบเครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ **(E,A,M)**

ชั่วโมงที่ 3

3.2 การทดลอง

1. ครูให้นักเรียนลงมือสร้าง เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ ที่นักเรียนได้วางแผนและออกแบบไว้ **(A,M)**

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล

1. นักเรียนทดสอบเครื่องวัดอุณหภูมิทำมือที่นักเรียนสร้างขึ้น และประเมินผลการทดสอบ (A,M)

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลลัพธ์

1. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลลัพธ์ การสร้างเทอร์มอมิเตอร์ทำมือของนักเรียน **(A)**

2. ครูและนักเรียน ร่วมกับสรุปผลลัพธ์การสร้างเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย และแนวทางการแก้ปัญหาในการสร้างเทอร์มอมิเตอร์อย่างง่าย

10. สื่อ/ แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องพลังงานความร้อน
2. หนังสือเรียน
3. อินเตอร์เน็ต

11. เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

1. วิธีวัดและประเมินผล
    1.1 ประเมินใบงาน
2. เครื่องมือวัดและประเมิน
    2.1 แบบประเมินใบงาน
3. เกณฑ์การประเมิน
    3.1 ระดับคะแนน 7 - 8 ผ่านเกณฑ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ใบความรู้ที่ 1

ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างไร?

พลังงานความร้อน

พลังงานความร้อนเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งมีแหล่งกำเนิดหลายแหล่ง เช่น ดวงอาทิตย์ การเผาไหม้เชื้อเพลิง พลังงานไฟฟ้า ปฏิกิริยาเคมี ความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น เราใช้พลังงานความร้อนในกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ การต้มน้ำโดยใช้เตาแก๊ส การรีดผ้า การหุงข้าว การประกอบอาหาร การเกษตร เลี้ยงสัตว์

การใช้ความร้อนในการประกอบอาหาร

การเผาไหม้เชื้อเพลิงเครื่องมือเกษตร

เตาไฟฟ้า ให้ความร้อนในการประกอบอาหาร

อุณหภูมิ

อุณหภูมิ คือ ความร้อนที่สะสมอยู่ในสสารต่าง ๆ รอบตัว ซึ่งเราสามารถวัดค่าระดับความร้อนนั้นด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิที่มีมาตรฐานและมีหน่วยวัดกำกับ

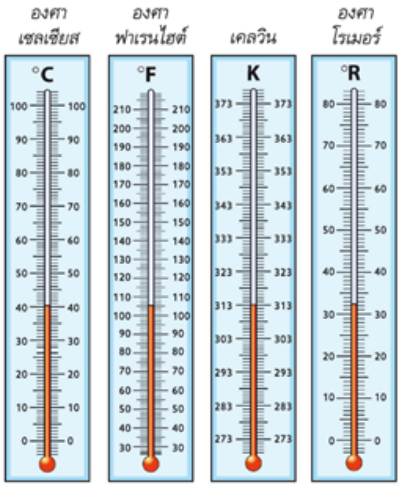
เทอร์มอมิเตอร์แอลกอฮอล์ (ซ้าย)
เทอร์มอมิเตอร์ปรอท (ขวา)

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

1. เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะ ทำด้วยหลอดแก้วภายในบรรจุของเหลว อาจเป็นปรอทหรือแอลกอฮอล์ เมื่อของเหลวในกระเปาะได้รับความร้อนจะขยายตัว เมื่อได้รับความเย็นจะหดตัว จึงนำหลักการนี้มาใช้ในการวัดอุณหภูมิ

2. เทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิทอล ภายในเป็นไมโครชิปทำหน้าที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้าเป็นตัวเลข

เทอร์มอมิเตอร์แบบดิจิทอล



รูปภาพเปรียบเทียบหน่วยวัดองศาเซลเซียส

องศาฟาเรนไฮต์ เคลวิน องศาโรมเมอร์

หน่วยวัดอุณหภูมิ

หน่วยวัด	สัญลักษณ์	จุดเยือกแข็ง	จุดเดือด
องศาเซลเซียส	°C	0	100
องศาฟาเรนไฮ	°F	32	212
เคลวิน	K	273	373
องศาโรเมอร์	°R	0	80

สูตรการคำนวณ

$$\frac{C}{5} = \frac{K-273}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{R}{4}$$

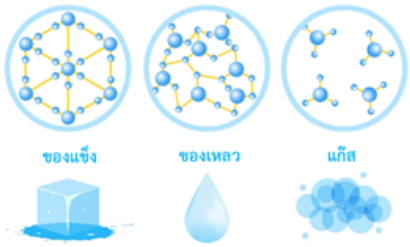
ตัวอย่าง ถ้าวัดอุณหภูมิห้องได้ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมินี้จะมีค่าเท่าใดในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์

วิธีทำ จากสมการ $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$

แทนค่า $\frac{25}{5} = \frac{F-32}{9}$

F = 77 องศาฟาเรนไฮต์

ดังนั้น อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 77 องศาฟาเรนไฮต์



รูปภาพแสดงสถานะของน้ำ

ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

จุดเดือด คือ ค่าอุณหภูมิของของเหลวขณะที่ของเหลวเริ่มเปลี่ยนสถานะกลายเป็นแก๊ส (จุดเดือดของน้ำ 100 องศาเซลเซียส)

จุดหลอมเหลว คือค่าอุณหูมิของของแข็งขณะที่ของแข็งเริ่มเปลี่ยนสถานะกลายเป็นของเหลว (จุดหลอมเหลวของน้ำ 0 องศาเซลเซียส)

จุดเยือกแข็ง คือ ค่าอุณหภูมิของของเหลวขณะเริ่มกลายเป็นของแข็ง ซึ่งมีค่าเท่ากับจุดหลอมเหลว (จุดเยือกแข็งของน้ำ 0 องศาเซลเซียส)

ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ จะขึ้นอยู่กับมวล ความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป สามารถคำนวณหาปริมาณความร้อนได้ จากสมการ

$$Q = mc\Delta t$$

เมื่อ Q = ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ มีหน่วยเป็น แคลอรี (cal)

m = มวลของสาร มีหน่วยเป็น (g)

c = ความร้อนจำเพาะของสาร มีหน่วยเป็น แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส (cal/g $^{\circ}$C

Δt = อุณหภูมิที่เปลี่ยนไป อุณหภูมิสูงสุด (t_2) – อุณหภูมิต่ำสุด (t_1)

(มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส)

ตัวอย่าง ต้องให้ปริมาณความร้อนแก่น้ำกี่แคลอรี เพื่อทำให้น้ำที่มีมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจาก 20 องศาเซลเซียส เป็น 50 องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

แนวคิด จากสมการ $Q = mc\Delta t$

$Q = 100\ g \times 1\ cal/g\ ^{\circ}C \times (50\ ^{\circ}C \times 20\ ^{\circ}C)$

$Q = 100\ g \times 1\ cal/g\ ^{\circ}C \times 30\ ^{\circ}C$

$Q = 3{,}000\ cal$

ดังนั้น ต้องให้ปริมาณความร้อนแก่น้ำ 3,000 แคลอรี

หมายเหตุ น้ำมีความร้อนจำเพาะ 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส

หมายถึง น้ำ 1 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณความร้อน 1 แคลอรี

ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ

ความร้อนจำทำให้อนุภาคของสสารเกิดการสั่นสะเทือนและทำให้อนุภาคของสสารอยู่ห่างกันมากขึ้น สารจึงเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ โดยเกิดการหลอมเหลว การระเหย การระเหิด หากสูยเสียความร้อนจะทำให้อนุภาคของสสารอยู่ชิดติดกันสถานะของสสารเกิดการควบแน่น การแข็งตัว และการระเหิดกลับ ปัจจัยที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงสถานะ ขึ้นอยู่กับมวล และความร้อนแฝงจำเพาะของสารนั้น โดยขณะที่สสารเปลี่ยนสถานะอุณหภูมิของสารจะไม่เปลี่ยนแปลง คำนวณได้จาก สมการ

$$Q = ml$$

เมื่อ

Q = ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ มีหน่วยเป็น แคลอรี (cal)

m = มวลของสสาร มีหน่วยเป็น กรัม (g)

ตัวอย่าง จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ละลายกลายเป็นน้ำหมดพอดีที่ 0 องศาเซลเซียส (ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำ มีค่า 80 แคลอรี/กรัม)

จากสมการ Q = mL

Q = 100 g × 80 cal/g

Q = 8,000 cal

ดังนั้น ต้องใช้ปริมาณความร้อน 8,000 แคลอรี เพื่อทำให้น้ำแข็งมวล 100 กรัม หลอมเหลวหมดพอดี

หมายเหตุ น้ำมีความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลว 80 แคลอรี/กรัม หมายถึง น้ำแข็งมวล 1 กรัม อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส หลอมเหลวเป็นน้ำจนหมด ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ใช้ปริมาณความร้อน 80 แคลอรี/กรัม

ใบงานที่ 1 พลังงานความร้อน และเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ

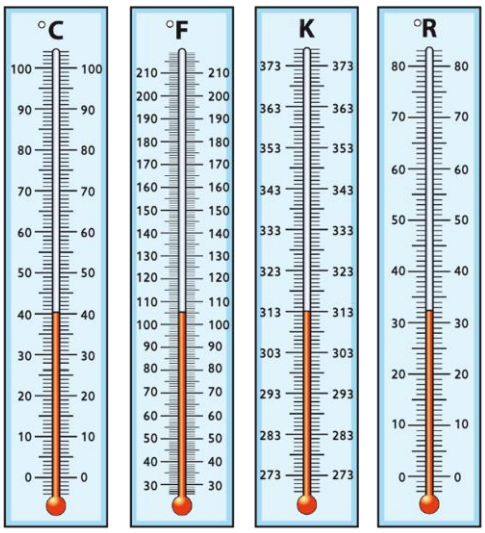
ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. พลังงานความร้อนหมายถึง

.....

.....

.....



2. เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิของสสารคืออะไร

.....

3. หน่วยวัดอุณหภูมิ นิยมใช้หน่วยการวัดใดบ้าง

.....

.....

4. คำนวณหาค่าอุณหภูมิลงในตารางให้ถูกต้อง

องศาเซลเซียส	องศาฟาเรนไฮต์	เคลวิน	องศาโรเมอร์
-10			
0			
50			
100			

ใบงานที่ 2 **ปริมาณความร้อนที่ที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ**

ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ

1. ต้องให้ปริมาณความร้อนแก่น้ำกี่แคลอรี เพื่อทำให้น้ำที่มีมวล 100 กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น จาก 30 องศาเซลเซียส เป็น 100 องศาเซลเซียส (ความร้อนจำเพาะของน้ำ มีค่า 1 แคลอรี/กรัม องศาเซลเซียส)

.....

.....

.....

.....

.....

6. จงหาปริมาณความร้อนที่ทำให้น้ำแข็งมวล 200 กรัม ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ละลายกลายเป็นน้ำหมดพอดีที่ 0 องศาเซลเซียส (ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำ มีค่า 80 แคลอรี/กรัม)

.....

.....

.....

.....

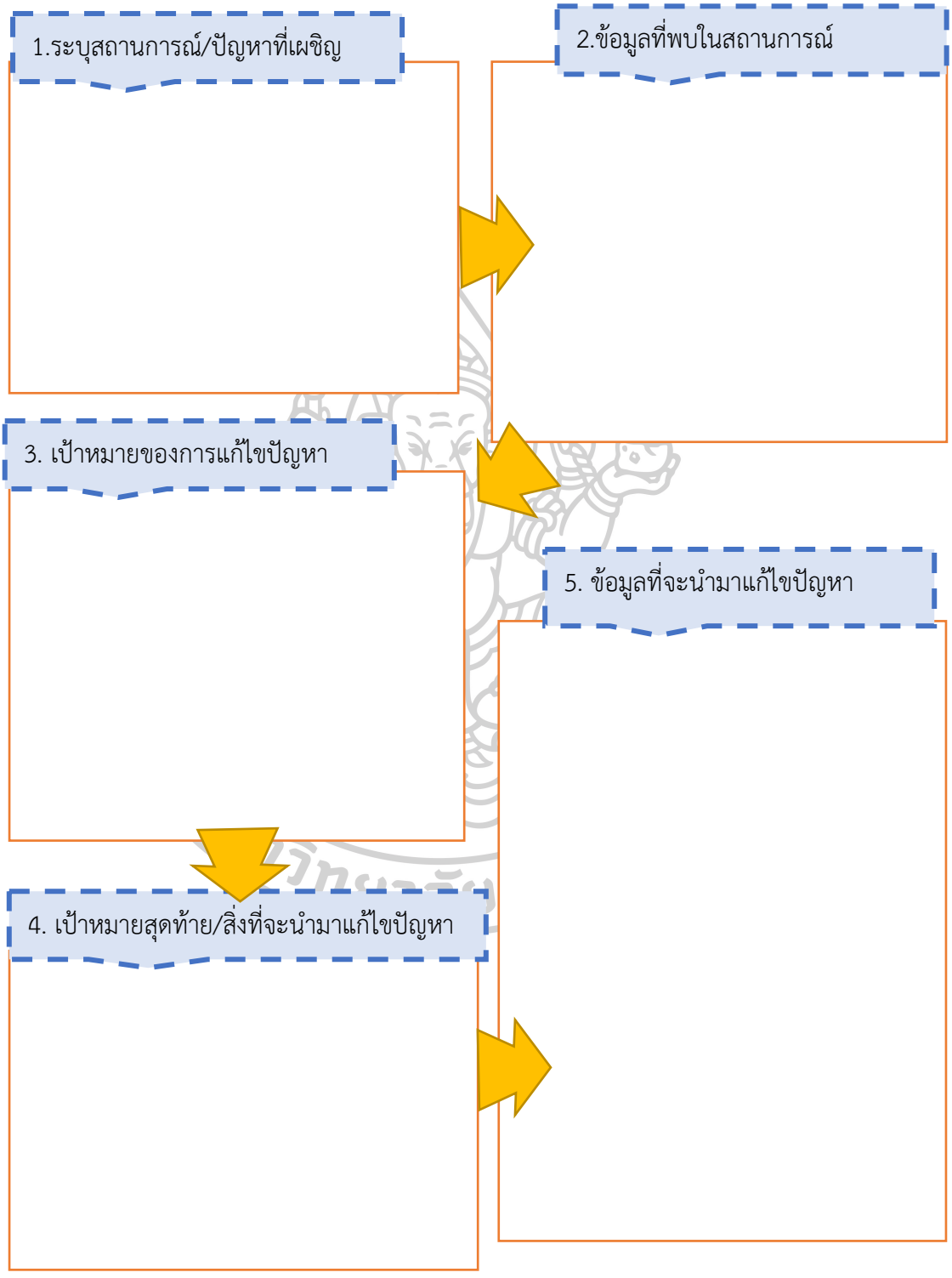
.....

ใบงานที่ 3 **ขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping**

ให้นักเรียนเขียน Mind Mapping เรื่องพลังงานความร้อนและเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ

การกำหนดปัญหา

กิจกรรมที่ 1 เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ



กิจกรรมที่ 1 เครื่องวัดอุณหภูมิทำมือ

ชื่อผลงาน .....

วัตถุประสงค์

.....

.....

วัสดุ/อุปกรณ์

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทำ/ผลิต

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดสอบ

.....

.....

.....

ผลการทดสอบ

.....

.....

ภาพการออกแบบ

แบบประเมินใบงาน/ชิ้นงาน

เกณฑ์การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
1. เนื้อหา 1) ถูกต้องชัดเจน 2)รายละเอียดครอบคลุม 3)สอดคล้องกับหัวข้อ 4)เขียนสะกดคำถูกต้อง	ปฏิบัติได้ 4 ข้อ	ปฏิบัติได้ 3 ข้อ	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ
2. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย 1) ลายมือสวยงามอ่านง่าย 2) ชิ้นงานสะอาด 3) เขียนเป็นระเบียบเรียบร้อย 4) ส่งภายในเวลาที่กำหนด	ปฏิบัติได้ 4 ข้อ	ปฏิบัติได้ 3 ข้อ	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคะแนน
7 - 8	ดีมาก
5 - 6	ดี
3 - 4	พอใช้
0 - 2	ปรับปรุง

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

1. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

2.บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

.....

.....

.....

2.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

.....

.....

.....

3.ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

4.ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง ตู้อบรักษ์โลก

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.2 พลังงานความร้อน(การถ่ายโอนความร้อน) **จำนวน 4 ชั่วโมง**

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 **ภาคเรียนที่ 2**

ผู้สอน นายณัฐพงษ์ เทศทอง **โรงเรียนวัดรางกร่าง**

.....

1. มาตรฐานตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.1/6 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

ว 2.3 ม.1/7 ออกแบบเลือกใช้ และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

2. สาระสำคัญ

การถ่ายโอนความร้อน 3 แบบ การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน โดยใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล การออกแบบทางวิศวกรรม ร่วมกับศิลปะ การออกบบรูปรางรูปทรง และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ในการวัดการคาดคะแนน อธิบายรูปเรขาคณิต 2 มิติ 3 มิติ

3.สาระการเรียนรู้

หลัก STEAM	หลักการบูรณาการแนวคิด STEAM
วิทยาศาสตร์ (Scince)	- การถ่ายโอนความร้อนมี 3 แบบ คือ การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางไม่เคลื่อนที่ การพาความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลาง โดยที่ตัวกลางเคลื่อนที่ไปด้วย ส่วนการแผ่รังสีความร้อนเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่ไม่ต้องอาศัยตัวกลาง - ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น การเลือกใช้วัสดุเพื่อนำมาทำภาชนะบรรจุอาหาร เพื่อเก็บความร้อน หรือการออกแบบระบบระบายความร้อนในอาคาร

3.สาระการเรียนรู้ (ต่อ 1)

หลัก STEAM	หลักการบูรณาการแนวคิด STEAM
เทคโนโลยี (Technology)	- เข้าใจเห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม
วิศวกรรม (Engineer)	-การออกแบบเชิงวิศวกรรม
ศิลปะ (Arts)	- สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการโดยการใช้คู่สีตรงข้ามหลักการจัดขนาดสัดส่วน และความสมดุล - สร้างงานทัศนศิลป์จากรูปแบบ 2 มิติ เป็น 3 มิติ โดยใช้หลักการของแสงเงาและน้ำหนัก
คณิตศาสตร์ (Mathematic)	- เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด - อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ - ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

4.จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการถ่ายโอนความร้อนได้ (S/K)
2. นักเรียนสามารถแยกประเภทของการถ่ายโอนความร้อนได้ (S/P)
3. นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุในการทำตู้อบรักษ์โลกได้ (S/P)
4. นักเรียนบอกถึงความสำคัญในการเลือกใช้วัสดุในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (S/A)

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการคิด

- ทักษะการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการแก้ปัญหา

- แสวงหาความรู้

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้

2. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

ใบงานที่ 4 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน

ใบงานที่ 5 เรื่อง กิจกรรมการสร้างแบบจำลองการถ่ายโอนความร้อน

ใบงานที่ 6 เรื่อง เขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping

กิจกรรมที่ 2 ตู้อบรักษ์โลก

8. เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

จุดประสงค์/ภาระชิ้นงาน	วิธีวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือวัดผลและประเมินผล	เกณฑ์การพิจารณา
1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของการถ่ายโอนความร้อนได้ (S/K) 2. นักเรียนสามารถแยกประเภทของการถ่ายโอนความร้อนได้ (S/P) - ใบงานที่ 1 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน	ประเมินใบงาน	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุในการทำตู้อบรักษ์โลกได้ (S/P) - ใบงานที่ 2 เรื่อง กิจกรรมการสร้างแบบจำลองการถ่ายโอนความร้อน - ใบงานที่ 3 เรื่อง เขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping	ประเมินใบงาน	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
4. นักเรียนบอกถึงความสำคัญในการเลือกใช้วัสดุในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (S/A)- กิจกรรมที่ 2 ตู้อบรักษ์โลก	ประเมินชิ้นงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	ระดับดีขึ้นไป

9. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (STEAM) การถ่ายโอนความร้อน

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1. ครูและนักเรียนอภิปรายประเด็นต่อไปนี้

1.1 แหล่งพลังงานความร้อนได้มาจากที่ใดบ้าง

1.2 เราสามารถนำพลังงานความร้อนมาใช้ประโยชน์ในด้านใดบ้าง

1.3 วัสดุใดบ้างที่สามารถนำความร้อน และวัสดุใดบ้างที่เป็นฉนวนความร้อน

ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. ครูอธิบายสิ่งที่ต้องเรียนวันนี้ นักเรียนต้องสามารถอธิบายความหมายของการถ่ายโอนความร้อน มีกี่ประเภท อะไรบ้าง จากใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน (S)

2. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน สืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต (T)

3. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ ใบงานที่ 5 เรื่อง แบบจำลองการถ่ายโอนความร้อน (S,A,M)

4. ครูอธิบายกิจกรรมแบบจำลองการถ่ายโอนความร้อน มี 3 แบบจำลอง การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อนความร้อน

5. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 6 เขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping (A)

6. ครูและนักเรียนร่วมสรุปการเรียนรู้ การถ่ายโอนความร้อน มี 3 ประเภท การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกัน การนำความร้อนต้องการผ่านตัวกลาง ตัวกลางที่นำความร้อนได้ดี เหล็ก ทองแดง อลูมิเนียม ส่วนตัวกลางที่นำความร้อนไม่ดี ฉนวนความร้อน ไม้ พลาสติก แก้ว การพาความร้อนต้องผ่านตัวกลางที่เคลื่อนที่ได้ ของเหลว และแก๊ส ส่วนการแผ่รังสีความร้อนนั้นไม่ต้องผ่านตัวกลาง (S,A)

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 การวางแผนและการพัฒนา

3.1 การออกแบบ

1. ครูและนักเรียนอภิปรายวัสดุที่สามารถนำความร้อน และไม่นำความร้อน เราสามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างไรได้บ้าง สืบค้นข้อมูลทางอินเตอร์เน็ต(T)

2. ครูและนักเรียนอภิปรายการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ประโยชน์ของความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่แผ่รังสีมาถึงโลก

3. ครูในนักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 การออกแบบและสร้างตู้อบรักษ์โลก (E)

ชั่วโมงที่ 3

3.2 การทดลอง

1. นักเรียนสร้างตู้อบรักษ์โลก ตามที่ได้ออกแบบไว้ (E,A,M)

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นที่ 4 การทดสอบและการประเมินผล

1. นักเรียนทำการทดสอบตู้อบรักษ์โลก (โดยใช้ผลผลิตทางการเกษตรในท้องถิ่น)

2. นักเรียนทำการประเมินตู้อบรักโลก (โดยทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่าง ภายนอกตู้อบรักษ์โลก และอุณหภูมิภายในตู้อบ) (S,M)

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลลัพธ์

1. นักเรียนนำเสนอผลลัพธ์ ตู้อบรักษ์โลกที่ได้จากการออกแบบของนักเรียน

2. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายผลลัพธ์ การออกแบบและสร้างตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

3. สรุปผลลัพธ์และแนวทางการแก้ปัญหา (S,M)

10. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 2 เรื่องการถ่ายโอนความร้อน

2. อินเตอร์เน็ต

3. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์

11. เครื่องงมือวัดผลการเรียนรู้

1. วิธีวัดและประเมินผล

    1.1 ประเมินใบงาน

2. เครื่องมือวัดและประเมิน

    2.1 แบบประเมินใบงาน

3. เกณฑ์การประเมิน

    3.1 ระดับคะแนน 7 - 8 ผ่านเกณฑ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ใบความรู้ที่ 2

การถ่ายโอนความร้อน

การถ่ายโอนความร้อนเกิดขึ้นได้อย่างไร?

การถ่ายโอนความร้อนมีผลอย่างไรต่อสสาร?

พลังงานความร้อนสามารถถ่ายโอนไปยังวัตถุอื่นได้ เช่น เมื่อนักเรียนจับแก้วน้ำ จะรู้สึกร้อน พลังงานความร้อนจากแก้วจะผ่านสู่มือของนักเรียน ซึ่งเรียกว่าการถ่ายโอนความร้อน การถ่ายโอนความร้อน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

การนำความร้อนของภาชนะแก้วไปสู่น้ำ

น้ำพาความร้อนหมุนเวียนจากล่างขึ้นสู่บน

การแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์สู่โลก

แบบจำลองการถ่ายโอนความร้อน

การพาความร้อน

การพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางโดยเมื่อตัวกลางได้รับความร้อน อะตอมหรือโมเลกุลที่เป็นตัวกลางจะเคลื่อนที่ไปด้วย เช่น การต้มน้ำ น้ำเมื่อได้รับความร้อนจะลอยสูงขึ้น และถ่ายโอนความร้อนไปสู่อากาศเป็นต้น

การนำความร้อน

การนำความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลาง โดยเมื่อตัวกลางได้รับความร้อน อะตอมหรือโมเลกุลจะสั่นส่งผลให้อะตอมหรือโมเลกุลข้างเคียงสั่นตามไปด้วยจนกระทั่งไปถึงวัตถุที่อยู่ติดกับตัวกลาง การนำความร้อนของสารแต่ชนิดแตกต่างกันของแข็งสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าของเหลว ของเหลวสามารถนำได้ดีกว่าแก๊ส สารบางชนิดนำความร้อนได้ไม่ดี เรียกฉนวนความร้อน เช่น ยาง พลาสติก แก้ว ไม้ เป็นต้น

การแผ่รังสีความร้อน

การแผ่รังสีความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนโดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง วัตถุที่เป็นตนกำเนิดความร้อนสามารถแผ่รังสีมาในรูปของแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ รังสีความร้อนจากเปลวไฟจากเตาแก๊ส เป็นต้น

การถ่ายโอนความร้อน

หัวข้อเปรียบเทียบ	การนำความร้อน	การพาความร้อน	การแผ่รังสี
การอาศัยตัวกลาง	อาศัยตัวกลาง	อาศัยตัวกลาง	ไม่อาศัยตัวกลาง
การเคลื่อนที่ของตัวกลาง	ไม่เคลื่อนที่	เคลื่อนที่	-
สถานะของตัวกลางที่ถ่ายโอนได้ดีที่สุด	ของแข็ง>ของเหลง>แก๊ส	แก๊ส>ของเหลว	-

ตัวกลาง	
วัสดุที่นำความร้อนได้ดี	วัสดุที่ไม่นำความร้อน (ฉนวนความร้อน)
เงิน	กระเบื้อง
ทองแดง	แก้ว
เหล็ก	ไม้
อลูมิเนียม	ผ้า
สแตนเลส	พลาสติก
ฯลฯ	ฯลฯ

พลังงานแสงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์ส่องแสงมายังโลกโดยวิธีการแผ่รังสี คลื่นความร้อน ทำให้โลกอบอุ่น พืชสร้างสารอาหารได้โดยการนำความร้อนจากอาทิตย์มาใช้ พลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาดไม่เป็นพิษกับสิ่งแวดรอบ เราสามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าจากเซลแสงอาทิตย์ ตู้อบพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นต้น

กระด้งอุปกรณ์

สำหรับตากแห้งอาหาร

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

ตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์

ใบงานที่ 4 **การถ่ายโอนความร้อน**

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนอธิบายการถ่ายโอนความร้อน เกิดขึ้นได้อย่างไร

.....

.....

.....

2. การถ่ายโอนความร้อนมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.ให้นักเรียนเปรียบเทียบความแตกต่างของ การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน โดยเขียนข้อความลงในช่องตาราง

หัวข้อเปรียบเทียบ	การนำความร้อน	การพาความร้อน	การแผ่รังสี
การอาศัยตัวกลาง			
การเคลื่อนที่ของตัวกลาง			
สถานะของตัวกลางที่ถ่ายโอนได้ดีที่สุด			

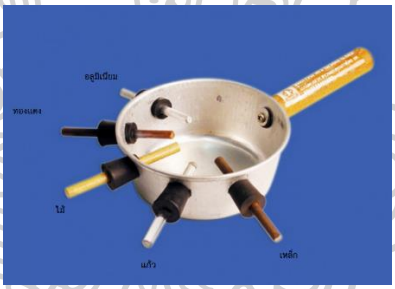
ใบงานที่ 5 **เรื่อง ชุดจำลองการถ่ายโอนความร้อน**

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดการนำความร้อน 1 ชุด
2. บีกเกอร์ใส่น้ำร้อน 1 บีกเกอร์
3. ดินน้ำมัน

วิธีทดลอง

1. นำวัสดุ ไม้ แก้ว เหล็ก อลูมิเนียม ทองแดง มาประกอบเข้ากับชุดทดลองการนำความร้อน
2. นำดินน้ำมันมาติดที่ปลายวัสดุด้านนอกทั้ง 5 ชนิด
3. เทน้ำร้อนลงในชุดการนำความร้อน ให้ท่วมปลายแท่งวัสดุทั้ง 5 ชนิด
4. สังเกตการณ์เปลี่ยนปลง การหลอมเหลวของดินน้ำมัน ที่ปลายแท่งของวัสดุแต่ละชนิด
5. ให้นักเรียนบันทึกผล และสรุปผลการทดลอง



ให้นักเรียนตอบคำถาม

1. วัสดุใดบ้างที่ดินน้ำมันหลอมเหลวไวที่สุด

.....

.....

2. วัสดุใดบ้างหลอมเหลวช้าสุด

.....

.....

3. วัสดุใดเป็นวัสดุนำความร้อน และวัสดุใดเป็นฉนวนความร้อน

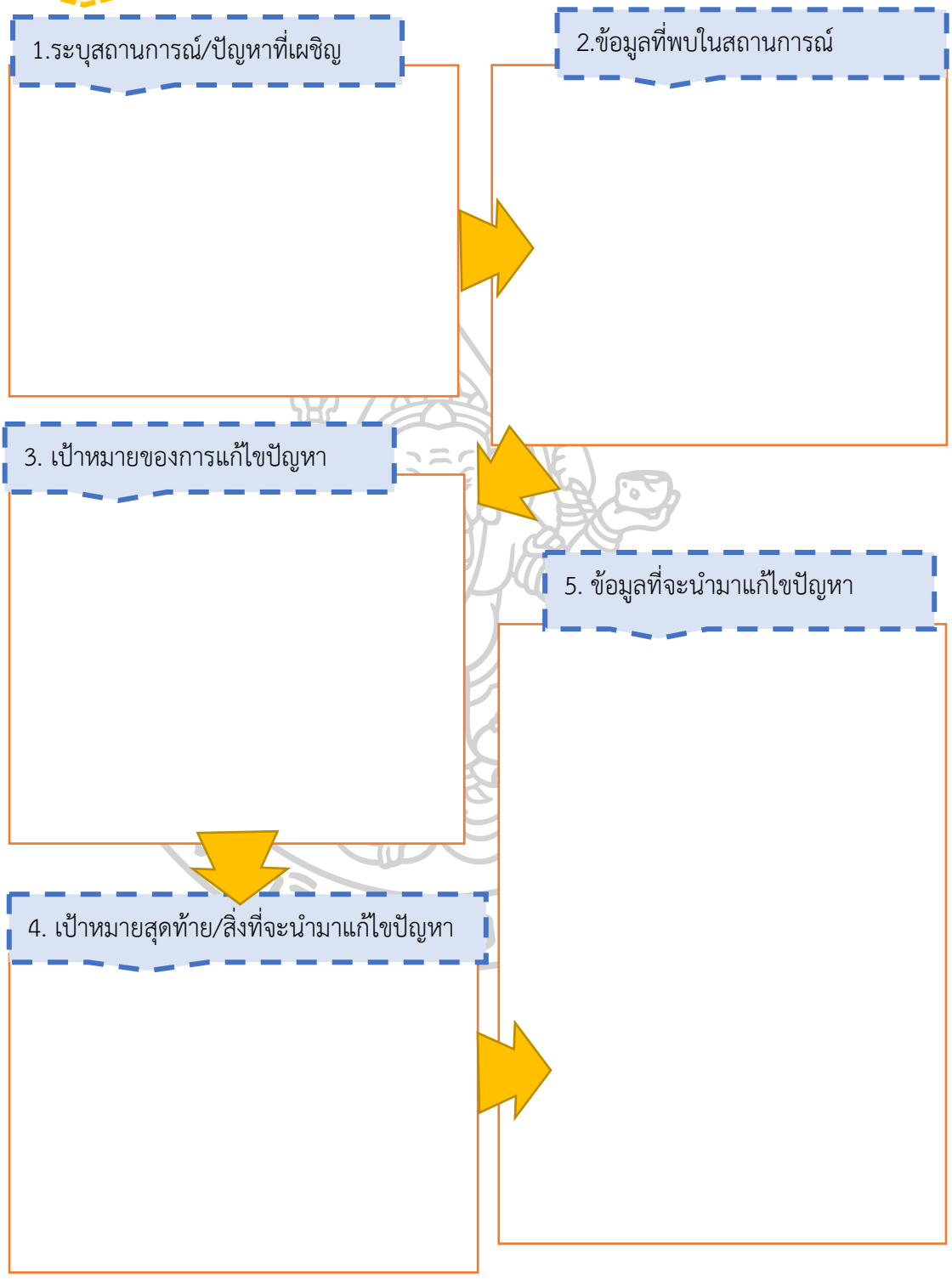
.....

.....

ใบงานที่ 6 Mind Mapping การถ่ายโอนความร้อน

ให้นักเรียนเขียน Mind Mapping การถ่ายโอนความร้อน (การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสี)

การกำหนดปัญหา **กิจกรรมที่ 2 เครื่องตู้อบรักษ์โลก**



กิจกรรมที่ 2 ตู้อบรักษ์โลก

ชื่อผลงาน .....

วัตถุประสงค์

.....

.....

วัสดุ/อุปกรณ์

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทำ/ผลิต

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดสอบ

.....

.....

.....

ผลการทดสอบ

.....

.....

ภาพการออกแบบ

แบบประเมินใบงาน/ชิ้นงาน

เกณฑ์การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
1. เนื้อหา 1) ถูกต้องชัดเจน 2)รายละเอียดครอบคลุม 3)สอดคล้องกับหัวข้อ 4)เขียนสะกดคำถูกต้อง	ปฏิบัติได้ 4 ข้อ	ปฏิบัติได้ 3 ข้อ	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ
2. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย 1) ลายมือสวยงามอ่านง่าย 2) ชิ้นงานสะอาด 3) เขียนเป็นระเบียบเรียบร้อย 4) ส่งภายในเวลาที่กำหนด	ปฏิบัติได้ 4 ข้อ	ปฏิบัติได้ 3 ข้อ	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคะแนน
7 - 8	ดีมาก
5 - 6	ดี
3 - 4	พอใช้
0 - 2	ปรับปรุง

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

1. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

2.บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

.....

.....

.....

2.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

.....

.....

.....

3.ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

4.ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

เรื่อง Gelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1.3 พลังงานความร้อน(ความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร)

จำนวน 4 ชั่วโมง

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 **ภาคเรียนที่ 2**

ผู้สอน นายณัฐพงษ์ เทศทอง **โรงเรียนวัดรางกร่าง**

.....

1. มาตรฐานตัวชี้วัด

ว 2.3 ม.1/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัว หรือการหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

ว 2.3 ม.1/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ว 2.3 ม.1/5 วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

2. สาระสำคัญ

การเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การขยายตัวการหดตัวของสาร เมื่อได้รับความร้อน และสมดุลความร้อน โดยใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล สื่อสารแก้ไขปัญหา การออกแบบทางวิศวกรรมร่วมกับศิลปะในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน การเขียนการพูดสื่อสาร อย่างสร้างสรรค์ มีวิจารณญาณ และคณิตศาสตร์ในการชั่งตวงวัด

3.สาระการเรียนรู้

หลัก STEAM	หลักการบูรณาการแนวคิด STEAM
วิทยาศาสตร์ (Scince)	- ความร้อนทำให้สสารขยายตัวหรือหดตัวได้ เนื่องจากเมื่อสสารได้รับความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้น ทำให้เกิดการขยายตัวแต่เมื่อสสารคายความร้อนจะทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลง ทำให้เกิดการหดตัว - ความรู้เรื่องการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้านต่าง ๆ เช่น การสร้างถนน การสร้างรางรถไฟ การทำเทอร์มอมิเตอร์ - ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะขึ้นอยู่กับมวลและความร้อนแฝงจำเพาะ โดยขณะที่สสารเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ อุณหภูมิจะไม่เปลี่ยนแปลง - เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนจากสสารที่มีอุณหภูมิต่างกันจนเกิดสมดุลความร้อน ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของสสารหนึ่งจะเท่ากับความร้อนที่ลดลงของอีกสสารหนึ่ง ซึ่งเป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน
เทคโนโลยี (Technology)	- เข้าใจเห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหา การทำงาน และอาชีพย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม
วิศวกรรม	การออกแบบทางวิศวกรรม
ศิลปะ (Arts)	- สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการโดยการใช้คู่สีตรงข้ามหลักการจัดขนาด สัดส่วน และความสมดุล - ใช้กระบวนการเขียน เขียนสื่อสาร เขียนเรียงความ ย่อความ และเขียนเรื่องราวในรูปแบบต่างๆ เขียนรายงานข้อมูลสารสนเทศและรายงานการศึกษาค้นคว้าอย่างมีประสิทธิภาพ - สามารถเลือกฟังและดูอย่างมีวิจารณญาณ และพูดแสดงความรู้ ความคิด ความรู้สึกในโอกาสต่างๆ อย่างมีวิจารณญาณ และสร้างสรรค์
คณิตศาสตร์ (Mathematic)	- เข้าใจถึงความหลากหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง - เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด - อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกปัจจัยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสถานะของสสารได้ S,T,M/K
2. นักเรียนสามารถอธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสารได้ S,A/P
3. นักเรียนสามารถสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ Mind Mapping A/A
4. นักเรียนสามมารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ A

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ความสามารถในการคิด

- ทักษะการคิดวิเคราะห์

ความสามารถในการแก้ปัญหา

- แสวงหาความรู้

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ใฝ่เรียนรู้
2. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. ภาระงาน/ชิ้นงาน

ใบงานที่ 7 เรื่อง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร

ใบงานที่ 8 เรื่อง เขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง ไอศกรีม

8. เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้

จุดประสงค์/ภาระชิ้นงาน	วิธีวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือวัดผลและประเมินผล	เกณฑ์การพิจารณา
1. นักเรียนสามารถบอกปัจจัยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและสถานะของสสารได้ S/K 2. นักเรียนสามารถอธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสารได้ S/P - ใบงานที่ 7 เรื่อง ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร	ประเมินใบงาน	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป

8. เครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ (ต่อ 1)

จุดประสงค์/ภาระชิ้นงาน	วิธีวัดผลและประเมินผล	เครื่องมือวัดผลและประเมินผล	เกณฑ์การพิจารณา
3. นักเรียนสามารถสรุปความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ Mind Mapping A/A - ใบงานที่ 8 เรื่อง เขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping	ประเมินใบงาน	แบบประเมินใบงาน	ระดับดีขึ้นไป
4. นักเรียนสามมารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ A - กิจกรรมที่ 3 ไอศครีม	ประเมินชิ้นงาน	แบบประเมินชิ้นงาน	ระดับดีขึ้นไป

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคะแนน
7 - 8	ดีมาก
5 - 6	ดี
3 - 4	พอใช้
0 - 2	ปรับปรุง

9. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (STEAM)

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

1. ครูและนักเรียนร่วมอภิปรายประเด็นต่อไปนี้

1.1 ครูทบทวนบทเรียน เรื่อง แหล่งพลังงานความร้อน การถ่ายโอนความร้อน (S)

1.2 ครูอภิปราย เรื่องความร้อนทำให้สสารในชีวิตประจำวันเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร สสารสามารถยืดและขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนได้หรือไม่ (S)

1.3 เมื่อสสารได้รับความร้อน อุณหภูมิและสถานของสสารเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร

ขั้นที่ 2 ค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. ครูอธิบายสิ่งที่ต้องเรียนในวันนี้ นักเรียนต้องสามารถอธิบายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร การยืด และการขยายตัวของสสาร การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และสถานะของสสาร จากใบความรู้ที่ 3 เรื่องผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร (T)

2. ครูแจกใบงานที่ 7 เรื่องผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร ให้นักเรียนข้อมูลจากทางอินเตอร์เน็ต ห้องสมุด (T)

3. ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 8 เรื่อง เขียนสรุปความรู้ที่ได้เรียนรู้ Mind Mapping โดยเขียนเป็น mind mapping (A)

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา

3.1 การออกแบบ

1. ครูและนักเรียนร่วมอธิปรายผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร

2. ครูอธิบายเพิ่มเติม ความรู้ความร้อนทำให้สสารเกิดการยืด และขยายตัวเนื่องจากอะตอมหรือโมเลกุลเกิดการสั่นสะเทือนเมื่อได้รับความร้อนทำให้สสารเกิดการขยายตัว และจะหดตัวลงเมื่อสสารสูญเสียความร้อนเนื่องจากอะตอมหรือโมเลกุลหยุดการสั่นสะเทือน เป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร เมื่อได้รับความร้อน ของแข็งจะกลายเป็นของเหลว และกลายเป็นแก๊ส ทั้งนี้ยังส่งผลให้อุณหภูมิของสสารเพิ่มขึ้นด้วย

3. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3 เรื่องไอศกรีม

4. นักเรียนออกแบบและผลิตไอศกรีม (E,A,M)

ชั่วโมงที่ 3

3.2 การทดลอง

1. ครูให้นักเรียนทำไอศกรีมที่นักเรียนได้ศึกษาวิธีการและออกแบบไว้แล้ว (A,M)

ชั่วโมงที่ 4

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล

1. นักเรียนทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ไอศกรีมที่นักเรียนออกแบบ และผลิต (สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของไอศครีม

2. นักเรียนประเมินผล และสรุปการประเมินผล

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์

1. ครูให้นักเรียนนำเสนอผลลัพธ์ จากการออกแบบและผลิตไอศกรีม

2. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ หลักการ และวิธีการ ที่ส่งผลต่อผลิตภัณฑ์

3. สรุปผลและแนวทางการแก้ปัญหา

10. สื่อ/ แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 3 เรื่องผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร

2. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.1

3. อินเอตร์เน็ต

11. เครื่องงมือวัดผลการเรียนรู้

1. วิธีวัดและประเมินผล

    1.1 ประเมินใบงาน

2. เครื่องมือวัดและประเมิน

    2.1 แบบประเมินใบงาน

3. เกณฑ์การประเมิน

    3.1 ระดับคะแนน 7 - 8 ผ่านเกณฑ์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ใบความรู้ที่ 3

ผลความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร

ความร้อนส่งผลอย่างไรต่อสสาร?

ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร เนื่องจากพลังงานความร้อนเกิดการถ่ายโอนจากสสารหนึ่งไปยังสสารหนึ่งทำให้สสารได้รับหรือสูญเสียความร้อนทำให้ความร้อนเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น ขยายตัวและการหดตัว การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเปลี่ยนสถานะของสสาร

ผลของความร้อนต่อการขยายตัวและการหดตัวของสสาร

ความร้อนทำให้สสารขยายตัว เช่น แอลกอฮอล์ในเทอร์มอมิเตอร์ เมื่อได้รับความร้อนอนุภาคของแอลกอฮอล์จะขยายตัวออกจากกัน ทำให้ปริมาณของแอลกอฮอล์เพิ่มมากขึ้น บอลลูน การขยายตัวของของอากาศภายในบอลลูนเมื่อให้ความร้อนแก่อากาศภายในบอลลูน อากาศภายในบอลลูนเกิดการขยายตัวเพิ่มขึ้นทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น แต่มวลของอากาศภายในบอลลูนน้อยกว่ามวลอากาศภายนอกบอลลูนทำให้บอลลูนสามารถลอยขึ้นได้ การขยายตัวของเหล็กรางรถไฟจะทำให้เกิดการโค้งงอของรางรถไฟ จึงได้มีการเว้นช่องว่างเพื่อลดการโค้งงอของรางรถไฟซึ่งเกิดจากการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

บอลลูนเมื่อได้รับความร้อนอากาศเกิดการขยายตัว ทำให้ปริมาตรภายในบอลลูนเพิ่มขึ้น แต่มวลน้อยลง

เมื่อได้รับความร้อนแอลกอฮอล์จะขยายตัวทำให้ปริมาตรเพิ่มขึ้น

การเว้นช่องว่างระหว่างท่อนรางรถไฟเพื่อป้องกันการโค้งงอของรางรถไฟ

ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร

เมื่อสสารได้รับความร้อนสามารถทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ปัจจัยที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจะขึ้นอยู่กับมวล และความร้อนแฝงจำเพาะ เราสามารถคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเกิดการเปลี่ยนแปลอุณหภูมิไป จากสมการ $Q = mc\Delta t$

เครื่องทำความร้อน

เครื่องทำความเย็น

ตู้เย็น

ผลของความร้อนที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

เมื่อสสารได้รับความร้อนอนุภาค ของอะตอมหรือโมเลกุลของสสารเกิดการสั้นสะเทือน ทำให้อนุภาคอยู่ห่างจากกันสสารเกิดการหลอมเหลว จากของแข็งกลายเป็นของเหลว จากของเหลวกลายเป็นแก๊ส และหากสูญเสียความร้อนจะควบแน่น เป็นของแข็ง ซึ่งสามารถคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงสถานะได้ จากสมการ $Q = ml$

ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะของน้ำ

รถจักรไอน้ำ เปลี่ยนน้ำให้กลายเป็นแก๊ส

การหล่อโลหะเป็นการเปลี่ยนสถานะของของแข็งเป็นของเหลว

ไอศกรีม เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นของแข็ง

สมดุลความร้อน

เมื่อนำน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า น้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะมีอุณหภูมิลดลง ส่วนน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปน้ำที่ผสมกันจะมีอุณหภูมิคงที่ ซึ่งเป็นอุณหภูมิสุดท้ายของน้ำ สสารอื่นก็เช่นเดียวกัน โดยความร้อนจะถ่ายโอนจากบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า สสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะสูญเสียความร้อนทำให้อุณหภูมิของสสารลดลง ความร้อนที่สูญเสียไปจะถ่ายโอนไปยังสสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า และทำให้สสารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเพิ่มขึ้น จนกระทั่งสสารมีอุณหภูมิเท่ากัน คำนวณได้จาก สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$

น้ำแข็งในน้ำ ที่อุณหภูมิต่างกันตั้งทิ้งไวจนอุณหภูมิน้ำแข็งและน้ำมีอุณหภูมิเท่ากัน

ไอศกรีม Gelato

Gelato เมื่อข้ามขอบฟ้ากันไปถึงฝั่งยุโรป เราจะสามารถพบเจอร้านไอศกรีมเจลาโต้ได้เป็นจำนวนมาก เพราะต้นกำเนิดของไอศกรีมประเภทนี้ มาจากประเทศอิตาลี ซึ่งในภาษาอิตาลี “เจลาโต้” แปลว่า ไอศกรีมนั่นเอง และ จุดเด่นของไอศกรีมประเภทนี้ก็คือ จะใช้นมเป็นส่วนผสมหลักประมาณ 60 % มาปั่นรวมกับส่วนผสมอื่น ๆ อย่าง ครีม , น้ำตาล และ เพิ่มรสชาติลงไปด้วยผลไม้ชนิดต่าง ๆ หรือ อาจใช้เมล็ดพืชบดจนกลายเป็นส่วนผสมของเนื้อไอศกรีม เช่น เมล็ดกาแฟ จากนั้นจึงนำไปปั่นช้าๆ เพื่อลดปริมาณอากาศในตัวไอศกรีม และ นี่คือเหตุผลว่าทำไมไอศกรีมประเภทนี้ถึงได้มีเนื้อที่แน่น และ รสชาติที่เข้มข้นมาก

วิธีการประยุกต์ทำเจลาโต้ในสูตรของตัวเอง

ส่วนประกอบ นม วิปปิ้งครีม น้ำตาล สารให้ความคงตัว ไข่แดง โกโก้

วิธีการทำ

1. นำส่วนผสมทั้งหมดที่เราเตรียมไว้มาจำแนกออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นของเข็ง และส่วนที่เป็นของเหลว

2.ส่วนที่เป็นของแข็งเราจำเป็นต้องตวงให้ได้สัดส่วนที่เหมาะสมซึ่งไม่มีสูตรตายตัว โดยสามารถใส่ได้ตามความชอบและตามปริมาณของผลลัพธ์ที่ต้องการ

3. ในส่วนที่เป็นของเหลวให้นำไปต้มด้วยไฟอุณหภูมิ 85 องศา

4. เมื่อได้อุณภูมินี้ ก็ใส่สารให้ความคงตัวและส่วนผสมที่ตรียมไว้ ไส่ไข่แดง ลงไป และตีให้เข้ากัน

5. จากนั้นจึงนำเข้าเครื่อง Bravo Gelmatic Batch Freezer เพื่อทำให้เย็นโดยเร็วที่สุดซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่าการพาสเจอร์ไรซ์จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ คือการทำเย็นลงโดยเร็ว

6. ทิ้งไว้อย่างน้อย 3-4 ชั่วโมง ท่านก็จะได้เนื้อไอศกรีมที่แสนอร่อย

ใบงานที่ 7 **ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร**

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. ผลของความร้อนทำให้สสารเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

2. ปัจจัยที่ทำให้สสารเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

3. ปัจจัยใดบ้างที่ทำให้สสารเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ

.....

.....

.....

.....

4. ความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรอย่างไร

.....

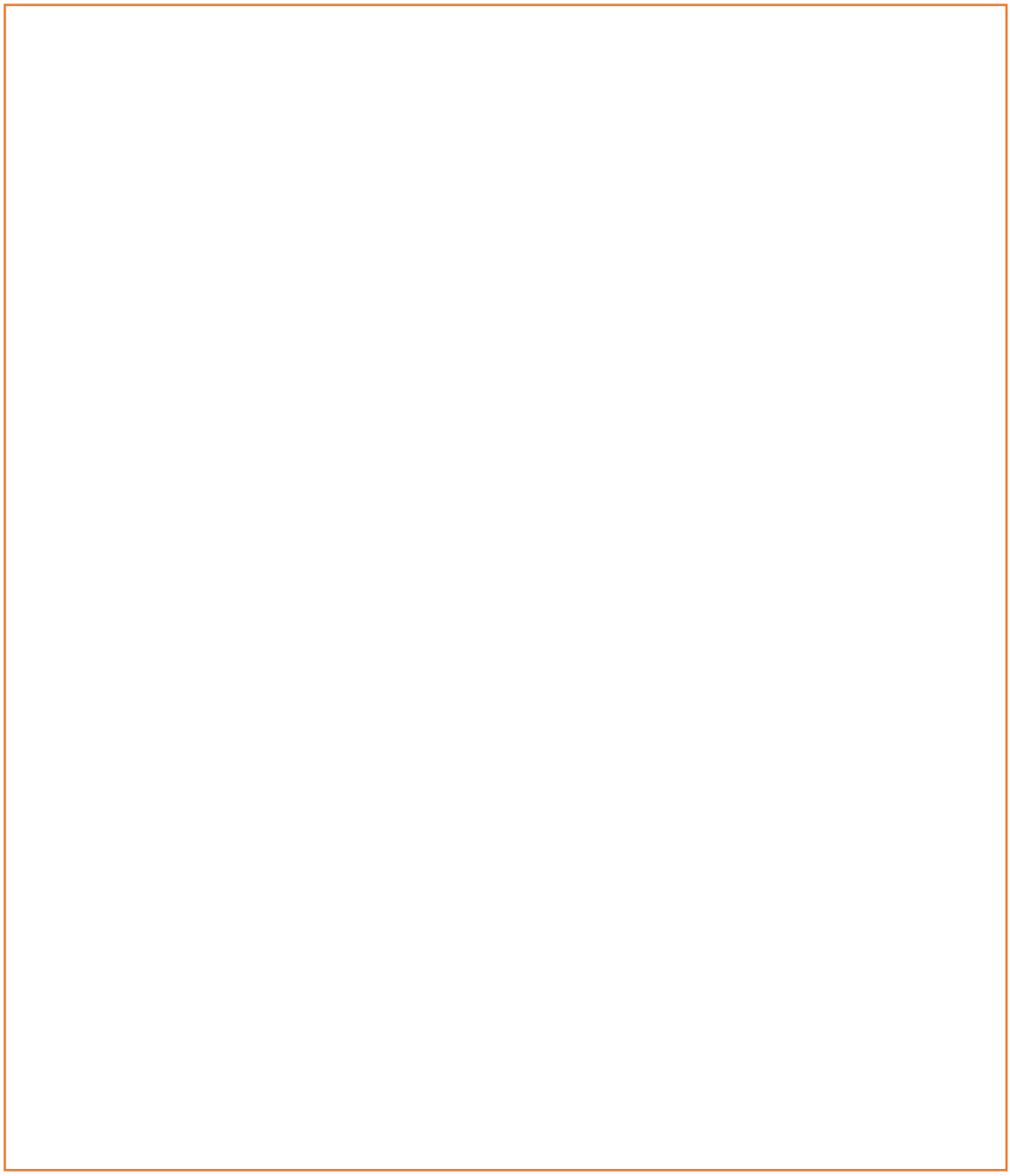
.....

.....

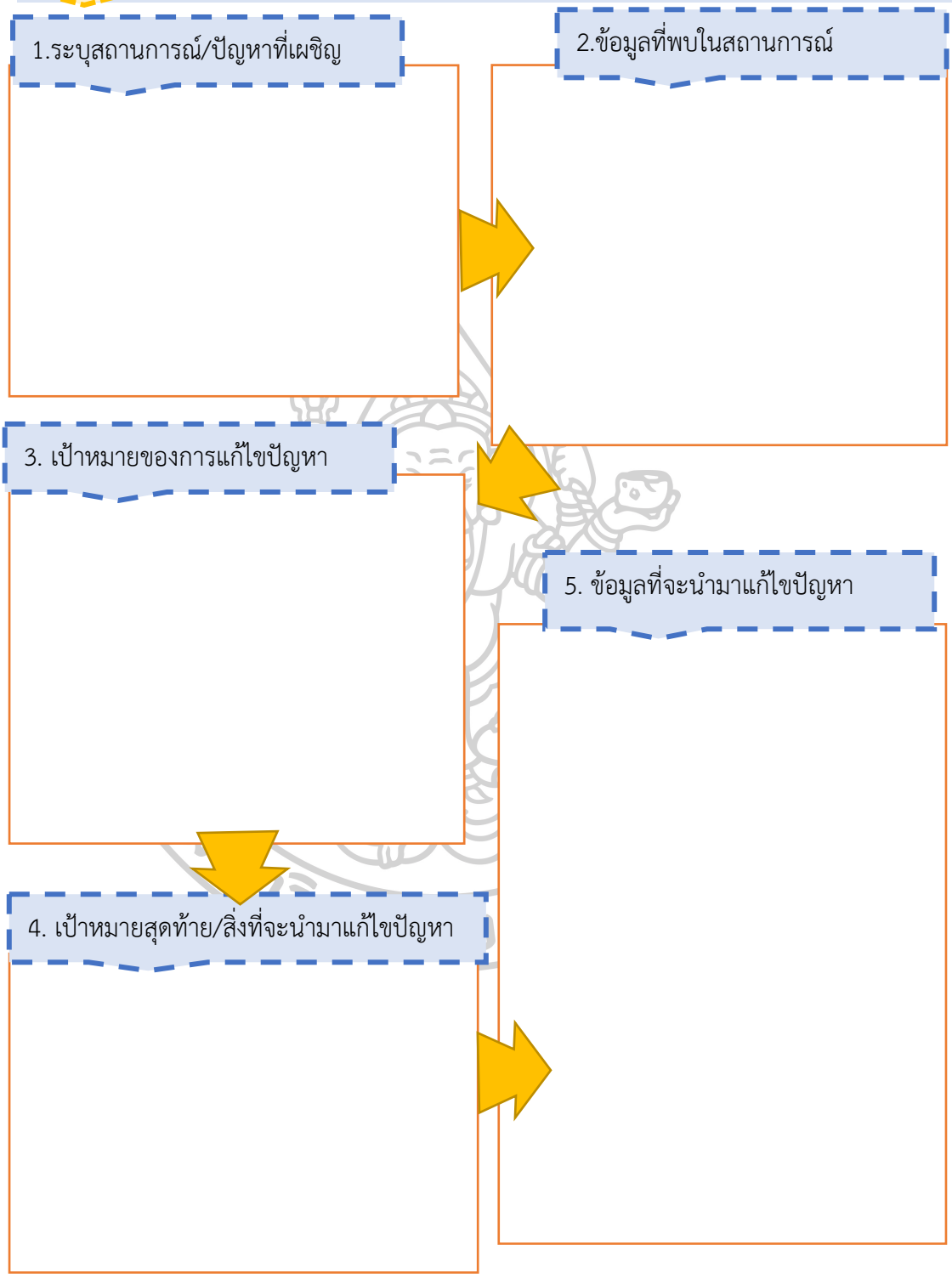
.....

ใบงานที่ 8 **Mind Mapping ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร**

ให้นักเรียนเขียน Mind Mapping ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร การขยายและการหดตัวของสสาร การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร



การกำหนดปัญหา **กิจกรรมที่ 3 Gelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีม**



กิจกรรมที่ 2 ตู้อบรักษ์โลก

ชื่อผลงาน .....

วัตถุประสงค์

.....

.....

วัสดุ/อุปกรณ์

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทำ/ผลิต

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทดสอบ

.....

.....

.....

ผลการทดสอบ

.....

.....

ภาพการออกแบบ

แบบประเมินใบงาน/ชิ้นงาน

เกณฑ์การประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
1. เนื้อหา 1) ถูกต้องชัดเจน 2)รายละเอียดครอบคลุม 3)สอดคล้องกับหัวข้อ 4)เขียนสะกดคำถูกต้อง	ปฏิบัติได้ 4 ข้อ	ปฏิบัติได้ 3 ข้อ	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ
2. ความเป็นระเบียบเรียบร้อย 1) ลายมือสวยงามอ่านง่าย 2) ชิ้นงานสะอาด 3) เขียนเป็นระเบียบเรียบร้อย 4) ส่งภายในเวลาที่กำหนด	ปฏิบัติได้ 4 ข้อ	ปฏิบัติได้ 3 ข้อ	ปฏิบัติได้ 2 ข้อ	ปฏิบัติได้ 1 ข้อ

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคะแนน
7 - 8	ดีมาก
5 - 6	ดี
3 - 4	พอใช้
0 - 2	ปรับปรุง

บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

1. กิจกรรมเสนอแนะ

.....

.....

.....

2.บันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ (P)

.....

.....

.....

2.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

.....

.....

.....

3.ปัญหา/อุปสรรค/แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

4.ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พลังงานความร้อน

อุณหภูมิและการวัดอุณหภูมิ

1. จากตาราง A และ B คือหน่วยวัดอุณหภูมิใดตามลำดับ (การจำ)

หน่วยวัด	จุดเยือกแข็ง	จุดเดือด
A	32	212
B	0	100

ก. องศาเซลเซียส และเคลวิน

ข. องศาฟาเรนไฮต์ และองศาเซลเซียส

ค. เคลวิน และองศาฟาเรนไฮต์

ง. องศาเซลเซียส และโรเมอร์

2. เมื่อวัดอุณหภูมิห้องได้ 35 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับกี่องศาฟาเรนไฮต์ (การเข้าใจ)

ก. 95 องศาฟาเรนไฮต์

ข. 95.5 องศาฟาเรนไฮต์

ค. 105 องศาฟาเรนไฮต์

ง. 105.5 องศาฟาเรนไฮต์

3. น้ำมวล 100 กรัม ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 30 องศาเซลเซียสจะต้องใช้ความร้อนกี่จูล

(ความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าเท่ากับ 4,186 J/kg·K) (การเข้าใจ)

ก. 2,175 จูล

ข. 3,175 จูล

ค. 4,186 จูล

ง. 5,186 จูล

4. หน่วยวัดในข้อใดต่อไปนี้แสดงความสัมพันธ์ได้ถูกต้อง (การจำ)

ก. เคลวิน - ระบบเอสไอ

ข. องศาเซลเซียส – ระบบเอสไอ

ค. องศาเซลเซียส – ระบบอังกฤษ

ง. องศาฟาเรนไฮต์ระบบ – ระบบเมตริก

5. น้ำมีจุดเยือกแข็งที่อุณกี่องศาฟาเรนไฮต์ (การจำ)

ก. 0 F

ข. 32 F

ค. 80 F

ง. 273 F

6. กาแฟในแก้วอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จะมรอุณหภูมิเท่ากับกี่องศาฟาเรนไฮต์ (การเข้าใจ)

ก. 95 F

ข. 96 F

ค. 97 F

ง. 98 F

7. ข้อใดไม่ได้เป็นผลมาจากความร้อน (การเข้าใจ)

ก. การเกิดพายุ

ข. การเกิดเมฆ

ค. การผลิตไฟฟ้าจากน้ำในเขื่อน

ง. การผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

8. ข้อใดอธิบายความหมายของอุณหภูมิได้ถูกต้อง (การจำ)

ก. ระดับความเย็นที่ปรากฏในวัตถุนั้น ๆ

ข. ระดับความร้อนที่ปรากฏในวัตถุนั้น ๆ

ค. ปริมาณอากาศเย็นที่ปรากฏในวัตถุนั้น ๆ

ง. ปริมาณอากาศร้อนที่ปรากฏในวัตถุนั้น ๆ

9. เทอร์มอมิเตอร์วัดอุณหภูมิของสารได้ 20 องศาเซลเซียส ถ้าเปลี่ยนมาใช้เทอร์มอมิเตอร์ดิจิทัลจะวัดได้เท่าใดในหน่วยเคลวิน (การเข้าใจ

ก. 0 เคลวิน

ข. 273 เคลวิน

ค. 293 เคลวิน

ง. 303 เคลวิน

10. หน่วยวัดอุณหภูมิในระบบเอสไอคือข้อใด

ก. เคลวิน

ข. องศาโรเมอร์

ค. องศาเซลเซียส

ง. องศาฟาเรนไฮต์

11.ข้อใดแสดงถึงการใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะที่ถูกต้อง (การจำ)

ก. ถือเทอร์มอมิเตอร์ในแนวเฉียงขณะวัดอุณหภูมิของสาร

ข. ถือเทอร์มอมิเตอร์ให้สัมผัสกับภาชนะใส่สารที่ต้องการวัด

ค. อ่านอุณหภูมิโดยใช้สายตาอยู่ระดับเดียวกับกระเปาะ

ง. อ่านค่าอุณหภูมิโดยใช้สายตาอยู่ระดับเดียวกับผิวของเหลวในหลอดแก้ว

12. น้ำมีจุดเดือดอยู่ที่กี่องศาเซลเซียส (การจำ)

ก. 80 องศาเซลเซียส

ข. 100 องศาเซลเซียส

ค. 273 องศาเซลเซียส

ง. 293 องศาเซลเซียส

13. เจนใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะวัดอุณหภูมิของน้ำในบีกเกอร์ โดยถือเทอร์มอมิเตอร์ในแนวตั้งให้ปลายกระเปาะสัมผัสกับบีกเกอร์ และอ่านอุณหภูมิโดยใช้สายตา อยู่ในระดับเดียวกับของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์ เจนวัดอุณหภูมิได้ถูกต้องหรือไม่ อย่างไร (การเข้าใจ)

ก. ถูกต้อง เพราะถือเทอร์มอมิเตอร์ในแนวตั้ง

ข. ไม่ถูกต้อง เพราะปลายกระเปาะสัมผัสกับบีกเกอร์

ค. ถูกต้อง เพราะใช้เทอร์มอมิเตอร์แบบกระเปาะวัดอุณหภูมิของน้ำ

ง. ไม่ถูกต้อง เพราะสายตาอยู่ในระดับเดียวกับระดับผิวของเหลวในเทอร์มอมิเตอร์

การถ่ายโอนความร้อน

14. การใช้หม้อต้มน้ำบนเตาแก๊ส เกิดกระบวนการถ่ายโอนความร้อนแบบใดบ้าง (การเข้าใจ)

ก. การนำความร้อน และการพาความร้อน

ข. การนำความร้อน และการแผ่รังสี

ค. การแผ่รังสี และการพาความร้อน

ง. การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสี

15. ข้อใดเป็นสสารที่นำความร้อนทั้งหมด (การเข้าใจ)

ก. ทองแดง อลูมิเนียม ไม้

ข. ช้อนโลหะ ยาง สังกะสี

ค. อลูมิเนียม ทองเหลือง ลวด

ง. พลาสติก ยาง แก้ว

16. ข้อใดเป็นฉนวนความร้อนทั้งหมด (การเข้าใจ)

ก. ยาง พลาสติก ไม้

ข. โลหะ เงิน ทองแดง

ค. ช้อนโลหะ อลูมิเนียม แก้ว

ง. แก้ว พลาสติก เงิน

17. หม้อหุงต้มมักหุ้มด้วยพลาสติกเพื่อจุดประสงค์ใด (การวิเคราะห์)

ก. เพื่อความสวยงาม

ข. เพื่อสะดวกสบายในการใช้งาน

ค. ป้องกันการพาความร้อนมาสู่มือ

ง. ป้องกันการนำความร้อนมาสู่มือ

18. ความร้อนจากดวงอาทิตย์เป็นการถ่ายโอนพลังงานความร้อนด้วยวิธีใด (การจำ)

ก. การแผ่รังสีความร้อน

ข. การพาความร้อน

ค. การนำความร้อน

ง. การนำความร้อน และการพาความร้อน

19. ข้อใดเกิดจากการพาความร้อน (การวิเคราะห์)

ก. ความร้อนจากดวงอาทิตย์สู่ผิวโลก

ข. การนำแท่งเหล็กยื่นเข้าเปลวไฟ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ค. เมื่อเอามือเข้าใกล้หลอดไฟฟ้าจะรู้สึกร้อน

ง. ลมบก ลมทะเล

20. ข้อใดเป็นการนำความร้อน (การเข้าใจ)

ก. รังสีจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังผิวโลก

ข. เตาไมโครเวฟที่ปล่อยคลื่นไมโครเวฟไปยังอาหารเพื่อให้อาหารสุก

ค. อากาศร้อนลอยตัวสูงขึ้นแล้วอากาศเย็นบริเวณข้างเคียงไหลมาแทนที่

ง. ความร้อนจากเตาแก๊สผ่านหม้ออาหารแล้วถ่ายโอนไปยังอาหารในหม้อ

21.ข้อใดเป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางทั้งหมด (การจำ)

ก. การนำความร้อน การพาความร้อน

ข. การนำความร้อน การแผ่รังสี

ค. การพาความร้อน การแผ่รังสี

ง. การนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

22. โมเลกุลของแก๊สเมื่อได้รับความร้อนจะลอยตัวสูงขึ้น สอดคล้องกับการถ่ายโอนความร้อนประเภทใด (การเข้าใจ)

ก. การนำความร้อน

ข. การพาความร้อน

ค. การแผ่รังสีความร้อน

ง. การนำความร้อน และการพาความร้อน

23. ข้อใดกล่าวถึงวัสดุนำความร้อนได้ถูกต้อง (การเข้าใจ)

ก. ไม้เป็นตัวนำความร้อนที่ดี

ข. เหล็กนำความร้อนได้ดีกว่าแก้ว

ค. อลูมิเนียมเป็นตัวนำความร้อนที่ไม่ดี

ง. ทองแดงนำความร้อนได้น้อยกว่าแก้ว

24. ข้อใดส่งผลต่อการแผ่รังสีความร้อนมากที่สุด

ก. ตัวกลางที่เป็นแก๊ส

ข. ตัวกลางเป็นของแข็ง

ค. ตัวกลางเป็นของเหลว

ง. แหล่งกำเนิดพลังงานความร้อน

25. วัสดุที่มีความเหมาะสมต่อการเก็บความร้อนของอาหาร (การประยุกต์ใช้)

ก. วัสดุสีขาว

ข. วัสดุสีเข้ม

ค. วัสดุที่มีลวดลาย

ง. วัสดุที่มีผิวขรุขระ

26. เธียนหุงข้าวสวย แล้วตักข้าวใส่จาน และพบว่าข้าวยังคงร้อนอยู่ เธียนควรทำอย่างไรเพื่อให้ข้าวมีอุณหภูมิต่ำลงเร็วขึ้น (การประยุกต์ใช้)

ก. ปั้นข้าวให้เป็นก้อนขนาดใหญ่

ข. ห่อข้าวด้วยพลาสติกผิวเรียบมันวาว

ค. เกลี่ยให้ข้าวมีลักษณะแบนกว้าง

ง. นำข้าวใส่ตู้กระจกแล้วนำไปตากแดด

27. เหตุใดการนั่งรอบกองไฟจึงรู้สึกร้อน (การเข้าใจ)

1. ฟืนนำความร้อน

2. เปลวไฟมีการแผ่รังสีความร้อน

3. อากาศรอบกองไฟมีการพาความร้อน

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 2 และ 3

ค. ข้อ 1 และ 3

ง. ข้อ 1 , 2 และ 3

ผลของความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงของสสาร

28. ข้อใดต่อไปนี้อาศัยหลักการขยายตัวของวัตถุเมื่อได้รับความร้อน (การวิเคราะห์)

ก. การใส่เสื้อสีอ่อน

ข. การใช้พลาสติกหุ้มด้ามภาชนะ

ค. การเว้นรอยต่อบนถนนคอนกรีต

ง. การมุงหลังคาด้วยกระเบื้องสีอ่อน

29. เรียงลำดับสสารที่ขยายตัวได้ดีเมื่อได้รับความร้อนจากมากไปน้อย (การเข้าใจ)

ก. แก๊ส ของเหลว ของแข็ง

ข. ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ค. ของแข็ง แก๊ส ของเหลว

ง. ของเหลว ของแข็ง แก๊ส

30. เพราะเหตุใดการวางรางรถไฟจะต้องมีการเว้นช่องว่างระหว่างท่อนรางรถไฟ (การวิเคราะห์)

ก. เพื่อสะดวกในการก่อสร้าง

ข. เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการวางราง

ค. เพื่อลดแรงเสียดทานขณะที่รถไฟวิ่งผ่าน

ง. เพื่อให้มีพื้นที่สำหรับการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน

31. ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนสถานะขึ้นอยู่กับปัจจัยในข้อใด (การจำ)

ก. เวลา

ข. อุณหภูมิ

ค. ความร้อนจำเพาะ

ง. ความร้อนแฝงจำเพาะ

32. นำน้ำแข็งใส่ลงในแก้วที่มีน้ำ เมื่อเวลาผ่านไปน้ำแข็งละลายจนหมด และมีอุณหภูมิผสมเท่ากัน จากเหตุการณ์นี้เกี่ยวข้องกับหลักการใด (ความเข้าใจ)

ก. สมดุลความร้อน

ข. การนำความร้อน

ค. การพาความร้อน

ง. การแผ่รังสีความร้อน

33. สมดุลความร้อนหมายถึงข้อใด (ความรู้ความจำ)

ก. สาร 2 ชนิดมีมวลเท่ากัน มีพลังงานความร้อนเท่ากัน

ข. สาร 2 ชนิดถ่ายโอนพลังงานความร้อนจนมีอุณหภูมิเท่ากัน

ค. สาร 2 ชนิดถ่ายเทพลังงานจากสารที่มีมวลมากไปยังสารที่มีมวลน้อย

ง. สาร 2 ชนิดถ่ายเทพลังงานจากสารที่มีมวลน้อยไปยังสารที่มีมวลมาก

34. ปัจจัยในข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ก. มวล

ข. ความร้อนจำเพาะของสาร

ค. อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป

ง. ความร้อนแฝงจำเพาะของสาร

35.วางกาแฟร้อนไว้สักพักหนึ่ง พบว่า กาแฟมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง จากข้อความข้างต้นเกี่ยวข้องกับข้อใดมากที่สุด

ก. สมดุลความร้อน

ข. การนำความร้อน

ค. การแผ่รังสีความร้อน

ง. การดูดกลืนความร้อน

36. ถ้าให้ความร้อนแก่น้ำแข็ง 30 กรัม ที่ 0 องศาเซลเซียส จนหลอมเหลวเป็นน้ำ 25 องศาเซลเซียส จะต้องใช้ปริมาณความร้อนเท่าไร (กำหนดให้ ความร้อนแฝงจำเพาะของการหลอมเหลวของน้ำแข็งเท่ากับ 80 แคลอรี/กรัม ความร้อนจำเพาะของน้ำเท่ากับ 1 แคลอรี/กรัม . องศาเซลเซียส) (การเข้าใจ)

ก. 2.05 kcal

ข. 2.55 kcal

ค. 3.15 kcal

ง. 3.55 kcal

37. ข้อใดที่มีการขยายตัวเชิงปริมาตรทั้งหมด (การเข้าใจ)

ก. ลวด ฝาขวด

ข. ฝาขวด ลูกตุ้ม

ค. ลวด ของเหลว

ง. ของเหลว แก๊ส

38. ข้อใดสามารถขยายตัวได้มากที่สุดหากได้รับความร้อนเท่ากัน (การเข้าใจ)

ก. น้ำดื่ม

ข. อากาศ

ค. สายไฟ

ง. ท่อนรางรถไฟ

39.การสร้างตัวควบคุมอุณหภูมิในเครื่องใช้ไฟฟ้ามีลักษณะอย่างไร (การวิเคราะห์)

ก. ใช้โลหะชนิดเดียวกันมาต่อวงจรไปฟ้า

ข. ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนต่างขนิดกันมาประกบกัน

ค. ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนชนิดเดียวกันมาต่อกับวงจรไฟฟ้า

ง. ใช้โลหะที่ขยายตัวได้ต่างกันเมื่อได้รับความร้อนเท่ากันมาประกบกัน

40. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสมดุลความร้อน (การเข้าใจ)

ก. อุณหภูมิคงที่ของวัตถุแต่ละชนิด

ข. อุณหภูมิของวัตถุ 2 ชนิดที่เท่ากันมาสัมผัสกัน

ค. อุณหภูมิที่แสดงว่าวัตถุสามารถรับพลังงานความร้อนได้มากน้อยเท่าใด

ง. วัตถุ 2 ชนิด มีอุณหภูมิต่างกันมาสัมผัสกัน จนกระทั่งอุณหภูมิทั้งสองของสารเท่ากัน

แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1

รายการประเมิน	สรุปผล
1. ทักษะการเชื่อมโยงความคิด	
1.1 นักเรียนสามารถบอกองค์ความรู้ที่นำความใช้ในการทำผลงานตามแนวคิด STEAM ได้ครบ 5 องค์ความรู้	
- วิทยาศาสตร์ (science)	
- เทคโนโลยี (Technology)	
- วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	
- ศิลปะ (Arts)	
- คณิตศาสตร์ (Methematics)	
2.ทักษะการตั้งคำถาม	
2.1 นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถามเพื่อการเปรียบเทียบ	
2.2 นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถามเพื่อการหาเหตุผล	
2.3 นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถามเพื่อความคิดริเริ่ม	
2.4 นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถามเพื่อการค้นพบ โดยใช้คำถามและการตอบเป็นแนวทาง	
3. ทักษะการสังเกต	
3.1 การสังเกตเชิงคุณภาพ รูป เสียง กลิ่น รส สัมผัส	
3.2 เชิงปริมาณ เช่น ขนาด ความยาว ความสูง โดยมีการกะประมาณ หรือใช้หน่วยวัดที่มีมาตรฐาน	
3.3 นักเรียนบอกถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกต/ทดลอง วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง สถานะ การให้ความร้อน	
4. ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์	
4.1 นักเรียนใช้ภาษาสื่อสารได้เหมาะสมกับกาลเทศะ	
4.2 นักเรียนสามารถสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มได้	
4.3 นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์	
4.4 นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันได้	

แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (ต่อ 1)

5. ทักษะการทดลอง	
5.1 นักเรียนสามารถระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน	
5.2 นักเรียนสามารถรวบรวมข้อมูล	
5.3 นักเรียนสามารถทดลองพิสูจน์	
5.4 นักเรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูล	
5.5 นักเรียนสามารถและสรุปผลการทดลองได้	

เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม
3.50 – 4.00	ระดับดีมาก
2.50 – 3.49	ระดับดี
1.50 – 2.49	ระดับพอใช้
1.00 – 1.49	ระดับปรับปรุง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	**ดี(3)**	**พอใช้(2)**	**ควรปรับปรุง(1)**
ทักษะการเชื่อมโยงความคิด	นักเรียนสามารถบอกองค์ความรู้ที่นำความใช้ในการทำผลงานตามแนวคิด STEAM ได้ครบ 5 องค์ความรู้	สามารถบอกองค์ความรู้ที่นำมาใช้ในการทำผลงานตามแนวคิด STEAM ได้เพียง 4 องค์ความรู้	สามารถบอกองค์ความรู้ที่นำมาใช้ในการทำผลงานตามแนวคิด STEAM ได้เพียง 3 องค์ความรู้	สามารถบอกองค์ความรู้ที่นำมาใช้ในการทำผลงานตามแนวคิด STEAM ได้น้อย 2 องค์ความรู้
ทักษะการตั้งคำถาม	นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติตั้งคำถาม 1) เพื่อการเปรียบเทียบ 2) เพื่อการหาเหตุผล 3) เพื่อความคิดริเริ่ม 4) เพื่อการค้นพบ โดยใช้คำถามและการตอบเป็นแนวทาง	นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 3 ข้อ	นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 2 ข้อ	นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ
ทักษะการสังเกต	นักเรียนมีพฤติกรรม/ปฏิบัติโดยใช้ประสาทสัมผัส ทั้ง 5 ในการสังเกต 1) การสังเกตเชิงคุณภาพ รูป เสียง กลิ่น รส สัมผัส 2) เชิงปริมาณ เช่น ขนาด ความยาว ความสูง โดยมีการกะประมาณ หรือใช้หน่วยวัดที่มีมาตรฐาน 3)นักเรียนบอกถึงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งที่สังเกต/ทดลอง วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง สถานะ การให้ความร้อน	นักเรียนพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 2 ข้อ	นักเรียนพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ	นักเรียนไม่สามารถระบุสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้

แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม (ต่อ 1)

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี(3)	พอใช้(2)	ควรปรับปรุง(1)
ทักษะการมีปฏิสัมพันธ์	1)นักเรียนใช้ภาษาสื่อสารได้เหมาะสมกับกาลเทศะ 2) นักเรียนสามารถสื่อสารกับเพื่อนในกลุ่มได้ 3) นักเรียนสามารถนำเสนอแนวคิดที่เป็นประโยชน์ 4) นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันได้	นักเรียนพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 3 ข้อ	นักเรียนพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 2 ข้อ	นักเรียนพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 1 ข้อ
ทักษะการทดลอง	นักเรียนสามารถ 1) ระบุปัญหา ตั้งสมมติฐาน 2) รวบรวมข้อมูล 3) ทดลองพิสูจน์ 4) วิเคราะห์ข้อมูล 5) สรุปผลการทดลองได้	นักเรียนพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 4 ข้อ	นักเรียนพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 3 ข้อ	นักเรียนพฤติกรรม/ปฏิบัติ ได้ 2 ข้อ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบประเมินเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ที่คำชี้แจง 1. แบบสอบถามนี้วัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2. ให้นักเรียนพิจารณาข้อความในแต่ละข้อที่ตรงกับความรูสึก และความคิดเห็นของนักเรียนมา โดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องว่าง

5 ระดับมากที่สุด หมายถึง ตรงกับความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

4 ระดับมาก หมายถึง ตรงกับความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนมาก

3 เห็นด้วยระดับปานกลาง หมายถึง ตรงกับความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนปานกลาง

2 เห็นด้วยระดับน้อย หมายถึง ตรงกับความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนน้อย

1 เห็นด้วยระดับน้อยที่สุด หมายถึง ตรงกับความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนน้อยที่สุด

รายการ	5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
1. นักเรียนมีความชอบและสนใจเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
1.1 นักเรียนชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
1.2 นักเรียนเรียนวิทยาศาสตร์อย่างมีความสุข					
1.3 นักเรียนอยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์					
2. นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์					
2.1 นักเรียนมีความตระหนักถึงความสำคัญและประโยชน์ของวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต					
2.2 การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม					
2.3 นักเรียนยอมรับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้					
3. การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน					
3.1 วิทยาศาสตร์สามารถแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้					
3.2 วิทยาศาสตร์สร้างคนให้มีกระบวนการคิดที่มีเหตุผล					
3.3 วิทยาศาสตร์ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินเจตคติต่อวิทยาศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมินความพึงพอใจ
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย
0 – 1.49	น้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยศิลปากร

แบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง การใช้แบบประเมินความพึงพอใจนต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

1. แบบประเมินนี้ใช้ประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM
2. ผู้ประเมิน คือ นักเรียนชั้นมัธยมปีที 1

.....

1. ข้อมูลทั่วไป

โปรดอ่านและทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด

5 ระดับมากที่สุด หมายถึง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในระดับมากที่สุด

4 ระดับมาก หมายถึง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในระดับมาก

3 ระดับปานกลาง หมายถึง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในระดับปานกลาง

2 ระดับน้อย หมายถึง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในระดับน้อย

1 ระดับน้อยที่สุด หมายถึง ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในระดับน้อยที่สุด

2. แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM

รายการปะรเมิน	5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
1. เนื้อหาสาระตามแนวคิด STEAM					
1.1 นักเรียนสามารถบูรณาสาระวิชาวิทยาศาสตร์รวมกับสาระวิชาอื่นได้					
1.2 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น					
1.3 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้สาระวิชาต่างได้					
1.4 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์					

แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM (ต่อ 1)

รายการปะรเมิน	5 (มากที่สุด)	4 (มาก)	3 (ปานกลาง)	2 (น้อย)	1 (น้อยที่สุด)
1.5 แนวทางการสอน STEAM ทำให้นักเรียนสามารถทำให้เชื่อมโยงความคิดได้					
2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 ครูอธิบายการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM					
2.2 ครูสอนตามลำดับขั้นตอน ตามแนวคิด STEAM					
2.3 ครูยกตัวอย่างประกอบการสอน					
2.4 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สักถามและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น					
2.5 แนวคิด STEAM สามารถส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์					
3. สื่อการสอน					
3.1 สื่อการสอนตามแนวคิด STEAM เหมาะสมกับเนื้อหา เข้าใจง่าย					
3.2 กิจกรรมตามแนวคิด STEAM ทำให้นักเรียนอยากมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม					
3.3 ใบความรู้มีเหมาะสมกับเนื้อหา เข้าใจง่าย					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินความพึงพอใจ

ค่าเฉลี่ย	ระดับการประเมินความพึงพอใจ
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย
0 – 1.49	น้อยที่สุด

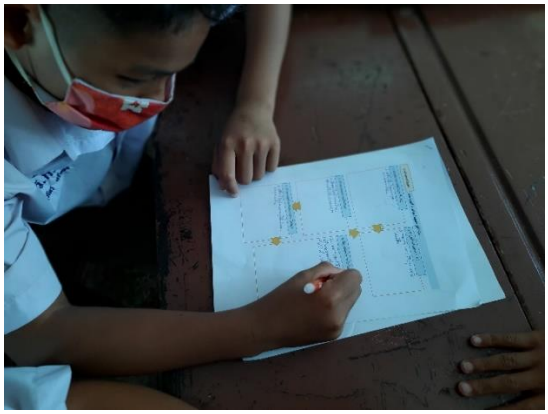
ภาคผนวก ฉ

รูปภาพกิจกรรม

ภาพที่ 1 กิจกรรม เครื่องมือวัดอุณหภูมิทำมือ

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 2 ตู้อบรักษ์โลก



มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาพที่ 3 Gelato นักสร้างสรรค์ไอศกรีม

ภาคผนวก ช

ตาราง

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากรายข้อและค่าอำนาจจำแนกรายข้อของข้อสอบ

ข้อ	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
1	0.50	ใช้ได้	0.6414	0.0023	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.60	ใช้ได้	0.6017	0.0050	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.45	ใช้ได้	0.6394	0.0024	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.50	ใช้ได้	0.6658	0.0014	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.60	ใช้ได้	0.6017	0.0050	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.60	ใช้ได้	0.6017	0.0050	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.50	ใช้ได้	0.6496	0.0019	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.40	ใช้ได้	0.6034	0.0049	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.45	ใช้ได้	0.6394	0.0024	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.55	ใช้ได้	0.5613	0.0100	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.55	ใช้ได้	0.7574	0.0001	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.55	ใช้ได้	0.6263	0.0031	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.50	ใช้ได้	0.6496	0.0019	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.50	ใช้ได้	0.6496	0.0019	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.45	ใช้ได้	0.6394	0.0024	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.50	ใช้ได้	0.6658	0.0014	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.55	ใช้ได้	0.5613	0.0100	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.55	ใช้ได้	0.7574	0.0001	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.45	ใช้ได้	0.4049	0.0765	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.55	ใช้ได้	0.4322	0.0570	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.50	ใช้ได้	0.6496	0.0019	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.60	ใช้ได้	0.6017	0.0050	ใช้ได้	ใช้ได้
23	0.55	ใช้ได้	0.7574	0.0001	ใช้ได้	ใช้ได้
24	0.50	ใช้ได้	0.6090	0.0044	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.55	ใช้ได้	0.6263	0.0031	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 18 (ต่อ 1)

ข้อ	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผลคุณภาพของข้อสอบ
26	0.40	ใช้ได้	0.6034	0.0049	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.50	ใช้ได้	0.4480	0.0476	ใช้ได้	ใช้ได้
28	0.50	ใช้ได้	0.6496	0.0019	ใช้ได้	ใช้ได้
29	0.55	ใช้ได้	0.6263	0.0031	ใช้ได้	ใช้ได้
30	0.45	ใช้ได้	0.6394	0.0024	ใช้ได้	ใช้ได้
31	0.60	ใช้ได้	0.6017	0.0050	ใช้ได้	ใช้ได้
32	0.60	ใช้ได้	0.4703	0.0364	ใช้ได้	ใช้ได้
33	0.40	ใช้ได้	0.8450	0.0000	ใช้ได้	ใช้ได้
34	0.50	ใช้ได้	0.6496	0.0019	ใช้ได้	ใช้ได้
35	0.55	ใช้ได้	0.6263	0.0031	ใช้ได้	ใช้ได้
36	0.40	ใช้ได้	0.8450	0.0000	ใช้ได้	ใช้ได้
37	0.45	ใช้ได้	0.6394	0.0024	ใช้ได้	ใช้ได้
38	0.40	ใช้ได้	0.7612	0.0001	ใช้ได้	ใช้ได้
39	0.45	ใช้ได้	0.4611	0.0407	ใช้ได้	ใช้ได้
40	0.55	ใช้ได้	0.7574	0.0001	ใช้ได้	ใช้ได้

ผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ

P	min	0.4000
	max	0.6000
r	min	0.4049
	max	0.8450

KR-20 Reliability	0.9655

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

รายการ	ผลการสอบระหว่างเรียน			รวม	ผลการสอบหลังเรียน
	1	2	3		
คะแนนเต็ม	10	10	10	30	40
จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	20	20	20		
คะแนนรวมทุกคน	167	169	168	504	657
คะแนนเฉลี่ย	8.35	8.45	8.40	25.20	32.85
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	83.50	84.50	84.00	84.00	82.13
E1/E2	84.00				82.13

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 20 แสดงผลการเปรียบเทียบความแตกต่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

คนที่	Pre-test	Post-test	คะแนนผลต่าง (D)
1	2	23	21
2	12	23	11
3	11	23	12
4	8	23	15
5	8	20	12
6	13	20	7
7	16	20	4
8	5	20	15
9	14	20	6
10	9	20	11
11	20	25	5
12	14	25	11
13	13	21	8
14	8	21	13
15	19	26	7
16	11	20	9
17	14	20	6
18	8	20	12
19	15	20	5
20	15	23	8

ตารางที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

t– test dependent

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std.Deviation
Pair 1 Pretest	11.75	20	4.49
Posttest	21.65	20	2.03

Paired Samples Test

	Paired Differences			t	df	Sig.(1-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean			
Pair 1 Posttest-Pretest	9.90	4.23	0.95	10.4692	19	0.000

จาก print out เสนอผลการวิเคราะห์และแปลความหมายได้ดังนี้

ตารางที่ 21 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t-test	1 tail Sig
ก่อนเรียน	20	40	11.75	4.49		
หลังเรียน	20	40	21.65	2.03	10.47	.000

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายณัฐพงษ์ เทศทอง	
วัน เดือน ปี เกิด	15 มิถุนายน 2527	
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตปทุมธานี ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
	ศึกษาต่อระดับปริญญาโท	สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	52/1 หมู่ 7 ตำบลตะค่า อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี 72150	

มหาวิทยาลัยศิลปากร