



การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

วิทยานิพนธ์

ของ

ฉัตรินาพร ชันธะ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มิถุนายน พ.ศ. 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

วิทยานิพนธ์

ของ

ธิดิญาพร ชันธะ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์

มิถุนายน พ.ศ. 2568

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING AND LEARNING ACHIEVEMENT
OF MATTHAYOMSUKSA 1 STUDENTS ON THE UNIT OF THERMAL
ENERGY USING BY STEM EDUCATION INTEGRATED WITH CANVA

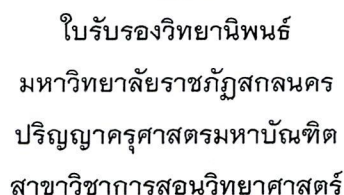
By

Thitiyaporn Khanla

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
The Master of Education Degree in Science Teaching
at Sakon Nakhon Rajabhat University

June 2025

All Rights Reserved by Sakon Nakhon Rajabhat University



คณะกรรมาการสอบวิทยานิพนธ์

 กรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล) แต่งตั้งเพิ่มเติม

 กรรมการสอบและ
(รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานสุกวีชร)
กรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์

..... กรรมการสอบ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ เทพารัง) ผู้ทรงคุณวุฒิ

คณะกรรมการบริหารหลักสูตรรับรองแล้ว

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณรัตน์ คำแห่งพล)
ประธานหลักสูตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสลงทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

เมื่อวันที่ 20 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2568
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือมาโดยตลอดจากท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ อนันต์ ปานศุภวัชร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความเอาใจใส่ตลอดมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่ให้ความรู้ คำแนะนำและความช่วยเหลือด้วยดี

ขอขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร และคุณครูรุ่งทิพย์ จันทร์อ่อน และคุณครูศรีสุวรรณ์ ศรีสร้อย ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนพังโคนวิทยาคม ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษาคำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จนได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการนายสุบรรณ นาสพัล ผู้อำนวยการโรงเรียนพังโคนวิทยาคม ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการทดลองใช้เครื่องมือและเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บข้อมูล ส่งผลให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

ประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณของบิดามารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและแรงใจอันสำคัญยิ่งในการทำการวิจัยนี้ตลอดจน ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้ชีวิตอันดีงามและเสริมสร้างสติปัญญาให้แก่ผู้วิจัย

ธิดิญาพร ชันธะ

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva
ผู้วิจัย	ชิตินุภาพร ชันธะละ
กรรมการที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดทอง ปานศุภวัชร รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร
ปริญญา	ค.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์)
สถาบัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
ปีที่พิมพ์	2568

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 2) ศึกษาและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์นักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 38 คน ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์

เฉลี่ยหลังเรียนสูงคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ ๆ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยรวม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=2.89$) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ครอบครัว ครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องมีความสำคัญอย่างมากในการปลูกฝังให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา Canva ความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์

TITLE	Development of Creative Thinking and Learning Achievement of Mathayomsuksa 1 Students on the Unit of Thermal Energy through STEM Education with Canva Integration
AUTHOR	Thitiyaporn Khanla
ADVISORS	Asst. Prof. Dr. Thardthong Pansuppawat Assoc. Prof. Anun Pansuppawat
DEGREE	M.Ed. (Science Teaching)
INSTITUTION	Sakon Nakhon Rajabhat University
YEAR	2025

ABSTRACT

The purposes of this research were to: 1) develop lesson plans based on STEM Education with Canva Integration on the unit of Thermal Energy for Mathayomsuksa 1 students to met the expected efficiency criteria of 80/80, 2) examine and compare students' creative thinking before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) investigate students' desirable characteristics after learning through the learning management based on STEM Education with Canva Integration. The sample consisted of 38 students from Mathayomsuksa 1/3 at Phan Khon Wittayakom School during the second semester of the 2024 academic year, selected through cluster random sampling. The research instruments included lesson plans based on STEM Education with Canva Integration, a creative thinking assessment test, a learning achievement test, and a set of questionnaires measuring desirable characteristics. Statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, and Dependent Samples t-test.

The results were as follows:

1. The efficiency of the developed lesson plans based on STEM Education with Canva Integration on the unit of Thermal Energy exceeded the expected criteria of 80/80.

2. The Mathayomsuksa 1 students' creative thinking after participating in the developed learning management was higher than before at the .01 level of significance, indicating that the developed learning management effectively enhanced students' creative thinking, particularly in designing and creating new tasks.

3. The Mathayomsuksa 1 students' learning achievement significantly improved after the intervention at the .01 level of significance.

4. The Mathayomsuksa 1 students' overall desirable characteristics after the intervention were at a high level ($\bar{x} = 2.89$), suggesting that family members, instructors, and other stakeholders positively contributed to their development.

Keywords: STEM Education, Canva, Creativity, Learning Achievement,
Desirable Characteristics

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคแห่งการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อำนวยความสะดวก เป็นสังคมดิจิทัลจำเป็นที่จะต้องประยุกต์และปรับเปลี่ยนรูปแบบ การเรียนการสอนเสริมสร้างคุณลักษณะที่จำเป็นของผู้เรียนทั้งการเสริมสร้างองค์ความรู้ ทักษะเฉพาะทาง ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน (พรชนนี ภูมิไชยา, 2564 หน้า 4) ส่งผลให้ เยาวชนที่อยู่ในวัยศึกษาเล่าเรียนเปลี่ยนแปลงวิถีการดำเนินชีวิตและการเรียนในแต่ละวัน ซึ่งแตกต่างไปจากเยาวชนในยุคก่อนอย่างมากการศึกษาจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ สอดคล้องกับสถานการณ์ การจัดการเรียนรู้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาให้สอดคล้อง กับยุคสมัยทันต่อการเปลี่ยนแปลงโดยครูผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้มีการเรียนรู้ ที่ยืดหยุ่น สร้างสรรค์ท้าทาย และใช้ปัญหาเป็นฐานในการเรียนรู้ การจัดการเรียนการสอน ทุกระดับชั้นต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการ ดำรงชีวิตและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างอาชีพให้แก่เยาวชน นอกจากนี้ยังเป็นการ เตรียมความพร้อมด้านกำลังคนให้มีคุณภาพในการเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจ ทักษะที่จำเป็นต่อ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือ 3R7C โดย 3R ประกอบด้วยความสามารถอ่านออกเขียนได้ และมีทักษะในการคำนวณ ส่วน 7C ประกอบด้วยการมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิด อย่างมีวิจารณญาณ สามารถคิดแก้ปัญหาได้ การคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดเชิงนวัตกรรม ความเข้าใจในความแตกต่างของวัฒนธรรม และกระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม ความ ร่วมมือ การทำงานเป็นทีม ภาวะความเป็นผู้นำ มีทักษะในการสื่อสารการรู้เท่าทันสื่อ มี ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และรู้เท่าทันเทคโนโลยี มีทักษะอาชีพรวมถึงความเมตตากรุณา มีคุณธรรม และความมีระเบียบวินัย ซึ่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการกำหนด แนวทางในการจัดการเรียนรู้ โดยเน้นที่องค์ความรู้ ทักษะความเชี่ยวชาญและสมรรถนะ ที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน (วิจารณ์ พานิชย์, 2555, หน้า 18-21) ความคิดสร้างสรรค์ แนวทาง ความสามารถในการคิดค้นสิ่งใหม่ และเป็นทักษะที่นำความรู้ และประสบการณ์ที่สะสมมา ไปพัฒนาต่อยอดและสร้างเป็นแนวคิด ทฤษฎี เครื่องมือ สิ่งประดิษฐ์เพื่อปัญหาต่าง ๆ ที่ เกิดขึ้นได้ซึ่งอาจเป็นแนวทางใหม่หรือเป็นแนวทางที่พัฒนาต่อยอดขึ้นมา (ณัฐกานต์

ภูมิคอนสาร, 2565, หน้า 3) แบ่งออกได้ 4 ลักษณะหลัก คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความละเอียดลออ และสามารถพัฒนาได้ด้วยการ สอนฝึกฝนและฝึกปฏิบัติที่ถูกวิธีแต่เป็นที่น่าเสียดายที่ในสภาพการศึกษาของไทยในปัจจุบัน ยังไม่ได้ช่วยผลักดันและเอื้อให้ผู้เรียนได้พัฒนาและแสดงออกซึ่งความคิดสร้างสรรค์ เท่าที่ควร (อภินิศา จิตรกร, 2559, หน้า 61) ความคิดสร้างสรรค์สามารถฝึกฝนให้เกิดขึ้น ในตัวบุคคลได้โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหากระตุ้นความสนใจ หรือสถานการณ์ ที่ท้าทายทำให้เกิดความสงสัย อยากค้นหาคำตอบ วิเคราะห์ถึงสาเหตุ คาดเดา หรือ ตั้งสมมติฐานและค้นคว้าข้อมูลเพื่อทดสอบ หาข้อสรุปและพัฒนาแนวคิดที่ได้ต่อไป ซึ่งการ ค้นพบใหม่ต่อไป (สุวิมล นาเพีย, 2563, หน้า 146-147) และยังช่วยในการคลายเครียดช่วย ส่งเสริมความมีสุนทรียภาพ ช่วยสร้างนิสัยในการทำงานที่ดี เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง และมีจินตนาการ สร้างสิ่งใหม่ขึ้น นอกจากนั้นบุคคลที่มีความคิด สร้างสรรค์ยังเป็นผู้ที่ไม่เครียด มีความสนุกสนาน มีความภูมิใจในตนเอง มีความเชื่อมั่น ในตนเองสามารถดำรงชีวิต ในสังคมได้เป็นอย่างดีและมีความสุข (ธารทิพย์ ช้วนา และ ขวัญชัย ช้วนา, 2561, หน้า 328)

ปัญหาของระบบการศึกษาไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่การจัดการเรียนการสอน ทั้งประถมศึกษาและมัธยมศึกษาไม่ได้ให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์ เน้นสอบแบบ บรรยาย จดจำข้อเท็จจริง ทำให้การขาดการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์ (สมชาย พรหมสุวรรณ, 2560, หน้า 107) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินของประเทศไทย พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ด้านวิทยาศาสตร์ 409 คะแนน และด้านการอ่าน 379 คะแนน ซึ่งเมื่อเทียบกับ PISA 2018 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของ ประเทศไทยทั้งสามด้านลดลง โดยด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนน ส่วนด้าน วิทยาศาสตร์และการอ่าน มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 17 คะแนน และ 14 คะแนน ตามลำดับ ทั้งนี้ ผลการประเมินของประเทศไทยตั้งแต่ PISA 2000 จนถึง PISA 2022 พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์และการอ่านมีแนวโน้มลดลง ส่วนด้านวิทยาศาสตร์ ถือว่าไม่ เปลี่ยนแปลงทางสถิติผลการประเมินด้านความคิดสร้างสรรค์ PISA 2022 สะท้อนให้เห็น ว่านักเรียนไทยยังต้องได้รับการพัฒนาด้านความคิดสร้างสรรค์ให้มากขึ้นเพื่อให้นักเรียน สามารถรับมือกับความท้าทายต่าง ๆ เนื่องจากในปัจจุบันนักเรียนต้องสามารถ คิดอย่าง สร้างสรรค์และปรับตัวเข้าให้เข้ากับแนวคิดและการทำสิ่งใหม่ ๆ ที่ต้องมีการพึ่งพานวัตกรรม และการสร้างองค์ความรู้มาก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์, 2565, หน้า 1-3)

การจัดการเรียนรู้แนวทาง STEM Education เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระระหว่าง 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม โดยนำจุดเด่นของแต่ละวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และเข้าใจในเนื้อหาวิชา พัฒนาทักษะ เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (ฉัตรแก้ว พรหมมา และเพ็ญวรา ชูประวัตติ, 2561, หน้า 356) มุ่งให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านประสบการณ์การนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการ โดยจะพัฒนาและต่อยอดกระบวนการ หรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต เพื่อการประกอบอาชีพ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปตามสังคมปัจจุบัน และความก้าวหน้าในอนาคตได้ (กมลฉัตร กล่อมอิม, 2559, หน้า 334-336)

Canva เป็นแพลตฟอร์มที่ใช้สำหรับสร้างงานกราฟฟิกออนไลน์ ซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจาก Canva มีเครื่องมือจำนวนมาก ทำงานออกแบบได้หลายประเภท มีเทมเพลตสำเร็จรูปให้เลือกใช้มากมายโดยแยกออกเป็นหมวดหมู่ ตามสิ่งที่ต้องการออกแบบ เช่น เทมเพลตที่เกี่ยวกับสื่อโฆษณาในโซเชียลมีเดีย ออกแบบงานสิ่งพิมพ์ โปสเตอร์ การ์ด ออกแบบอีพ็อกกราฟิก งานออกแบบในหมวดวิดีโอ โฆษณานบน YouTube, การนำเสนอในด้านการศึกษามี Canva มาแนะนำองานประกอบการสอน การทำวิดีโอบันทึกการสอน และการทำใบงานเพื่อมอบหมายงานแบบออนไลน์ได้ด้วย กระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี และเข้าถึงเนื้อหาความรู้ได้ง่าย เกิดการเรียนรู้ด้วยภาพ และสนุกสนานกับการเรียน (ศุภลักษณ์ จุฑารัตน, 2565, หน้า 6)

จากเหตุผลและความสำคัญดังที่กล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน อีกทั้งยังสามารถช่วยทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น

คำถามของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดคำถามของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 หรือไม่
2. ความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
4. ศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน อยู่ในระดับใด

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80
2. ศึกษาและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva
4. ศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์เกณฑ์ 80/80
2. ความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงาน ความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงาน ความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน
4. ศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน อยู่ใน ระดับมาก

ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ครูผู้สอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปใช้เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เป็นแนวทางสำหรับครูบุคลากรทางการศึกษาตลอดจนผู้ที่มีความสนใจ เกี่ยวกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงาน ความ ร้อน จัดการการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva เพื่อนำความรู้ที่ได้จากการวิจัย ในครั้งนี้ไปใช้ประโยชน์และปรับประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชา อื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยในครั้งนี้ คือ เนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ หน่วย พลังงานความร้อน ซึ่งสามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอน แสดงรายละเอียด ดังนี้

1.1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ	จำนวน 5 ชั่วโมง
1.2 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร	จำนวน 5 ชั่วโมง
1.3 ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร	จำนวน 6 ชั่วโมง
1.4 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร	จำนวน 6 ชั่วโมง
1.5 การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน	จำนวน 6 ชั่วโมง
1.6 สมดุลความร้อน	จำนวน 5 ชั่วโมง
รวมทั้งหมด 33 ชั่วโมง	

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 10 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 345 คน

2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 38 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ

3.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva

3.2 ตัวแปรตาม

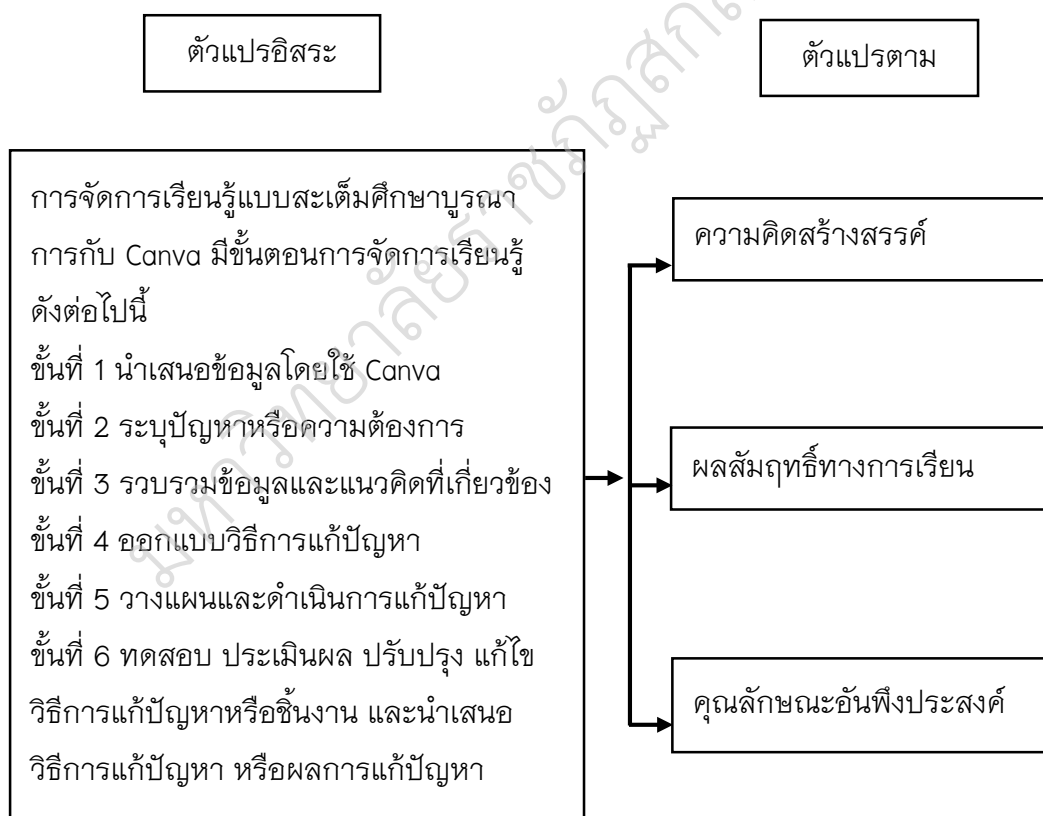
- 3.2.1 ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
- 3.2.2 ความคิดสร้างสรรค์
- 3.2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2.4 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ใช้เวลา ในการทดลองสอน จำนวน 33 ชั่วโมง เวลาในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 35 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva ผู้วิจัยได้ กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามศัพท์เฉพาะไว้ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นบทเรียนด้วยการใช้ปัญหาที่พบเจอในปัจจุบัน หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจเป็นตัวกระตุ้น ซึ่งผู้เรียนต้องคิดหาทางแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยบูรณาการทั้งด้านความรู้วิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะต้องมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ หรือคิดเป็นขั้นตอนคิดวิเคราะห์ และชี้ปัญหาออกแบบและหาแนวทางแก้ไขได้อย่างสร้างสรรค์ ดำเนินการประยุกต์ หรือแก้ไขปัญหาลงมือสำเร็จลุล่วงได้ สามารถพัฒนาและควบคุมระบบต่าง ๆ อย่างเหมาะสม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) นักเรียนตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยมองเห็นปัญหา ซึ่งจำเป็นในการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อยได้มีการรวบรวมข้อมูล และค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนนำความรู้ที่รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) กำหนดขั้นตอนในการทำงานตามแบบที่คิดไว้ กำหนดเป้าหมายและระยะเวลา ในการดำเนินการแต่ละขั้นให้ชัดเจนตลอดจนปฏิบัติการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือ ชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบ และประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหาลงมือทดสอบ และประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา (Presentation) เป็นการปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหามีประสิทธิภาพตามที่ต้องการปรับปรุง

2. Canva หมายถึง โปรแกรมออกแบบสำเร็จรูปที่อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์ออนไลน์ สามารถสร้างสื่อหรือออกแบบงานนำเสนอข้อมูลได้หลากหลายรูปแบบ โดย Canva มีขนาดมาตรฐานให้เลือกหรือผู้ใช้งานสามารถกำหนดขนาดเองได้ Canva เหมาะสำหรับการผลิตสื่อการจัดการเรียนการสอน ทั้งในรูปแบบใบงาน กิจกรรม แผนการเรียน งานนำเสนอ โปสเตอร์ รายงาน และอื่น ๆ ที่พร้อมให้ปรับแต่งได้อย่างอิสระ โดยผู้วิจัยเลือกใช้ Canva เพื่อเข้าไปเสริมในขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานบูรณาการกับ Canva เป็นการจัดการเรียนรู้ซึ่งบูรณาการวิธีการสอนสะเต็มศึกษานบูรณาการกับ Canva เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva ครูนำเข้าสู่บทเรียนและนำเสนอข้อมูล เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนโดยใช้ Canva เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ด้านพุทธิพิสัย

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา นักเรียนระบุปัญหา ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน กับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากเนื้อหาที่เรียนตามความสนใจและสามารถระบุปัญหาย่อย ได้มีการรวบรวมข้อมูล และค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหาตามขั้นตอน ที่ระบุไว้ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนและนำความรู้ที่รวบรวมจากเนื้อหาที่เรียนมาประยุกต์ใช้ เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาและ ระยะเวลาให้ชัดเจน

ขั้นที่ 5 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ระบุขั้นตอนการทำงาน และปฏิบัติการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ระบุไว้อย่างรัดกุม

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุง แก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อ แก้ปัญหาการทดสอบและประเมินผล สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการ

แก้ปัญหาการปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหา จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการการปรับปรุงตลอดจนนำเสนอผลการแก้ปัญหาหรือผลการผลิตชิ้นงาน

4. ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลงผสมผสาน ความคิด ผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบสิ่งใหม่รวมถึงการแก้ไขปัญหานำไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน ซึ่งลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ มีดังนี้

ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ และแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ตลอดจนสร้างชิ้นงานแปลกใหม่เกี่ยวกับสิ่งที่คิดไว้ได้

ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยการพิจารณาคะแนนที่ได้จากการตอบคำถาม แนวการออกแบบการแก้ปัญหาในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ใช้เกณฑ์ประเมินที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในแต่ละกิจกรรมรวมทั้งแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียน ตามแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ เป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด 6 กิจกรรม ได้แก่

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้

- 4) การสร้างรูปภาพในเรื่องที่เรียน
- 5) การต่อเติมรูปภาพในเรื่องที่เรียน
- 6) การใช้เส้น

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น หน่วย พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้ในการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ของ Bloom มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) ความรู้ ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการจดจำสิ่งที่ได้เรียนมาแล้วอาจเป็นข้อมูลง่าย ๆ จนถึงทฤษฎี
- 2) ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ ความสามารถในการจับใจความ การแปลความหมาย การสรุป หรือขยายความ
- 3) การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการนำสิ่งที่ได้เรียนรู้แล้วมาใช้ในการแก้ปัญหา หรือในสถานการณ์ใหม่
- 4) การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง การจำแนกองค์ประกอบย่อยของสิ่งต่าง ๆ การจัดประเภทหรือแบ่งแยกสิ่งต่าง ๆ โดยบอกความสัมพันธ์ได้
- 5) การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินคุณค่าหรือความเหมาะสมของสิ่งนั้น ๆ โดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสม
- 6) ความคิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการสติปัญญาในการสร้างสิ่งใหม่จากสิ่งที่เคยเรียนรู้ต่าง ๆ ที่สามารถในการสร้างสรรค์งานวางแผนงาน และจัดระบบใหม่ให้เป็นสิ่งที่สมบูรณ์

6. ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามุ่งเน้นการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถทำคะแนนได้ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 โดยคิดจากคะแนน 2 ส่วน ดังนี้

เกณฑ์ 80 ตัวแรก หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน
ทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้

เกณฑ์ 80 ตัวหลัง หมายถึง จำนวนร้อยละของคะแนนเฉลี่ย
ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งกลุ่ม ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย พลังงานความร้อน หลังการจัดการ
เรียนรู้ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้

7. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง การประพฤติปฏิบัติของบุคคล
ให้เป็นผู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม จิตสำนึกที่ดีงามในการดำเนินชีวิต และสามารถ
อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขมีรายละเอียด ดังนี้

คุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นคุณสมบัติที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษา
ขั้นพื้นฐานคาดหวังจากการพัฒนาผู้เรียนมี 8 ประการ ได้แก่

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ หมายถึง ผู้ที่มีลักษณะคุณลักษณะ
แสดงออกถึงการ เป็นพลเมืองดีของชาติ ดำรงไว้ซึ่งความเป็นชาติไทย ศรัทธา ยึดมั่นใน
ศาสนา และเคารพ เทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต หมายถึง ผู้ที่ประพฤติตรงตามความเป็นจริง ยึดมั่น
ในความถูกต้องประพฤติ ตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ
- 3) มีวินัย หมายถึง ผู้ที่ปฏิบัติตามข้อตกลงกฎเกณฑ์ และข้อ
ระเบียบข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียน และสังคม
- 4) ใฝ่เรียนรู้ หมายถึง ผู้ที่มีลักษณะแสดงออกถึงความตั้งใจ
เพียรพยายามในการเรียน แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน
- 5) อยู่อย่างพอเพียง หมายถึง ผู้ที่มีลักษณะแสดงออกถึงการดำเนิน
ชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัว
เพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข
- 6) มุ่งมั่นในการทำงาน หมายถึง ผู้ที่มีลักษณะแสดงออกถึงความ
ตั้งใจปฏิบัติหน้าที่ที่รับผิดชอบ และมีความภาคภูมิใจในผลงาน
- 7) รักความเป็นไทย หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความ
ภาคภูมิใจ เห็นคุณค่าร่วมอนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะ
และวัฒนธรรมไทย ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

8) มีจิตสาธารณะ หมายถึง ผู้ที่มีลักษณะแสดงออกถึงการมีส่วนร่วม มีจิตอาสาในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชน และสังคมด้วยความเต็มใจ กระตือรือร้น ช่วยเหลือผู้อื่น โดยไม่หวังผลตอบแทน

แบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง การวัดพฤติกรรม การปฏิบัติหรือคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นในการ ประเมินไว้ 8 ด้าน ได้แก่ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่าง พอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ วัดโดยใช้แบบสอบถาม คุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง และควรปรับปรุง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
บูรณาการกับ Canva ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.1 วิสัยทัศน์

1.2 หลักการของหลักสูตร

1.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

2. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับ
ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

2.3 สาระของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

2.5 คุณภาพผู้เรียน

2.6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1

2.7 คำอธิบายรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. สะเต็มศึกษา

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

3.4 การวัดและประเมินผลตามแบบสะเต็มศึกษา

4. Canva

4.1 ความหมาย Canva

4.2 วิธีการใช้งาน Canva

5. เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการ

กับ Canva

6. ความคิดสร้างสรรค์

6.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

6.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

6.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

6.4 วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

6.5 วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

7.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

7.5 หลักในการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

8. ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

8.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

8.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

8.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

9.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตามที่
กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช
2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 2-7)

1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็น
กำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึก
ในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลกยึดมั่นในการปกครองตามระบอบ
ประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้ง
เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้น
ผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็ม
ตามศักยภาพ

1.2 หลักการของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

- 1.2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มี
จุดมุ่งหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน ให้มี
ความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 1.2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชนที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนิน
การศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
- 1.2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจให้สังคม
มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
- 1.2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการ
เรียนรู้เวลา และการจัดการเรียนรู้
- 1.2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
- 1.2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบนอกระบบและ
ตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และ
ประสบการณ์

1.3 จุดมุ่งหมายของหลักสูตร

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดมุ่งหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1.3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

1.3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต

1.3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

1.3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

1.3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงาม ในสังคมและอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1.4.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

1.4.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิด

เป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเอง และสังคมได้อย่างเหมาะสม

1.4.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ใน สังคมแสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการ ตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.4.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำ กระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดี ระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสมการปรับตัว ให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อมและการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรม ไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

1.4.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคมในด้านการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ถูกต้อง เหมาะสมและมีคุณธรรม

1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะ เป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

1.5.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการ เป็นพลเมืองดีของชาติ ดำรงไว้ซึ่งความเป็นชาติไทย ศรัทธา ยึดมั่นในศาสนา และเคารพ เทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์

1.5.2 ซื่อสัตย์สุจริต คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการยึดมั่น ในความถูกต้องประพฤติ ตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ

1.5.3 มีวินัย คือ หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการยึดมั่น ในข้อตกลง กฎเกณฑ์ และระเบียบข้อบังคับของครอบครัว โรงเรียน และสังคม

1.5.4 ใฝ่เรียนรู้ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจเพียรพยายามในการเรียนแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

1.5.5 อยู่อย่างพอเพียง คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัว เพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข

1.5.6 มุ่งมั่นในการทำงาน คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความตั้งใจและรับผิดชอบในการทำหน้าที่การงานด้วยความเพียรพยายาม อดทน เพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย

1.5.7 รักความเป็นไทย คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่าร่วมอนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะ และวัฒนธรรมไทย ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

1.5.8 มีจิตสาธารณะชาติ คือ คุณลักษณะที่แสดงออกถึงการมีส่วนร่วม มีจิตอาสาในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชน และสังคม ด้วยความเต็มใจ กระตือรือร้นโดยไม่หวังผลตอบแทน

2. การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จากการศึกษาในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 1-9)

2.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ และสาระที่ 4 เทคโนโลยี มีสาระเพิ่มเติม 4 สาระ ได้แก่ สาระชีววิทยา สาระเคมี สาระฟิสิกส์ และสาระโลกดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตรทั้งในด้านของเนื้อหาการ

จัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้น มีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นให้มีความต่อเนื่อง เชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐานเพื่อให้สามารถนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ขึ้นเพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกันและระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุง เพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ

2.2 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการแนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

2.2.1 เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชา
วิทยาศาสตร์

2.2.2 เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์
และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

2.2.3 เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทาง
เทคโนโลยี

2.2.4 เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน

2.2.5 เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้
ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

2.2.6 เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการ
แก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสารและความสามารถในการตัดสินใจ

2.2.7 เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม
ในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.3 สารของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์
ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์
ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลายให้ผู้เรียนมี
ส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่าง
หลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้นโดยกำหนดสาระสำคัญ

2.3.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม
องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช
พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการ

2.3.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร
การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่พลังงานของสิ่งมีชีวิต

2.3.3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับองค์ประกอบ
ของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลกการเปลี่ยนแปลง
ทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
และคลื่น

2.3.4 เทคโนโลยี

1) การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2) วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ทั้งหมด 4 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 4-5) ดังนี้

รายวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สอดคล้องกับสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

รายวิชาวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว. 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กันรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 21-24) มีตัวชี้วัด ดังนี้

1. เปรียบเทียบรูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์รวมทั้งบรรยายหน้าที่ของผนังเซลล์เยื่อหุ้มเซลล์ไซโทพลาซึม นิวเคลียส แวคิวโอล ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์
2. ใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงศึกษาเซลล์ และโครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์
3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างกับการทำหน้าที่ของเซลล์
4. อธิบายการจัดระบบของสิ่งมีชีวิต โดยเริ่มจากเซลล์เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะจนเป็นสิ่งมีชีวิต
5. อธิบายกระบวนการแพร่และออสโมซิสจาก หลักฐานเชิงประจักษ์ และยกตัวอย่างการแพร่ และออสโมซิสในชีวิตประจำวัน
6. ระบุปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสง และผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์
7. อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม
8. ตระหนักในคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยการร่วมกันปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ในโรงเรียนและชุมชน
9. บรรยายลักษณะและหน้าที่ของไซเล็มและโฟลเอ็ม
10. เขียนแผนภาพที่บรรยายทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็มและโฟลเอ็มของพืช
11. อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของพืชดอก
12. อธิบายลักษณะโครงสร้างของดอกที่มีส่วนทำให้เกิดการถ่ายเรณูรวมทั้งบรรยายการปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ดและการงอกของเมล็ด
13. ตระหนักถึงความสำคัญของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณูของพืชดอก โดยการไม่ทำลายชีวิตของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณู
14. อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการดำรงชีวิตของพืช

15. เลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับพืชในสถานการณ์ที่กำหนด
16. เลือกวิธีการขยายพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช
17. อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ
18. ตระหนักถึงประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืช โดยการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 42-45) มีตัวชี้วัด ดังนี้

1. อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกตและการทดสอบและใช้สารสนเทศที่ได้จาก แหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งจัดกลุ่ม ธาตุเป็นโลหะ อโลหะและกึ่งโลหะ
2. วิเคราะห์ผลจากการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อมเศรษฐกิจและสังคมจากข้อมูลที่รวบรวมได้
3. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้ธาตุ โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี โดยเสนอแนวทางการใช้ธาตุอย่างปลอดภัย คำนึงค่า
4. เปรียบเทียบจุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ และสารผสม โดยการวัดอุณหภูมิเขียนกราฟแปลความหมายข้อมูลจากกราฟหรือสารสนเทศ
5. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม
6. อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอะตอมธาตุและสารประกอบ โดยใช้แบบจำลองและสารสนเทศ
7. อธิบายโครงสร้างอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยใช้แบบจำลอง

8. อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาคแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกันในสถานะของแข็งของเหลว และแก๊ส โดยใช้แบบจำลอง

9. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และแบบจำลอง

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 62) มีตัวชี้วัด ดังนี้

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้งนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 69-70) มีตัวชี้วัด ดังนี้

1. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการและ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$

2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร

3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสาร เนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

5. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อน และคำนวณปริมาณ ความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$

6. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน

7. ออกแบบเลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลกธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 92–95) มีตัวชี้วัด ดังนี้

1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการแบ่งชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น
2. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของลมฟ้าอากาศ จากข้อมูลที่รวบรวมได้
3. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุ ฝนฟ้าคะนอง และพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนให้เหมาะสมและปลอดภัย
4. อธิบายการพยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่าย จากข้อมูลที่รวบรวมได้
5. ตระหนักถึงคุณค่าของการพยากรณ์อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนและการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์อากาศ
6. อธิบายสถานการณ์ และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก จากข้อมูลที่รวบรวมได้
7. ตระหนักถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 105–106) มีตัวชี้วัด ดังนี้

1. อธิบายแนวคิดหลักของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน และวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
2. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวมวิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็นนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา
4. ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา

5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และปลอดภัย

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 113-123) มีตัวชี้วัด ดังนี้

1. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงนามธรรมเพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายการทำงานที่พบในชีวิตจริง
2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์
3. รวบรวมข้อมูล ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย
4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย ใช้สื่อ และแหล่งข้อมูลตามข้อกำหนดและข้อตกลง

จากตัวชี้วัด รายวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 สามารถนำไปเขียนคำอธิบายรายวิชาและกำหนดหน่วยการเรียนรู้ได้

2.5 คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไว้ดังนี้

2.5.1 เข้าใจลักษณะและองค์ประกอบที่สำคัญของเซลล์สิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ ของการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์การดำรงชีวิตของพืช การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมการเปลี่ยนแปลงของยีนหรือโครโมโซม และตัวอย่างโรคที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ประโยชน์และผลกระทบของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมความหลากหลายทางชีวภาพ ปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศ และการถ่ายทอดพลังงานในสิ่งมีชีวิต

2.5.2 เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะการเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี และสมบัติทางกายภาพ และการใช้ประโยชน์ของวัสดุประเภทพอลิเมอร์เซรามิกและวัสดุผสม

2.5.3 เข้าใจการเคลื่อนที่แรงลัพธ์และผลของแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ โมเมนต์ของแรง แรงที่ปรากฏในชีวิตประจำวัน สนามของแรง ความสัมพันธ์ของงาน พลังงานจลน์ พลังงานศักย์โน้มถ่วง กฎการอนุรักษ์พลังงาน การถ่ายโอนพลังงาน สมดุล ความร้อน ความสัมพันธ์ของปริมาณทางไฟฟ้า การต่อวงจรไฟฟ้าในบ้าน พลังงานไฟฟ้า และหลักการเบื้องต้นของวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.5.4 เข้าใจสมบัติของคลื่น และลักษณะของคลื่นแบบต่าง ๆ แสงการสะท้อน การหักเหของแสงและทัศนอุปกรณ์

2.5.5 เข้าใจการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ การเกิดฤดูกาล เคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ การเกิดข้างขึ้นข้างแรม การขึ้นและตกของดวงจันทร์ การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ และความก้าวหน้าของโครงการสำรวจอวกาศ

2.5.6 เข้าใจลักษณะของชั้นบรรยากาศ องค์ประกอบและปัจจัยที่มีผลต่อ ลมฟ้า อากาศ การเกิดและผลกระทบของพายุฟ้าคะนอง พายุหมุนเขตร้อน การพยากรณ์ อากาศ สถานการณ์ การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก กระบวนการเกิดเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์และการใช้ประโยชน์ พลังงานทดแทน และการใช้ประโยชน์ลักษณะ

โครงสร้างภายในโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยานานพิวโลก ลักษณะชั้นหน้าตัดดิน กระบวนการเกิดดิน แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน กระบวนการเกิด และผลกระทบของภัยธรรมชาติ และธรณีพิบัติภัย

2.5.7 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยี ได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ เปรียบเทียบและตัดสินใจเพื่อเลือกใช้ เทคโนโลยี โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และทรัพยากรเพื่อออกแบบและสร้างผลงานสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน หรือการประกอบอาชีพ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสมปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

2.5.8 นำข้อมูลปฐมภูมิเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ ประเมิน นำเสนอ ข้อมูลและสารสนเทศได้ตามวัตถุประสงค์ ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง และเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศและการสื่อสารอย่างรู้เท่าทันและรับผิดชอบต่อสังคม

2.5.9 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่เชื่อมโยงกับพยานหลักฐาน หรือ หลักการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการกำหนดและควบคุมตัวแปร คัดค้านคะเนคำตอบหลายแนวทาง สร้างสมมติฐานที่สามารถนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบและลงมือสำรวจตรวจสอบโดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม เลือกใช้เครื่องมือ และเทคโนโลยี สารสนเทศที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย

2.5.10 วิเคราะห์และประเมินความสอดคล้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบจากพยานหลักฐาน โดยใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ในการแปลความหมายและลงข้อสรุป และสื่อสารความคิด ความรู้ จากผลการสำรวจตรวจสอบ หลากหลายรูปแบบ หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างเหมาะสม

2.5.11 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในสิ่งที่เรียนรู้ มีความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับเรื่องที่จะศึกษาตามความสนใจของตนเอง

โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้ ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ แสดงความคิดเห็นของตนเอง รับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และยอมรับการเปลี่ยนแปลง ความรู้ที่ค้นพบเมื่อมีข้อมูลและประจักษ์พยานใหม่เพิ่มขึ้นหรือโต้แย้งจากเดิม

2.5.12 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ยกย่อง และเคารพสิทธิในผลงานของผู้คิดค้น เข้าใจผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบของการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์ต่อสิ่งแวดล้อม และต่อบริบทอื่น ๆ และศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.5.13 แสดงถึงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการดูแลรักษา ความสมดุลของระบบนิเวศ และความหลากหลายทางชีวภาพ

3. สะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ รวมเข้าด้วยกันโดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาสผสมผสานกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้การปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิดคำถาม การแก้ปัญหาและการค้นคว้าข้อมูล วิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ มากขึ้น

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

วรินทร์ สุภาพ (2561, หน้า 305) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) หมายถึง แนวทางการบูรณาการความรู้ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงสู่สถานการณ์ปัญหาในชีวิตหรือเกี่ยวข้องกับข้อสงสัยของนักเรียน ซึ่งลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา ประกอบด้วยหลักการ 5 ข้อ คือ ผู้สอนจะต้อง 1. เน้นการบูรณาการ (Focus on Integration) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้และทักษะของ 4 ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในระหว่างการเรียนรู้ตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไป 2. สร้างความเชื่อมโยง (Establish Relevance) สถานการณ์หรือปัญหาที่ใช้ในกิจกรรม

กับชีวิตประจำวันของผู้เรียนหรือการประกอบอาชีพของผู้เรียนในอนาคต 3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 (Emphasize Twenty-First-Century Skills) ผ่านการทำกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้ 4. มีการท้าทายผู้เรียนให้ได้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด (Challenge Your Students) และ 5. จัดกิจกรรมที่หลากหลาย (Mix It Up) เน้นกิจกรรมกระตุ้นการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น (active learning) ของผู้เรียน

วัชร ประทุมรัตน์ และอินทรา รอบรู้ (2562, หน้า 64) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีการสร้างชิ้นงานหรือโครงการที่เกิดจากการนำความรู้ ความเข้าใจใน 4 วิชาหลัก มาบูรณาการเพื่อให้เกิดการพัฒนาหรือปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนและนำมาใช้ในการแก้ปัญหาและมาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้

นราธิป ปิติชนบดี (2563, หน้า 36) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง Science, Technology, Engineering, and Mathematics เป็นสาขาวิชาและหลักสูตรที่มุ่งเน้นการศึกษาในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการการเรียนรู้และการพัฒนาที่บูรณาการเนื้อหาทั้ง 4 วิชาเข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นพัฒนานักเรียนให้มีทักษะต่าง ๆ เช่น การแก้ปัญหา การคิดเชิงสร้างสรรค์ การวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ การทำงานเป็นทีม การคิดแบบอิสระ การริเริ่ม การสื่อสาร และการรู้ดิจิทัล

วธัญญ์ พิษณุสุทธิทิ และเอี่ยมพร หลินเจริญ (2563, หน้า 92) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง เป็นการประยุกต์ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันรวมทั้งการทำงานในอาชีพต่าง ๆ กล่าวคือสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาและประกอบอาชีพได้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นอีกทักษะหนึ่งในศตวรรษที่ 21 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นการเตรียมความพร้อมนักเรียนให้เข้าสู่โลกในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิภาพไปตลอดชีวิต

สิริวิชญ์ แก้วเกิด นพดล ทุมเชื้อ สุรพล ยังวัฒนา และสุวรรณ์ ทวีศาสตร์ (2564, หน้า 87) ได้กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

กระบวนการทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
ธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนา
กระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21

ณัฐพล โยธา และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน (2564, หน้า 119) ได้กล่าวว่า
สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถ
บูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีกระบวนการทางวิศวกรรมและคณิตศาสตร์
ไปใช้ในการเชื่อมโยงแก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่
ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาจะเข้ามาช่วยสร้างคนรุ่นใหม่
ให้มีความสามารถในการเรียนรู้การคิดและใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้

อนงค์นาฏ ครุณรัมย์ และณัฐพร มีสวัสดิ์ (2565, หน้า 95) ได้กล่าวว่า
สะเต็มศึกษา หมายถึง เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เป็นการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนในทุกระดับชั้นเพื่อพัฒนา
นักเรียนทางด้านกระบวนการคิด และการแก้ปัญหาสามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อนำไปใช้
แก้สถานการณ์ปัญหาที่พบในชีวิตจริง เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม
ศึกษา เป็นการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์
และธรรมชาติของทั้ง 4 วิชาสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถที่จะดำรง
ชีวิตได้ดีและมีคุณภาพในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและตั้งอยู่บนฐานความรู้
และเต็มไปด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

จากความหมายข้างต้นที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา (STEM
Education) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์เนื้อหาความรู้
ของวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยใช้
กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้ามาผสมผสานเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้ผู้เรียนสามารถ
นำความรู้มาบูรณาการเพื่อออกแบบ กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติตลอดจนปฏิบัติการ
ใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ซึ่งผู้เรียนจะสามารถสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ
ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ในการดำรงชีวิตเพื่อการประกอบอาชีพ
และพัฒนาประเทศในอนาคต

3.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

แนวคิดและทฤษฎีสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสถสมผสานกันอย่างลงตัว

กัญญา ศิลปกิจยาน (2560, อ้างถึงใน National Academy of Science, 2014, unpagued) อธิบายองค์ประกอบของแนวคิดสะเต็มศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (Science) หมายถึง การเรียนรู้ธรรมชาติรอบตัวบนพื้นฐานความเป็นจริง วิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่

2. เทคโนโลยี (Technology) หมายถึง กระบวนการของความรู้ที่นำไปสู่เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์

3. วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและสร้างสรรค์ด้วยการผลิตของมนุษย์ รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหาภายใต้เงื่อนไขและข้อจำกัดในสถานการณ์ต่าง ๆ

4. คณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง การศึกษารูปแบบและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตัวเลข และพื้นที่คณิตศาสตร์ถือเป็นพื้นฐานที่นำมาใช้ในวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี

ทฤษฎีที่สนับสนุนแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา คือ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียนเชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้นกรอบแนวคิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ประกอบด้วย 1) นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และนักเรียนแต่ละคนสามารถสร้างความรู้ด้วยวิธีการที่แตกต่างกันรวมทั้งอาจแตกต่างกับแนวทางของผู้สอน 2) ประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญของการสร้างความรู้ใหม่ และนักเรียนแต่ละคนมีความรู้และประสบการณ์เดิมที่แตกต่างกัน 3) การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม การมีประสบการณ์ ตรงและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ของผู้เรียนมีส่วนช่วยในการสร้างความรู้ใหม่ 4) ครูมีบทบาทในการจัดบริบทการเรียนรู้ตั้งคำถามที่ท้าทายความสามารถกระตุ้น สนับสนุนให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ และให้ความช่วยเหลือนักเรียนในทุก ๆ

ด้าน (กมลฉัตร กล่อมอิม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วารินทร์ แก้วอุไร และวิเชียร อารังโสติสสกุล , 2557, หน้า 3)

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคชันนิสซึม (Constructionism) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองและด้วยตนเองของผู้เรียน หากผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการความคิดและนำความคิดตนเองไป สร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะทำให้เห็นความคิดนั้นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจนมากขึ้น (ทวีป แซ่ฉิน, 2556, หน้า 11)

3.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา เป็นขั้นตอนการออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่เป็นผลผลิต จากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและผสมผสานในแต่ละสาขาวิชากันอย่างลงตัว

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558, หน้า 75-76) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. การระบุปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาหรือความต้องการ รวมทั้งเงื่อนไขต่าง ๆ จากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ไขปัญหา หรือสถานการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยวิเคราะห์ว่าจะใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้างในการแก้ไขปัญหาและต้องสรุปองค์ความรู้ที่ตนเองรวมทั้งต้องทำการทดลองเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกสารเคมีและอุปกรณ์ (ซึ่งพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของผู้เรียน) ที่จะใช้ในการแก้ปัญหาพร้อมบอกเหตุผลประกอบด้วยตัวของผู้เรียนเองทั้งหมด
3. การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา ผู้เรียนช่วยกันระดมความคิด วางแผนวาดรูป และแสดงชิ้นงานที่ออกแบบไว้ ซึ่งการที่ผู้เรียนสามารถวาดรูปออกแบบชิ้นงานออกมาได้จะแสดงถึงได้ผ่านกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นมาก่อนแล้วเพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานและปฏิบัติจริง
4. การทดลอง ขั้นนี้ผู้เรียนต้องทำการทดลองตามที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบไว้และนักเรียนจะต้องบันทึกข้อมูลทุกอย่างที่ได้เพื่อนำไปพิจารณาผลการทดลองต่อไป

5. การประเมินและปรับปรุงแก้ไข ผู้เรียนจะได้ประเมินผลการทดลองที่ได้ของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบอกปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองและบอกวิธีในการปรับปรุงแก้ไขหากยังไม่สามารถแก้ปัญหาตามเงื่อนไข หรืออาจแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไข และยังต้องการปรับปรุงให้ดีขึ้นพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบด้วย

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (2561, หน้า 16-19 อ้างถึงใน National Research Council, 2012, unpagged) ได้กล่าวว่า ลักษณะที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมศึกษา คือการผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียนกล่าวคือ ในขณะที่ผู้เรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่เป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนนี้เริ่มต้น จากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (Innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะบรู้อาจประกอบด้วยปัญหาย่อยในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหาต้องพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้น เพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาให้ใหญ่ด้วย

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) หลังจากผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหาและสามารถระบุปัญหาย่อย ขั้นตอนต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องผู้แก้ปัญหามักมีการดำเนินการ ดังนี้

2.1 การรวบรวมข้อมูล คือ การสืบค้นว่าเคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวนี้แล้วหรือไม่ และหากมีเขาแก้ปัญหายังไง และมีข้อเสนอแนะใดบ้าง

2.2 การค้นหาแนวคิด คือ การค้นหาแนวคิดหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง และสามารถประยุกต์ในการแก้ปัญหาได้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหามักพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาโดยจัดบันทึกแนวคิดไว้เป็นทางเลือก และหลังจากการรวบรวมแนวคิดเหล่านั้นแล้วจึงประเมินแนวคิดเหล่านั้น โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ ความคุ้มค่า ข้อดีและ

จุดอ่อนและความเหมาะสมกับเงื่อนไขและขอบเขตของปัญหาแล้วจึงเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การนำความรู้ที่ได้รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิต ทั้งนี้ผู้แก้ปัญหามust อ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่รวบรวมได้ประเมิน ตัดสินใจ เลือก และใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่าง หรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือการพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ผู้แก้ปัญหามust กำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานรวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน

5. ทดสอบ ประเมิน ผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ไขปัญหามา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหามust นำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

3.4 การวัดและประเมินผลตามแบบแนวทางสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, หน้า 17 –20) ได้เสนอแนวทางการวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยเน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริง และระหว่างที่ผู้เรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ความคิด เจตคติทางวิทยาศาสตร์และความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนและตัวผู้สอนที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้

และความสำเร็จของผู้เรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดใดที่ควรได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองสามารถใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลเพื่อส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้เต็มตามศักยภาพตามความถนัดและความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งมีแนวทางการวัดและประเมินผล ดังนี้

1. การประเมินจากสภาพจริง

การประเมินจากสภาพจริง (Authentic Assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงานและความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลาย ๆ ด้าน โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียนได้

1.1 ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

- 1) การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลาย ๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลาย ๆ ด้าน ในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน
- 2) สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงานศักยภาพของผู้เรียนในแง่ของผู้ผลิต และกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง
- 3) เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของผู้เรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐานความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสารเจตคติ ลักษณะนิสัยทักษะในด้านต่าง ๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 4) เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของผู้เรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลาย ๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของผู้เรียนที่ควรจะให้ส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือ

หรือแก้ไขเพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล

5) ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

6) เป็นการประเมินที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

7) เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมายและเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่าผู้เรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

1.2 วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูล และวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- 1) สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
- 2) ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
- 3) การสัมภาษณ์
- 4) บันทึกของผู้เรียน
- 5) การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
- 6) การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ
- 7) การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ
- 8) การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน
- 9) การทดสอบ

2. การวัดและการประเมินผลด้านความสามารถ

2.1 ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริงและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง หรือปฏิบัติงานได้จริงโดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

2.2 การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน

2.3 ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนด วัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการ ปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของ ผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจ ของผู้เรียนดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) การมอบหมายงาน งานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและการ ใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2) การกำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์หรือ สิ่งประดิษฐ์ให้ผู้เรียน วิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มี ประสิทธิภาพดีขึ้นการมอบหมายชิ้นงานให้ผู้เรียนควรจะต้องประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจ ตกลงร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อสะดวกในการ ดำเนินกิจกรรมของผู้เรียน และการติดตามความก้าวหน้าของผู้สอน

3) การกำหนดตัวอย่างงานให้และให้ผู้เรียนศึกษางานแล้วปฏิบัติ ตามขั้นตอนให้เหมือนหรือดีกว่า เช่น การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำ Herbarium การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นต้น

4) การสร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน เมื่อกำหนดสถานการณ์แล้วให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาหรือใช้ความคิดระดับสูง ในการแก้ปัญหา

5) การทดสอบโดยใช้แบบทดสอบข้อเขียน การประเมินตามสภาพ จริงจะลดความสำคัญของการทดสอบเนื่องจากจะมีการใช้แบบทดสอบลดลง แต่อย่างไรก็ ตามข้อสอบข้อเขียนก็ยังมีค่าจำเป็น เนื่องจากใช้วัดความสามารถทางด้านความรู้ความ เข้าใจในหลักการต่าง ๆ ได้ ดังนั้นในกระบวนการประเมินจึงยังคงใช้ แบบทดสอบข้อเขียน ร่วมด้วย โดยจะลดบทบาทของแบบทดสอบที่วัดพฤติกรรม ด้านความรู้ความจำ แต่จะ มุ่งเน้นประเมินด้านความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

และกระบวนการคิดระดับสูง แบบทดสอบในลักษณะนี้จะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนตอบและสถานการณ์ที่นำมาใช้ควรสัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ครูผู้สอนสามารถ วัดและประเมินได้หลายด้าน ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการและด้านคุณลักษณะ และการนำไปใช้ คือ ความสามารถในการนำความรู้ หลักการ หรือทฤษฎีไปใช้ในการ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบการประเมินยังคงสามารถใช้แบบทดสอบ ข้อเขียนได้

4. Canva

Canva เป็นแพลตฟอร์มออกแบบกราฟิกผลงานอย่างสร้างสรรค์ ไม่ว่าจะเป็นชิ้นงานเพื่อใช้ลง Social Media, Presentation, งานสิ่งพิมพ์ รวมไปถึงภาพเคลื่อนไหว มีความหมาย ดังนี้

4.1 ความหมาย Canva

ความหมายของคำว่า Canva ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้ ดังนี้

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล (2564, หน้า 40)

ได้กล่าวว่า Canva หมายถึง แพลตฟอร์มสำหรับสร้างสื่อการนำเสนอหลากหลายรูปแบบ เช่น Presentation Clip VDO Poster Card Resume Certificate Infographic เป็นต้น ซึ่ง Canva นั้นจะมีขนาดมาตรฐานให้เลือกหรือผู้ใช้สามารถกำหนดขนาดเองได้ Canva ใช้งานง่าย สวยงาม สามารถแบ่งปันให้แก่ผู้อื่นได้

เรืองศักดิ์ ศรีรักษา, นิตยา รัตน์คงนาสิก, เคนวี ฤกษ์มงคล และอนุวัฒน์ จันทะ (2565, หน้า 56–57) ได้กล่าวว่า Canva เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีการออกแบบที่น่าสนใจ มีเนื้อหาที่ไม่ซับซ้อนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา มีสีสัน ภาพนิ่ง เสียง ขนาดตัวอักษร ที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน

ศุภลักษณ์ จุฑะเรือ (2565, หน้า 6) ได้กล่าวว่า Canva หมายถึง แพลตฟอร์มที่ใช้สำหรับสร้างงานกราฟิกออนไลน์ ซึ่งปัจจุบันที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจาก Canva มีเครื่องมือจำนวนมาก ทำงานออกแบบได้หลายประเภทโดยที่ผู้ใช้อาจจะไม่จำเป็นต้องมี ความรู้หรือทักษะการออกแบบมากนัก เพราะมีเทมเพลตสำเร็จรูปให้เลือกใช้มากมายโดยแยกออกเป็นหมวดหมู่ ตามสิ่งที่ต้องการออกแบบ เช่น Template ที่เกี่ยวกับสื่อโฆษณาใน โซเชียลมีเดีย ออกแบบงานสิ่งพิมพ์ โปสเตอร์ การ์ด ออกแบบอินโฟกราฟิก

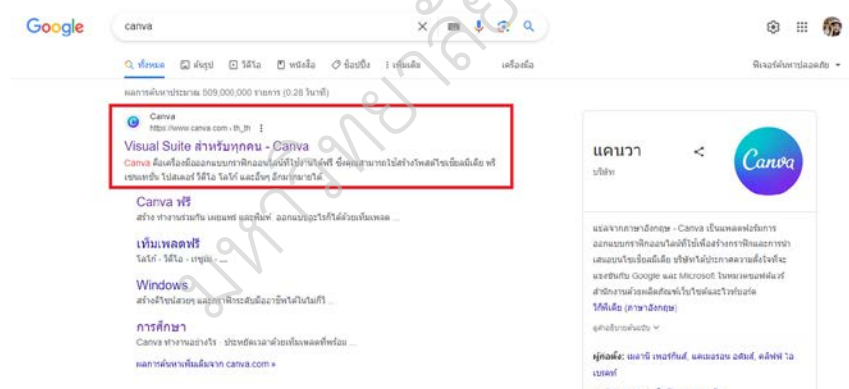
งานออกแบบในหมวดวิดีโอ โฆษณานบน YouTube ฟรีเซ่นเทชั่น ในด้านการศึกษา ก็สามารถนำ Canva มาทำงานเช่น การทำ ฟรีเซ่นเทชั่น ประกอบการสอน การทำวิดีโอ บันทึกการสอน และการทำใบงานเพื่อมอบหมายงานแบบออนไลน์ก็ได้ด้วย สามารถใช้ Canva ฟรีผ่านเว็บไซต์ www.canva.com หรือติดตั้ง Application บน Smart Phone ก็ได้ รองรับ Android และ iOS

สรุป Canva หมายถึง โปรแกรมออกแบบสำเร็จรูปที่อยู่ในรูปแบบของเว็บไซต์ออนไลน์หรือดาวน์โหลดมาใช้งานบนโทรศัพท์มือถือได้เหมาะสำหรับสร้างสื่อ การนำเสนอมีหลากหลายรูปแบบโดยสามารถกำหนดขนาดเองได้ ใช้งานง่าย สวยงาม เหมาะในด้านการศึกษานำ Canva มาทำงาน เช่น การทำ ฟรีเซ่นเทชั่น ประกอบการสอน การทำวิดีโอบันทึกการสอน และการทำใบงาน

4.2 วิธีการใช้งาน Canva

วิธีการใช้งาน Canva ดำเนินการได้ ดังนี้

1. เริ่มการใช้งานขั้นแรกโดยให้เข้าไปที่ Google และค้นหาชื่อแอปพลิเคชัน Canva หรือไปที่ URL <https://www.canva.com> (เวอร์ชัน ภาษาไทย) ดังภาพประกอบ 2

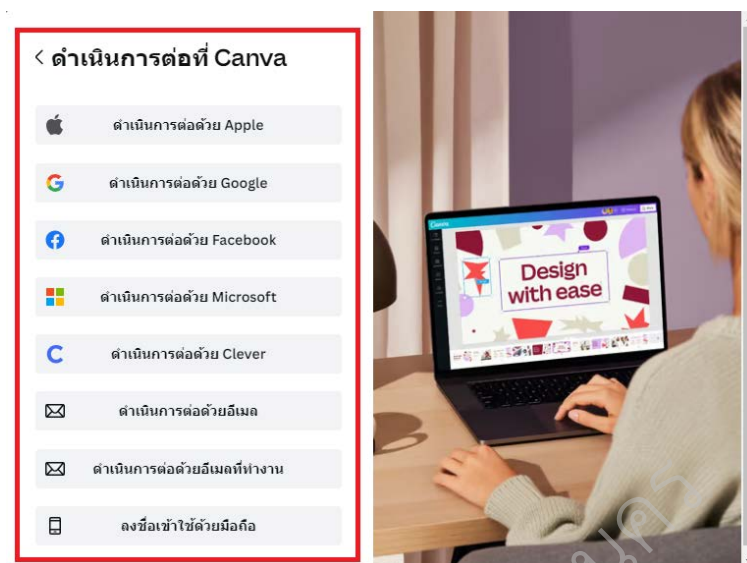


ภาพประกอบ 2 ค้นหาชื่อแอปพลิเคชัน Canva

ที่มา: https://muit.mahidol.ac.th/muit_training/canva/canva-manual-MUIT.pdf

21 มิถุนายน 2567

2. โปรแกรม Canva ใช้งานได้ฟรี ไม่ได้มีค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด เวลาเริ่มใช้ครั้งแรกจะเหมือนโซเชียลมีเดียอื่น ๆ อย่าง เฟสบุ๊ก ก็คือเราจะต้องสมัครสมาชิกก่อน วิธีสมัครก็ทำได้หลากหลาย ไม่ว่าจะสมัครด้วย Email, Gmail หรือ Facebook ในส่วนตรงนี้ โดยสมัครให้เสร็จเรียบร้อยก่อน เสร็จแล้วก็ให้กดลงชื่อเข้าใช้ได้เลย ดังภาพประกอบ 3

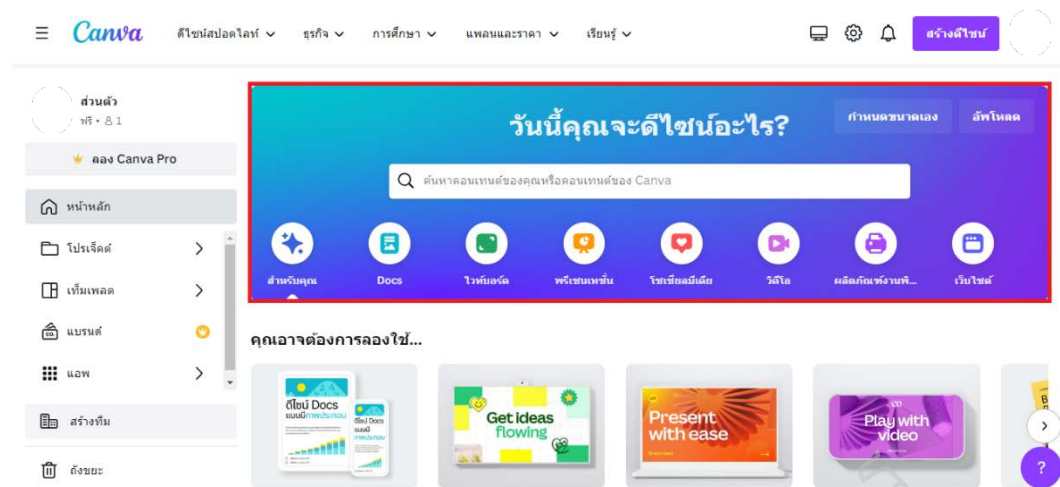


ภาพประกอบ 3 สมัครสมาชิก ลงชื่อเข้าใช้

ที่มา: https://muit.mahidol.ac.th/muit_training/canva/canva-manual-MUIT.pdf

1 มิถุนายน 2567

3. เมื่อ Login เข้ามาเรียบร้อยแล้ว จะเห็นว่า มีแถบเมนูที่เป็นประเภทการออกแบบให้เลือกมากมาย แอปพลิเคชัน Canva จะมีเทมเพลตสำเร็จรูปที่เหมาะสมกับแพลตฟอร์มและการออกแบบต่าง ๆ เตรียมไว้ให้เลือกนำไปใช้งานออกแบบต่อได้อย่างสะดวกสบาย สามารถสร้างงานออกแบบประเภทต่าง ๆ ได้โดยใช้เทมเพลตเหล่านี้ตามตัวอย่างด้านล่าง แอปพลิเคชันจะแสดงเทมเพลตสำเร็จรูปที่ออกแบบมาอย่างสวยงามให้เลือกเอาไปใช้กับช่องทางออนไลน์ได้เลยไม่ว่าจะเป็นภาพหน้าปกเฟสบุ๊ก โดย Canva ได้จัดเตรียมเทมเพลตในขนาดที่พอดีกับแต่ละช่องทางออนไลน์ไว้ให้หมด ปัญหาเรื่องภาพขนาดไม่พอดีกับกรอบไม่ต้องกังวลว่าภาพที่เตรียมไว้จะใหญ่เกินไป หรือเล็กเกินไป หรือภาพจะโดนตัดหรือเปล่าเพราะ Canva จัดมาให้เรียบร้อยแล้ว ดังภาพประกอบ 4

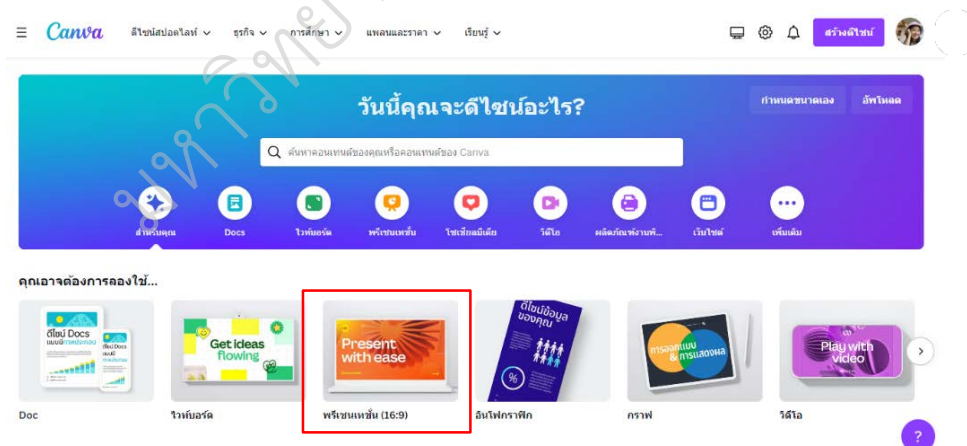


ภาพประกอบ 4 การเริ่มต้นใช้งาน Canva

ที่มา: https://muit.mahidol.ac.th/muit_training/canva/canva-manual-MUIT.pdf

21 มิถุนายน 2567

4. เลือกประเภทของงานออกแบบที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว สามารถเริ่มต้นการใช้งานได้เลย โดยการใช้เทมเพลตที่ Canva มีให้ก่อน แล้วกดเลือกที่ “พีเซนเทชั่น” ระบบจะแสดงชิ้นงานที่เป็นหน้าว่างเปล่าให้ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการเลือกประเภทงานออกแบบที่ต้องการ

ที่มา: https://muit.mahidol.ac.th/muit_training/canva/canva-manual-MUIT.pdf

21 มิถุนายน 2567

ให้สังเกตที่ด้านบน ตรงคำว่า “แม่แบบ” โปรแกรมจะปรากฏรูปแบบสำเร็จรูปที่ออกแบบมาให้แล้วสวยงามจำนวนมาก และนี่คือข้อดีของโปรแกรมแต่งรูป Canva ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 ขั้นตอนการสร้างงาน

ที่มา: https://muit.mahidol.ac.th/muit_training/canva/canva-manual-MUIT.pdf

21 มิถุนายน 2567

สำหรับคนที่ออกแบบไม่เป็น ไม่มีความรู้ด้านการออกแบบกราฟิกเลย หรือคนที่พอทำได้แต่ไม่เก่งการจัดวาง Layout ต่าง ๆ ใส่องค์ประกอบภาพอื่น ๆ ให้สวยงามมืออาชีพ คุณเป็นแบรนด์สินค้าที่น่าเชื่อถือ น่าซื้อใช้ อาจจะเป็นเรื่องที่ยากเกินไป ดังนั้น Canva จึงให้กราฟฟิคดีไซน์เนอร์มืออาชีพที่เก่ง ๆ มาออกแบบเตรียมไว้ให้สามารถเลือกหยิบมาใช้โดยเปลี่ยนแค่ภาพเป็นรูปสินค้าของแบรนด์เราเปลี่ยนข้อความตัวอักษร เปลี่ยนสีที่ใช้ตามใจของเรา ใช้งานและสะดวกสบายมาก ๆ

ข้อดีและข้อจำกัดของ Canva (Adomantra, 2023)

ข้อดี

1. ใช้งานง่าย มีเทมเพลตให้เลือกหลากหลาย และสามารถออกแบบได้เอง
2. มีเวอร์ชันฟรี สามารถสร้างงานแบบสวยงามได้ เหมาะกับผู้ใช้งานทั่วไป
3. สามารถใช้ผ่านเว็บไซต์ได้โดยไม่ต้องลงโปรแกรม

ข้อจำกัด

1. ต้องมีอินเทอร์เน็ตตลอดการใช้งาน หากอินเทอร์เน็ตไม่เสถียรอาจใช้งานได้ลำบาก
2. ฟอนต์ฟรีมีให้เลือกน้อย และผู้ใช้ฟรีอัปโหลดฟอนต์ได้ไม่เต็มที่
3. งานออกแบบดูซ้ำซาก เทมเพลตถูกใช้งานเยอะ ทำให้งานแปลกใหม่

5. เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิธีการสอนโดยใช้ Canva เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจได้ง่าย มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น ดังตาราง 1

ตาราง 1 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยมองเห็นปัญหา ซึ่งจำเป็นที่จะต้องหาวิธีแก้ปัญหาหรือสร้าง นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว	ขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva ครูนำเสนอข้อมูล เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนทั้งหมดโดยใช้ Canva เพื่อส่งเสริมความรู้ด้านพุทธิพิสัย
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาและ สามารถระบุปัญหาย่อยได้ มีการรวบรวมข้อมูล และค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา นักเรียนระบุปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน ซึ่งจำเป็นที่จะต้องหาวิธีแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว

ตาราง 1 (ต่อ)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการกับ Canva
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา นักเรียนนำความรู้ที่รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์	ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา นักเรียนทำความเข้าใจเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นจากเนื้อหาที่เรียนตามความสนใจและสามารถระบุปัญหาย่อยได้ มีการรวบรวมข้อมูลและค้นหาแนวคิดหรือความรู้ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการพัฒนาต้นแบบของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้โดยกำหนดขั้นตอนในการทำงานร่วมกัน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นให้ชัดเจน	ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ระบุ นักเรียนนำความรู้ที่รวบรวมจากเนื้อหาที่เรียนมาประยุกต์ใช้ เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาและระยะเวลาตามขั้นตอน
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอน ทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหการทดสอบและประเมินผล สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 5 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ระบุขั้นตอนการทำงานและปฏิบัติการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ระบุไว้อย่างรัดกุม
ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผล การแก้ปัญหาเป็นการปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการการปรับปรุง	ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาเป็นขั้นเป็นตอน ทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหการทดสอบและประเมินผล สามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหาการปรับปรุง

6. ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ คือ การสร้างสิ่งใหม่ ๆ ที่มีคุณค่าโดยสิ่งใหม่ที่เกิดขึ้น อาจมีการอ้างถึงบุคคลผู้สร้างสรรค์ หรือสังคมหรือขอบเขตภายในที่ได้สร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ขึ้นมาจนนำไปสู่การคิดค้นและสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่หรือรูปแบบความคิดใหม่

6.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

กระบวนการคิดของสมองสามารถคิดได้หลากหลายและแปลกใหม่ สามารถนำไปประยุกต์ทฤษฎีหรือปฏิบัติได้อย่างรอบคอบและถูกต้องจนนำไปสู่การคิดค้นและนวัตกรรม นักจิตวิทยาและนักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

ปราณี พงษ์สุพรรณ, ไพฑูรย์ สีนลรัตน์ และศศิธร เขียวกอ (2562, หน้า 221) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตของมนุษย์และความก้าวหน้าของโลกเราจะเห็นว่าการกระทำใด ๆ ก็ตามถ้าจะมีการพัฒนา ย่อมต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์แทบทั้งสิ้นและเป็นทักษะที่ก่อให้เกิดนวัตกรรมแบบไม่หยุดยั้งความสามารถทางการคิดเชิงบวกที่คิดได้หลากหลายแง่มุม คิดเชื่อมโยงสัมพันธ์กันคิดแตกต่างไปจากความคิดเดิม ซึ่งจะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ หรือการพัฒนาแนวทางในการแก้ปัญหา

ปรียา ไตรสรลาลี (2562, หน้า 55) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ การคิด สร้างสิ่งใหม่ที่มีลักษณะใหม่ แตกต่างไปจากเดิมและเป็นความคิดต้นแบบที่ใช้การได้จริง ได้ผลดีกว่าของเดิมและมีความสมเหตุสมผลที่คนทั่วไปยอมรับ หรือความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

ณัฐรัชญา หอมจัต (2563, หน้า 32) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถทางสมองในการคิดจินตนาการผสมผสานสิ่งแปลกใหม่ออกไปจากเดิม สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ โดยมีสิ่งเร้าเป็นตัวกระตุ้น ทำให้เกิดความคิดใหม่อาจอยู่ในรูปของการกระทำหรือผลผลิต โดยอาศัยประสบการณ์ที่มีอยู่มาดัดแปลง สุชาธิณี กรุดเงิน และพรสิริ เอี่ยมแก้ว (2564, หน้า 193) ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ คิดได้หลากหลายทิศทาง โดยอาศัยประสบการณ์เดิมหรือประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์นี้ ประกอบด้วยความคล่องในการคิดความยืดหยุ่นและความคิดที่เป็นของตนเอง

เอกพร ธรรมยศ (2565, หน้า 143–144) ได้กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์เป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญของผู้เรียน เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้อย่างซับซ้อนกว้างไกลหลายทิศทาง หรือเรียกว่าคิดนอกเนกนัย ซึ่งประกอบ ด้วยความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดละออ

ชัยวัฒน์ ดงภูยา (2567, หน้า 52) กระบวนการคิดสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ ขึ้นมาเป็นความคิดที่มีความแตกต่างจากเดิม ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

สรุปความคิดสร้างสรรค์หมายถึง ทักษะกระบวนการการคิดนอกกรอบคิดในมุมมองที่แตกต่างจากเดิมและไม่ซ้ำใคร มีความกระตือรือร้น อยากรู้ อยากเห็น สิ่งแปลกใหม่อยู่เสมอ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือ พัฒนาสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

6.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์

ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการความรู้สึกลึกซึ้งจินตนาการคิดสิ่งแปลกใหม่อยู่ตลอดเวลาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

Davis (1983) อ้างถึงใน กรมวิชาการ (2554, หน้า 6–7) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์โดยแบ่งกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่ม คือ

6.2.1 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น Freud และ Kris ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกผิดชอบทางสังคม (Social Conscience) ส่วน Kubie และ Rugg ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาวิเคราะห์แนวใหม่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรับรู้สติกับจิตใต้สำนึกซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

6.2.2 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรงการตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือ การโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่ ๆ หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

6.2.3 ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยชน นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดที่ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิด สร้างสรรค์ออกมาใช้ได้ คือ ผู้ที่มีสัจจะการแห่งตน คือ รู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์สามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มทีนั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะหรือบรรยากาศที่เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย ความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิดและเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

6.2.4 ทฤษฎี AUTA ทฤษฎีสุดท้ายนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยมีแนวคิดที่ว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบ AUTA ประกอบด้วย

- 1) การตระหนัก (Awareness) คือ ตระหนักถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคมทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย
- 2) ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์
- 3) เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิควิธีในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคลและเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน
- 4) การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) การรู้จักหรือตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองอย่างเต็มศักยภาพรวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเองและการมีความคิดยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

องค์ประกอบทั้ง 4 นี้จะผลักดันให้บุคคลสามารถค้นศักยภาพเชิงสร้างสรรค์ของตนเองออกมาใช้ได้ ซึ่งจากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในบุคคลทุกคน และสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้และการจัดบรรยากาศที่เอื้ออำนวย

6.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นวลจิตต์ เชาวกิริติพงศ์ (2559, หน้า 8-12) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบที่สำคัญของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ดังนี้

6.3.1 ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดให้ได้ปริมาณ คำตอบ/ความคิดที่ไปซ้ำกันเรื่องเดียวกัน แบ่งออกเป็น

1) ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำเป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำได้อย่างคล่องแคล่ว

2) ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงสัมพันธ์ เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือเป็นพวกเดียวกันให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

3) ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออกเป็นความสามารถในการใช้สีหรือประโยคโดยสามารถนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการเร็วที่สุด

4) ความคิดคล่องแคล่วในการคิดสิ่งที่ต้องการให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนด

6.3.2. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภทหรือแบบของความคิดแบ่งเป็น 2 แบบ

1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้ได้หลายประเภทอย่างอิสระ

2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นวิธีคิดที่มีประโยชน์ในการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำคำตอบ ซึ่งเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องแคล่วแตกต่างออกไป นับเป็นพื้นฐานที่นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์หลายหมวดหมู่หลายประเภท เป็นแนวทางให้บุคคลสามารถหาทางเลือกได้หลายทาง

6.3.3 ความคิดริเริ่ม หมายถึงความคิดแปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือแตกต่างไปจากคนอื่น เป็นความคิดที่มีประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่ม เป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรกที่มีความแปลกจากความคิดเดิมและอาจไม่มีใครนึกถึงมาก่อน คนที่จะคิดริเริ่มได้ต้องมีลักษณะกล้าคิดกล้าลงและจำเป็นต้องมีจินตนาการด้วย

6.3.4 ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความคิดเกี่ยวกับรายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่ง หรือแสดงรายละเอียดของสิ่งที่จำเป็นต้องมีในผลงาน เพื่อให้

ความคิดริเริ่ม สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้ความคิดสร้างสรรค์ที่ไม่เพียงแต่ประกอบด้วย
สิ่งแปลกใหม่เท่านั้นแต่ต้องมีความสำเร็จอย่างสร้างสรรค์อยู่ด้วยความสามารถบอกให้
รายละเอียดของสิ่งที่คิดได้จะให้สิ่งที่คิดสร้างสรรค์ มานั้นทำได้สำเร็จและเป็นความจริง

สุวิทย์ มูลคำ (2550, หน้า 19–20) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของความคิด
สร้างสรรค์จากโครงสร้างทางสติปัญญาของกิลฟอร์ด (Guilford) ประกอบด้วย

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิด
ตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ หรือความสามารถในการคิดหาคำตอบ
ที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด ซึ่งจะนับปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกัน คือมองในแง่
ผลงาน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับ
สภาพ ของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ เน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ ๆ
ของความคิดแบบคล่องแคล่ว เป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่ว
ให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถคิดแปลกใหม่
แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอา
ความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่เกิดขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการ
มองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งต่าง ๆ
อย่างมีความหมาย

Torrance (1973, pp. 91–95) อ้างถึงใน ศิราณี กลางประพันธ์ (2560,
หน้า 128–129) สนใจศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเน้นความคิดสร้างสรรค์
ใน 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (Fluency) เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบ
ที่หลากหลายคำตอบ เพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็น
ความคิดทางภาษาหรือท่าทาง

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาได้
หลากหลาย คิดหลายแง่มุม และสามารถผสมผสานความรู้และประสบการณ์ให้เกิด
ประโยชน์ได้หลายด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) คือ ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิมเป็นความคิดที่แตกต่างจากบุคคลอื่น หรือเป็นการรวมกันของความคิดที่ไม่มีความสัมพันธ์กันมาก่อนทั้งในด้านความคิดหรือการกระทำ

สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิดที่เกิดจากองค์ประกอบที่สำคัญคือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ส่งผลให้สามารถคิดและสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ ได้

6.4 วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

วันเพ็ญ จันทรเจริญ (2544, หน้า 160-163) ได้กล่าวว่า วิธีการการสอนเพื่อให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ว่าครูเป็นผู้มีบทบาทอย่างยิ่งในการส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ครูไม่อาจจะสอนให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ทันทีในทำยบทเรียน หรือในเวลาอันสั้น แต่ครูสามารถกระตุ้นส่งเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งมีวิธีการ ดังนี้

6.4.1 การจัดบรรยากาศของชั้นเรียน การจัดบรรยากาศของชั้นเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ความคิดสร้างสรรค์ แบ่งได้ 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านสติปัญญา และด้านอารมณ์ ดังนี้ กุญชรี้ คำชาย (2540, หน้า 153-154) อ้างถึงใน วันเพ็ญ จันทรเจริญ (2544, หน้า 160-162)

6.4.1.1 ด้านกายภาพ แบ่งได้ 3 ประการ ดังนี้

1) การจัดพื้นที่ ครูควรจัดพื้นที่ให้สะดวกต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งเป็นกลุ่มใหญ่ กลุ่มย่อย เป็นคู่ และเป็นรายบุคคล ทั้งนี้อาจใช้การเลื่อนโต๊ะ เก้าอี้ ผูกกัน หรือหากเลื่อนไม่ได้ก็ให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะสร้างบริเวณทำงานของตนตามที่ครูกำหนดให้

2) การจัดเก็บสิ่งของในห้องเรียน ควรมีที่เก็บวัสดุอุปกรณ์ส่วนตัวของนักเรียน ซึ่งอาจเป็นชั้น ตู้ กล่อง ชอง ฯลฯ เพื่อฝึกความมีระเบียบวินัยควบคู่กับความคิดสร้างสรรค์

3) การจัดมุมแสดงผลงานของนักเรียน ครูอาจหาบอร์ด บ้ายนิเทศ หรือหิ้ง เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงผลงาน รวมทั้งควรจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดแสดง เช่น กาว กรรไกร ไม้บรรทัด ไม้บรรทัด ฯลฯ ไว้ด้วย

6.4.1.2 ด้านสติปัญญาครูควรจัดกิจกรรมที่ทำทลายสติปัญญา และความคิดของนักเรียน กิจกรรมควรมีความหลากหลาย ต้องใช้ความพยายามบ้าง จึงจะประสบความสำเร็จ และควรเริ่มจากง่ายไปหายาก

6.4.1.3 ด้านอารมณ์ แบ่งได้ 3 ประการ คือ

1) ความรู้สึกปลอดภัย คือการสนับสนุนให้นักเรียนแสดงออก ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ตามระดับความสามารถของตนเองอย่างมั่นใจและอบอุ่นใจ โดยครู จะไม่นำไปเปรียบเทียบกับผู้อื่นหรือวิพากษ์วิจารณ์

2) ความพร้อม หมายถึง การนำผลงานของนักเรียนมาจัดแสดง ต่อเมื่อนักเรียนผู้เป็นเจ้าของผลงานมีความพร้อมหรือมีความยินยอม เนื่องจากการนำ ผลงานออกแสดงนั้นจะต้องเสี่ยงกับการถูกประเมินและถูกวิพากษ์วิจารณ์

3) การให้ข้อมูลย้อนกลับ หมายถึง การที่ครูตีชมผลงานหรือการ แสดงออกของนักเรียน จะต้องกระทำอย่างสมเหตุสมผล จริงใจ นุ่มนวลและให้ข้อมูลที่ เป็นประโยชน์เกี่ยวกับผลงาน เพื่อเด็กจะได้นำไปประเมินตนเอง

6.4.2 การกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ ครูควรกระตุ้นความคิด สร้างสรรค์ของนักเรียนด้วยวิธีต่าง ๆ อยู่เสมอ เช่น การใช้แบบสำรวจของ ออสบอร์น (Osborn, 1963) เพื่อสำรวจความคิดของตนเองหรือของกลุ่มต่อสิ่งที่มีอยู่ขณะนั้น รวม 9 คำถาม ดังนี้

- 1) ใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้หรือไม่
- 2) ปรับใช้กับอย่างอื่นได้หรือไม่
- 3) เปลี่ยนแปลงให้เป็นอย่างอื่นได้หรือไม่
- 4) เพิ่มอย่างอื่นเข้ามาได้หรือไม่
- 5) ลดลักษณะบางอย่างลงได้หรือไม่
- 6) นำอย่างอื่นมาแทนได้หรือไม่
- 7) จัดเรียงใหม่ได้หรือไม่
- 8) เปลี่ยนให้อยู่ในลักษณะที่กลับกันได้หรือไม่
- 9) รวมเข้ากับสิ่งอื่นได้หรือไม่

6.4.3 ข้อเสนอแนะในการสอน มีดังนี้

- 1) ใช้วิธีสอนหลาย ๆ วิธีผสมผสานกันตามความเหมาะสม
- 2) ใช้วิธีการกลุ่มสัมพันธ์ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงออก

อารี พันธมณี (2537, หน้า 115-118) อ้างถึงใน วจี ปัญญาใส (2556, หน้า 36) ได้กล่าวว่า วิธีการสอนให้เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ จะต้องสอนอย่างต่อเนื่อง โดยผ่านกิจกรรมต่าง ๆ อย่างหลากหลาย ดังนี้

1. สอนให้เกิดจินตนาการ โดยมุ่งส่งเสริมให้เด็กคิดแปลกใหม่ และคิดในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น หรือดูเหมือนว่าจะไม่มีทางเป็นไปได้หรือเป็นไปได้ยาก
2. สอนให้เด็กเรียนรู้การสร้างสรรค์โดยการกระทำ โดยเน้นการลงมือปฏิบัติจริง คิดจริง ทำจริง และเกิดผลการจากปฏิบัติจริง
3. สอนให้เด็กเรียนรู้วิธีการระดมพลังสมอง ซึ่งถือว่าเป็นการส่งเสริมให้มีความคิดหลายทิศทางคิดได้มากในเวลาจำกัด ซึ่งหลักเกณฑ์ในการระดมความคิดก็คือ
 - 3.1 การประวิงการตัดสินใจ โดยไม่มีการวิพากษ์วิจารณ์ หรือตัดสินความคิดต่อคนอื่น
 - 3.2 การให้อิสระทางความคิด โดยยอมรับความคิดซึ่งกันและกัน ให้โอกาสในการคิดแปลกใหม่
 - 3.3 การส่งเสริมปริมาณความคิด
 - 3.4 การระดมความคิดและปรุงแต่งความคิดซึ่งจะเป็นการนำเอาความคิดทั้งหมดมาประมวลเข้าด้วยกันและตัดสินร่วมกันในการให้คุณค่าความคิดเหล่านั้น

6.5 วิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์

อารี พันธมณี (2557, หน้า 229-240) ได้กล่าวว่า การวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ มีทั้งใช้ภาษาและใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเร้าให้เด็กแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งแบบทดสอบที่นิยมใช้ได้แก่ แบบทดสอบของกิลฟอร์ด และแบบทดสอบของทอร์เรนซ์

Torrance, 1965 อ้างถึงใน (ปรีชา โคตรสาส์, 2562, หน้า 63-65) ได้กล่าวว่า กรอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ด้าน ดังนี้

6.5.1 ด้านความคล่องในการคิด หมายถึง จำนวนความคิดที่ตอบปัญหา ผู้ที่สามารถคิดหาแนวทางแก้ไขปัญหาหรือหาคำตอบได้มาก แสดงว่ามีความคิดคล่องในการคิดสูง ฉะนั้นคะแนนความคล่องในการคิดจึงขึ้นอยู่กับจำนวนของผู้ตอบ

6.5.2 ด้านจำนวนทิศทางการคิด หมายถึง จำนวนของกลุ่มหรือประเภทของสิ่งที่คิด ผู้ที่สามารถคิดได้หลายทางแสดงว่าสามารถค้นหาแนวทางแก้ไขปัญหาหรือคิดหาคำตอบได้หลายแง่หลายมุม

6.5.3 ด้านความคิดริเริ่ม หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนส่วนใหญ่

6.5.4 ด้านความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถที่จะให้รายละเอียดเพิ่มเติมจากแนวคิดแรก ซึ่งคะแนนนี้จะให้เฉพาะข้อสอบฉบับรูปภาพบางกิจกรรมเท่านั้น

การวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอเรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Thinking Creative with Word) มี 7 กิจกรรม คือ

- 1) เขียนทุกคำถามที่เขาจำเป็นต้องถามเพื่อค้นหาว่าอะไรเกิดขึ้น
- 2) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 3) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 4) เขียนวิธีการปรับปรุงเครื่องเล่น เพื่อให้เด็กเล่นอย่างสนุกสนาน
- 5) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
- 6) เขียนคำถามทั้งหมดที่อาจถามเกี่ยวกับสิ่งของสิ่งเดียวกัน
- 7) เขียนเหตุการณ์ทั้งหมดที่อาจเป็นไปได้ ถ้าสภาพการณ์เกิดขึ้นจริง

กิจกรรมทั้ง 7 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Thinking Creativity with Pictures) มี 3 กิจกรรม ได้แก่

1. การสร้างรูปภาพ (Picture Construction)
2. การต่อเติมรูปภาพ (Picture Completion)
3. เส้น (Lines)

กิจกรรมในส่วนที่ 2 นี้ให้วัดในด้านความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดประณีต

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้วยเสียงและคำ (Thinking Creative with Sound and Words) มี 2 กิจกรรมโดยให้ผู้สอบฟังจากเครื่องบันทึกเสียงแล้วเขียนความสัมพันธ์ในแต่ละครั้ง ทั้ง 2 กิจกรรมนี้ วัดความคิดริเริ่มเท่านั้น

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถ และทักษะทางด้านวิชาการรวมทั้งสมรรถภาพทางสมอง และมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่เด็กได้รับการเรียนการสอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ด้วยคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความหมาย ดังนี้

7.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ศิริพร สอาดล้วน (2551, หน้า 28) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง เป็นผลรวมของมวลประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ ในด้านของทักษะความรู้และความสามารถ ซึ่งผลการเรียนรู้นั้นสามารถแสดงออกมาได้และสามารถที่จะวัดได้

สุพัตรา เกษมเรืองกิจ (2551, หน้า 32) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจความสามารถในการแก้ปัญหาและทักษะทางวิชาการรวมทั้งสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ได้จากการอบรมสั่งสอน และวัดได้โดยอาศัยเครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย

ปราณี กุลมิน (2560, หน้า 82) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของบุคคลที่พัฒนาดีขึ้น ทั้งทางด้านความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึก และค่านิยม ซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และสิ่งต่าง ๆ

กนกภรณ์ เทสินทโชติ (2560, หน้า 18-19) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลจากความสามารถและพฤติกรรมเฉพาะบุคคลที่ได้มาจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดการเรียนการสอนสำหรับตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้มาจากการสังเกตหรือคะแนนที่มีความซับซ้อนและใช้ระยะเวลามากในการศึกษาครั้งนี้กำหนดให้ตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ “คะแนนเฉลี่ย (GPA)”

ชนิดา ทาระเนตร์ (2560, หน้า 27) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสำเร็จของผู้เรียนในด้านความรู้ ด้านทักษะ และกระบวนการ

ทางด้านความคิดซึ่งทำให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพจากการเรียนรู้หรือการหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สรุป ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ของนักเรียนในด้านความรู้ ด้านทักษะ และกระบวนการทางด้านความคิดที่สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้โดยอาศัยเครื่องมือและวิธีการที่หลากหลาย

7.2 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีหลายแบบแตกต่างกันไป จะใช้รูปแบบใดก็ควรพิจารณาถึงจุดประสงค์ในการวัดเป็นสำคัญ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้ (สุทธิวรรณ ฟ้าศักดิ์โสภณ, 2561, หน้า 2)

7.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้นเอง

7.2.2 แบบทดสอบมาตรฐาน

ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้วัดความรู้ความสามารถของนักเรียน จำแนกออกได้ ดังนี้

1. ชนิดที่ผู้สอบเป็นผู้ให้คำตอบ ได้แก่

1.1 แบบทดสอบแบบอัตนัย หรือความเรียง (Subjective Test or Essay Test) จำแนกออกเป็น

1.1.1 แบบจำกัดคำตอบ (Restricted-Response Type)

1.1.2 แบบไม่จำกัดคำตอบ (Unrestricted-Response Type)

1.2 แบบทดสอบแบบเติมคำหรือตอบสั้น (Completion or Short-Answer Test)

2. แบบทดสอบชนิดที่ให้ผู้สอบเลือกคำตอบ ได้แก่

2.1 แบบทดสอบแบบถูกผิด (True-False Test)

2.2 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test)

2.3 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice Test)

7.3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบเป็นเครื่องมือวัดผลชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญอันจะทำให้ครูได้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน และทราบถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียน

การสอนการสร้างแบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพจึงไม่ใช่ของง่ายนักสำหรับครูผู้ออกข้อสอบ ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้ (สุทธิวรรณ พิศัทธิโสภณ, 2561, หน้า 2-3)

7.3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบให้แน่ชัดว่าจะสอบเพื่ออะไรสอบกับใครในระดับชั้นใด

7.3.2 กำหนดลักษณะของสิ่งที่จะวัด ในการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วัดต้องรู้ว่าสิ่งที่ต้องการจะวัดนั้นคืออะไร เช่น ต้องการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วัดจะต้องรู้ว่าในสาระของกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์นี้มีจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนอย่างไร ประกอบด้วยเนื้อหาใดบ้างต้องการให้ผู้เรียนบรรลุพฤติกรรมใดบ้าง พฤติกรรมเหล่านั้นเป็นอย่างไรต้องกำหนดให้ชัดเจน ซึ่งอาจศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และทฤษฎีต่าง ๆ ได้ในขั้นตอนนั้นเราอาจพิจารณาจากตารางวิเคราะห์หลักสูตรที่ได้ทำไว้แล้ว

7.3.3 กำหนดชนิดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัด นั้นพิจารณาจากคุณลักษณะของสิ่งที่เราจะวัดว่าคืออะไร ซึ่งดูได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร และต้องดูด้วยว่าวัดพฤติกรรมใด จะวัดกับใคร ที่ไหน เมื่อไร อย่างไรด้วย เพราะเครื่องมือที่ใช้วัดมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็เหมาะกับคุณลักษณะที่จะวัดต่างกัน ดังนั้นผู้สร้างต้องรู้ลักษณะของเครื่องมือแต่ละชนิดด้วย

7.3.4 เขียนข้อสอบ เมื่อกำหนดได้แล้วถึงชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ ก็เริ่มลงมือเขียนข้อสอบ โดยเขียนให้สอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดและให้ถูกต้องตามหลักวิชาของการเขียนข้อสอบแต่ละชนิดด้วย

7.3.5 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขเมื่อเขียนข้อสอบเสร็จแล้วควรให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือซึ่งผู้เชี่ยวชาญควรประกอบด้วยบุคคล 2 ฝ่าย คือผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาสาระวิชา และผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านวัดผลเป็นผู้พิจารณาคำถามและคำตอบว่าถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่ ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์หรือไม่ อีกทั้งภาษาที่ใช้ในการเขียนข้อสอบถูกต้องตามหลักวิชาหรือไม่

7.3.6 การทดลองใช้ข้อสอบหลังจากที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบแก้ไขแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้แล้วนำผลจากการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพและพัฒนาแบบทดสอบต่อไป ในการทดลองใช้อาจต้องทำหลาย ๆ ครั้งจนสามารถพัฒนาแบบทดสอบได้มีคุณภาพเป็นที่พอใจจึงนำไปใช้จริงในการสอบต่อไป

7.3.7 สร้างเกณฑ์ในการแปลความหมายคะแนนเพื่อต้องการบอกให้ทราบว่าคุณคนใดสอบได้คะแนนเท่าไร เขาจะเป็นผู้ที่มีความสามารถหรือมีลักษณะพฤติกรรมอย่างไร

7.3.8 การเขียนรายงานและคู่มือการใช้ จะทำให้ผู้นำไปใช้ได้รู้ถึงขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบนั้น และรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการสอบว่าจะปฏิบัติอย่างไร คะแนนที่แต่ละคนสอบได้จะแปลความหมายอย่างไร ซึ่งจะเป็นข้อมูลให้ผู้เลือกใช้แบบทดสอบได้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการสอบด้วย

7.4 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ซวาล แพร์ตกุล (2552, หน้า 123–136) ได้กล่าวว่า คุณลักษณะของแบบทดสอบที่ดีไว้ดังนี้

7.4.1 ต้องเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง คุณสมบัติที่ทำให้ผู้ใช้บรรลุถึงวัตถุประสงค์แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คือ แบบทดสอบที่สามารถทำหน้าที่วัดสิ่งที่เราจะวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามความมุ่งหมาย

7.4.2 ต้องยุติธรรม (Fair) คือ โจทย์คำถามทั้งหลายไม่มีช่องทางแนะให้เด็กเดาคำตอบได้ ไม่เปิดโอกาสให้เด็กเกียจคร้านที่จะดูตำราแต่ตอบได้ดี

7.4.3 ต้องถามลึก (Searching) วัดความลึกซึ่งของวิทยาการตามแนวตั้งมากกว่าการวัดตามแนวกว้างว่ารู้น้อยเพียงใด

7.4.4 ต้องช่วยเป็นเยี่ยงอย่าง (Exemplary) คำถามมีลักษณะท้าทายชักชวนให้คิด เด็กสอบแล้วมีความอยากรู้น้อยเพียงใด

7.4.5 ต้องจำเพาะเจาะจง (Definite) เด็กอ่านคำถามแล้วต้องเข้าใจแจ่มชัดว่าครูถามถึงอะไรหรือให้คิดอะไรไม่ถามคลุมเครือ

7.4.6 ต้องเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คุณสมบัติ 3 ประการคือ

7.4.6.1 แจ่มชัดในความหมายของคำตอบ

7.4.6.2 แจ่มชัดในวิธีตรวจหรือมาตรฐานการให้คะแนน

7.4.6.3 แจ่มชัดในการแปลความหมายของข้อความ

7.4.7 ต้องมีประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถให้คะแนนที่เที่ยงตรงและเชื่อถือได้มากที่สุดภายในเวลา แรงงานและเงินน้อยที่สุดด้วย

7.4.8. ต้องยากพอเหมาะ (Difficulty)

7.4.9. ต้องมีอำนาจจำแนก (Discrimination) สามารถแยกเด็กออกเป็นประเภทได้ทุกระดับ ตั้งแต่อ่อนสุดถึงแก่ที่สุด

7.4.10. ต้องเชื่อมั่นได้ (Reliability) ข้อสอบนั้นสามารถให้คะแนนได้คงที่แน่นอนไม่แปรผัน

สุทธิวรณ พิศักดิโสภณ (2561, หน้า 1) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพย่อมทำให้ผลการวัดที่ได้มีความถูกต้อง แต่ถ้าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีย่อมทำให้ผลการวัดมีความผิดพลาด ดังนั้นในการวัดผลการศึกษาคุณภาพของเครื่องมือย่อมเป็นสิ่งที่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ ลักษณะของเครื่องมือวัดผลที่ดีมีหลายประการ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง การวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้อย่างถูกต้อง

2. ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง การวัดที่ให้ผลแน่นอน สม่ำเสมอ คงเส้นคงวา (Consistency) เป็นที่มั่นใจหรือ เชื่อถือในผลที่วัดได้จริง ถึงแม้จะมีการวัดซ้ำอีกผลที่ได้ก็ย่อมแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความแจ่มชัดของคำถามที่ทำให้ผู้ตอบเข้าใจความหมายได้ถูกต้องตรงกัน ข้อคำถามที่มีความเป็นปรนัยต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ

3.1 ข้อคำถามมีความชัดเจนว่าต้องการถามอะไร

3.2 การตรวจให้คะแนนได้ตรงกันไม่ว่าจะให้ใครตรวจก็ตาม

3.3 คะแนนที่ได้สามารถแปลความหมายได้ตรงกัน

4. อำนาจจำแนก (Discrimination) เป็นความสามารถในการแยกหรือจำแนกบุคคลที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้

5. ความยากพอเหมาะ (Difficulty) เป็นคุณลักษณะของข้อสอบที่ไม่ยากเกินไปหรือง่ายเกินไป

6. วัดอย่างลึกซึ้ง (Searching) หมายความว่า ลักษณะของคำถามวัดได้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด และไม่เป็นคำถามที่วัดแต่เพียงความรู้ความจำอย่างเดียว

7. ยุติธรรม (Fair) เป็นลักษณะของคำถามที่ไม่ถามเพื่อเปิดโอกาสให้คนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งได้เปรียบในการตอบมากกว่าคนในกลุ่มหนึ่งหรือบุคคลหนึ่ง

8. มีความจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามหลายแง่หลายมุมในข้อเดียวกัน และควรถามคำถามเดียวในแต่ละข้อ

7.5 หลักในการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

Gronlund (1993, pp. 36–37) อ้างถึงใน สุภกิจ โสทัต (2558, หน้า 55) ได้กล่าวว่า หลักการเลือกใช้ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้ดังนี้

7.5.1 ควรเลือกชนิดของข้อสอบให้ตรงกับลักษณะของพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการจะวัดให้มากที่สุด

7.5.2 เขียนข้อสอบที่จะวัดผลการปฏิบัติให้สอดคล้องกับพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้การปฏิบัติ

7.5.3 เขียนข้อสอบแต่ละข้อให้ชัดเจน เฉพาะเจาะจงให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

7.5.4 เขียนข้อสอบเพื่อให้วัดพฤติกรรมหรือผลการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือ อุปกรณ์อย่างอื่นช่วย เช่น เขียนข้อสอบโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้วัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ช่วย

7.5.5 พยายามป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับข้อสอบแต่จะมีผลต่อคำตอบของผู้สอบ เช่น แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ภาษาซับซ้อนที่ต้องตีความและยากเกินวัยของผู้สอบ

7.5.6 หลีกเลี่ยงคำ ข้อความ หรือร่องรอยต่าง ๆ ที่แนะนำคำตอบถูก

7.5.7 เขียนข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะกับระดับพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ที่จะวัดวัยของผู้เรียนและการนำผลการทดลองไปใช้

7.5.8 เขียนข้อสอบไว้ล่วงหน้าเพื่อจะได้มีเวลาในการทบทวน ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7.5.9 ควรเขียนข้อสอบไว้ล่วงหน้าเพื่อจะได้มีเวลาในการทบทวน ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขให้ข้อสอบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

7.5.10 ควรเขียนข้อสอบให้มีจำนวนข้อเกินกว่าที่จะต้องการใช้จริง เพราะ อาจจะตัดข้อสอบบางข้อที่ไม่เหมาะสมออกในภายหลัง

8. ประสิทธิภาพของเครื่องมือ

8.1 ความหมายของประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

เอกพร ธรรมยศ (2565, หน้า 97) ได้กล่าวว่า ความสามารถในการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ให้เกิดความสำเร็จตามความปรารถนาหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยใช้เวลาทรัพยากรที่น้อยที่สุด และเกิดประโยชน์มากที่สุด การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือการวิจัย หมายถึง การหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน เป็นกระบวนการของการตรวจสอบ และพิจารณาคุณภาพของสื่อก่อนนำไปใช้งานจริง ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้มีประสิทธิภาพ

สายฝน คำมุงคุณ (2567, หน้า 65–66) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพเครื่องมือ เป็นกระบวนการของการตรวจสอบ เป็นหลักประกันว่าสื่อการสอนนี้มีประสิทธิผลในการเรียนการสอน

ชัยวัฒน์ ดงภูยาว (2567, หน้า 65) ได้กล่าวว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามจุดหมายที่วางไว้โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย หมายถึง คุณภาพของสื่อการสอนที่สร้างขึ้น เพื่อเอื้ออำนวยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้มีประสิทธิภาพการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

สรุป ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ให้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่คาดหวังไว้

8.2 การหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย

เพชฌัญญู กิจระการ (2544, หน้า 49–50) ได้กล่าวว่า วิธีการนี้จะนำไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนเป้าหมายการหาประสิทธิภาพของสื่อ ประสิทธิภาพที่วัดส่วนใหญ่มักจะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัด หรือกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน หรือแบบทดสอบย่อยโดยแสดงค่าเป็นตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$ เป็นต้น

8.2.1 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 1 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1)

คือ นักเรียน ทั้งหมดทำแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ถือว่าเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

8.2.2 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 2 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1)

คือ นักเรียนร้อยละ 80 ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนร้อยละ 80 ทุกคน ส่วนตัวเลข

80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนครั้งนั้นได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80

8.2.3 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 3 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ที่นักเรียนทำเพิ่มขึ้นจากแบบทดสอบหลังเรียน โดยเทียบกับคะแนนที่ทำได้ก่อนการเรียน

8.2.4 เกณฑ์ 80/80 ในความหมายที่ 4 ตัวเลข 80 ตัวแรก (E_1) คือ นักเรียน ทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ส่วนตัวเลข 80 ตัวหลัง (E_2) คือ นักเรียนทั้งหมดที่ทำแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละข้อถูกมีจำนวนร้อยละ 80 (ถ้านักเรียนทำข้อสอบข้อใดถูกมีจำนวนไม่ถึงร้อยละ 80 แสดงว่าข้อนั้นไม่มีประสิทธิภาพ และชี้ให้เห็นว่าจุดประสงค์ที่ตรงกับข้อนั้นมีข้อบกพร่อง

8.3 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพเครื่องมือวิจัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556, หน้า 10-11) ได้กล่าวว่า วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ ซึ่งจะกระทำได้ 2 วิธี คือ โดยใช้สูตรและโดยการคำนวณธรรมดา

8.3.1 โดยใช้สูตร ต่อไปนี้

$$\text{สูตรที่ 1 } E1 = \frac{\sum x}{N} \times 100$$

เมื่อ $E1$ คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน
ของผู้เรียนทุกคน (N คน)

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการสอน

$$\text{สูตรที่ 2 } E2 = \frac{\sum y}{N} \times 100$$

เมื่อ $E2$ คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum y$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียนที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการสอน

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้นกระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียนมาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1/E_2

การคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้นกระทำได้โดยการนำคะแนนรวมแบบฝึกปฏิบัติ หรือผลงานในขณะประกอบกิจกรรมกลุ่ม/เดี่ยว และคะแนนสอบหลังเรียน มาเข้าตารางแล้วจึงคำนวณหาค่า E_1 / E_2

8.3.2 โดยใช้วิธีการคำนวณโดยไม่ใช้สูตร

หากจำสูตรไม่ได้หรือไม่อยากใช้สูตรผู้ผลิตสื่อหรือชุดการสอนก็สามารถใช้วิธีการคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 ได้ ด้วยวิธีการคำนวณหาค่า

สำหรับค่า E_1 คือค่าประสิทธิภาพของงานและแบบฝึกปฏิบัติกระทำได้โดยการนำคะแนนงานทุกชิ้นของนักเรียนในแต่ละกิจกรรม แต่ละคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยและเทียบส่วนโดยเป็นร้อยละ

สำหรับค่า E_2 คือประสิทธิภาพผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียนของแต่ละสื่อหรือชุดการสอน กระทำได้โดยการเอาคะแนนจากการสอบหลังเรียนและคะแนนจากงานสุดท้ายของนักเรียนทั้งหมดรวมกันหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบส่วนร้อยละ เพื่อหาค่าร้อยละ

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9.1 งานวิจัยในประเทศ

ปราณี พงษ์สุพรรณ, ไพฑูรย์ สีนลรัตน์ และศศิธร เขียวกอ (2562, หน้า 219-235) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรเสริมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลปราณี อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 48 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพมีการจัดดำเนินการน้อย แนวทางการพัฒนาการจัดการศึกษาไทยควรปรับเปลี่ยนหลักสูตรและการสอนให้สอดคล้องกับเป้าหมาย เนื่องจากการศึกษาเกี่ยวกับสภาพการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพและศึกษาเกี่ยวกับความต้องการและลักษณะของหลักสูตรเสริม ได้ข้อมูลที่น่าสนใจเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรที่ตรงกับบริบทและการจัดการศึกษาของประเทศ

การวางแผนการพัฒนาหลักสูตรต้องคำนึงถึงสังคม ปรัชญาการศึกษา และผู้เรียน ตลอดจนกระบวนการเรียนรู้ การวางแผนหลักสูตรจะต้องประกอบด้วยบุคคลหลายฝ่าย ร่วมมือร่วมใจกันนับ ตั้งแต่ นักการศึกษา นักวิชาการ นักวิจัยผู้บริหาร ครูผู้สอน นักเรียน ผู้ปกครอง ชุมชน และนักพัฒนาหลักสูตร เพื่อที่จะให้กระบวนการพัฒนาหลักสูตรดำเนิน ไปจนบรรลุผลสูงสุด การพัฒนาหลักสูตรเสริมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และความคิดผลิตภาพหลักสูตรเสริมนี้มีลักษณะเป็นหลักสูตรบูรณาการที่พัฒนาจาก แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มี 4 องค์ประกอบ คือ 1) จุดมุ่งหมายของ หลักสูตรเสริม 2) สารการเรียนรู้ 3) การนำหลักสูตรไปใช้ และ 4) การวัดประเมินผล สำหรับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และความคิด ผลิตภาพผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจากการศึกษากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์การ จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา การจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการกลุ่มมีการระดม สมอ ผลัดกันเป็นผู้นำผู้ตามและการกระตุ้นช่วยเหลือผู้เรียนมีความกระหายใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็นจะส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น

วิชญาพร อ่อนปุย (2562, หน้า 183-192) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบ ของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาปฐมวัย มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษา ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมพัฒนาความสามารถด้านการออกแบบกิจกรรม และการจัดกิจกรรมบูรณาการนวัตกรรมตามแนวคิด STEM Education เป็นนักศึกษา สาขาวิชาการศึกษาปฐมวัยคณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ชั้นปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 23 คน สุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ผลการวิจัยพบว่า 1) การสร้างและตรวจสอบคุณภาพรูปแบบการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education ผู้วิจัยดำเนินการออกแบบโดยแบ่งเป็น 9 ขั้นตอน ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญได้ผล ($\bar{x}=4.16$) อยู่ในระดับมาก จากนั้นนำไป จัดกิจกรรมให้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่างพบว่าหลังที่นักศึกษาได้รับการจัดกิจกรรมมีทักษะ การคิดเชิงระบบสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 2) นักศึกษามีทักษะการคิดเชิงระบบ สูงขึ้นหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education อย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 3) นักศึกษาสามารถออกแบบกิจกรรม และจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ นวัตกรรมตามแนวคิด STEM Education ได้ตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้ซึ่งสอดคล้อง

กับสมมุติฐานที่ตั้งไว้มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักศึกษามีความพึงพอใจหลังได้รับการจัดกิจกรรมโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{x}=4.24$) อยู่ในระดับมาก

ปิณิดา สุวรรณพรม, เยาวเรศ ใจเย็น และปวีศา จรดล (2563, หน้า 52-61) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสฤติเดช จำนวน 2 ห้องเรียน ๆ ละ 30 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 2) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 3) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ไม่แตกต่างกัน 4) นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทาง สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสำหรับส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยผู้เรียนได้ร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ ศึกษาข้อมูล และลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่

รพีพล อินสุพรรณ และประสาท เมืองเฉลิม (2563, หน้า 162-170) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง โมเมนตัมและการชน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเชียงยืนพิทยาคม

จำนวน 21 คน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 7 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 13 คน 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 5 คน วงจรปฏิบัติการที่ 2 การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ได้พัฒนาปรับปรุงแก้ไขจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 9 คน

อนงค์นาฏ ครุฑรัมย์, ณฐพร มีสวัสดิ์ (2565, หน้า 93-105) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม เรื่อง พลังงานความร้อน กับการเปลี่ยนสถานะของสาร บ้านพักเชิงนิเวศ และการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็มต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคุณลักษณะจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/9 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2563 โรงเรียนเมืองตลุงพิทยาสรรพ์ จำนวน 29 คน ผลการวิจัยพบว่า 1. นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็มต่อคุณลักษณะจิตนิสัยทางสะเต็ม พบว่าจิตนิสัยทางสะเต็มของนักเรียน เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นและผลการถอดความบทสนทนาการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และ สัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 5 คน โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา พบจิตนิสัยทางสะเต็มทุกลักษณะ ทั้ง 6 ลักษณะ คือ ความสนใจใฝ่รู้ ความละเอียดรอบคอบในการตัดสินใจ การคิดแบบบูรณาการ การยอมรับในเหตุและผลความสามารถในการสื่อสาร และการสร้างนวัตกรรม

9.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Barak (2018, pp. 121–144) ได้ศึกษารูปแบบของการออกแบบการแก้ปัญหา ของนักเรียนในหลักสูตรหุ่นยนต์ วิชาสะเต็มศึกษา (STEM) และศึกษาการส่งเสริมแรงจูงใจ ในการเรียนรู้ของนักเรียน ผลจากการศึกษาปรากฏว่า ในการทดสอบความรู้เกี่ยวกับรูปแบบของการออกแบบการแก้ปัญหา มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่มีรูปแบบการคิดที่ซับซ้อนจากการสังเกต การสัมภาษณ์ และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนทุกคนมีแรงจูงใจ สูงในการทำกิจกรรม อย่างไรก็ตามในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หลักสูตรนี้ควรตระหนักถึงศักยภาพของนักเรียนในการออกแบบอย่างรอบคอบ และควรตระหนักถึงนักเรียนที่มี ความสามารถในการเรียนรู้ต่างกัน นักเรียนเหล่านี้ยังต้องได้รับความรู้เพิ่มเติมและทักษะ ก่อนที่จะทำกิจกรรมที่ซับซ้อนขึ้น

Harris & Leon (2018, pp. 153–179) ได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ระดับมัธยมศึกษา การปฏิบัติของครูและการศึกษา STEAM : การศึกษาระดับนานาชาติ วิธีที่ครูนำความคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาไปประยุกต์ใช้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาบริบทขึ้นอยู่กับว่า คำว่า 'ความคิดสร้างสรรค์' มีพื้นฐานมาจากการเมืองและฝึกฝน เอกสารนี้รายงานการศึกษาระดับ มัธยมศึกษาในต่างประเทศในออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา แคนาดา และสิงคโปร์ กำลังศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวาจา ให้คุณค่า และแสดงออกในโรงเรียนมัธยมศึกษาโดยเน้นที่ครูและความเข้าใจการทำประโยชน์และอุปสรรคของนักเรียนต่อความคิดสร้างสรรค์และวิพากษ์วิจารณ์กำลังคิด การไตร่ตรองของผู้เข้าร่วมเปิดเผยและวินัย การเรียนรู้ที่เกิดจากการทำงานร่วมกันของครูการสนทนา และการจัดห้องเรียนที่ส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความคิดสร้างสรรค์ มีผลสำหรับวิธีการฝึกฝนครูพัฒนาและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ผ่านแนวทางการสอนที่ส่งเสริมการเชื่อมต่อและสหวิทยาการของการสอนระหว่างโดเมนของการเรียนรู้ดัชนีความคิดสร้างสรรค์ตามการศึกษาซึ่งผู้บริหารและครูสามารถวัดประเมิน และใช้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ความสามารถการสอนแนวปฏิบัติ และการประเมินความคิดสร้างสรรค์ภายในโรงเรียนมัธยมศึกษาเป็นจัดวางความหมายโดยนัยสำหรับการศึกษา STEM/STEAM

Park & Bates (2018, pp. 275–294) ได้ศึกษาความเข้าใจและการประยุกต์แนวคิด เรื่อง ปริมาตร ของนักเรียนด้วยการออกแบบเชิงวิศวกรรมในกิจกรรมสะเต็ม โดยการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างกิจกรรมสะเต็มแบบการเล่นเป็นฐาน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียน

เข้าใจและประยุกต์ใช้แนวคิดเกี่ยวกับปริมาตรในการสร้างเรือดินน้ำมันด้วยการออกแบบเชิงวิศวกรรม กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนอาสาสมัคร จำนวน 3 คน อายุ 6-7 ขวบ ได้ทำการรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ การถ่ายภาพผลงานของนักเรียนในแต่ละขั้นตอน และการบันทึกผลการสังเกต มีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เป็นรายกรณี ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบทางวิศวกรรมในกิจกรรมสะสมเต็มแบบการเล่นเป็นฐานมีรูปแบบทั่วไปที่ใช้ปฏิบัติได้ง่าย เมื่อกำหนดปัญหาเชิงวิศวกรรม โดยใช้เกณฑ์ที่แตกต่างกัน นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับปริมาตรได้โดยผ่านการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักเรียนสามารถแสดงความเข้าใจเกี่ยวกับปริมาตรได้โดยสัมพันธ์กับระดับช่วงวัย และประสบการณ์เดิมของพวกเขาที่เคยพบเจอในชีวิตจริงด้วย

Lavi, Tal, & Dori (2021, pp. 1-12) ศึกษาการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของนักเรียนและศิษย์เก่าด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะสมเต็มศึกษา พบว่าทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มีความสำคัญต่อการประกอบอาชีพในการดำรงชีวิตและได้พัฒนานักเรียนเพื่อเตรียมความพร้อมสู่ทักษะในศตวรรษที่ 21 สะเต็มศึกษาประกอบไปด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) จึงได้ทำการออกแบบสอบถามซึ่งครอบคลุมทั้ง 14 ทักษะและปรับใช้กับนักเรียนและศิษย์เก่าประมาณ 1,500 คน ผู้ตอบแบบสอบถามจะได้คะแนนแต่ละทักษะตามระดับการพัฒนาระหว่างการศึกษา แล้วทำให้ความสัมพันธ์ของแต่ละทักษะคะแนนได้สูงกว่า STEM สัมพันธ์ของทักษะในแต่ละด้านจะทำให้ได้คะแนนสูงเมื่อเทียบกับสะสมเต็มศึกษา

Sirajudin, Suratno & Pamuti (2021, pp 1-5) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยสะสมเต็มปัญหาที่พบในการเรียนในห้องเรียน คือ ไม่ค่อยมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ได้อย่างสม่ำเสมอตั้งนั้นการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งของกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นในศตวรรษนี้ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้สะสมเต็มศึกษาในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนเป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบ Posttest-Only Design with Nonequivalent Groups จากการวิเคราะห์ข้อมูลสะสมเต็มศึกษามีผลต่อทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนจากผลการวิจัยที่ได้จากความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีความแตกต่างกันระหว่างน้อยและปานกลาง และคำตอบของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ให้ผลลัพธ์ต่ำกว่าที่คาดไว้สะสมเต็มสามารถแนะนำ

เป็นทางเลือกและวิธีการในการเรียนรู้ชีววิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญต่อทุกคน เพราะการพิสูจน์ความจริงของการกำหนดแบบประเมินสามารถส่งเสริมได้ด้วยวิธีคิด

Wingard, Kijima , Yang-Yoshihara & Sun (2022, pp 1–11) ได้ศึกษาแนวทางการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กผู้หญิงการรับรู้ความสามารถตนเองในสะเต็มศึกษา จุดมุ่งหมายของการศึกษานี้คือเพื่อตรวจสอบกระบวนการ โดยที่เด็กสาววัยรุ่นจะพัฒนาการรับรู้ความสามารถตนเองที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ และนำทักษะดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับปัญหาในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (STEM) ในระหว่างการประชุมเชิงปฏิบัติการการคิดเชิงออกแบบที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง การคิดเชิงออกแบบเป็นกรอบการทำงานยอดนิยมที่นักการศึกษาได้นำไปใช้ในบริบทนอกหลักสูตร K-12 ที่หลากหลาย เพื่อนำความคิดสร้างสรรค์มาสู่การเรียนรู้สะเต็มศึกษา การศึกษานี้ใช้วิธีการเชิงคุณภาพเพื่อตรวจสอบการสัมภาษณ์เชิงลึกแบบกึ่งโครงสร้างรายบุคคลจำนวน 22 รายกับผู้เข้าร่วมการประชุมเชิงปฏิบัติการการคิดเชิงออกแบบ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมรู้สึกว่าการประชุมเชิงปฏิบัติการช่วยปรับปรุงการรับรู้ความสามารถของตนเองอย่างสร้างสรรค์ในสะเต็ม ผู้เข้าร่วมรายงานว่ามีความมั่นใจเพิ่มขึ้นในการถ่ายทอดความคิดของตนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน และมีความสนใจมากขึ้นในการฝึกงานทางสะเต็มศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศดังกล่าว สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ของปัญหาจากการได้ลงมือทำปฏิบัติจริงทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งมีความคล่องแคล่วในการใช้ทักษะการคิดในการแก้ไขปัญหา มีความยืดหยุ่นในการคิด ทำให้เกิดความคิดริเริ่ม และมีความคิดละเอียดลออ สามารถใช้ในการบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การออกแบบเชิงวิศวกรรม และความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาได้ ช่วยในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นจะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวัยและควรคำนึงถึงความพร้อมของนักเรียนทำให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินวิจัย

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงาน
ความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva ผู้วิจัยมี
วิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม สำนักงาน
เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 10
ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 345 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567
จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 38 คน

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลัง
การทดลอง (One Group Pre-test and Post-test Design) (วาโร เพ็งสวัสดิ์, 2551,
หน้า 133) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังตาราง 9

ตาราง 2 แบบแผนของการวิจัย แบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง
(One Group Pre-test and Post-test Design)

กลุ่ม	การทดสอบ ก่อนการทดลอง	ตัวแปรทดลอง	การทดสอบ หลังการทดลอง
กลุ่มการทดลอง	T ₁	X	T ₂

T₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva
(Treatment)

T₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (Post-test)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน แผนละ 5 ชั่วโมง 3 แผน และแผนละ 6 ชั่วโมง 3 แผน รวมทั้งหมด 33 ชั่วโมง (ไม่รวมการทดสอบ ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัด ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบ วัด ความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) โดยให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ เป็น
สื่อ (Think Creativity with Pictures) โดยให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิด
ละเอียดลออ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย พลังงาน
ความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียน ต่อการจัดการ
เรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดย
วัดการปฏิบัติตนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ด้านดังนี้ 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2)
ซื่อสัตย์สุจริต 3) มีวินัย 4) ใฝ่เรียนรู้ 5) อยู่อย่างพอเพียง 6) มุ่งมั่นในการทำงาน 7) รัก
ความเป็นไทย และ 8) มีจิตสาธารณะ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งดำเนินการสร้าง
เครื่องมือและหาคุณภาพของเครื่องมือตามขั้นตอน ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

1.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 วิเคราะห์รายละเอียดของคำอธิบายรายวิชา และสาระการเรียนรู้ ตลอดจน
ขอคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ

1.1.2 ศึกษา แนวคิด ทฤษฎี หลักการ เอกสารการสอน งานวิจัย ที่
เกี่ยวข้อง และการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

1.1.3 ศึกษา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้
ใน 4 สาระ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 4-5) ดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว. 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของ
สิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่
ของอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กันความสัมพันธ์ของโครงสร้างและ

หน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 21–24) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตัวชี้วัดและจัดทำสาระการเรียนรู้ รายละเอียดดังตาราง 3

ตาราง 3 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์
ชีวภาพมาตรฐาน ว. 1.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. เปรียบเทียบรูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ รวมทั้งบรรยายหน้าที่ของผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ไซโทพลาซึม นิวเคลียส แวคิวโอล ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์	รูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ผนังเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ไซโทพลาซึม นิวเคลียส แวคิวโอล ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์
	2. ใช้กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง ศึกษาเซลล์ และโครงสร้างต่าง ๆ ภายในเซลล์	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง ศึกษาเซลล์ และโครงสร้างต่าง
	3. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างกับการทำหน้าที่ของเซลล์	รูปร่างกับการทำหน้าที่ของเซลล์
	4. อธิบายการจัดระบบของสิ่งมีชีวิต โดยเริ่มจากเซลล์เนื้อเยื่ออวัยวะ ระบบอวัยวะจนเป็นสิ่งมีชีวิต	การจัดระบบของสิ่งมีชีวิต เซลล์เนื้อเยื่ออวัยวะ ระบบอวัยวะ
	5. อธิบายกระบวนการแพร่ และออสโมซิส จากหลักฐานเชิงประจักษ์และยกตัวอย่างการแพร่ และออสโมซิสในชีวิตประจำวัน	กระบวนการแพร่ และออสโมซิส

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	6. ระบุปัจจัยที่จำเป็นในการสังเคราะห์ด้วยแสงและผลผลิตที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	การสังเคราะห์ด้วยแสง
	7. อธิบายความสำคัญของการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม	การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	8. ตระหนักในคุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยการร่วมกันปลูกและดูแลรักษาต้นไม้ในโรงเรียนและชุมชน	คุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	9. บรรยายลักษณะและหน้าที่ของไซเล็มและโฟลเอ็ม	ลักษณะและหน้าที่ของไซเล็มและโฟลเอ็ม
	10. เขียนแผนภาพที่บรรยายทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็มและโฟลเอ็มของพืช	ทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็มและโฟลเอ็มของพืช
	11. อธิบายการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของพืชดอก	การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศของพืชดอก
	12. อธิบายลักษณะโครงสร้างของดอกที่มีส่วนทำให้เกิดการถ่ายเรณูรวมทั้งบรรยายการปฏิสนธิของพืชดอกการเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ดและการงอกของเมล็ด	โครงสร้างของดอกที่มีส่วน การปฏิสนธิของพืชดอกการเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ดและการงอกของเมล็ด
	13. ตระหนักถึงความสำคัญของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณูของพืชดอก โดยการไม่ทำลายชีวิตของสัตว์ที่ช่วยในการถ่ายเรณู	การถ่ายเรณูของพืชดอก

ตาราง 3 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	14. อธิบายความสำคัญของธาตุอาหารบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช	ธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของพืช
	15. เลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารเหมาะสมกับพืชในสถานการณ์ที่กำหนด	ธาตุอาหารเหมาะสมกับพืช
	16. เลือกวิธีการขยายพันธุ์พืชให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ของพืช	การขยายพันธุ์พืช
	17. อธิบายความสำคัญของเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ	การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
	18. ตระหนักถึงประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืช โดยนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน	ประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืช

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคหลัก และธรรมชาติ ของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 42-45) วิจัยได้วิเคราะห์ตัวชี้วัดและจัดทำสาระการเรียนรู้ รายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์
 กายภาพมาตรฐาน ว 2.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. อธิบายสมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสังเกตและการทดสอบและใช้สารสนเทศที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ รวมทั้งจัดกลุ่มธาตุเป็นโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ	สมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ
	2. วิเคราะห์ผลจากการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสีที่มีต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจและสังคม จากข้อมูลที่รวบรวมได้	ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี
	3. ตระหนักถึงคุณค่าของการใช้ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสีโดยเสนอแนวทางการใช้ธาตุอย่างปลอดภัย คำนึงค่า	คุณค่าของการใช้ธาตุ โลหะ อโลหะ กึ่งโลหะ ธาตุกัมมันตรังสี
	4. เปรียบเทียบจุดเดือด จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์และสารผสมโดยการวัดอุณหภูมิ เขียนกราฟ แปลความหมายข้อมูลจากกราฟ หรือสารสนเทศ	จุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ และสารผสม
	5. ใช้เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม	เครื่องมือเพื่อวัดมวลและปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม

ตาราง 4 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	6. อธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอะตอมธาตุและสารประกอบ โดยใช้แบบจำลองและสารสนเทศ	ความสัมพันธ์ ระหว่างอะตอมธาตุและสารประกอบ โดยใช้แบบจำลองและสารสนเทศ
	7. อธิบายโครงสร้างอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอน และอิเล็กตรอน โดยใช้แบบจำลอง	โครงสร้างอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน
	8. อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกันในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้แบบจำลอง	การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกัน
	9. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ และแบบจำลอง	พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 62) วิจัยได้วิเคราะห์ตัวชี้วัดและจัดทำสาระการเรียนรู้รายละเอียดดังตาราง 5

ตาราง 5 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์
 กายภาพ มาตรฐาน ว 2.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	การสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลง และการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติ ของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 69-70) วิจัยได้วิเคราะห์ตัวชี้วัดและจัดทำสาระการเรียนรู้ รายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์
 กายภาพ มาตรฐาน ว 2.3

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูลและคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการและ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$	ข้อมูล และคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ และ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$
	2. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร	การใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร
	3. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน	การสร้างแบบจำลอง การขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

ตาราง 6 (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	4. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน	การหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อน
	5. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$	การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$
	6. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อนการพาความร้อนการแผ่รังสีความร้อน	การสร้างแบบจำลอง การถ่ายโอนความร้อนโดยการนำความร้อนการพาความร้อนการแผ่รังสีความร้อน
	7. ออกแบบเลือกใช้และสร้างอุปกรณ์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน	การถ่ายโอนความร้อน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก

กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก และบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 92-95) วิจัยได้วิเคราะห์ตัวชี้วัดและจัดทำสาระการเรียนรู้ รายละเอียดดังตาราง 7

ตาราง 7 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่2 วิทยาศาสตร์โลก
และอวกาศ มาตรฐาน ว 3.2

ชั้น ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการ แบ่งชั้น บรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของ บรรยากาศแต่ละชั้น	การสร้างแบบจำลองการแบ่งชั้น บรรยากาศและเปรียบเทียบ ประโยชน์ของบรรยากาศแต่ละชั้น
	2. อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง องค์ประกอบของลม พ้าอากาศจากข้อมูล ที่รวบรวมได้	การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของ ลมฟ้าอากาศ
	3. เปรียบเทียบกระบวนการเกิดพายุฝนฟ้า คะนอง และพายุหมุน เขตร้อนและผลที่มี ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมรวมทั้ง นำเสนอแนว ทางการปฏิบัติตนให้ เหมาะสมและ ปลอดภัย	กระบวนการเกิดพายุ ฝนฟ้าคะนอง และพายุหมุนเขตร้อน และผลที่มี ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
	4. อธิบายการพยากรณ์อากาศและ พยากรณ์อากาศอย่างง่ายจากข้อมูลที่ รวบรวมได้	การพยากรณ์อากาศ และ พยากรณ์อากาศอย่างง่าย
	5. ตระหนักถึงคุณค่าของการ พยากรณ์ อากาศ โดยนำเสนอแนวทางการปฏิบัติตน และการใช้ประโยชน์จากคำพยากรณ์ อากาศ	ประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศ
	6. อธิบายสถานการณ์และผลกระทบการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกจากข้อมูลที่ รวบรวมได้	สถานการณ์และผลกระทบการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
	7. ตระหนักถึงผลกระทบของการ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก โดยนำเสนอ แนวทางการปฏิบัติตนภายใต้การ เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง ภูมิอากาศโลก

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 105–106) วิจัยได้วิเคราะห์ตัวชี้วัดและจัดทำสาระการเรียนรู้ รายละเอียดดังตาราง 8

ตาราง 8 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. อธิบายแนวคิดหลักของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน และวิเคราะห์สาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี	เทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี
	2. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	ความต้องการในชีวิตประจำวัน และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา
	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบและตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	วิเคราะห์ เปรียบเทียบ วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา
	4. ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา	ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่อง
	5. ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย	วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 113-123) ดังตาราง 9

ตาราง 9 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ม.1	1. ออกแบบอัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงนามธรรม เพื่อแก้ปัญหาหรืออธิบายการทำงานที่พบในชีวิตจริง	อัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิงนามธรรม
	2. ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์	ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย
	3. รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศตามวัตถุประสงค์ โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือบริการบนอินเทอร์เน็ตที่หลากหลาย	ข้อมูลปฐมภูมิประมวลผล ประเมินผล นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศ
	4. ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย ใช้สื่อและแหล่งข้อมูลตามข้อกำหนดและข้อตกลง	เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย

จากตาราง 3-9 ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 สามารถนำไปเขียนคำอธิบายรายวิชาและกำหนดหน่วยการเรียนรู้ได้

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ปีการศึกษา 2566

รหัสวิชา ว21102

เวลา 120 ชั่วโมง/ปี

รูปร่าง ลักษณะ และโครงสร้างของเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ พืชเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์ไซโทพลาซึม นิวเคลียส แวคิวโอล กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงศึกษาเซลล์ และโครงสร้างต่าง ๆ รูปร่างกับการทำหน้าที่ของเซลล์ การจัดระบบของสิ่งมีชีวิต เซลล์เนื้อเยื่ออวัยวะระบบอวัยวะ กระบวนการแพร่และออสโมซิส การสังเคราะห์ ด้วยแสง ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม คุณค่าของพืชที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ลักษณะและหน้าที่ ของไซเล็มและโฟลเอ็ม ทิศทางการลำเลียงสารในไซเล็มและโฟลเอ็มของพืช การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศของพืชดอก โครงสร้างของดอกที่มีส่วน การปฏิสนธิของพืชดอก การเกิดผลและเมล็ด การกระจายเมล็ด และการงอกของเมล็ด การถ่ายเรณูของพืชดอก ธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการดำรงชีวิตของพืช ธาตุอาหารเหมาะสมกับพืช การขยายพันธุ์พืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ประโยชน์ของการขยายพันธุ์พืช สมบัติทางกายภาพบางประการของธาตุโลหะ อโลหะ และกึ่งโลหะ ธาตุโลหะ อโลหะ กึ่งโลหะและธาตุกัมมันตรังสี จุดเดือดจุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์ และสารผสม เครื่องมือเพื่อวัดมวลและ ปริมาตรของสารบริสุทธิ์และสารผสม ความสัมพันธ์ ระหว่างอะตอมธาตุและสารประกอบ โดยใช้แบบจำลอง และสารสนเทศ โครงสร้างอะตอมที่ประกอบด้วยโปรตอน นิวตรอนและอิเล็กตรอน การจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง อนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสารชนิดเดียวกัน พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยน สถานะของสาร การสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก ข้อมูลและคำนวณปริมาณความร้อนที่ ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิและ เปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ และ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$ การใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสาร การสร้างแบบจำลอง การขยายตัวหรือหดตัวของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน การหดและขยายตัวของสาร เนื่องจากความร้อน การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณ ความร้อนที่ถ่ายโอนระหว่างสาร จนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$ การสร้างแบบจำลอง การถ่ายโอนความร้อน โดยการนำความร้อนการพาความร้อนการแผ่รังสีความร้อน การถ่ายโอนความร้อน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ใน

ชีวิตประจำวัน การสร้างแบบจำลองการแบ่งชั้นบรรยากาศและเปรียบเทียบประโยชน์ของ
บรรยากาศแต่ละชั้น การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ ของลมฟ้าอากาศ กระบวนการ เกิด
พายุ ฝนฟ้าคะนอง และพายุหมุนเขตร้อนและผลที่มีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การ
พยากรณ์อากาศ และพยากรณ์อากาศอย่างง่าย ประโยชน์ของการพยากรณ์อากาศ
สถานการณ์และผลกระทบการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ผลกระทบของการ เปลี่ยนแปลง
ภูมิอากาศโลก เทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและปัจจัย ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ความต้องการในชีวิตประจำวันและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา วิเคราะห์
เปรียบเทียบ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่อง
วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ อัลกอริทึมที่ใช้แนวคิดเชิง
นามธรรม ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย ข้อมูลปฐมภูมิประมวลผล ประเมินผล
นำเสนอข้อมูล และสารสนเทศเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย

โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้
การสืบค้นข้อมูล การสังเกต การวิเคราะห์ การทดลอง การอภิปราย การอธิบาย และสรุป
เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีความสามารถในการตัดสินใจ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้
และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรมและจริยธรรม

จากคำอธิบายรายวิชาดังกล่าว สามารถกำหนดหน่วยการเรียนรู้รายวิชา
วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 และภาคเรียนที่ 2 ที่สอดคล้อง กับใน
มาตรฐานรายวิชาวิทยาศาสตร์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังตาราง 10

ตาราง 10 หน่วยการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1
และภาคเรียนที่ 2

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	ภาคเรียนที่ 1 เรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างไร	6
2	สารบริสุทธิ์ สมบัติของสารบริสุทธิ์ เรื่องที่ 1 จุดเดือดและจุดหลอมเหลว เรื่องที่ 2 ความหนาแน่น	20

ตาราง 10 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
2 (ต่อ)	การจำแนกและการประกอบสารบริสุทธิ์ เรื่องที่ 1 การจำแนกสารบริสุทธิ์ เรื่องที่ 2 โครงสร้างอะตอม เรื่องที่ 3 การจำแนกธาตุและการใช้ประโยชน์	
3	หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต เซลล์ เรื่องที่ 1 การศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ เรื่องที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ การลำเลียงสารเข้าออกเซลล์ เรื่องที่ 1 การแพร่ เรื่องที่ 2 ออสโมซิส	14
4	การดำรงสิ่งมีชีวิตของพืช การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืชดอก เรื่องที่ 1 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของพืชดอก เรื่องที่ 2 การขยายพันธุ์พืชดอก การสังเคราะห์ด้วยแสง เรื่องที่ 1 ปัจจัยและผลผลิตของการสังเคราะห์ด้วยแสง การลำเลียงน้ำ ธาตุอาหาร และอาหารของพืช เรื่องที่ 1 ธาตุอาหารของพืช เรื่องที่ 2 การลำเลียงในพืช	20

ตาราง 10 (ต่อ)

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
5	ภาคเรียนที่ 2 พลังงานความร้อน ความร้อนและการเปลี่ยนแปลงของสสาร เรื่องที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ เรื่องที่ 2 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสสาร เรื่องที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัว และหดตัวของสสาร เรื่องที่ 4 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร การถ่ายโอนความร้อน เรื่องที่ 1 การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน เรื่องที่ 2 สมดุลความร้อน	33
6	กระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ สภาพอากาศรอบตัว เรื่องที่ 1 บรรยากาศของเรา เรื่องที่ 2 อุณหภูมิอากาศ เรื่องที่ 3 ความกดอากาศและลม เรื่องที่ 4 ความชื้น เรื่องที่ 5 เมฆและฝน เรื่องที่ 6 การพยากรณ์อากาศ มนุษย์และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ เรื่องที่ 1 พายุ เรื่องที่ 2 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก	27
	รวมทั้งสิ้น	120

หมายเหตุ ผู้วิจัยได้ศึกษาและเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานความร้อน มาทำการวิจัยในครั้งนี้

ตาราง 11 หน่วยการเรียนรู้ที่เลือกใช้ในการทำวิจัย หน่วยการเรียนรู้ที่ 5
พลังงานความร้อน

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
5	พลังงานความร้อน ความร้อนและการเปลี่ยนแปลงของสสาร เรื่องที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ เรื่องที่ 2 ความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิของสสาร เรื่องที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัว และหดตัวของสสาร เรื่องที่ 4 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร การถ่ายโอนความร้อน เรื่องที่ 1 การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน เรื่องที่ 2 สมดุลความร้อน	 5 5 6 6 6 5
	รวมทั้งสิ้น	33

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ ความคิดสร้างสรรค์ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ วิธีการสอน/กิจกรรมการสอน ภาระ/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผลของสาระที่ 1 วิทยาศาสตร์กายภาพ
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ดังตาราง 12

ตาราง 12 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ความคิดสร้างสรรค์
วิธีสอน/กิจกรรมการสอน ภาระงาน/ชิ้นงาน และเครื่องมือวัดประเมินผล ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ตัวชี้วัด	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์ การเรียนรู้	คุณลักษณะ อันพึงประสงค์	ความคิด สร้างสรรค์	วิธีสอน/ กิจกรรม	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/ การวัดผล
ว 2.2 สร้าง แบบจำลองที่ อธิบาย ความสัมพันธ์ ระหว่างความดัน อากาศกับความสูง จากพื้นโลก	ความสัมพันธ์ ระหว่างความ ดันอากาศกับ ความสูง จากพื้นโลก	อธิบายความ สัมพันธ์ ระหว่าง ความดัน อากาศ กับ ความสูง จาก พื้นโลก ได้	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่าง พอเพียง 5. มุ่งมั่นในการ ทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการกับ Canva	1. ใบงาน/ใบ กิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน 2. แบบทดสอบ วัดความคิด สร้างสรรค์ 3. แบบสอบถาม คุณลักษณะอัน พึงประสงค์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ความคิดสร้างสรรค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว 2.3 วิเคราะห์ที่แปร ความหมาย ข้อมูล และคำนวณ ปริมาณ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$	ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะโดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$	คำนวณ ปริมาณ ความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะได้	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิด ริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการกับ Canva	1. ใบงาน/ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ตาราง 12 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	คุณลักษณะอันพึงประสงค์	ความคิดสร้างสรรค์	วิธีสอน/กิจกรรม	ภาระ/ชิ้นงาน	เครื่องมือ/การวัดผล
ว 2.3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของ สสาร เนื่องจาก ได้รับ หรือ สูญเสีย ความ ร้อน	การขยายตัว หรือ หดตัว ของสสาร เนื่องจาก ได้รับ หรือ สูญเสีย ความ ร้อน	อธิบายการขยายตัว หรือหดตัวของสสาร เนื่องจาก ได้รับ หรือ สูญเสีย ความ ร้อนได้	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ	1. ความคิด คล่องแคล่ว 2. ความคิด ยืดหยุ่น 3. ความคิด ริเริ่ม 4. ความคิด ละเอียดลออ	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับCanva	1. ใบงาน/ใบกิจกรรม 2. ชิ้นงาน	1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3. แบบสอบคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1.1.4 ศึกษาวิเคราะห์รายละเอียด และจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย พลังงานความร้อน จากหนังสือวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สามารถกำหนดหัวข้อได้ ดังนี้

1. แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
2. ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร
3. ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร
4. ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร
5. การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน
6. สมดุลความร้อน

1.1.5 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน จำนวน 33 ชั่วโมง และทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน 2 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ กับความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ดังรายละเอียดแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับความคิดสร้างสรรค์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์	ความคิดสร้างสรรค์				เวลา (ชั่วโมง)
		ความคิดคล่องแคล่ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียดลออ	
1	แบบจำลองอนุภาค ของสสาร ในแต่ละ สถานะ	✓	✓	✓	✓	5
2	ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร	✓	✓	✓	✓	5
3	ความร้อนกับการ ขยายตัวหรือหดตัวของสสาร	✓	✓	✓	✓	6

ตาราง 13 (ต่อ)

แผนการจัดการ จัดการ เรียนรู้ที่	กิจกรรมฝึก ความคิดสร้างสรรค์	ความคิดสร้างสรรค์				เวลา (ชั่วโมง)
		ความคิดตัวเองแล้ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียดละออ	
4	ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลง สถานะของสาร	✓	✓	✓	✓	6
5	การถ่ายโอนความร้อนใน ชีวิตประจำวัน	✓	✓	✓	✓	6
6	สมดุลความร้อน	✓	✓	✓	✓	5
	รวม	6	6	6	6	33

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่
ในแผนการจัดการเรียนรู้

1.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ด้านเนื้อหาภาษา
และรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช่ว่าสอดคล้องกับจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานูรณา
การกับ Canva หรือไม่เพียงใด จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของ
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย พลังงาน
ความร้อน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ดังนี้

1. ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา คณะ
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. นางรุ่งทิพย์ จันทร์อ่อน ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนพังโคนวิทยาคม
3. นางศรีสุวรรณ ศรีสร้อย ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการ
เรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนพังโคนวิทยาคม

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของแผนกับจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ (Index of item objective congruence, IOC) ลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 64-69)

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแผนเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแผนทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่เหมาะสม/ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

นำผลคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้อง โดยแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับ 1.00 ทุกแผน

1.1.8 ปรับแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในด้านความชัดเจนของข้อคำถามและเวลาที่กำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมในแต่ละชั่วโมง

1.1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านผู้เชี่ยวชาญประเมินและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนพังโคนวิทยาคมที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ให้สมบูรณ์

1.1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วจัดทำเป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จำนวน 345 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 การสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ และสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ ดังนี้

2.1.1 หลักการ ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

2.1.2 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่ง ออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา เป็นสื่อ (Think Creativity with Word) มี 3 กิจกรรม ดังนี้

- 1) เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
- 2) เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- 3) เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้กิจกรรม ทั้ง 3

กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ เป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) มี 3 กิจกรรม ดังนี้

- 1) การสร้างรูปภาพเกี่ยวกับเนื้อหา
- 2) การต่อเติมรูปภาพเกี่ยวกับเนื้อหา
- 3) เส้น

กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมนี้ จะให้คะแนนความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ นำไปใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตาราง 14

ตาราง 14 วิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม	จำนวนข้อ	ประเมินความคิดสร้างสรรค์				รวมองค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์
		ความคิดคล่องแคล่ว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียดลออ	
1. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ ถึง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	1	✓	✓	-	-	2
2. เขียนผลที่เป็นไปได้ ของ เหตุการณ์	1	✓	✓	-	-	2
3. เขียนประโยชน์พิเศษของ สิ่งของที่กำหนดให้	1	✓	✓	-		2
4. การสร้างรูปภาพ	1	-	-	✓		1
5. การต่อเติมรูปภาพ	1	-	-	-	✓	1
6. เส้น	1	-	-	✓	✓	2
รวม	6	3	3	2	2	10

หมายเหตุ เครื่องหมาย ✓ แสดงถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่
ในแบบทดสอบ

2.1.3 ผู้วิจัยได้สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัด

ความคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นความสามารถในการคิดหาคำตอบในปริมาณที่มาก

ความสามารถในการแก้ปัญหาได้หลากหลาย ความสามารถทางการคิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำ

ใคร และมีความละเอียดลออในผลงาน ชิ้นงาน ซึ่งแนวการตรวจให้คะแนนของผู้วิจัย มีดังนี้

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด โดยทอแรนซ์ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังตาราง 14 และเกณฑ์ การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์ดังตาราง 15

ตาราง 15 เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิดทั่วไป และไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดละออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ตาราง 16 เกณฑ์การพิจารณาระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0-33	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

ที่มา : (Jamal, Ibrahim, Halim, & Ikram, 2020, p.775)

2.1.4 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ และเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ด้านความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.1.5 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ของขั้นตอน และกิจกรรมต่าง ๆ ให้คำแนะนำเพื่อการแก้ไขปรับปรุงให้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์มี ความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.1.6 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ประเมินแล้วพร้อมแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อทำการประเมินความสอดคล้องแบบทดสอบกับจุดประสงค์ของการวัดการเรียนรู้ แบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและใช้คะแนน ดังนี้ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาวิเคราะห์ความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ความเหมาะสมของเกณฑ์การให้คะแนนและภาษาที่ใช้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบไม่เหมาะสม/ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

นำคะแนนมาหาค่า IOC ผลการวิเคราะห์ IOC ทั้งฉบับ = 0.74

2.1.7 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ หน่วย พลังงาน ความร้อน ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ จากนั้นนำไปทดลองสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม ปีการศึกษา 2567 ที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

2.1.8 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.74 (ภาคผนวก ข)

2.1.9 นำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้ไปจัดพิมพ์เป็น

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม ปีการศึกษา 2567 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 38 คน

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามุ่งเน้นการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบอิงเกณฑ์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ศึกษาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และตัวชี้วัดของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนพังโคนวิทยาคม อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ขั้นตอนและวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากหนังสือเทคนิคการเขียนข้อสอบของ สมนึก ภัททิยธนี (2544, หน้า 11-20)

2.2.2 วิเคราะห์หลักสูตรกำหนดสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และจำนวนแบบทดสอบ หน่วย พลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากนั้นสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาสาระการเรียนรู้ที่วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทั้ง 6 ด้าน เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อคัดเลือกไว้ใช้จริง 30 ข้อ ดังตาราง 17

ตาราง 17 วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวชี้วัดกับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ในแต่ละด้าน
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย พลังงานความร้อน

ตัวชี้วัด	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ที่ต้องการวัด 6 ด้าน						
	ด้านความจำ	ด้านความเข้าใจ	ด้านการประยุกต์ใช้	ด้านการวิเคราะห์	ด้านการประเมินค่า	ด้านความคิดสร้างสรรค์	
1) สร้างแบบจำลองที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความสูงจากพื้นโลก	1	2	0	1	1	1	6
2) ปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ โดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$	2	1	0	2	1	1	7
3) สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน	1	3	1	2	1	0	8
4) วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อน โดยใช้สมการ $Q_{สูญเสีย} = Q_{ได้รับ}$	1	2	1	2	0	1	7
5) สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอน ความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน	2	1	0	2	1	0	6
6) เลือกใช้และสร้างอุปกรณ์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันโดยใช้ ความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน	2	1	1	0	1	1	6
รวมจำนวนข้อ	9	10	3	9	5	4	40

2.2.3 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ เพื่อปรับปรุงแก้ไข แล้วนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ซึ่งเป็นชุดเดิม วิเคราะห์
ข้อมูลความสอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเนื้อหาความ
เหมาะสมของตัวเลือกและภาษาที่ใช้ โดยใช้แบบตรวจสอบคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญ
พิจารณาความสอดคล้องของข้อทดสอบกับจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ (IOC)
การหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อทดสอบกับวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva
หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าข้อทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับ
จุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อทดสอบเหมาะสมสอดคล้องกับ
จุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อทดสอบไม่เหมาะสม/ไม่
สอดคล้องกับจุดประสงค์

2.2.4 นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของ
ผู้เชี่ยวชาญ เรียบร้อยแล้วเสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง

2.2.5 นำผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อ
มาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์แล้วพิจารณาคัดเลือกคะแนนความ
สอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50-1.00 มาจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว
ไปทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม
ปีการศึกษา 2567 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 38 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

2.2.7 นำผลการทดสอบของนักเรียนมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p)
และ ค่าอำนาจจำแนก (r) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า (p) ตั้งแต่ 0.2-0.8 ขึ้นไป ค่า r ตั้งแต่
0.2 ขึ้นไป จำนวน 40 ข้อ นำข้อสอบที่ คัดเลือก 30 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของ
แบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
เท่ากับ 0.91 ซึ่งผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.45-0.74 และค่า
อำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.21-0.68

2.2.8 จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ จำนวน 30 ชื่อนำไปใช้
ในการศึกษาวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพังโคน
วิทยาคม ปีการศึกษา 2567 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 38 คน

2.3 แบบวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์

การสร้างแบบวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน มีขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์
โดยสร้างแบบวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)
เป็น 4 ระดับ ดังนี้

มากที่สุด	ได้	4	คะแนน
มาก	ได้	3	คะแนน
ปานกลาง	ได้	2	คะแนน
ควรปรับปรุง	ได้	1	คะแนน

โดยผู้วิจัยกำหนดไว้ 8 ด้าน คือ 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2) ซื่อสัตย์
สุจริต 3) มีวินัย 4) ใฝ่เรียนรู้ 5) อยู่อย่างพอเพียง 6) มุ่งมั่นในการทำงาน 7) รักความเป็น
ไทย และ 8) มีจิตสาธารณะ ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามคุณลักษณะอันพึง
ประสงค์เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจนของการปฏิบัติตน และความสอดคล้อง
ระหว่างข้อความกับเนื้อหา เกณฑ์ 4 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 3.01-4.00	หมายถึง	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 2.01-3.00	หมายถึง	มาก
ค่าเฉลี่ย 1.01-2.00	หมายถึง	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 0.0-1.00	หมายถึง	ควรปรับปรุง

2.3.2 นำแบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.3.3 นำแบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอ
ต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาวิเคราะห์ความ
สอดคล้องในด้านความสัมพันธ์ ความเหมาะสมของข้อคำถาม และภาษาที่ใช้

ให้คะแนนเป็น +1 เมื่อเห็นว่าแบบสอบถามเหมาะสม สอดคล้องกับ
จุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบสอบถามเหมาะสม สอดคล้อง
กับจุดประสงค์

ให้คะแนนเป็น -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบสอบถามไม่เหมาะสม สอดคล้อง
กับจุดประสงค์

2.3.4 นำคะแนนมาหาค่า IOC โดยค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 ถือว่ามีความ
สอดคล้อง

2.3.5 นำแบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่วิเคราะห์หาคุณภาพ
แล้วจัดพิมพ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองโดย
ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา
2567 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จำนวน 38 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอน
ดังต่อไปนี้

1.1 ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรม
การวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่รับรองโครงการวิจัย คือ HE67-067

1.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัย
ราชภัฏสกลนครไปยังโรงเรียนพังโคนวิทยาคม ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงาน
กับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง

1.3 ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
บูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้นักเรียน
เข้าใจ

1.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ
ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นก่อนที่จะดำเนินการสอน

1.5 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบ
สะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
โดยผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง

1.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงทำการสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test)

1.7 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ทำการประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

1.8 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้
3. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva ระหว่างคะแนนก่อน เรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบหาค่า (t -test for Dependent Sample)
4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva ระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติในการทดสอบหาค่า t (t -test for Dependent Sample)
5. การวิเคราะห์แบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva แบบสอบถามชนิดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีสถิติที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 15)

1.1 ค่าร้อยละ (Percentage) หาได้จากการเทียบความถี่หรือจำนวนที่ต้องการกับความถี่หรือจำนวนทั้งหมดที่เทียบเป็น 100 ดังนี้

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

เมื่อ P แทน ร้อยละ

f แทน ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

1.2 ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) หรือตัวกลางเลขคณิตหรือคะแนนเฉลี่ย

จากสูตร

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

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

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

เมื่อ S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหา (IOC) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 183-185) ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์
กับเนื้อหาหรือระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์

$$\sum R \text{ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}$$

$$N \text{ แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}$$

2.2 วิเคราะห์หาค่าระดับความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 81)

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

เมื่อ p แทน ระดับความยาก

R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก $\bar{r}$ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 87-89)

$$\bar{r} = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ $\bar{r}$ แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบทดสอบ

n_1 แทน จำนวนคนกลุ่มสูง

n_2 แทน จำนวนคนกลุ่มต่ำ

U แทน จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มสูง

L แทน จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มต่ำ

2.4 หาค่าความเที่ยงตรง หรือค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder, 1991, p. 873)

$$KR-20 \text{ หรือ } r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{K_{pq}}{S^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

K แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ

P แทน สัดส่วนของคนทำถูกในแต่ละข้อ (R/N)

q แทน สัดส่วนของคนทำผิดในแต่ละข้อ $= 1-p$

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้วิธี

สัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ของครอนบาค (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 99)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum x_j^2}{\sum x_j^2} \right)$$

เมื่อ α แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น

$\sum x_j^2$ แทน ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนในแต่ละข้อ

$\sum x_j^2$ แทน ความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

N แทน จำนวนข้อของแบบวัด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบวะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva โดยใช้สูตรในการคำนวณ E_1/E_2 (เพชฌุ กิจระการ, 2544, หน้า 49-51) ดังนี้

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

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบระหว่าง

ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

สูตร

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

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ $\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน

ของนักเรียนทุกคน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 และ 3 ในการเปรียบเทียบแบบทดสอบ

ความคิดสร้างสรรค์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ (t-test for Dependent Sample) (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, หน้า 109) ดังนี้

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติเพื่อทราบ
ความมีนัยสำคัญ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

ทดสอบสมมติฐานข้อที่ 4 โดยหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ของแบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ นักเรียนที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบ
สะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ของกลุ่มตัวอย่างครบทุกหน่วย แล้วนำค่าคะแนนเฉลี่ยมาเทียบกับเกณฑ์ 4 ระดับ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 3.01-4.00 หมายถึง มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 2.01-3.00 หมายถึง มาก

ค่าเฉลี่ย 1.01-2.00 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 0.0-1.00 หมายถึง ควรปรับปรุง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีความมุ่งหมายเพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเพื่อศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง และการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

N แทน จำนวนนักเรียน

$\bar{x}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการจัดการเรียนรู้

แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

E_2 แทน ประสิทธิภาพผลลัพธ์ที่เกิดจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบ

สะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

D แทน ผลต่างระหว่างคู่คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

ยกกำลังสอง

t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤต

** แทน ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ขั้นตอนในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

4. ผลการศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ตอน ตามความมุ่งหมายของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1. ผลประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม ผู้วิจัยได้พัฒนากับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 38 คน หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบหลังเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง

6 แผน และหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) โดยหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปรากฏผลดังตาราง 18

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้	คะแนน เต็ม/คน	คะแนน เต็มรวม	คะแนน ที่ได้	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
แผนที่ 1 แบบจำลองอนุภาค ของสสารในแต้สถานะ	20	760	642	16.89	1.13	84.47
แผนที่ 2 ความร้อนกับการ เปลี่ยนอุณหภูมิของสสาร	20	760	623	16.39	1.05	81.97
แผนที่ 3 ความร้อนกับการ ขยายตัวหรือหดตัวของสสาร	20	760	630	16.58	1.08	82.89
แผนที่ 4 ความร้อนกับการ เปลี่ยนสถานะของสสาร	20	760	625	16.45	1.03	82.24
แผนที่ 5 การถ่ายโอน ความร้อน	20	760	630	16.58	1.15	82.89
แผนที่ 6 สมดุลความร้อน	20	760	630	16.58	0.92	82.89
แบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์และแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน	120	4,560	3,653	96.13	3.84	80.11
รวม	240	9,120	7,433	195.61	7.70	81.50

จากตาราง 18 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการทำใบกิจกรรม ชิ้นงาน และแบบทดสอบ หลังเรียน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 195.61

จากตาราง 20 ผลการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) คิดเป็นร้อยละ 81.50 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) คิดเป็นร้อยละ 81.44 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.50/81.44 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งกำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียนและหลังเรียน หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการกับ Canva และผลการวิเคราะห์ดังตาราง 21

ตาราง 21 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน
นักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการกับ Canva
หน่วย พลังงานความร้อน

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม/ คน	องค์ประกอบ ความคิดสร้างสรรค์	$\bar{X}$	S.D.	คะแนน รวม
ก่อนเรียน	38	100	ความคิดคล่องแคล่ว	16.42	0.98	624
			ความคิดยืดหยุ่น	17.08	1.62	649
			ความคิดริเริ่ม	16.11	1.64	612
			ความคิดละเอียดละออ	15.92	1.46	605
หลังเรียน	38	100	ความคิดคล่องแคล่ว	20.24	2.15	769
			ความคิดยืดหยุ่น	21.08	1.95	801
			ความคิดริเริ่ม	20.03	2.24	716
			ความคิดละเอียดละออ	19.74	1.78	750

จากตาราง 21 ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.08 คะแนน 2) ความคล่องแคล่ว

มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.42 คะแนน 3) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.11 คะแนน และ 4) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.92 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบก่อนเรียน เท่ากับ 65.53 คะแนน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน ทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเรียงจากค่าเฉลี่ยสูงไปหาต่ำ ดังนี้ 1) ความคิดยืดหยุ่น มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 21.08 คะแนน 2) ความคิดคล่องแคล่ว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.24 คะแนน 3) ความคิดริเริ่ม มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 20.03 คะแนน และ 4) ความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 19.74 คะแนน รวมคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 องค์ประกอบ หลังเรียน เท่ากับ 81.08 คะแนน แสดงว่าความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน พบว่า นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตาราง 22

ตาราง 22 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ก่อนเรียนและหลังเรียนนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการ
กับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน

ความคิด สร้างสรรค์	N	คะแนน เต็ม/คน	คะแนน รวม	คะแนน ที่ได้	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	38	100	3,800	2,490	65.53	4.34	22.08**
หลังเรียน	38	100	3,800	3,081	81.08	7.33	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df = 37 t = 2.43)

จากตาราง 22 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและ
หลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ย
เท่ากับ 65.53 คะแนน และ 81.08 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน
ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 22.08 เมื่อพิจารณา

ค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 37) มีค่า t เท่ากับ 2.43 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t -test for Dependent Sample)

ผลการวิเคราะห์ แสดงดังตาราง 23

ตาราง 23 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หน่วย พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนเต็ม/คน	คะแนนรวม	คะแนนที่ได้	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	38	30	1,140	627	16.50	1.75	32.09**
หลังเรียน	38	30	1,140	942	24.79	2.17	

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; $df = 37$ $t = 2.43$)

จากตาราง 23 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.50 คะแนน และ 24.79 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม

30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 32.09

เมื่อพิจารณา ค่า t จากตารางค่าวิกฤต (df เท่ากับ 37) มีค่า t เท่ากับ 2.43 แสดงว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ผลของคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 24

ตาราง 24 คุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน

รายการประเมิน	($\bar{x}$)	(S.D.)	ระดับปฏิบัติการ
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	2.87	0.53	มาก
2. ซื่อสัตย์สุจริต	2.87	0.54	มาก
3. มีวินัย	2.73	0.66	มาก
4. ใฝ่เรียนรู้	2.96	0.46	มาก
5. อยู่อย่างพอเพียง	3.00	0.64	มาก
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	2.98	0.57	มาก
7. รักความเป็นไทย	2.89	0.62	มาก
8. มีจิตสาธารณะ	2.86	0.61	มาก
เฉลี่ยรวม	2.89	0.58	มาก

จากตาราง 24 พบว่า คุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน มีค่าเฉลี่ยรวม เท่ากับ 2.89 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายด้าน มีค่าเฉลี่ยจากสูงไปหาต่ำ ดังนี้ อยู่อย่างพอเพียง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 มุ่งมั่นในการทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.98 ใฝ่เรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.96 รักความเป็นไทย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.89 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.87 ซื่อสัตย์สุจริต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.87 มีจิตสาธารณะ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.86 มีวินัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.73 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยจากการสังเกต พฤติกรรมการเรียนรู้ การซักถาม การสัมภาษณ์ การตรวจผลงานและการนำเสนอผลงาน นักเรียนทั้งในระหว่างและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

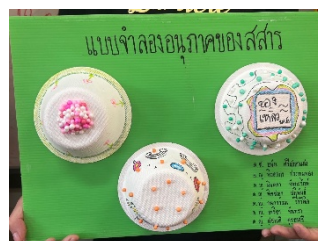
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ที่ครูผู้สอนสามารถสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายมากขึ้น และมีความเข้าใจชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และได้ลงมือทำกิจกรรมจริงและปฏิบัติจริง อีกทั้ง Canva ยังช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานเป็นการนำเสนอข้อมูลผ่านภาพและสื่ออื่น ๆ เช่น วิดีโอ เสียง หรือแผนภาพ ทำให้ดึงดูดความสนใจเนื้อหาในการเรียนและเข้าใจง่าย และเป็นตัวอย่างให้นักเรียน ซึ่งสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปพัฒนาความคิด ในการออกแบบการนำเสนองานและการสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ในการ นำเสนองานและการสร้างสรรค์ผลงานให้มีความน่าสนใจ จากการสังเกตพฤติกรรมการ เรียนรู้ของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้ มีอิสระในการแสดงความคิดเห็น สามารถออกแบบผลงานได้อย่างสร้างสรรค์ เกิดความ ภาคภูมิใจในผลงานของตนเอง ดังภาพประกอบ 7-8 และตัวอย่างคำตอบการให้ คำสัมภาษณ์ของนักเรียน ดังนี้

ชอบมากค่ะ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำทลายความคิด และน่าสนใจ มีการออกแบบผลงาน วางแผนการทำงาน มีความกล้าคิด กล้าที่จะลอง กล้าตัดสินใจ และลงมือทำสิ่งใหม่ ๆ ได้อย่างเป็นระบบ

ชอบมากครับ ได้ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนความคิด กับเพื่อน ๆ และได้สร้างสรรค์ชิ้นงานเป็นของตัวเอง

สนุกมากเลยคะ ไม่น่าเบื่อเพราะมีการทดลองให้ทำ สร้างความ ตื่นเต้น เป็นอย่างมากทำให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาที่เรียน และทำให้สนุกกับการเรียน มากขึ้นค่ะ



ภาพประกอบ 7 บรรยายากาการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์

เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ



ภาพประกอบ 8 บรรยายภาพการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์

เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น ทักษะการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการนำประสบการณ์ หรือความรู้เดิมมาประยุกต์ใช้กับความรู้ใหม่เพื่อใช้ในการปรับปรุงหรือสร้างชิ้นงาน อีกทั้ง การนำเสนอเนื้อหาโดยใช้ Canva ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว และเกิด ความคิดรวบยอด จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนได้ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ทำให้เกิด ความรู้ความเข้าใจ และความ สำนึกดีในการทำงานกลุ่มร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความสุข กับการเรียน และเห็น คุณค่าของการเรียนเพิ่มมากขึ้น นำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน และความคิด สร้างสรรค์ให้สูงขึ้น ดังภาพประกอบ 9-12 และตัวอย่างคำตอบการให้คำสัมภาษณ์ของ นักเรียน ดังนี้

ชอบทำงานเป็นกลุ่มมากเลยครับ เพราะทำให้งานเสร็จเร็ว และมีการ แลกเปลี่ยนความคิดกับเพื่อน บางอย่างที่ไม่เข้าใจหรือทำไม่เป็น ก็สามารถถามหรือปรึกษา เพื่อน เพื่อช่วยกันแก้ไขปัญหาได้ค่ะ

ชอบมากเลยคะ มีความภูมิใจในผลงานที่ตัวเองสร้างขึ้น เพราะได้ใช้ ความคิดสร้างสรรค์อย่างมีอิสระในการวางแผนและออกแบบชิ้นงาน



ภาพประกอบ 9 บรรยายภาพการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์

เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร



ภาพประกอบ 10 บรรยายการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์

เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร



ภาพประกอบ 11 บรรยายการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์

เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน



ภาพประกอบ 12 บรรยายการทำกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์

เรื่อง สมดุลความร้อน

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้นักเรียน พบว่า นักเรียนมีความตั้งใจทำงานมีความสนใจมีความพยายาม กระตือรือร้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ และมีระเบียบวินัย มีความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ของตนเอง ดังภาพประกอบ 13-16



ภาพประกอบ 13 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
ด้านรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ (เข้าแถวเคารพธงชาติ)



ภาพประกอบ 14 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านซื่อสัตย์สุจริต (ทำข้อสอบ)



ภาพประกอบ 15 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ด้านใฝ่เรียนรู้ (ตั้งใจเรียน)



ภาพประกอบ 16 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มีจิตสาธารณะ (ทำเวรประจำวัน)

จากการทำกิจกรรมแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำกิจกรรม ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถสื่อสารให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ง่าย และมีความชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และได้ลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียน ไปต่อยอดความคิดในการออกแบบการนำเสนองาน และการสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานใหม่ ๆ ให้มีความน่าสนใจ แสดงดัง ตาราง 25

ตาราง 25 ตัวอย่างผลงานการออกแบบและชิ้นงานจากการทำกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน	ตัวอย่างชิ้นงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสาร		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิจากของสสาร		

ตาราง 25 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน	ตัวอย่างชิ้นงาน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ความร้อนกับการขยายตัว หรือหดตัวของสสาร		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ความร้อนกับการขยายตัว หรือหดตัวของสสาร		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 การถ่ายโอนความร้อน		
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สมดุลความร้อน		

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการ
กับ Canva ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะตามหัวข้อ ดังนี้

1. ความมุ่งหมายของการวิจัย
2. สมมติฐานของการวิจัย
3. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สรุปผลการวิจัย
8. อภิปรายผลการวิจัย
9. ข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดความมุ่งหมายของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva
หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ศึกษาและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วย พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
บูรณาการกับ Canva
3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วย พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
บูรณาการกับ Canva

4. ศึกษาคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

สมมติฐานของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วยพลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/8
2. ความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
4. นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva อยู่ในระดับมากที่สุด

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียน 345 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 38 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วยพลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 6 แผน แผนละ 5 ชั่วโมง 3 แผน และแผนละ 6 ชั่วโมง 3 แผน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนก่อนและหลังเรียน โดยยึดแนวการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์ (Torrance Test of Creative Thinking) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาเป็นสื่อ (Think Creativity with Word) โดยให้คะแนนความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพเป็นสื่อ (Think Creativity with Pictures) โดยให้คะแนนความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

2.3 แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียน ต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตราวัดแบบลิเคิร์ต (Likert) โดยวัดการปฏิบัติตนด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ด้าน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2567 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม จำนวนนักเรียน 38 คน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1 ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ต่อคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร หมายเลขสำคัญโครงการ คือ HE67-067

1.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนพังโคนวิทยาคม เป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้บริหารโรงเรียน เพื่อกำหนด วัน เวลา ในการทดลอง

1.3 ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้นักเรียนเข้าใจ

1.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 6 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ก่อนที่จะดำเนินการสอน

1.5 ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

1.6 เมื่อสิ้นสุดการสอนครบทุกแผนแล้ว จึงดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน (Pre-test)

1.7 เมื่อทำการเรียนสอนเสร็จในแต่ละชั่วโมง จะวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ทุกครั้งเพื่อเป็นการวัดพฤติกรรมการปฏิบัตินักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

1.8 ผู้วิจัยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และอภิปรายผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์หาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2 เปรียบเทียบเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

1.2 แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของคอนบาค

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่าง คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) วิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของข้อสอบและวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน

1.4 แบบทดสอบคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นการตรวจสอบคุณภาพมาตราส่วนประมาณค่า 4 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ท

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 วิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 1 โดยหาค่าประสิทธิภาพ E_1 / E_2

2.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

2.3 วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อทดสอบสมมติฐานข้อที่ 3 โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

2.4 วิเคราะห์คุณลักษณะอันพึงประสงค์ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อเทียบ เกณฑ์คุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยยึดเกณฑ์ตามแบบของลิเคิร์ท เป็น 4 ระดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้
2. ความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ และการสร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ ๆ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยรวมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=2.89$) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ครูรอบครัว ครูผู้สอน และผู้ที่เกี่ยวข้องมีความสำคัญอย่างมากในการปลูกฝังให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา บูรณาการกับ Canva สามารถนำผลมาอภิปรายผลตามสมมติฐานของการวิจัย ดังนี้

1. ประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 81.50/81.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เพราะแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva นอกจากนี้แผนการจัดการเรียนรู้เป็นการบูรณาการ หน่วย พลังงานความร้อน ประกอบไปด้วยวิทยาศาสตร์ เป็นเนื้อหาหน่วย พลังงานความร้อน เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ เพื่อนำเอาจุดเด่นของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว โดยใช้เนื้อหาสอดคล้องกับ วิทยาศาสตร์เป็นหลัก และแผนการจัดการเรียนรู้ได้นำ Canva มาใช้ในขั้นตอนการนำเสนอข้อมูล เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย ชัดเจน ส่งผลให้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น จึงมีผลให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับ สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแหงพล, กุลวดี สุวรรณไตรย์ (2563, หน้า 130-131) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง พบว่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.86/80.46 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ บัณฑิตวรรณ ชำนิยันต์, ถาดทอง ปานศุวัชร และอรุณรัตน์ คำแหงพล (2565, หน้า 131) ได้ศึกษาการพัฒนาการวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 หน่วย ร่างกายของเรา โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทบาทสมมติ พบว่า มีประสิทธิภาพ 80.34/80.33

2. ความคิดสร้างสรรค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva พบว่ามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ เฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 65.53 และคะแนนความคิดสร้างสรรค์เฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 81.08 เนื่องจากเป็นเพราะการได้ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงได้มี ความสงสัยชอบซักถามและมีความคิดที่แปลกใหม่ ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นความรู้กับเพื่อน

ในกลุ่ม ทำให้นักเรียนสามารถแตกแขนงความคิดของตนเองมากขึ้น นอกจากนั้นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีบุคลิกภาพที่เชื่อมั่นในตนเองมีความอดทนไม่เลิกความตั้งใจง่าย ๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการทำงานให้สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้รับความรู้ที่ชัดเจนและดึงดูดความสนใจ เข้าใจเนื้อหาการเรียนได้ง่าย มีการใช้รูปแบบในการนำเสนอข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ เช่น รูปภาพ วิดีโอ หรือเสียง ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาว่าง่ายมากขึ้น และทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานหรือผลงานใหม่ ๆ ให้มีความน่าดึงดูดและน่าสนใจ เน้นการเชื่อมโยงความรู้และทักษะจากหลากหลายสาขามาใช้ในการคิด และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ มีการวางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน กิจกรรมเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชยพัทธ์ นาคกุลบุตร, สมศิริ สิงห์หลพ และเชษฐ์ ศิริสวัสดิ์ (2565 หน้า 251) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัย จินตนา เป้าสุภี และพรณวิไล ดอกไม้ (2566 หน้า 581) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มบูรณาการกับ Canva มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากการเรียนรู้ที่ช่วยสร้างองค์ความรู้จากการเรียน การทำกิจกรรม การสร้างสรรค์ชิ้นงานมีการใช้รูปแบบในการนำเสนอ ข้อมูลผ่านภาพและสื่ออื่น ๆ เช่น วิดีโอ เสียง หรือแผนภาพ ทำให้เนื้อหาที่เรียนเข้าใจง่าย และเน้นลงมือปฏิบัติจริง นำไปสู่การเกิดความคิดสร้างสรรค์

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 16.50 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 24.79 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva เนื่องจาก Canva เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหา และดึงดูดความสนใจของนักเรียนช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและชัดเจน ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เน้นการได้ลงมือปฏิบัติ

กิจกรรม และได้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐานในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ เน้นการเรียนรู้เป็นกระบวนการเป็นขั้นเป็นตอน และนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการระดมความคิดในการทำกิจกรรม ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ผ่านขั้นตอนและกระบวนการปฏิบัติจริงในกิจกรรมการเรียนรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ซึ่งสอดคล้องกับ ไสเรดา บัวเนียม และจิตติวิสุทธิ์ วิมุตติปัญญา (2562 หน้า 64) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สึนามิหวาดจนอุปถัมภ์” ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนการทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ ณัฐกานต์ นิลรัตน์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และพิทักษ์ วงษ์ชาลี (2566 หน้า 121) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ท้องอวกาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

จากการศึกษา แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจาก กิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละขั้นช่วยกระตุ้น ให้นักเรียนมีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยการนำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และแก้ปัญหาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นการปฏิบัติหรือคุณลักษณะ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน พบว่าคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนมีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมเท่ากับ 2.89 อยู่ในระดับมาก เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ มีค่าเฉลี่ยจากสูงไปหาต่ำ ได้แก่ ด้านอยู่อย่างพอเพียง เพิ่มขึ้นเพราะสถาบันครอบครัวที่เป็นแบบอย่างที่ดีให้นักเรียนและปลูกฝังให้นักเรียนรู้จักการประมาณตนในการใช้ชีวิตและคุณค่าของเงินให้เหมาะสมกับความพอดี ต่อความจำเป็นไม่มากและไม่น้อยเกินไป ด้านมุ่งมั่นในการทำงาน เพิ่มขึ้นเพราะนักเรียนส่วนมากมีความตั้งใจในการทำงาน กิจกรรมต่าง ๆ และรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมายด้วยตนเอง เช่น การทำใบงาน และการทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ด้านใฝ่เรียนรู้ เพิ่มขึ้นเพราะนักเรียนส่วนมากจะมีความอยากรู้อยากลอง เกิดข้อสงสัยในการทำกิจกรรมต่าง ๆ และจะชอบ

แสวงหาความรู้อยู่ตลอดเวลา ด้านชื่อเสียงสุจริต เพิ่มขึ้นเพราะนักเรียนส่วนมากประพฤติตรงตามความเป็นจริง เช่น การทำใบงาน การทำข้อสอบ เพราะสถาบันครอบครัวปลูกฝังหรือให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก ด้านรักความเป็นไทย เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเพราะนักเรียนบางส่วนไม่ค่อยเข้าร่วมกิจกรรมและประเพณีไทย ไม่รู้จักอ่อนน้อมถ่อมตน แต่ยังมีอีก 3 ด้านที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ได้แก่ ด้านรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยเพราะนักเรียนไม่ค่อยเคารพหรือเทิดทูนพระมหากษัตริย์ เช่น การเข้าแถวเคารพธงชาติหรือสวดมนต์ไหว้พระนักเรียนจะคุยกันหยอกล้อเล่นกันเป็นส่วนใหญ่ ด้านมีจิตสาธารณะ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยนักเรียนส่วนมากไม่ค่อยมีจิตสาธารณะ เช่น การไปทิ้งขยะหรือทำความสะอาดห้องเรียน ครูผู้สอนต้องบอกทุกครั้งถึงทำและด้านมีวินัย เพิ่มขึ้นเล็กน้อยนักเรียนไม่ค่อยมีวินัย เช่น การแต่งกายไม่ถูกระเบียบ การไม่ตรงต่อเวลา ดังนั้นครูผู้สอนต้องร่วมมือกันพัฒนาและปลูกฝังนักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ มีจิตสาธารณะ และมีวินัยเพิ่มขึ้น แต่โดยรวมคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานูรณาการกับ Canva เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมคุณลักษณะอันพึงประสงค์ อีกทั้งเป็นสิ่งสำคัญที่การจัดการเรียนรู้ต้องพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของครูนั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการส่งเสริมการเรียนรู้ ของนักเรียนและคุณภาพของคน เพราะครู คือ ผู้มีหน้าที่ในการอบรมสั่งสอนนักเรียน ทั้งในด้านวิชาการและความประพฤติตลอดจนศีลธรรมจรรยา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันหน้าที่ของครูไม่ใช่เพียงแต่เป็นผู้ให้ความรู้หรือสอนความรู้ด้านวิชาการเท่านั้น ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูได้อธิบายความหมายของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ให้นักเรียนทราบถึงความสำคัญ และความเข้าใจถึงการปฏิบัติตน โดยมีการยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม ตลอดจนมอบหมายให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติคุณลักษณะอันพึงประสงค์ระหว่างการทำวิจัย เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง อีกทั้งยังส่งเสริมให้มีการทำงานร่วมกันเป็นทีม มีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เฉลิมขวัญ ถือความสัตย์ (2566, หน้า 531) ได้ศึกษาการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนด้วยระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนของโรงเรียนวัดกุยบุรี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการและมีทักษะชีวิตตามสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน 5 สมรรถนะ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับ ชัยวัฒน์ ดงภูยาว, ถาดทอง ปานศุภวัชร และกุลวดี สุวรรณไตรย์ (2567 หน้า) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร

จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 การนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva ไปใช้ ผู้สอนควรมีบทบาทเป็นโค้ช (Coach) และเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คอยให้คำปรึกษา และชี้แนะเพื่อให้นักเรียนทำกิจกรรมสำเร็จตามวัตถุประสงค์ หรือเป้าหมายที่วางไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva กิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยบางกิจกรรมมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้เวลามาก ครูผู้สอนควรดำเนินกิจกรรมด้วยความยืดหยุ่นตามความเหมาะสม เพื่อให้การจัดกิจกรรม สอดคล้องกับระยะเวลาที่กำหนด

1.3 ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ควรมีการออกข้อสอบที่หลากหลายรูปแบบ นอกจากข้อสอบแบบอัตนัยและข้อสอบแบบปรนัยด้วย เช่น ข้อสอบ แบบเติมคำ ข้อสอบแบบจับคู่ หรือการเขียนแผนผังมโนทัศน์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นสามารถให้เหตุผลสรุปความคิดรวบยอดเป็นของตนเองและไม่ซ้ำกับของคนอื่น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษากำหนดพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ หรือหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน

2. ควรมีการศึกษาและวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva เพื่อพัฒนาทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดขั้นสูง เป็นต้น

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

บรรณานุกรม

- กนกภรณ์ เทสินทโชติ. (2560). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1. วิทยานิพนธ์ รป.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กมลฉัตร กล่อมอิม, ชัยวัฒน์ นามนาค, วาริรัตน์ แก้วอุไร และวิเชียร อ่างโสมถิตกุล. (2557). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ด้วยการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 16(2), 129–139.
- กมลฉัตร กล่อมอิม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4), 334– 348.
- กรมวิชาการ. (2554). *ความคิดสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- _____. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- บุญศรี คำชาย. (2540). *จิตวิทยาการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินติ้ง.
- กัญญา ศิลปกิจยาน. (2560). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและการสอนภาษาเพื่อการสื่อสารเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสาร ของเด็กอนุบาล*. วิทยานิพนธ์ ค.ด. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล. (2564). *สอน online อย่างไรให้พิชิตใจผู้เรียน*. เข้าถึงได้จาก <https://edu.vu.ac.th/edu2016/images/doc/KM2022.pdf> .
- จินตนา เป้าสุภี และพรรณวิไล ดอกไม้. (2566). การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารสหวิทยาการวิจัยและวิชาการ, 3(5), 581.

- ฉัตรแก้ว พรหมมา และเพ็ญวรา ชูประวัติ. (2561). แนวทางการพัฒนาการบริหารงานวิชาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาของโรงเรียนกรับใหญ่ว่องกุลสถกิจพิทยาคม. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 13(3), 356.
- เฉลิมขวัญ ถือความสัตย์. (2566). รายงานการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนด้วยระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนของโรงเรียนวัดกุยบุรี. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 10(3), 531.
- ชนิดา ทาระเนตร์. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องความน่าจะเป็นโดยการจัดการเรียนการสอนเน้นกระบวนการกลุ่ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสา จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชยพัทธ์ นาคกุลบุตร สมศิริ สิงห์หลพ และเชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2565). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 20(1), 251.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 1-20.
- ชัยวัฒน์ ดงภูยาว. (2567). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วย การแยกสาร จัดการเรียนรู้โดยใช้ Canva ร่วมกับสะเต็มศึกษา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ณัฐชญา หอมจืด. (2563). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กปฐมวัยโดยการจัดการกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ ตามแนวคิดของ Williams. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ณัฐกานต์ นิรัตน์, อรุณรัตน์ คำแหงพล และพิทักษ์ วงษ์ชาลี. (2566). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง ท้องอวกาศ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ. *วารสารนวัตกรรมการศึกษาและการวิจัย*, 26(3), 133-139.

- ณัฐกานต์ ภูมิคอนสาร. (2565). ทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่หล่นหายไปของผู้เรียนกับการศึกษาในศตวรรษที่ 21. *คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์*, 5(1), 3.
- ณัฐพล โยธา และทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. (2564). การสร้างรูปแบบการประเมินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับครูระดับมัธยมศึกษา. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 17(1), 117–120.
- ทวีป แซ่ฉิน. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Constructionism เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม App Inventor สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ธารทิพย์ ช้วน และขวัญชัย ช้วน. (2561). การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์เชิงผลิตภาพทางการศึกษา : สู่ยุคการศึกษาไทยแลนด์ 4.0. *วารสารสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 5(2), 325–342.
- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2559). ความหมายและขอบข่ายของการคิดสร้างสรรค์. ใน ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (บก.). *คิดสร้างสรรค์: สอนและสร้างได้อย่างไร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บัณฑิตวรธรณ ขำนิยันต์, ถาดทอง ปานศุภวัชร และอรุณรัตน์ คำแหงพล. (2567). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง ร่างกายของเรา โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับบทบาทสมมติ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปราณี กุลมิน. (2560). การพัฒนาชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ร่วมกับการสอนแบบไตรสิกขาเพื่อส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- ปราณี พงษ์สุพรรณ, ไพฑูรย์ สิ้นลารัตน์ และศศิธร เขียวกอ. (2562). การพัฒนาหลักสูตรเสริมสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความคิดผลิตภาพสำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(1), 219–239.
- ปรียา โคตรสาลี. (2562). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับผังกราฟิก. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกนนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ปิณิดา สุวรรณพรม, เยาวเรศ ใจเย็น และปวีศา จรดล. (2563). การเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายโอนพลังงานความร้อน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และแบบโครงงานเป็นฐานตามแนวทางสะเต็มศึกษา. *วารสารวิจัยรำไพพรรณี*, 14(3), 52–61.
- เพชฌ กิจระการ (2544). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E_1/E_2). *วารสารการวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 7, 44–52.
- พรชนนี ภูมิไชยา. (2564). หลักสูตรฐานสมรรถนะกับการเรียนการสอนภาษาอังกฤษในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 16(2), 4.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- รพีพล อินสุพรรณ และประสาธ เนืองเฉลิม. (2563). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 15(2), 162–170.
- เรืองศักดิ์ ศรีรักษา, นิตยา รัตน์คงนาสิก, เคนวี ฤกษ์มงคล และอนุวัฒน์ จันทะ. (2565). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Canva เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่อง พลเมืองดิจิทัล รายวิชา วิทยาการคำนวณ. *วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 1(1), 56–57.

- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). *สถิติวิทยาทางการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยา.
- วชิ ปัญญาใส. (2556). เทคนิคและวิธีการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์. *วารสารครุศาสตร์*, 11(1), 31-48.
- วชิญญ พิษณุสุทธิทิ และเอี่ยมพร หลินเจริญ. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาเคมี เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 15(3), 89-104.
- วรินทร์ สุภาพ. (2561). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา: วิธีการความหวัง และความท้าทาย. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 20(4), 302-315.
- วัชร ประทุมรัตน์ และอินทรา รอบรู้. (2563). การพัฒนาชุดการสอนการตูน สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร, *วารสารบัณฑิตศึกษา*, 17(79), 36.
- วันเพ็ญ จันทรเจริญ. (2544). *ทักษะและเทคนิคการสอน*. สกลนคร: สถาบันราชภัฏสกลนคร.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). *วิธีวิทยาการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- วิจารณ์ พานิชย์. (2555). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิษณุพร อ่อนปุ. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาสาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ สาขาการศึกษาปฐมวัย. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา) สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 7(3), 138-193.
- ศิริณี กลางประพันธ์. (2560). การพัฒนาคู่มือการสอนทักษะปฏิบัติของเดวิส ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อเสริมสร้างวินัยในตนเองความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาการโปรแกรม เบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนหนองสูงสามัคคีวิทยา. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- ศิริพร สอาดล้วน. (2551). *ความสัมพันธ์ระหว่างความมีวินัยในตนเองกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่*. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นราธิป ปิตินนปติ. (2563). สะเต็มศึกษาในห้องสมุดโรงเรียน. *วารสารมนุษยสังคมปริทัศน์* (มสป.), 22(2), 34-36.
- ศุภลักษณ์ จุฑารัตน. (2565). *เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการออกแบบกราฟิกออนไลน์ด้วยโปรแกรม Canva*. เข้าถึงได้จาก https://muit.mahidol.ac.th/muit_training/canva/canva-manual-MUIT.pdf.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2561). *คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา*. เข้าถึงได้จาก <http://sk.nfe.go.th/msk/UserFiles/File/stem.pdf>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. (2565). *ผลการประเมินด้านความคิดสร้างสรรค์ของ PISA 2022*. เข้าถึงได้จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/news-22/>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *สะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมชาย พรหมสุวรรณ. (2560). *ความคิดสร้างสรรค์ : การสอนศิลปะสำหรับเด็ก*. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา*, 11(1), 107.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2544). *การวัดผลการศึกษา*. กทม.: โรงพิมพ์ประสานการพิมพ์สาส์น.
- สายฝน คำมุงคุณ. (2567). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับอินโฟกราฟิก*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- สิริวิชัย แก้วเกิด นพดล ทุมเชื้อ สุรพล ยังวัฒนา และสุวรรณ ทวีศาสตร. (2561). *แนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากรณีศึกษาจังหวัดราชบุรี*. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 5(3), 119.
- สิริยาพร พลเล็ก, อรุณรัตน์ คำแหงพล และกุลวดี สุวรรณไตรย์. (2563). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง เคมีที่เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โดยการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

- สุทธิวรรณ ฟิรคักดีโสภณ. (2561). การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. เข้าถึงได้จาก <http://www.mathayom9.go.th/nitad/analyze/achiev-1.pdf>.
- สุทธาธิณี กรุดเงิน และพรสิริ เอี่ยมแก้ว. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 16(3), 189–202.
- สุพัตรา เกษมเรืองกิจ. (2551). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง นพบุรีศรีนครพิงค์. การค้นคว้าแบบอิสระ ศษ.ม เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุภกิจ โสทัต. (2558). การวัดและประเมินผลการศึกษา. นนทบุรี: บริษัท ปัญญา ปัญญาพรินติ้งกรุ๊ป จำกัด.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2550). *กลยุทธ์...การสอนคิดสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล นาเพีย. (2563). พฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ*, 14(3), 146–147.
- โสธดา บัวเนียม และจิตติวิสุทธิ วิมุตติปัญญา (2562). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education). *วารสารวิชาการครุศาสตร์สวนสุนันทา*, 3(2), 64.
- อนงค์นาฏ ครุณรัมย์ และณัฐพร มีสวัสดิ์. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมจิตนิสัยทางสะเต็ม. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 18(2), 93–107.
- อภินันท์ จิตรกร. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบศิลปะเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 14(1), 61.

อารี พันธุ์มณี. (2537). *คิดอย่างสร้างสรรค์*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: บริษัทต้นอ้อ 1999 จำกัด.

_____. (2557). *ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกพร ธรรมยศ (2565). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การแยกสาร โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง*. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

Adomantra. (2023, June 12). *Pros and Cons of Canva Design Tool*. Adomantra Digital. <https://www.adomantra.com/blog/pros-and-cons-of-canva-design-tool>

Barak, M. (2018). Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121– 144.

Davis, G. A. (1983). *Creativity is forever*. Dubuque, IA: Kendall/Hunt Publishing.

Gronlund, N. E. (1993). *How to Make Achievement Test and Assessment*. Boston: Allyn and Bacon.

Harris, A. & de Bruin, L. R. (2018). Secondary school creativity, teacher practice and STEAM education: An international study. *Journal of Educational Change*, 19(2), 153–179.

Jamal, S. N., Ibrahim, N. H., Halim, N. D. A., & Ikram, M. (2020). A preliminary study on the level of creativity study on the level of creativity among chemistry students in district of melaka tengah. *Journal of Critical Reviews*, 7(16), 752– 761.

Kuder, F. (1991). Comments concerning the appropriate use of formulas for estimating the internal-consistency reliability of tests. *Educational and psychological measurement*, 51(4), 873–874.

Lavi, R., Tal, M., & Dori, T. J. (2021). *Perceptions of STEM alumni and students on developing 21st century skills through methods of teaching and learning*, 70, 1–12.

- National Academy of Science. (2014). *STEM integration in-21 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academics Press.
- Osbron, A. F. (1963). *Creative Imagination*. New york: Charles Serbner Sons.
- Park, D.-Y., Park, M.-H., & Bates, A. B. (2018). Exploring Young Children's Understanding About the Concept of Volume Through Engineering Design in a STEM Activity: A Case Study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, (16), 275–294.
- Sirajudin, N., Suratno, J., & Pamuti. (2021). Developing creativity through STEM education. *Journal of Physics: Conference Series*, 18(06), 1–5.
- Torrance, E. P. (1965). *Rewarding creative behavior: Experiments in classroom creativity*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice–Hall Inc.
- _____. (1973). *Encouraging Creative in the Classroom*. Iowa: Wm C. Brow Wallach.
- Wingard, A., Kijima, R., Yang–Yoshihara, M., Sun K. (2022). A design thinking approach to developing girls' creative self–efficacy in STEM. *journal homepage*, (46), 1–11.

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ภาคผนวก ก

1. รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
2. หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย
3. หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
4. หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือการวิจัย
5. หนังสือขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

1. ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
2. นางรุ่งทิพย์ จันทร์อ่อน ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนพังโคนวิทยาคม
3. นางศรีสุวรรณ ศรีสร้อย ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนพังโคนวิทยาคม



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๔๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๘ สิงหาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.กุลวดี สุวรรณไตรย์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวธิดาพร ชันธะ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๔๒๑๒๓๘๒๐๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนวิสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๙๗ ๐๒๒๙

โทรสาร ๐ ๔๒๙๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวธิดาพร ชันธะ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๗๑๗ ๓๕๕๐



ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/ว ๑๐๔๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๘ สิงหาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้อยู่อาศัยตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางรุ่งทิพย์ จันทร์อ่อน

- สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ
๒. เครื่องมือการวิจัย
๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิตติญาพร ชันธะระ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๔๒๑๒๓๘๒๐๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตให้ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อให้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิตติญาพร ชันธะระ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๗๑๗ ๓๕๔๐



ที่ อว ๐๖๒๓.๑๒/ว ๑๐๔๗

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๑๘ สิงหาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตเป็นผู้ใช้วิชาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย

เรียน นางสาวสุวรรณ ศรีสร้อย

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. กรอบแนวคิดการวิจัย และนิยามศัพท์เฉพาะ

๒. เครื่องมือการวิจัย

๓. แบบประเมินเครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวธิดาพร ชันธะ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๔๒๑๒๓๘๒๐๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ และเชี่ยวชาญในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขออนุญาตท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบเครื่องมือการวิจัย เพื่อใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ที่นักศึกษาได้จัดทำขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุศักดิ์ แสนทวีสุข)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวธิดาพร ชันธะ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๗๑๗ ๓๕๔๐

AF/10-05/03.0



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยและพัฒนา โทร. IP ๒๖๘

ที่ อว ๐๖๒๑.๐๘/ว ๑๒๖๑

วันที่ ๖ ธันวาคม ๒๕๖๗

เรื่อง แจ้งผลการพิจารณารับทราบ/รับรองโครงการวิจัยภายหลังการขอชี้แจงต่อข้อคำถามหรือข้อเสนอแนะ
ของกรรมการ

เรียน นางสาวธิดาพร ชันธะ

ตามที่ท่านได้ขอชี้แจงต่อข้อคำถามหรือข้อเสนอแนะของคณะกรรมการการวิจัย
ในมนุษย์ เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑
หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva (Development of Creative
Thinking and Learning Achievement of Matthayomsuksa ๑ Students on the Unit of heat energy
Using by Stem Education Combine With Canva) หมายเลขสำคัญโครงการ HE ๖๗ - ๐๖๗ นั้น

ในการนี้ คณะกรรมการการวิจัยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้พิจารณา
การขอชี้แจงดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว “มีมติรับทราบโครงการวิจัยของท่าน” ตามหลักเกณฑ์การพิจารณา
การวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยผู้วิจัยไม่ต้องรายงานความก้าวหน้า แต่หาก
ดำเนินการวิจัยเสร็จสิ้นแล้วจะต้องแจ้งปิดโครงการวิจัย ภายใน ๓๐ วัน ก่อนหมดอายุการรับรอง วันหมดอายุ
วันที่ ๕ ธันวาคม ๒๕๖๘ รายละเอียดตามหนังสือรับรองการวิจัยในมนุษย์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

สุภาวดี คุปตะบุตร

(นางสาวสุภาวดี คุปตะบุตร)

ประธานกรรมการการวิจัยธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



COE NO. 013/2567

IEC NO. HE67-067

คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอรับรองว่าโครงการวิจัยเรื่อง	: การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva (Development of Creative Thinking and Learning Achievement of Matthayomsuksa 1 Students on the Unit of heat energy Using by Stem Education Combine With Canva)
หัวหน้าโครงการวิจัย	: นางสาวธิดาพร ชันธะ
ผู้ร่วมโครงการวิจัย	: 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร 2. รองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร
หน่วยงานต้นสังกัด	: สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์
เอกสารที่รับทราบ	
	1. แบบขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 11 ตุลาคม 2567
	2. แบบฟอร์มโครงการวิจัย ฉบับที่ 3 ลงวันที่ 4 ธันวาคม 2567
	3. ประวัติผู้วิจัย/ผู้ร่วมวิจัย ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 11 ตุลาคม 2567
	4. แบบแจ้งผลประโยชน์ทับซ้อน ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 11 ตุลาคม 2567
	5. เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย ได้แก่
	5.1 เอกสารชี้แจงอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการวิจัย
(สำหรับเด็กอายุ 13-17 ปี)	ฉบับที่ 2 ลงวันที่ 30 พฤศจิกายน 2567
	5.2 เอกสารชี้แจงผู้ปกครองอาสาสมัครที่เข้าร่วม
โครงการวิจัย	ฉบับที่ 4 ลงวันที่ 6 ธันวาคม 2567
	6. แบบแสดงความยินยอมให้ทำการวิจัยจากอาสาสมัคร
(สำหรับเด็กอายุ 13-17 ปี)	ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 11 ตุลาคม 2567
	7. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่
	7.1 แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)
กับวัตถุประสงค์ของคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน	ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 11 ตุลาคม 2567

7.2 แผนการ...

สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ชั้น 2 อาคารปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์วิจัย เทคโนโลยีและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ 680 ถ.นิตโย ต.ธาตุเชิงชุม อ.เมืองสกลนคร จ.สกลนคร รหัสไปรษณีย์ 47000 โทรศัพท์ 042-970-154

ในแต่ละสถานะ	7.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสสาร	ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 11 ตุลาคม 2567
	7.3 แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) แบบทดสอบ	
	วัดความคิดสร้างสรรค์	ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 11 ตุลาคม 2567
	7.4 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ฉบับที่ 1 ลงวันที่ 11 ตุลาคม 2567

ได้ผ่านการรับทราบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลัก
พื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล

รับทราบ ณ 6 ธันวาคม 2567
วันหมดอายุ 5 ธันวาคม 2568

สุธาสินี คุปตะบุตร
(นางสาวสุธาสินี คุปตะบุตร)
ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ทั้งนี้ การรับทราบนี้มีเงื่อนไขดังที่ระบุไว้ด้านหลังทุกข้อ

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๑๗๒๗



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนิตโย ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๒๖ ธันวาคม ๒๕๖๗

เรื่อง ขออนุญาตยืมเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพังโคนวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวจิตติญาพร ชันธะระ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๔๒๑๒๓๘๐๓๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาดทอง ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ทั้งนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอยืมเครื่องมือการวิจัย เพื่อหาความเชื่อมั่นในการศึกษาวิจัยประกอบการทำวิทยานิพนธ์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับทราบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากล เลขที่ใบรับรอง ๐๑๓/๒๕๖๗ ลงวันที่ ๖ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ ดังนั้น บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุญาตยืมเครื่องมือการวิจัยจากท่านอนุญาตให้นักศึกษาทำการทดลองใช้เครื่องมือวิจัยดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรศักดิ์ แสนทวีสุข)
ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวจิตติญาพร ชันธะระ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๗๑๗ ๓๕๔๐

ที่ อว ๐๖๒๑.๑๒/๓๒



มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
๖๘๐ ถนนโยธา ต.ธาตุเชิงชุม
อ.เมือง จ.สกลนคร ๔๗๐๐๐

๘ มกราคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขออนุญาตขอทราบข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนพังโคนวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือการวิจัย

ด้วย นางสาวธิดิญาพร ชันธะ รหัสประจำตัวนักศึกษา ๖๕๔๒๑๒๓๘๒๐๓ ซึ่งเป็นนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๑ หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva” ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภาดทอง ปานศุภวัชร เป็นประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อนันต์ ปานศุภวัชร เป็นกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

เพื่อให้การศึกษาค้นคว้าสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จึงขออนุญาตขอทราบจากท่าน ให้นักศึกษารายดังกล่าวได้เก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ผ่านการรับทราบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร โดยยึดหลักพื้นฐานของหลักจริยธรรมการวิจัยสากลเลขที่ใบรับรอง ๐๑๓/๒๕๖๗ ลงวันที่ ๖ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๗ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ประกอบการศึกษาวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์มา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์/ดร.สุศักดิ์ แสนทวีสุข)

ผู้อำนวยการบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐ ๔๒๔๗ ๐๒๒๔

โทรสาร ๐ ๔๒๔๗ ๐๐๓๒

ผู้ประสานงาน นางสาวธิดิญาพร ชันธะ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ๐๙ ๑๗๑๗ ๓๕๔๐

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินและวิเคราะห์เครื่องมือวิจัย

1. การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
2. การประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
3. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
4. ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
5. การประเมินความสอดคล้องของคุณลักษณะอันพึงประสงค์นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ
7. ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตาราง 26 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ
Canva หน่วย พลังงานความร้อน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3		
ด้านองค์ประกอบของแผน					
1. กำหนดองค์ประกอบของ แผนการจัดการเรียนรู้ถูกต้อง ครบถ้วน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
2. เขียนสาระสำคัญสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้และบ่งบอก ถึงสิ่งสำคัญของเรื่องที่จะสอนได้ ชัดเจน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละ แผน สอดคล้องกับตัวชี้วัดของ หลักสูตร	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
4. มีการกำหนดจุดประสงค์การ เรียนรู้ ได้ครบทั้งด้านความรู้ด้าน ทักษะกระบวนการและด้าน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
5. เนื้อหาสาระสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ และตัวชี้วัด ของหลักสูตร	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
6. เนื้อหามีความน่าสนใจ เหมาะสม กับวัยของผู้เรียน	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3		
7. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และนำความรู้ไปใช้ได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
8. เนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องมีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการศึกษา	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
9. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
10. กิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
11. กิจกรรมเป็นไปตามขั้นตอนการสอนแบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
12. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียน ได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	
ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้					
13. มีสื่อประกอบที่หลากหลายน่าสนใจ ทันสมัย จัดเตรียมได้ง่าย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
14. สื่อและอุปกรณ์เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 26 (ต่อ)

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3		
15. สื่อและอุปกรณ์ช่วยให้นักเรียน สร้างความรู้ ความเข้าใจ และช่วย พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
16. สื่อและอุปกรณ์การจัดการ เรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถนำ วิธีการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล					
17. วิธีการวัดผลประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
18. วัดและประเมินผลได้ครอบคลุม พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัย	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
19. มีการวัดและการประเมินผลด้วย รูปแบบที่หลากหลาย ได้แก่ การประเมินด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการ ด้านความคิด สร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะ อันพึงประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
20. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล ประเมินผลมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้ตรงตาม วัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด
รวมเฉลี่ย				5.00	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 27 ผลการประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับตัวชี้วัด

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หน่วย

พลังงานความร้อน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ

Canva โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตัวชี้วัด	แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
1. อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาค แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง อนุภาค และการเคลื่อนที่ ของอนุภาค ของสสาร ชนิดเดียวกันในสถานะ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้แบบจำลอง 2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์และ 3. วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและคำนวณปริมาณความร้อนที่ทำให้สสารเปลี่ยนอุณหภูมิและเปลี่ยนสถานะ โดยใช้สมการ $Q = mc\Delta t$ และ $Q = mL$ 4. ใช้เทอร์มอมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสสาร	แผนที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 2 เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 4 เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	แผนที่ 5 การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 27 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	แผนการ จัดการเรียนรู้ที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		1	2	3			
5. สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน	แผนที่ 6 เรื่อง สมดุลความร้อน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6. ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสสารเนื่องจากความร้อนโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน							
7. วิเคราะห์สถานการณ์การถ่ายโอนความร้อนและคำนวณปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน ระหว่างสสารจนเกิดสมดุลความร้อนโดยใช้สมการ $Q_{\text{สูญเสีย}} = Q_{\text{ได้รับ}}$							
8. สร้างแบบจำลองที่อธิบายการถ่ายโอน ความร้อนโดยการนำความร้อน การพาความร้อน การแผ่รังสีความร้อน							

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิด
สร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

แบบทดสอบวัด ความคิดสร้างสรรค์	ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น	1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์	2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. เขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้	3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. การสร้างรูปภาพ	4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. การต่อเติมรูปภาพ	5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6. เส้น	6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้องเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
1	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
2	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
17	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
23	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้

ตาราง 29 (ต่อ)

ข้อที่	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
27	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
29	0	1	1	2	0.67	ใช้ได้
30	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
32	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
33	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
35	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
36	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
37	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 30 ผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์
 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
 บูรณาการกับ Canva

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์						
1. ปฏิบัติตนตามสิทธิและหน้าที่พลเมืองดีของชาติ สนับสนุนกิจกรรมที่สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตนตามหลักของศาสนาพุทธ เคารพเทิดทูนสถาบันพระมหากษัตริย์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
ซื่อสัตย์สุจริต						
2. ยึดมั่นในความถูกต้องประพฤติตรงตามความเป็นจริงต่อตนเองและผู้อื่นทั้งทางกาย วาจา ใจ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
มีวินัย						
3. ปฏิบัติตนตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและสังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นมีความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 30 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
ไผ่เรียนรู้						
4. ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียรพยายามในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนเรียนนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
อยู่อย่างพอเพียง						
5. ดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่อ อยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
มุ่งมั่นในการทำงาน						
6. เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายปรับปรุงและ พัฒนาการงานด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
รักความเป็นไทย						
7. ความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่าร่วม อนุรักษ์สืบทอดภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและ วัฒนธรรมไทย ใช้ภาษาไทยในการ สื่อสารได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 30 (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	สรุปผล
	1	2	3			
มีจิตสาธารณะ						
8. รู้จักทำงานช่วยเหลือผู้อื่นด้วย กำลังกาย กำลังใจแล กำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ โดยไม่หวังผลตอบแทน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
เฉลี่ยรวม					1	ใช้ได้

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
ที่ได้จากการทดลองใช้ (Try Out) เพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือ

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน) X	X ²
	ความคิด ล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน		
1	20	19	21	20	80	20
2	19	19	20	21	79	19
3	21	19	18	18	76	21
4	19	20	21	22	82	19
5	19	18	18	19	74	19
6	18	20	22	21	81	18
7	20	18	19	17	74	20
8	23	21	21	19	84	23
9	21	23	20	22	86	21
10	21	22	23	20	86	21
11	21	19	22	21	83	21
12	20	19	20	21	80	20
13	18	20	17	18	73	18
14	20	22	21	20	83	20
15	19	20	21	21	81	19
16	18	19	20	18	75	18
17	22	22	21	19	84	22
18	21	21	19	20	81	21
19	19	19	19	18	75	19
20	17	20	19	19	75	5625
21	20	20	20	21	81	6561
22	18	19	18	19	74	5476

ตาราง 31 (ต่อ)

นักเรียน คนที่	คะแนนความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน) X	X ²
	ความคิด ลองแคว่ 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน		
23	19	18	17	19	73	5329
24	20	22	19	21	82	6724
25	21	20	20	21	82	6724
26	19	18	20	20	77	5929
27	20	20	18	21	79	6241
28	21	21	22	21	85	7225
29	22	21	20	21	84	7056
30	22	19	19	20	80	6400
31	18	17	20	18	73	5329
32	21	18	18	17	74	5476
33	20	20	21	20	81	6561
34	18	19	19	18	74	5476
35	22	20	21	19	82	6724
36	21	22	21	20	84	7056
37	19	17	18	17	71	5041
38	19	19	20	18	76	5776
ค่าเฉลี่ย	19.89	19.74	19.82	19.61	3004	238166
S.D.	1.43	1.46	1.45	1.42		
S ²	2.04	2.15	2.10	2.03		

จากตาราง 31 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ในการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ตามวิธีของครอนบาค (Cronbach) มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 0.74

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ระดับค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่า
ความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	การวิเคราะห์			
	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
1	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดี
2	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดี
3	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.37	พอใช้
4	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.42	ดี
5	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.58	ดี
6	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดี
8	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.42	ดี
9	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.58	ดี
10	0.58	ปานกลาง	0.32	พอใช้
11	0.55	ปานกลาง	0.47	ดี
12	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
13	0.5	ปานกลาง	0.37	พอใช้
14	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
15	0.45	ปานกลาง	0.44	ดี
16	0.58	ปานกลาง	0.42	ดี
17	0.58	ปานกลาง	0.32	พอใช้
18	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.37	พอใช้
19	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.32	พอใช้
20	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.37	พอใช้
21	0.68	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดี
22	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.37	พอใช้
23	0.58	ปานกลาง	0.32	พอใช้
24	0.55	ปานกลาง	0.37	พอใช้

ตาราง 32 (ต่อ)

ข้อที่	การวิเคราะห์			
	ค่าความยาก (p)	แปลผล (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล (r)
25	0.47	ปานกลาง	0.21	พอใช้
26	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.37	พอใช้
27	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.42	ดี
28	0.74	ค่อนข้างง่าย	0.42	ดี
29	0.66	ค่อนข้างง่าย	0.37	พอใช้
30	0.47	ปานกลาง	0.42	ดี
31	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.32	พอใช้
32	0.53	ปานกลาง	0.53	ดี
33	0.71	ค่อนข้างง่าย	0.47	ดี
34	0.58	ปานกลาง	0.53	ดี
35	0.61	ค่อนข้างง่าย	0.68	ดีมาก
36	0.63	ค่อนข้างง่าย	0.53	ดี
37	0.55	ปานกลาง	0.47	ดี
38	0.5	ปานกลาง	0.37	พอใช้
39	0.58	ปานกลาง	0.53	ดี
40	0.58	ปานกลาง	0.42	ดี

จากตาราง 32 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สูตร KR-20 มีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 0.91

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ สะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนก่อนเรียน
3. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนหลังเรียน
4. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อน เรียนและหลังเรียน
5. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน
6. ผลการวิเคราะห์คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)						คะแนน รวมของ แผน	แบบ ทดสอบ ท้ายแผน	รวม คะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลังเรียน
	1	2	3	4	5	6				
	20	20	20	20	20	20				
1	17	17	17	16	15	16	98	95	193	104
2	16	16	17	17	17	16	99	94	193	98
3	17	17	17	16	16	16	99	95	194	108
4	15	15	15	15	15	15	90	92	182	92
5	15	15	15	15	16	15	91	94	185	94
6	18	16	17	17	15	16	99	95	194	101
7	19	17	16	17	17	18	104	104	208	120
8	16	16	17	16	15	17	97	92	189	98
9	18	17	18	17	16	17	103	95	198	103
10	18	17	17	16	17	17	102	96	198	108
11	16	16	17	15	17	17	98	92	190	96
12	16	15	16	15	15	16	93	96	189	96
13	18	17	17	18	17	18	105	96	201	116
14	18	17	17	18	17	17	104	95	199	112
15	17	16	17	16	17	16	99	93	192	109
16	15	15	16	16	15	16	93	94	187	99
17	17	17	16	16	17	16	99	98	197	107
18	17	18	16	17	16	17	101	101	202	112
19	18	18	16	17	17	16	102	95	197	113

ตาราง 33 (ต่อ)

เลขที่	คะแนนระหว่างเรียน (แผนการจัดการเรียนรู้ที่/คะแนน)						คะแนน รวม ของ แผน	แบบ ทดสอบ ท้าย แผน	รวม คะแนน ระหว่าง เรียน	คะแนน หลัง เรียน
	1	2	3	4	5	6				
	20	20	20	20	20	20				
20	16	15	15	16	16	17	95	92	187	102
21	18	17	16	17	17	18	103	100	203	117
22	16	17	16	17	15	16	97	93	190	99
23	17	16	17	18	17	15	100	100	200	110
24	18	17	17	19	16	16	103	101	204	114
25	16	15	16	16	17	18	98	94	192	98
26	16	15	15	15	16	17	94	92	186	95
27	18	16	16	16	18	16	100	94	194	107
28	16	17	16	16	18	16	99	92	191	104
29	17	16	19	17	18	17	104	101	205	120
30	15	16	15	15	15	16	92	92	184	93
31	15	15	16	16	15	16	93	93	186	94
32	16	15	18	16	18	17	100	94	194	102
33	18	16	17	16	17	17	101	104	205	102
34	18	19	16	18	19	19	109	97	206	124
35	18	16	17	15	17	16	99	94	193	98
36	18	18	20	17	19	18	110	103	213	119
37	18	17	18	17	18	16	104	103	207	118
38	17	18	16	18	17	17	103	102	205	121
รวม	642	623	630	625	630	630	3780	3653	7433	4023
เฉลี่ย	16.89	16.39	16.58	16.45	16.58	16.58	99.47	96.13	195.61	105.87

ตาราง 34 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียน

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน)
	ความคิด คล่องแคล่ว25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน	
1	16	18	19	16	69
2	16	17	17	16	66
3	18	17	17	17	69
4	16	14	14	13	57
5	16	14	13	14	57
6	17	16	18	16	67
7	17	18	17	18	70
8	18	14	16	15	63
9	17	17	18	16	68
10	17	17	18	16	68
11	16	17	14	15	62
12	15	16	14	14	59
13	17	18	16	17	68
14	16	18	17	15	66
15	17	19	16	16	68
16	16	15	14	14	59
17	16	17	16	17	66
18	18	19	15	16	68
19	16	19	16	17	68
20	16	17	16	17	66
21	18	16	19	17	70
22	16	17	15	14	62
23	18	19	17	18	72

ตาราง 34 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน)
	ความคิด คล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน	
24	18	19	15	17	69
25	15	18	16	16	65
26	14	17	13	16	60
27	16	16	15	15	62
28	16	17	14	16	63
29	17	20	18	16	71
30	16	16	14	14	60
31	15	15	16	13	59
32	16	17	17	14	64
33	15	16	16	16	63
34	17	20	19	17	73
35	16	16	16	16	64
36	17	19	17	18	71
37	16	15	18	19	68
38	17	19	16	18	70
รวม	624	649	612	605	2490
เฉลี่ย	16.42	17.08	16.11	15.92	65.53
S.D.	0.98	1.62	1.64	1.46	4.22

ตาราง 35 ผลการวิเคราะห์คะแนนองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังเรียน

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน)
	ความคิด คล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน	
1	20	20	19	20	79
2	18	21	18	19	76
3	18	23	22	19	82
4	17	18	18	17	70
5	18	19	17	18	72
6	19	20	19	18	76
7	23	24	23	22	92
8	19	19	19	18	75
9	22	20	19	19	80
10	21	22	21	19	83
11	19	20	18	17	74
12	19	18	18	18	73
13	23	23	22	21	89
14	21	23	22	20	86
15	20	22	21	19	82
16	18	20	18	21	77
17	21	22	19	20	82
18	23	22	22	20	87
19	22	24	20	20	86
20	20	19	21	19	79
21	21	23	22	23	89
22	20	21	17	19	77
23	23	22	20	20	85

ตาราง 35 (ต่อ)

เลขที่	องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์				คะแนนรวม (100 คะแนน)
	ความคิด คล่องแคล่ว 25 คะแนน	ความคิด ยืดหยุ่น 25 คะแนน	ความคิด ริเริ่ม 25 คะแนน	ความคิด ละเอียดลออ 25 คะแนน	
24	22	23	21	22	88
25	17	19	20	19	75
26	18	20	17	18	73
27	20	22	19	20	81
28	18	20	19	20	77
29	24	23	23	22	92
30	19	17	17	18	71
31	19	19	18	17	73
32	18	20	20	19	77
33	18	19	19	20	76
34	23	24	25	24	96
35	18	20	17	18	73
36	24	23	24	22	93
37	24	23	23	22	92
38	22	24	24	23	93
รวม	769	801	761	750	3081
เฉลี่ย	20.24	21.08	20.03	19.74	81.08
S.D.	2.15	1.95	2.24	1.78	7.33

ตาราง 36 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน 100 คะแนน	หลังเรียน 100 คะแนน	D	D ²	t-test
1	69	79	10	100	t=22.21
2	66	76	10	100	
3	69	82	13	169	
4	57	70	13	169	
5	57	72	15	225	
6	67	76	9	81	
7	70	92	22	484	
8	63	75	12	144	
9	68	80	12	144	
10	68	83	15	225	
11	62	74	12	144	
12	59	73	14	196	
13	68	89	21	441	
14	66	86	20	400	
15	68	82	14	196	
16	59	77	18	324	
17	66	82	16	256	
18	68	87	19	361	
19	68	86	18	324	
20	66	79	13	169	
21	70	89	19	361	
22	62	77	15	225	
23	72	85	13	169	

ตาราง 36 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	100 คะแนน	100 คะแนน			
24	69	88	19	361	t=22.21
25	65	75	10	100	
26	60	73	13	169	
27	62	81	19	361	
28	63	77	14	196	
29	71	92	21	441	
30	60	71	11	121	
31	59	73	14	196	
32	64	77	13	169	
33	63	76	13	169	
34	73	96	23	529	
35	64	73	9	81	
36	71	93	22	484	
37	68	92	24	576	
38	70	93	23	529	
รวม	2490	3081	591	9889	
เฉลี่ย	65.53	81.08			
S.D.	4.34	7.33			

ตาราง 37 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
ก่อนเรียนและหลังเรียน

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
1	15	25	10	100	t=32.29
2	14	22	8	64	
3	16	26	10	100	
4	14	22	8	64	
5	14	22	8	64	
6	14	25	11	121	
7	17	28	11	121	
8	18	23	5	25	
9	18	23	5	25	
10	18	25	7	99	
11	14	22	8	64	
12	14	23	9	81	
13	19	27	8	64	
14	19	26	7	49	
15	18	27	9	81	
16	14	22	8	64	
17	17	25	8	64	
18	17	25	8	64	
19	17	27	10	100	
20	17	23	6	36	
21	18	28	10	100	
22	15	22	7	49	
23	16	25	9	81	

ตาราง 37 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	D	D ²	t-test
	30 คะแนน	30 คะแนน			
24	17	26	9	81	t=32.29
25	16	23	7	49	
26	16	22	6	36	
27	17	26	9	81	
28	15	27	12	144	
29	19	28	9	81	
30	15	22	7	49	
31	14	21	7	49	
32	16	25	9	81	
33	17	26	9	81	
34	19	28	9	81	
35	17	25	8	64	
36	19	26	7	49	
37	18	26	8	64	
38	19	28	9	81	
รวม	627	942	315	2751	
เฉลี่ย	16.50	24.79			
S.D.	1.75	2.17			

ตาราง 38 ผลการวิเคราะห์คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

เลขที่	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	2. ชื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความเป็น ไทย	8. มีจิต สาธารณะ
1	3	3	1	3	3	2	2	3
2	3	3	3	3	3	2	2	3
3	3	3	2	3	3	3	2	3
4	3	3	2	2	2	2	2	2
5	3	3	2	2	2	2	2	2
6	3	3	3	3	4	3	4	3
7	2	3	2	3	4	3	3	3
8	2	2	3	2	2	2	3	2
9	3	3	2	4	3	3	2	3
10	3	3	2	3	3	3	2	2
11	3	3	2	4	3	2	3	2
12	3	2	3	2	2	2	3	2
13	3	3	3	4	4	3	3	3
14	4	4	3	3	4	4	3	2
15	3	3	2	3	3	4	2	3
16	3	3	3	3	2	2	3	3
17	3	4	2	3	3	3	3	2
18	3	3	2	3	4	3	2	3
19	3	3	3	3	3	3	3	2
20	3	4	2	3	4	3	3	4
21	3	3	3	3	2	3	2	3

ตาราง 38 (ต่อ)

เลขที่	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	2. ซื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความเป็น ไทย	8. มีจิต สาธารณะ
22	3	3	3	3	4	3	2	4
23	3	3	2	2	3	3	2	3
24	3	3	3	3	3	4	2	3
25	3	3	3	3	3	3	3	3
26	3	2	3	2	3	2	3	3
27	3	4	3	3	3	3	2	3
28	3	3	2	3	2	3	3	2
29	2	2	2	3	3	3	2	3
30	3	2	1	2	2	2	2	3
31	3	2	1	2	2	2	3	2
32	3	2	3	3	2	3	3	3
33	2	4	3	4	4	3	3	4
34	3	3	3	4	3	4	4	3
35	3	3	3	3	3	4	3	3
36	3	4	4	3	4	4	4	3
37	3	3	3	4	3	3	3	3
38	3	3	3	4	4	4	4	4
รวม	111	113	95	113	114	110	102	107
เฉลี่ย	2.92	2.97	2.50	2.97	3.00	2.89	2.68	2.82
S.D.	0.36	0.59	0.69	0.64	0.74	0.69	0.66	0.61

ตาราง 39 ผลการวิเคราะห์คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน แผนการจัด
การเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสสาร

เลขที่	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	2. ซื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็นไทย	8. มีจิต สาธารณะ
1	3	2	2	3	3	2	4	3
2	3	3	3	3	3	3	3	3
3	2	2	3	3	3	3	3	3
4	3	2	2	2	2	2	4	2
5	3	2	2	2	2	3	2	2
6	2	3	3	3	3	4	3	3
7	3	2	2	3	4	3	3	3
8	3	3	3	3	2	3	3	3
9	4	2	2	3	3	3	2	3
10	2	2	3	3	3	3	2	3
11	3	2	2	3	3	4	3	2
12	3	3	2	2	2	4	3	2
13	3	4	3	3	3	3	3	3
14	3	4	3	3	3	4	3	2
15	3	2	2	3	3	3	2	3
16	3	3	2	3	2	3	3	3
17	3	2	2	3	3	4	3	2
18	2	2	2	3	4	2	2	3
19	3	3	3	3	3	4	3	2
20	3	2	2	3	4	3	3	4
21	3	3	2	3	2	4	2	3

ตาราง 39 (ต่อ)

เลขที่	1. รักชาติ ศาสนา กษัตริย์	2. ซื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็นไทย	8. มีจิต สาธารณะ
22	2	3	3	3	4	3	2	3
23	4	2	2	3	3	3	2	4
24	3	3	3	3	3	3	2	3
25	2	3	3	3	3	3	3	4
26	3	3	2	3	3	3	3	3
27	3	3	3	3	3	3	4	3
28	2	2	3	3	2	3	3	3
29	3	2	3	3	3	3	3	3
30	3	3	2	3	2	4	3	3
31	4	3	2	3	2	3	3	2
32	2	3	3	3	2	4	3	2
33	2	3	3	3	4	3	3	3
34	3	3	3	3	3	4	4	3
35	3	3	3	3	3	3	3	3
36	4	4	4	3	4	4	4	3
37	3	3	3	3	3	3	3	3
38	3	4	4	3	4	4	4	3
รวม	109	103	99	111	111	123	111	108
เฉลี่ย	2.87	2.71	2.61	2.92	2.92	3.24	2.92	2.84
S.D.	0.58	0.65	0.59	0.27	0.67	0.59	0.63	0.55

ตาราง 40 ผลการวิเคราะห์คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน แผนการ
จัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

เลขที่	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	2. ซื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็นไทย	8. มีจิต สาธารณะ
1	3	3	2	3	4	2	3	4
2	3	3	3	3	3	3	3	3
3	2	3	3	3	3	3	3	3
4	3	2	2	2	2	2	4	2
5	3	2	2	2	2	2	2	2
6	2	3	3	3	3	4	4	3
7	3	3	2	3	3	2	3	3
8	3	3	3	3	2	2	3	3
9	4	3	2	3	3	3	2	3
10	2	3	2	3	3	2	2	3
11	3	3	2	4	2	2	3	2
12	2	2	3	3	2	2	3	2
13	4	3	3	3	4	3	3	3
14	4	3	3	3	3	3	3	2
15	3	3	2	3	3	3	2	3
16	3	3	3	3	3	2	3	3
17	3	3	2	3	3	3	3	2
18	2	3	3	3	4	3	2	3
19	3	3	3	3	3	3	3	2
20	3	3	2	3	3	3	3	4
21	3	2	3	3	2	4	2	2

ตาราง 40 (ต่อ)

เลขที่	1. รักษาติ ศาสน ภักดิ์ริย์	2. ชื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็น ไทย	8. มีจิต สาธารณะ
22	2	3	3	3	3	3	2	3
23	3	3	2	3	3	3	3	3
24	3	3	3	4	3	3	3	3
25	2	3	3	3	4	2	2	2
26	3	2	3	3	3	3	3	3
27	3	3	3	3	3	3	3	3
28	2	3	3	3	3	2	3	3
29	3	3	3	3	3	3	4	3
30	3	2	3	3	2	2	3	2
31	4	2	3	3	2	2	3	3
32	2	3	4	3	3	3	3	3
33	2	3	3	3	3	3	3	3
34	3	4	4	3	3	4	2	2
35	3	3	3	3	4	3	2	2
36	3	4	4	3	4	4	3	3
37	3	3	3	3	3	3	3	3
38	3	3	4	3	4	4	3	4
รวม	108	109	107	114	113	106	4	3
เฉลี่ย	2.84	2.87	2.82	3.00	2.97	2.79	4	4
S.D.	0.59	0.47	0.61	0.33	0.64	0.66	3	3

ตาราง 41 ผลการวิเคราะห์คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน แผนการ

จัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร

เลขที่	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	2. ซื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็นไทย	8. มีจิต สาธารณะ
1	3	3	2	4	4	2	4	3
2	3	3	3	3	3	3	3	3
3	2	3	3	3	4	3	3	3
4	3	2	2	2	2	2	4	2
5	3	3	2	2	3	2	2	2
6	2	3	3	3	4	3	3	3
7	3	3	2	3	3	3	3	3
8	3	3	3	3	3	3	3	3
9	3	3	2	3	3	3	2	3
10	2	2	3	3	3	3	2	3
11	3	3	2	3	3	2	3	2
12	2	3	2	3	3	2	3	2
13	3	3	4	3	4	3	3	4
14	3	3	3	3	3	3	3	4
15	3	3	2	3	3	3	2	3
16	3	3	3	3	3	3	3	3
17	3	4	2	3	3	3	3	2
18	2	3	2	3	4	3	2	3
19	3	3	3	3	3	3	3	2
20	3	3	2	3	3	3	3	2
21	3	2	3	3	3	3	2	3

ตาราง 41 (ต่อ)

เลขที่	1. รักษาติ ศาสนา กษัตริย์	2. ชื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็นไทย	8. มีจิต สาธารณะ
22	2	3	3	3	4	4	2	3
23	4	3	2	3	3	3	3	3
24	3	3	3	3	3	4	2	3
25	2	3	3	3	3	3	3	3
26	3	2	2	3	2	3	3	3
27	3	3	3	3	3	4	4	3
28	2	3	3	3	3	3	3	3
29	3	3	3	3	3	3	3	3
30	3	3	4	3	3	3	3	3
31	4	4	3	3	3	3	3	2
32	2	3	3	3	3	3	3	2
33	2	3	3	3	3	3	3	4
34	3	4	4	3	3	3	3	3
35	3	3	3	3	3	3	3	3
36	3	3	4	3	4	4	4	3
37	3	3	4	3	3	3	3	3
38	3	4	4	3	4	4	4	4
รวม	106	114	107	113	120	114	111	109
เฉลี่ย	2.79	3.00	2.82	2.97	3.16	3.00	2.92	2.87
S.D.	0.53	0.46	0.69	0.28	0.49	0.52	0.59	0.58

ตาราง 42 ผลการวิเคราะห์คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน แผนการ
จัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน

เลขที่	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	2. ซื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็นไทย	8. มีจิต สาธารณะ
1	3	3	2	3	4	2	4	4
2	3	3	3	3	3	3	3	3
3	2	3	3	3	3	3	3	4
4	3	2	2	2	2	2	4	2
5	3	2	2	2	3	3	2	2
6	2	3	3	3	4	3	4	3
7	3	3	2	3	3	3	3	3
8	3	3	3	2	3	3	3	2
9	4	3	2	3	3	3	2	3
10	2	2	3	3	3	3	2	3
11	3	3	2	2	2	3	3	2
12	2	4	3	2	2	3	3	2
13	4	3	4	3	3	3	3	3
14	3	3	3	3	3	3	3	2
15	3	3	2	3	3	3	2	3
16	3	2	4	4	3	3	3	3
17	3	4	2	3	3	4	3	2
18	2	3	2	3	4	3	2	3
19	3	3	3	3	3	4	3	2
20	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	4	3	2	3	3	3

ตาราง 42 (ต่อ)

เลขที่	1. รักษาติ ศาสน กษัตริย์	2. ชื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็นไทย	8. มีจิต สาธารณะ
22	3	3	3	3	2	3	2	3
23	3	3	2	3	3	3	2	2
24	3	3	3	3	3	3	3	3
25	3	3	3	3	3	3	2	4
26	3	2	2	3	3	3	3	3
27	3	3	3	3	3	3	4	3
28	3	3	3	3	2	3	3	3
29	3	3	3	4	3	3	3	3
30	3	2	3	3	2	3	3	3
31	2	2	3	2	2	2	3	2
32	3	2	4	2	4	3	3	2
33	3	4	4	4	4	3	4	4
34	3	3	4	3	3	3	3	3
35	3	3	3	3	3	3	3	3
36	4	3	4	3	3	3	4	3
37	3	3	4	4	4	3	3	4
38	3	3	4	4	4	3	4	4
รวม	111	109	112	112	113	113	113	109
เฉลี่ย	2.92	2.87	2.95	2.95	2.97	2.97	2.97	2.87
S.D.	0.49	0.53	0.73	0.57	0.64	0.37	0.64	0.66

ตาราง 43 ผลการวิเคราะห์คะแนนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้
แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน แผนการ
จัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง สมดุลความร้อน

เลขที่	1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	2. ซื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็นไทย	8. มีจิต สาธารณะ
1	3	3	2	3	4	2	3	3
2	3	3	3	3	3	3	3	3
3	2	3	3	3	4	3	3	4
4	3	2	2	2	2	2	4	2
5	3	2	2	2	2	2	2	2
6	2	3	3	3	3	3	4	3
7	3	3	2	3	3	3	3	3
8	3	2	3	3	2	3	3	2
9	3	3	2	3	3	3	2	3
10	2	3	3	3	3	3	2	3
11	3	3	2	3	2	2	3	2
12	2	2	3	3	2	2	3	2
13	3	3	3	3	2	3	3	3
14	3	3	3	4	3	3	3	2
15	3	3	2	3	3	3	3	3
16	3	2	2	2	3	3	3	2
17	3	3	2	3	3	3	3	2
18	2	3	2	3	4	3	3	3
19	3	3	3	4	3	3	3	2
20	3	3	3	3	3	3	3	3
21	3	3	3	2	2	4	2	3

ตาราง 43 (ต่อ)

เลขที่	1. รักษาติ ศาสน กษัตริย์	2. ชื่อสัตย์ สุจริต	3. มี วินัย	4. ใฝ่ เรียนรู้	5. อยู่ อย่าง พอเพียง	6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	7. รัก ความ เป็นไทย	8. มีจิต สาธารณะ
22	2	3	3	3	3	3	2	3
23	3	3	2	3	3	3	2	4
24	3	3	3	4	3	4	2	3
25	2	3	3	3	4	3	3	3
26	3	2	3	3	3	3	3	3
27	3	3	3	3	3	3	4	3
28	2	3	3	3	3	3	3	2
29	4	3	3	3	3	3	3	3
30	3	2	2	2	2	4	3	3
31	3	2	2	3	2	3	3	2
32	3	2	3	2	4	3	3	2
33	2	4	3	3	3	3	3	4
34	3	3	4	3	3	3	4	3
35	4	3	3	3	3	3	3	4
36	4	3	4	3	3	3	3	3
37	4	3	3	4	4	3	3	3
38	4	3	3	4	4	4	4	4
รวม	110	106	103	113	112	113	112	107
เฉลี่ย	2.89	2.79	2.71	2.97	2.95	2.97	2.95	2.82
S.D.	0.61	0.47	0.57	0.54	0.66	0.49	0.57	0.65

ภาคผนวก ง

1. ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน
2. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานความร้อน	เวลา 33 ชั่วโมง
เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ	เวลา 5 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวธิดิญาพร ชันธะ	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว.2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ว 2.3 ม.1/9 อธิบายและเปรียบเทียบการจัดเรียงอนุภาคแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค และการเคลื่อนที่ของอนุภาคของสสารชนิดเดียวกันในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้แบบจำลอง

1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/1 เข้าใจจำนวนตรรกยะและความสัมพันธ์ ของจำนวนตรรกยะและใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและใช้สมบัติของเลขยกกำลัง ที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

1.3 กลุ่มสาระเทคโนโลยี

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบ ในชีวิตจริง อย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงานและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.1/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัย ใช้สื่อและแหล่งข้อมูล ตามข้อกำหนดและข้อตกลง

2. สาระการเรียนรู้

แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

3. สาระสำคัญ

สสารทุกชนิดประกอบด้วยอนุภาค อาจเป็นอะตอม โมเลกุล หรือไอออน โดยสสารชนิดเดียวกันที่มีสถานะของแข็งของเหลวแก๊สจะมีการจัดเรียงอนุภาคแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคการเคลื่อนที่ของอนุภาคแตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อรูปร่างและปริมาตรของสสาร เมื่อสสารได้รับหรือสูญเสียความร้อน สสารอาจเกิดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิขนาดหรือสถานะของสสาร

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ความสามารถในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้

1. อธิบายแบบจำลองอนุภาคของสสารของแต่ละชนิดได้
2. สร้างแบบจำลองที่อธิบายอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
3. บอกประโยชน์ของความรู้ของอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ เนื่องจาก

อนุภาคแตกต่างกันโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์

1. ความคิดคล่องแคล่ว
2. ความคิดยืดหยุ่น
3. ความคิดริเริ่ม
4. ความคิดละเอียดลออ

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. มีจิตสาธารณะ
8. รักความเป็นไทย

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

Science (S)	Technology (T)	Engineering (E)	Mathematics (M)
- การเปลี่ยนแปลง - อนุภาคของสาร - ทักษะ - กระบวนการทาง - วิทยาศาสตร์	- ใช้เทคโนโลยีสืบ - ค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม - แบบจำลองอนุภาค - ของสารในแต่ละ - สถานะ	- สร้างแบบจำลอง - อนุภาคของสารใน - แต่ละสถานะ	- วัดความยาวของ - หลอด - รูปเรขาคณิตสอง - มิติทรงระบอบอก

6. การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานบูรณาการกับ Canva

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง การวัดพฤติกรรมการปฏิบัติหรือคุณลักษณะนักเรียน ได้แก่ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

2. ครูเกริ่นนำเกี่ยวกับความรักชาติและการทำความดีโดยครูถามคำถาม นักเรียนว่า เราจะแสดงออกถึงความรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ได้อย่างไร และทำความดี อะไรบ้างในแต่ละวัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ทำความดี มีระเบียบวินัย และมีความกตัญญู หลังจากนั้นครูให้นักเรียนบันทึกความดีลงในสมุด บันทึกความดีที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva (ชั่วโมงที่ 1)

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ โดยใช้ Canva อธิบายแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ หรือสิ่งต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน ปรากฏอยู่ในสถานะต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของสสารนั้น สสารบางชนิดมีสถานะเป็นของแข็งบางชนิดมีสถานะเป็นของเหลว บางชนิดมีสถานะเป็นแก๊ส โดยการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
3. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน ดังนี้
 - แบบจำลองอนุภาคของสารมีกี่สถานะ อะไรบ้าง
(แนวคำตอบ แบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ มี 3 สถานะ สถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส)
 - สาร คืออะไร
(แนวคำตอบ คือสิ่งที่อยู่รอบตัวเรา มีมวล และต้องการที่อยู่ เช่น อากาศ ก้อนหิน น้ำตาล เป็นต้น)
 - นักเรียนยกตัวอย่างสารที่สามารถใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
(แนวคำตอบ ตอบตามความคิดของนักเรียน)
 - นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
 - นักเรียนพอจะทราบได้อย่างไรว่าสารแต่ละอย่างมีอนุภาคแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อช่วยกันระบุปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่สนใจเกี่ยวกับอนุภาคของสสาร
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ระบุปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ” ตอนที่ 1 อยากรู้อยากถาม

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้ เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

2. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเขียนชื่อชิ้นงานหรือแบบจำลองลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ” ตอนที่ 2 ค้นหากันเลย

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (30 นาที)

1. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแบบจำลองอนุภาคของสสารแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมีการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “แบบจำลองอนุภาคของสสาร ในแต่ละสถานะ” ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างวิศวกร โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2. ครูแนะนำอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มจะได้รับว่าจะได้รับอุปกรณ์อะไรบ้าง

3. ครูแนะนำข้อจำกัดของการเลือกวัสดุ อุปกรณ์ ในการออกแบบและร่างภาพแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

ตาราง 1 รายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ลำดับ	รายการ
1	ถ้วยกระดาษ
2	เม็ดโฟม
3	ฟิวเจอร์บอร์ด

ขั้นที่ 5 ดำเนินการแก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่ระบุไว้อย่างรัดกุม (1 ชั่วโมง)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ พร้อมบันทึกผลการทดลอง และลงมือสร้างชิ้นงาน ตามที่ได้ออกแบบไว้โดยแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ ตอนที่ 4 นักแก้ปัญหา

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของแบบจำลอง อธิบายแบบจำลอง อนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ และการจัดเรียงอนุภาคของสสารหรือสิ่งต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน ปรากฏอยู่ในสถานะต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง “แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ” ตอนที่ 5 ทดสอบ แบบจำลองของเรา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนา แบบจำลองสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ที่อธิบายการจัดเรียงอนุภาคของสสาร แปลกใหม่ ถูกต้องตามเนื้อหา และประเมินผลที่ได้เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไขในการแก้ปัญหาหรือไม่

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ ชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหาพร้อมทั้งนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ผลลัพธ์ คือ ได้ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการ แก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสาร ในแต่ละสถานะ ตอนที่ 6 แบบจำลองสุดเจ๋ง

4. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 7.1 หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ม.1
- 7.2 วิดีทัศน์เกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
- 7.3 ใบความรู้ที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
- 7.4 สื่อนำเสนอ Canva เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

8. ภาระงานและชิ้นงาน

8.1 ภาระงาน

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

8.2 ชิ้นงาน

แบบจำลองเกี่ยวกับอนุภาคของสสาร ที่อธิบายการจัดเรียงอนุภาคของสสาร
มีความแปลกใหม่และถูกต้องตามเนื้อหา

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
อธิบายแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ และการจัดเรียงอนุภาคของสสาร หรือสิ่งต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน ปรากฏอยู่ในสถานะต่าง ๆ ได้	- ตรวจใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ - ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ	- ใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

9.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิดริเริ่ม 2. ความคิดคล่องแคล่ว 3. ความคิดยืดหยุ่น 4. ความคิดละเอียดลออ	- ตรวจใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ - ตรวจแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ - ตรวจแบบประเมินชิ้นงาน - สังเกตพฤติกรรม	- ใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ - แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ - แบบประเมินชิ้นงาน	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

9.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. ซื่อสัตย์สุจริต 3. มีวินัย 4. ใฝ่เรียนรู้ 5. อยู่อย่างพอเพียง 6. มุ่งมั่นในการทำงาน 7. รักความเป็นไทย 8. มีจิตสาธารณะ	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- อยู่ใน ระดับปานกลางขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวธิดิญาพร ชันธะ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความรู้พื้นฐาน เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสาน ความคิดผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบสิ่งใหม่ นำไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน



ความคิดสร้างสรรค์
แบ่งเป็น 4 ลักษณะ
ดังนี้

ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้ อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด

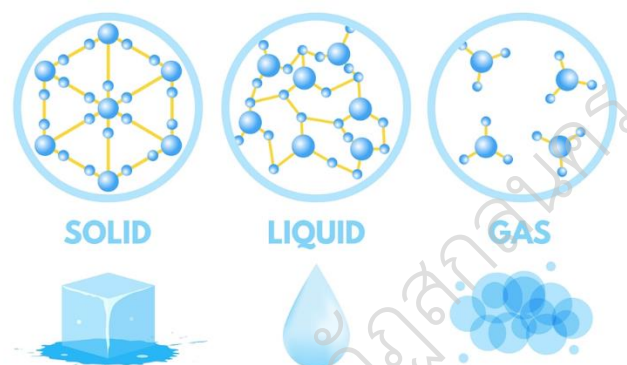
ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบ และเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับความคิดของคนอื่นและ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

ความคิดละเอียดลออ หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

ใบความรู้
เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ

อนุภาคของสาร



ภาพประกอบ 1 อนุภาคของสารในแต่ละสถานะ

ที่มา: <https://www.trueplookpanya.com/education/content/72323>

สารหรือสิ่งต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน ปรากฏอยู่ในสถานะต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับชนิดของสาร นั้น สารบางชนิดมีสถานะเป็นของแข็งบางชนิด มีสถานะเป็นของเหลว บางชนิดมีสถานะ เป็นแก๊ส โดยการจัดเรียงอนุภาคของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ดังนี้

1. ของแข็ง สารที่มีสถานะเป็นของแข็ง อนุภาคที่ประกอบเป็นของแข็ง จะเป็น ระเบียบอยู่ในตำแหน่งแน่นอนคงที่ ไม่เคลื่อนที่และมีช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อยมาก จนถือว่าไม่มีช่องว่างระหว่างอนุภาคสารอื่นจึงแทรกเข้าไประหว่างอนุภาคไม่ได้ ของแข็ง มีรูปร่างและปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลง เพราะอนุภาคอยู่กันอย่างหนาแน่นมาก จึงมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคมาก อนุภาคไม่เคลื่อนที่แต่มีการสั่น เช่น เหล็ก ทองแดง น้ำแข็ง เป็นต้น



ภาพประกอบ 2 น้ำแข็ง

ที่มา: <https://scienceslg.weebly.com/>

2. ของเหลว สารที่มีสถานะเป็นของเหลว อนุภาคจะเรียงตัว อย่างเป็นระเบียบ โดยที่อนุภาคไม่ได้อยู่ใกล้ชิดกันดังเช่น ของแข็ง ของเหลว สามารถไหลและเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ตามภาชนะที่บรรจุอยู่อย่างไรก็ตามอนุภาคของของเหลวจะเกาะติดกันด้วยแรงดึงดูดที่แข็งแรงมาก ทั้งนี้ของเหลวจึงมี ลักษณะคล้ายกับของแข็งประการหนึ่งคือมี ปริมาตรที่แน่นอน ของเหลวมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ แต่ปริมาตร ไม่เปลี่ยนแปลง เพราะอนุภาคของของเหลวอยู่กันอย่างหลวม ๆ จึงมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่าง อนุภาคน้อยกว่าของแข็ง อนุภาคมีการสั่นและเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งไปทั่วของเหลว เช่น น้ำ แอลกอฮอล์ น้ำมัน เป็นต้น



ภาพประกอบ 3 น้ำมันมะกอกอยู่ในเหยือก

ที่มา: <https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33146>

3. แก๊ส สารที่มีสถานะเป็นแก๊ส อนุภาคต่าง ๆ จะอยู่ห่างกัน โดยมีช่องว่างระหว่างอนุภาคมาก อนุภาคทั้งหลายจึงเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ และเคลื่อนที่ไปทุกทิศทุกทาง มีการปะทะกับ อนุภาคอื่นแพร่กระจายไปได้ไกล ๆ โดยรูปร่างและปริมาตรจะไม่แน่นอน เป็นสถานะที่สารนั้นพุ่งกระจาย เพราะอนุภาคของแก๊สอยู่กันอย่างกระจัดกระจาย มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยมากจนถือว่าไม่มีแรงยึดเหนี่ยว และเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระรวดเร็ว เช่น ไอน้ำ แก๊สออกซิเจน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น



ภาพประกอบ 4 หม้อกาต้มน้ำ

ที่มา: <http://www.truelookpanya.com/learning/detail/31751/044327>

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละ

วันที่...../...../.....

เวลาที่ใช้ 5 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

ด้านความรู้

1. อธิบายแบบจำลองอนุภาคของสสารของแต่ละชนิดได้
2. สร้างแบบจำลองที่อธิบายอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ
3. บอกประโยชน์ของความรู้ของอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ เนื่องจากอนุภาคแตกต่างกันโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน

ทักษะกระบวนการ

1. ความคิดสร้างสรรค์
 - 1.1 ความคิดคล่องแคล่ว
 - 1.2 ความคิดยืดหยุ่น
 - 1.3 ความคิดริเริ่ม
 - 1.4 ความคิดละเอียดลออ

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

วัสดุอุปกรณ์

1. ถ้วยกระดาษ
2. เม็ดโฟม
3. ฟิวเจอร์บอร์ด

ขั้นตอนการดำเนินงานกิจกรรม

1. แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน
2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหา และระบุปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ตอนที่ 1 อ่อย่างรู้ อ่อย่างถาม
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ โดยศึกษาจากใบความรู้ที่ 1 แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ และหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต
4. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเขียนชื่อชิ้นงานหรือแบบจำลองลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ” ตอนที่ 2 ค้นหากันเลย
5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้าง ชิ้นงานหรือแบบจำลองที่ได้จากแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ” ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างวิศวกร โดยใช้ดินสอร่างแบบ ภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
6. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมีการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละเอียดตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ” ตอนที่ 4 ักวางแผนสุดเจ๋ง
7. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่องแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ พร้อมบันทึกผลการทดลอง และลงมือสร้างชิ้นงาน ตามที่ได้

ออกแบบไว้โดยแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

8. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของแบบจำลอง อธิบายแบบจำลอง อนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ และการจัดเรียงอนุภาคของสสาร สสารหรือสิ่งต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน ปรากฏอยู่ในสถานะต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ” ตอนที่ 5 ทดสอบแบบจำลองของเรา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนา แบบจำลองจากสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน ที่อธิบายการจัดเรียงอนุภาคของสสาร แปลกใหม่ ถูกต้องตามเนื้อหา และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไขในการแก้ปัญหาหรือไม่

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการ แก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ ชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา พร้อม ทั้งนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ผลลัพธ์ คือ ได้ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการ แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “แบบจำลองอนุภาคของสสาร ในแต่ละสถานะ” ตอนที่ 6 ความรู้ที่ได้รับมา

11. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัด ความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

กิจกรรมฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 อയാกรู้อยาก

(ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น)

คำชี้แจง

2.1 นักเรียนช่วยกันระบุปัญหาเกี่ยวกับสสารหรือเรื่องที่สนใจที่พบในชีวิตประจำวัน
(เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น)

นักเรียนช่วยกันระบุปัญหาเกี่ยวกับสสารหรือเรื่องที่สนใจที่พบในชีวิตประจำวัน
ได้แก่

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....
- 6.....

วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับสสารหรือเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 ค้นหาค้น

(ความคิดละเอียดลออ)

คำชี้แจง

3.1 นักเรียนรวบรวมข้อมูลเขียนชื่อชิ้นงานหรือแบบจำลองลงในเรื่องที่น่าสนใจจากแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

ข้อมูลที่รวบรวมได้จากแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

ของแข็ง.....

.....

.....

ของเหลว.....

.....

.....

.....

แก๊ส.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างวิ

(ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ)

คำชี้แจง

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้าง ชิ้นงานหรือร่างแบบจำลองที่ได้จากแบบจำลองอนุภาคของสาร ในแต่ละสถานะ ให้มีคุณภาพ และมีความ แปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้ (การต่อเติมรูปภาพ, การใช้เส้น)

ระบุปัญหา

ตั้งสมมติฐาน

การออกแบบสร้างแบบจำลองอนุภาคของสาร (การร่างแบบ)

ของแข็ง

ของเหลว

แก๊ส

4.2 ชื่อผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น คือ.....

4.3 จุดเด่นความคิดสร้างสรรค์คือ.....

4.4 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการสร้างผลงานชิ้นนี้ ได้แก่

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.5 การนำไปใช้ประโยชน์.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ขั้นที่ 5 ดำเนินการแก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ระบุไว้อย่างรัดกุม

ตอนที่ 4 นักแก้ปัญหา

(ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ)

คำชี้แจง

5.1 ให้นักเรียนร่วมกันระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมีการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ

ขั้นตอนการแก้ปัญหาแบบจำลองอนุภาคของสสารในสถานะ

ขั้นตอนที่ 1

.....

ขั้นตอนที่ 2

.....

ขั้นตอนที่ 3.....

.....

ขั้นตอนที่ 4

.....

ขั้นตอนที่ 5

5.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ พร้อมบันทึกผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลักษณะของแบบจำลองอนุภาค.....	ผลการสังเกต
ของแข็ง	
ของเหลว	
แก๊ส	

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

ตอนที่ 5 ทดสอบแบบจำลองของ

(ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น)

คำชี้แจง

6.1 นักเรียนตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา โดยการสังเกตลักษณะของชิ้นงาน
 ที่ได้จากการแก้ปัญหา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการสังเกต
 รวมทั้ง ประเมินผล ระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหาจากการทำกิจกรรม
 (เขียนผลที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์)

ชื่อชิ้นงาน.....

ลำดับ	ลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการ	ลักษณะของชิ้นงานที่ได้
1		
2		
3		

ประเมินผล

.....

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา

.....

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

.....

ความพึงพอใจในผลงานในระดับ

.....

.....

ให้เหตุผลในความพึงพอใจ

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

คำชี้แจง เวลา 10 นาที

1. นักเรียนเขียนระบุสิ่งหรือเหตุการณ์ ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะมาให้ได้มากที่สุด
2. นักเรียนคิดออกแบบและวาดภาพสิ่งประดิษฐ์โดยนำหลักการของแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะมาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือของสังคมพร้อมระบายสีให้สวยงาม
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนคนอื่น น่าสนใจและแตกต่างกันออกไป
4. แบบทดสอบนี้ให้นักเรียนคิดหาคำตอบอย่างอิสระเต็มที่
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1

แบบทดสอบความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลา ที่กำหนด

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม

คำชี้แจง : นักเรียนเขียนระบุสิ่งของหรือเหตุการณ์ ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน โดยมี การอาศัยหลักการจำลองอนุภาคของสสาร มาให้ได้มากที่สุด

1. ความคิดคล่องแคล่ว (3 คะแนน)

1.....	5.....
2.....	6.....
3.....	7.....
4.....	8.....

1. ความคิดยืดหยุ่น (3 คะแนน)

1.....	5.....
2.....	6.....
3.....	7.....
4.....	8.....

แบบทดสอบความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดละออ

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบ เป็น คำตอบที่แปลกใหม่ และแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่ การ ออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

ความคิดละเอียดละออ หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คน อื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ สิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

คำชี้แจง : ให้นักเรียนคิดค้นออกแบบพร้อมวาดภาพ ชิ้นงานเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาค ของสสาร เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ให้แปลกใหม่ที่สุด พร้อมระบายสีให้ สวยงาม โดยให้นักเรียนบอกจุดเด่น และข้อดี ของแบบจำลอง

แบบจำลองที่ได้จากอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะแบบเดิมจากการศึกษาค้นคว้า
(3 คะแนน)

แบบจำลองที่ได้จากอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะแบบใหม่ที่มีความต่างจากจาก
แบบเดิม
(3 คะแนน)

ชื่อแบบจำลองชิ้นงาน.....

จุดที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ

.....

.....

.....

วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบ

.....

.....

.....

จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ ชิ้นงาน

.....

.....

.....

ขั้นตอนการทำแบบจำลองที่ได้จากแบบจำลองอนุภาคของสาร.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะความแตกต่างของชิ้นงานจากแบบจำลองอนุภาคของสารที่ทำ

.....

.....

.....

เหตุผลที่ออกแบบที่แตกต่างจากเดิม.....

.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบาย, สร้างรูปภาพ, ต่อเติมรูปภาพและการใช้เส้นให้ถูกต้อง

1. การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

2. การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์เกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

3. การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของแบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ (2 คะแนน)

.....

.....

.....

4. การสร้างรูปภาพแบบจำลองอนุภาคของสารในแต่ละสถานะ (4 คะแนน)

5. การต่อเติมรูปภาพเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ (4 คะแนน)



6. การใช้เส้นเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ (4 คะแนน)



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. สสาร หมายถึงข้อใด (ความจำ)

- ก. สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของเรา มีมวลและต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้
- ข. สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของเรา ไม่มีมวลและต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้
- ค. สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของเรา มีมวลและต้องการที่อยู่ ไม่สามารถสัมผัสได้
- ง. สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของเรา ไม่มีมวลและต้องการที่อยู่ ไม่สามารถสัมผัสได้

2. อนุภาคของสสาร มีสถานะอะไรบ้าง (ความจำ)

- ก. มีแค่สถานะของแข็ง
- ข. มีแค่สถานะแก๊สเท่านั้น
- ค. มีของแข็ง ของเหลว และแก๊ส
- ง. มีแค่ของแข็ง และของเหลวเท่านั้น

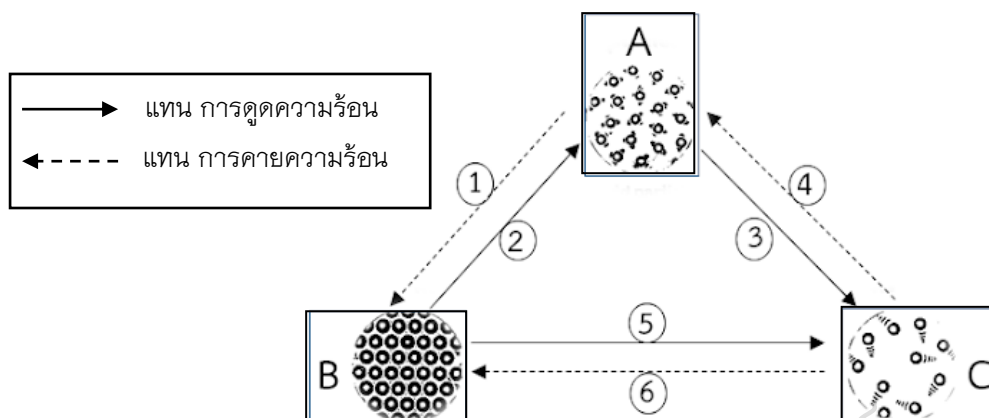
3. สารชนิดหนึ่ง มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคน้อยมาก และมีช่องว่างระหว่างอนุภาคมากที่สุด” เป็นคุณสมบัติของสารในสถานะใด (ความเข้าใจ)

- ก. แก๊ส
- ข. ของแข็ง
- ค. อนุภาค
- ง. ของเหลว

4. สารชนิดหนึ่ง มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเรียงชิดกันและแน่นอยู่กับที่” เป็นคุณสมบัติของสารในสถานะใด (ความเข้าใจ)

- ก. แก๊ส
- ข. ของแข็ง
- ค. อนุภาค
- ง. ของเหลว

พิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม ข้อ 5 – 7



5. แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของ หิน น้ำ อากาศ ตรงกับภาพใด ตามลำดับ (การวิเคราะห์)

- ก. A, B, C
- ข. B, A, C
- ค. C, B, A
- ง. B, C, A

6. การเปลี่ยนแปลงหมายเลข 2 จากของแข็งเป็นของเหลว เรียกว่าอะไร (การสังเคราะห์)

- ก. การแข็งตัว
- ข. การระเหิด
- ค. การควบแน่น
- ง. การหลอมเหลว

7. การเปลี่ยนแปลงหมายเลข 6 จากแก๊สเป็นของแข็ง เรียกว่าอะไร (การสังเคราะห์)

- ก. การแข็งตัว
- ข. การระเหิด
- ค. การควบแน่น
- ง. การระเหิดกลับ

8. “สสารที่อนุภาคอยู่ห่างกันเล็กน้อย แรงยึดเหนี่ยวมีค่าน้อย ทำให้อนุภาคสามารถเคลื่อนที่ได้ รูปร่างไม่แน่นอน เปลี่ยนตามภาชนะที่บรรจุ แต่ปริมาตรไม่ขึ้นกับภาชนะ เช่น น้ำ แอลกอฮอล์ นม” จากข้อความข้างต้นกล่าวถึงสสารสถานะใด (การสังเคราะห์)

- ก. แก๊ส
- ข. ของแข็ง
- ค. ของเหลว
- ง. ของแข็งและของเหลว

9. การจัดเรียงอนุภาคของสสารจากมากไปน้อยในข้อใดถูกต้องที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. หิน, แก้ว, น้ำ
- ข. เหล็ก, นม, ไอน้ำ
- ค. น้ำตาล, ทองแดง, เหล็ก
- ง. ไม้, แก๊สออกซิเจน, อากาศ

10. นักเรียนต้องการทำแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะนักเรียนควรใช้อุปกรณ์ใดบ้าง (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. ดินทราย, น้ำ
- ข. ไม้ลูกชิ้น, กระดาษเศษ
- ค. เม็ดโฟม, หลอด, ขวดน้ำ
- ง. ไม้ไอศกรีม, หลอด, ขวดน้ำ

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลัง
เรียน เรื่อง แบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

แบบบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรม
ในแต่ละ กิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (16)	คิดเป็น ร้อยละ (10)
		ความคิด คล่อง แคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ (4)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (16)	ติดเป็น ร้อยละ (10)
		ความคิด คล่อง แคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ (4)		
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด โดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิด ทั่วไป และไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดละออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

แบบบันทึกคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....วันที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติลงในตาราง

รายการประเมิน	กิจกรรมที่ทำ/ ว/ด/ป	สถานที่	ผู้รับรอง
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
2. ซื่อสัตย์สุจริต	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
3. มีวินัย	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		

รายการประเมิน	กิจกรรมที่ทำ/ ว/ด/ป	สถานที่	ผู้รับรอง
4. ใฝ่เรียนรู้	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
5. อยู่อย่าง พอเพียง	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
6. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		

รายการประเมิน	กิจกรรมที่ทำ/ว/ด/ป	สถานที่	ผู้รับรอง
7. รักความเป็นไทย	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
8. มีจิตสาธารณะ	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		

ผู้รับรอง

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียนแล้ว
ทำเครื่องหมายถูก ☒ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการ ประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตามตามลัทธิและหน้าที่ พลเมืองดี ของชาติ สนับสนุน กิจกรรมที่สร้างความ สามัคคี ปรองดอง ปฏิบัติตามหลักพุทธ ศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบัน พระมหากษัตริย์				
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	ประพฤติตรงตามความเป็นจริงทั้ง ทาง กาย วาจา ใจ และยึดหลัก ความจริง ความถูกต้องในการ ดำเนินชีวิต ซื่อสัตย์ในการนำเสนอ ผลการทดลอง มีความ ละอายและ เกรงกลัวต่อการกระทำผิด				
3. มีวินัย	ปฏิบัติตามตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและ สังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นมี ความตรงต่อ เวลาในการปฏิบัติ กิจกรรมต่าง ๆ และเก็บอุปกรณ์ หลังการทดลอง				
4. ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความเพียร พยายามในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยน เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และ นำไปใช้ ในชีวิตประจำวัน				

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
5. อยู่อย่างพอเพียง	แสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข				
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง				
7. รักความเป็นไทย	มีความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่า ชื่นชมมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ สืบทอดเผยแพร์ ภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทย มีความกตัญญูกตเวที ใช้ภาษาไทยในการ สื่อสารอย่างถูกต้องเหมาะสม				
8. มีจิตสาธารณะ	รู้จักทำงานช่วยผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจและกำลังสติปัญญาด้วยความ สม่ำเสมอ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวธิดิญาพร ชันธุ์ละ)

เกณฑ์การให้คะแนน

มากที่สุด	ให้ 4 คะแนน
มาก	ให้ 3 คะแนน
ปานกลาง	ให้ 2 คะแนน
ควรปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
25-32	มากที่สุด
17-24	มาก
9-16	ปานกลาง
ต่ำกว่า 9	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ มีความสามัคคี ภูมิใจ เชิดชูความเป็นชาติไทย ปฏิบัติตนตามหลักพุทธศาสนาที่ตนนับถือและแสดง	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ มีความสามัคคี ภูมิใจ เชิดชูความเป็นชาติไทย ปฏิบัติตนตามหลักพุทธศาสนาที่ตนนับถือ และ	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ ไม่ปฏิบัติตามตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ และแสดงความรักภักดีต่อสถาบันพระมหากษัตริย์	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ ไม่ปฏิบัติตามตามหลักศาสนาที่ตนนับถือ และแสดงความรักภักดีต่อสถาบันพระมหากษัตริย์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/สัปดาห์ = 3คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
	ความจงรักภักดี ต่อสถาบัน พระมหากษัตริย์ ได้ ชัดเจนมาก	แสดงความ จงรักภักดีต่อ สถาบัน พระมหากษัตริย์ ได้ชัดเจน		
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	ให้ข้อมูลที่ ถูกต้องและ เป็น จริงไม่นำสิ่งของ และผลงานของ ผู้อื่นมาเป็นของ ตนเอง นำเสนอ ผลการทดลอง ตามความเป็นจรร งปฏิบัติ ตนต่อ ผู้อื่นด้วยความ ซื่อตรงเป็น แบบอย่างที่ดี ด้านความ ซื่อสัตย์	ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง และ เป็นจริงไม่ นำสิ่งของ และ ผลงานของผู้อื่น มาเป็นของตนเอง ปฏิบัติตนต่อผู้อื่น ด้วย ความซื่อตรง	ให้ข้อมูลที่ ถูกต้องและเป็น จริงมีพฤติกรรม นำสิ่งของและ ผลงานของผู้อื่น มาเป็นของ ตนเอง	ให้ข้อมูลที่ ถูกต้องและ เป็น จริงมี พฤติกรรม นำสิ่งของและ ผลงานของ ผู้อื่น มาเป็น ของ ตนเอง
3. มีวินัย	ปฏิบัติตามตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ	ปฏิบัติตามตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ	เคยปฏิบัติตาม ตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับ ของ	เคยปฏิบัติตาม ตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
	โรงเรียน และ สังคมเป็นปกติ วิสัย ไม่ละเมิด สิทธิของ ผู้อื่นได้ ชัดเจนมาก	โรงเรียน และ สังคม เป็นปกติ วิสัย ไม่ ละเมิด สิทธิของผู้อื่น ได้ ชัดเจน	โรงเรียน และ สังคม	โรงเรียน และ สังคม
4. ใฝ่ เรียนรู้	แสดงออกถึง ความ ตั้งใจ เพียรพยายามใน การเรียนรู้และการเข้า ร่วม กิจกรรม การเรียนรู้ แสวงหาความรู้ จาก แหล่ง เรียนรู้อย่าง สม่ำเสมอ ด้วย การ เลือกใช้สื่อ อย่าง เหมาะสม และนำไปใช้ ใน ชีวิตประจำวันได้ ชัดเจนมาก	แสดงออกถึง ความ ตั้งใจ เพียรพยายาม ในการเรียนและ เข้า ร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ แสวงหา ความรู้ จากแหล่ง เรียนรู้อย่าง สม่ำเสมอ ด้วย การเลือกใช้สื่อ อย่างเหมาะสม และ นำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ ชัดเจน	เคยแสดงออก ถึงความตั้งใจ เพียรพยายามใน การเรียนรู้และการ เข้าร่วม กิจกรรมการ เรียนรู้ และ แสวงหาความรู้ จากแหล่งเรียนรู้ ได้บางครั้ง	เคยแสดงออก ถึงความตั้งใจ เพียรพยายามใน การเรียนรู้และการ เข้าร่วม กิจกรรมการ เรียนรู้ และ แสวงหาความรู้ จากแหล่งเรียนรู้

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์= 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์= 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
5. อยู่ อย่าง พอเพียง	แสดงออกถึง การใช้ ทรัพย์สิน ของตนเอง และ ทรัพยากรของ ส่วนรวมอย่าง ประหยัด คุ่มค่า เก็บ รักษาดูแล อย่างดี ไม่ เอา เปรียบผู้อื่น และ ไม่ทำให้ผู้อื่น เดือดร้อนใช้ ความรู้ ข้อมูล ข่าวสารในการ วางแผนการ เรียน การทำงาน และใช้ใน ชีวิตประจำวัน	แสดงออกถึง การใช้ ทรัพย์สิน ของตนเอง และ ทรัพยากรของ ส่วนรวมอย่าง ประหยัด คุ่มค่า เก็บ รักษาดูแล อย่างดีไม่ เอา เปรียบผู้อื่นใช้ ความรู้ข้อมูล ข่าวสารในการ วางแผนการ เรียน และ การ ทำงาน	ใช้เงินและของใช้ ส่วนตัวและ ส่วนรวมอย่างไม่ ประหยัดไม่มี การ วาง แผนการเรียน และการใช้ ชีวิตประจำวัน	ใช้เงินและของใช้ ส่วนตัวและ ส่วนรวมอย่างไม่ ประหยัดไม่มี การ วาง แผนการเรียน และการใช้ ชีวิตประจำวัน

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	แสดงออกถึง ความ ตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ด้วย ความเพียร พยายาม พยายาม กำลังใจ กำลังใจ ในการ ปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ ให้สำเร็จ ลุล่วง ตาม เป้าหมาย ที่ กำหนดด้วย ความ รับผิดชอบ และ มี ความ ภาคภูมิใจใน ผลงานได้ชัดเจน มาก	แสดงออกถึง ความ ตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ด้วย ความเพียร พยายาม พยายาม กำลังใจ กำลังใจ ในการ ปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ ให้สำเร็จ ลุล่วง ตาม เป้าหมาย ที่ กำหนดด้วย ความ รับผิดชอบ และ มี ความ ภาคภูมิใจใน ผลงานได้ชัดเจน	เคยแสดงออก ถึงความตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ด้วยความเพียร พยายาม พยายาม กำลังใจ กำลังใจ ในการ ปฏิบัติ กิจกรรม ต่าง ๆ	ไม่เคยแสดงออก ถึงความตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ด้วยความเพียร พยายาม พยายาม กำลังใจ กำลังใจ ในการ ปฏิบัติ กิจกรรม ต่าง ๆ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
7. รัก ความเป็น ไทย	แสดงออกถึง การมีสัมมา คารวะต่อครู อาจารย์ปฏิบัติ ตนเป็นผู้มี มารยาทแบบ ไทยใช้ภาษาไทย เลขไทยในการ สื่อสารได้ ถูกต้องเข้าร่วม กิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับภูมิ ปัญญาไทยและ มีส่วนร่วมในการ สืบทอดภูมิ ปัญญาไทย	แสดงออกถึง การมี สัมมา คารวะต่อครู อาจารย์ ปฏิบัติ ตน เป็นผู้มี มารยาทแบบ ไทยใช้ภาษาไทย เลขไทยในการ สื่อสารได้ ถูกต้องเข้าร่วม กิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับภูมิ ปัญญาไทย	เคยแสดงออก ถึงการมีสัมมา คารวะต่อครู อาจารย์ไม่ ปฏิบัติตนให้เป็น ผู้มีมารยาทแบบ ไทย และ เกี่ยวข้องกับภูมิ ปัญญาไทย	ไม่เคยแสดงออก ถึงการมีสัมมา คารวะต่อครู อาจารย์ไม่ ปฏิบัติตนให้เป็น ผู้มีมารยาทแบบ ไทยและ เกี่ยวข้องกับภูมิ ปัญญาไทย

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
8. มีจิต สาธารณะ	แสดงออกถึง การมีส่วนร่วม ในกิจกรรมมีจิต อาสาหรือ สถานการณ์ที่ ก่อให้เกิด ประโยชน์ แก่ ผู้อื่น ชุมชน และ สังคม ด้วย ความเต็ม ใจ กระตือรือร้น โดยไม่หวัง ผลตอบแทนได้ ชัดเจนมาก ความสัมพันธ์ อันดีระหว่าง บุคคลได้ชัดเจน มาก	แสดงออกถึงการ มี ส่วนร่วมใน กิจกรรม หรือ สถานการณ์ที่ ก่อให้เกิด ประโยชน์ แก่ ผู้อื่น ชุมชน และ สังคมด้วยความ เต็มใจ กระตือรือร้น โดยไม่หวัง ผลตอบแทน ได้ ชัดเจน	เคยแสดงออก ถึงการมีส่วน ร่วมในกิจกรรม หรือ สถานการณ์ที่ ก่อให้เกิด ประโยชน์ แก่ ผู้อื่น ชุมชน และ สังคม	ไม่เคยแสดงออก ถึงการมีส่วน ร่วมในกิจกรรม หรือ สถานการณ์ที่ ก่อให้เกิด ประโยชน์ แก่ ผู้อื่น ชุมชน และ สังคม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานความร้อน	เวลา 33 ชั่วโมง
เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร	เวลา 6 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวธิดิญาพร ชันธะละ	วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว.2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการ ถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารวมทั้ง นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด ม.1/3 สร้างแบบจำลองที่อธิบายการขยายตัวหรือหดตัวของสารเนื่องจากได้รับหรือสูญเสียความร้อน

ม1/4 ตระหนักถึงประโยชน์ของความรู้ของการหดและขยายตัวของสารเนื่องจากความร้อนโดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาและเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/1 เข้าใจจำนวนตรรกยะและความสัมพันธ์ของจำนวนตรรกยะและใช้สมบัติของจำนวนตรรกยะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

ตัวชี้วัด ค 1.1 ม.1/3 เข้าใจและใช้สมบัติของเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวกในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

1.3 กลุ่มสาระเทคโนโลยี

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบ ในชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทันและมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.2 ม.1/4 ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศอย่างปลอดภัยใช้สื่อ และแหล่งข้อมูลตามข้อกำหนดและข้อตกลง

2. สาระการเรียนรู้

ความร้อนกับการขยายตัวหรือการหดตัวของสาร

3. สาระสำคัญ

สสารได้รับความร้อนจะขยายตัว โดยความร้อนทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้นและระยะห่างระหว่างอนุภาคมากขึ้น สสารจึงขยายตัว เช่น การขยายตัวของแอลกอฮอล์ในหลอดเทอร์โมมิเตอร์เมื่อได้รับความร้อน หรืออากาศในบอลลูนหรือโคมลอยได้รับความร้อน อนุภาคของอากาศเกิดการขยายตัว จึงทำให้อบอลลูนหรือโคมลอยมีขนาดใหญ่ขึ้นสสารสูญเสียความร้อนจะหดตัว โดยความร้อนที่สูญเสียไปทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง เช่น การเดินสายไฟจะต้องไม่หึงสายให้ตึงหรือหย่อนจนเกินไป เนื่องจากในฤดูหนาวสายไฟจะสูญเสียความร้อนอนุภาคของสสารในสายไฟจะเกิดหดตัว หากหึงสายไฟตึงเกินไปในตอนแรกสายไฟอาจจะขาดได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนมีความรู้ความสามารถในแต่ละด้าน ดังนี้

4.1 ด้านความรู้

1. สามารถอธิบายความร้อนกับการความร้อนกับการขยายตัวและการหดตัวของสสาร
2. บอกประโยชน์ของความรู้ของปัจจัยใดที่มีผลต่อการขยายตัวและการหดตัวของสสารได้ โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

4.2 ด้านทักษะกระบวนการ

4.2.1 ความคิดสร้างสรรค์

1. ความคิดคล่องแคล่ว
2. ความคิดยืดหยุ่น
3. ความคิดริเริ่ม
4. ความคิดละเอียดลออ

4.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. มีจิตสาธารณะ
8. รักความเป็นไทย

5. กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

Science (S)	Technology (T)	Engineering (E)	Mathematics (M)
– ความร้อนกับการ ขยายตัวหรือการ หดตัวของสสาร	– ใช้เทคโนโลยี สืบค้น หาข้อมูล เพิ่มเติมเกี่ยวกับ ความร้อนกับการ	– ออกแบบ กิจกรรม ความร้อน กับการขยายตัว หรือการหดตัวของ สสาร	– วัดความยาวของ ขวดแก้ว – รูปเรขาคณิตสอง มิติทรงกระบอกและ ทรงกลม
– ทักษะ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์	ความร้อนกับการ ขยายตัวหรือการ หดตัวของสสาร		

6. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามุ่งเน้นการบูรณาการกับ Canva

1. ครูอธิบายเกี่ยวกับคุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง การวัดพฤติกรรม การปฏิบัติหรือคุณลักษณะของนักเรียน ได้แก่ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มุ่งมั่นในการทำงาน รักความเป็นไทย มีจิตสาธารณะ

2. ครูเกริ่นนำเกี่ยวกับความรักชาติและการทำความดีโดยครูถามคำถาม นักเรียนว่าเราจะแสดงออกถึงความรักชาติศาสน์กษัตริย์ได้อย่างไร และทำความดี อะไรบ้างในแต่ละวัน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรักชาติศาสน์กษัตริย์ ทำความดี มีระเบียบวินัย และมีความกตัญญู หลังจากนั้นครูให้นักเรียนบันทึกความดีลงในสมุดบันทึก ความดีที่ครูแจกให้

ขั้นที่ 1 นำเสนอข้อมูลโดยใช้ Canva (1.30 ชั่วโมงที่)

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสาร โดย Canva อธิบายความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสารหรือสิ่งต่าง ๆ สารได้รับความร้อน อนุภาคของสารไม่ได้มีขนาดเพิ่มขึ้นหรือมีจำนวนอนุภาคมากขึ้น และเมื่อสูญเสียความร้อน อนุภาคของสารก็ไม่ได้มีขนาดเล็กลงหรือมีจำนวนน้อยลง เพียงแต่การได้รับความร้อนหรือสูญเสียความร้อนนั้นเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่และระยะห่างของอนุภาคของสาร

3. ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดนักเรียน ดังนี้



ภาพประกอบ 1 บอลลูนลอยอยู่บนท้องฟ้า

ที่มา: https://pubhtml5.com/kfeo/zthm/basic/#google_vignette 21 กันยายน 2567

- ให้นักเรียนสังเกตภาพว่าเห็นอะไร

(แนวคำตอบ บอลลูนลอยอยู่บนท้องฟ้า)

- ครูตั้งคำถามชวนคิดกับนักเรียน ทำไมบอลลูนสามารถลอยอยู่ในอากาศได้อย่างไร?

(แนวคำตอบ เกิดจากความร้อน)

– นักเรียนสรุปความรู้เกี่ยวกับ เรื่อง ความร้อนการขยายตัวหรือหดตัวของ
สสาร

– พอจะทราบได้อย่างไรว่าความร้อนส่งผลกับการขยายตัวหรือหดตัวของ
บอลลูนได้อย่างไร สสารอื่น ๆ ในชีวิตประจำวันของเราเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการ
เปลี่ยนแปลงเหมือนบอลลูนนี้หรือไม่และการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะมีผลอย่างไรได้?

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อช่วยกันระบุปัญหาที่พบเจอ
ในชีวิตประจำวันหรือเรื่องที่สนใจเกี่ยวกับความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ระบุปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง ลงในใบกิจกรรม
ฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร”

ตอนที่ 1 อยากรู้อยากถาม

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

1. นักเรียนร่วมกันศึกษาข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ความร้อนกับการขยายตัว
หรือหดตัวของสสาร พร้อมทั้งศึกษาหาความรู้ เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน และอินเทอร์เน็ต
เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

2. นักเรียนรวบรวมข้อมูลเขียนชื่อชิ้นงานลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง “ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร” ตอนที่ 2 ค้นหาคำค้นเลย

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (1 ชั่วโมง)

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้าง ชิ้นงานที่
ได้จากความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารและแต่ละกลุ่มศึกษาแต่ละสถานะ
แล้วนำมาแชร์ความรู้ ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่
จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัว
หรือหดตัวของสสาร ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างวิศวกร โดยใช้ดินสอร่างแบบภาพ พร้อมทั้ง
ระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิด
ยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

2. ครูแนะนำอุปกรณ์ที่แต่ละกลุ่มจะได้รับว่าจะได้รับอุปกรณ์อะไรบ้าง

1. กระดาษแก้ว
2. ลวดขนาดเล็ก
3. เทียนไข
4. ไฟแช็ก
5. กาว

ขั้นที่ 5 ดำเนินการแก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหตามขั้นตอนที่ระบุไว้อย่างรัดกุม (2 ชั่วโมง)

1. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมีการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาละชั้นตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึก ความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร” ตอนที่ 4 นักวางแผนสุดเจ๋ง

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำกิจกรรมการทดลอง เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร พร้อมบันทึกผลการทดลอง และลงมือสร้างชิ้นงาน ตามที่ได้ออกแบบไว้โดยแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ มีความคิดละเอียดลออในการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา (1.30 ชั่วโมง)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ แบบอุปกรณ์ทดสอบความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารที่ได้จากการแก้ปัญหาพร้อมนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้น การระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกความคิด สร้างสรรค์ เรื่อง “ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร” ตอนที่ 5 ขวดแก้วหรรษา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนาแบบจำลองสิ่งที่พบเห็นใน ชีวิตประจำวันเพื่ออธิบายการจัดเรียงอนุภาคของสสาร แปลกใหม่ถูกต้องตามเนื้อหา และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไขในการแก้ปัญหาหรือไม่

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการแก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ ชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา

พร้อมทั้งนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ผลลัพธ์ คือ ได้ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการ แก้ปัญหาลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร” ตอนที่ 6 ความรู้ที่ได้รับมา

4. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

7. สื่อและแหล่งเรียนรู้

7.1 หนังสือเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ม.1

7.2 วิดีทัศน์เกี่ยวกับความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

7.3 ใบความรู้ที่ 1 ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

7.4 สื่อนำเสนอ Canva เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

8. ภาระงานและชิ้นงาน

8.1 ภาระงาน

กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

8.2 ชิ้นงาน

แบบอุปกรณ์ทดสอบความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร มีความแปลกใหม่ และถูกต้องตามเนื้อหา

9. การวัดและประเมินผล

9.1 ด้านความรู้

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
อธิบายความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสารและใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของสารในชีวิตประจำวันได้	- ตรวจใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร - ตรวจแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่องความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร	- ใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่องความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร - แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน-หลังเรียน เรื่องความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

9.2 ด้านทักษะกระบวนการ

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
ความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ 1. ความคิดริเริ่ม 2. ความคิดคล่องแคล่ว 3. ความคิดยืดหยุ่น 4. ความคิดละเอียดลออ	- ตรวจใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร - ตรวจแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ - ตรวจแบบประเมินชิ้นงาน - สังเกตพฤติกรรม	- ใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร - แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ - แบบประเมินชิ้นงาน	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60

9.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วัตถุประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ 2. มีวินัย 3. ใฝ่เรียนรู้ 4. อยู่อย่างพอเพียง 5. มุ่งมั่นในการทำงาน 6. มีจิตสาธารณะ	- สังเกตพฤติกรรม	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- อยู่ในระดับปานกลางขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางการปรับปรุง / แก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวธิดิญาพร ชันธะ)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

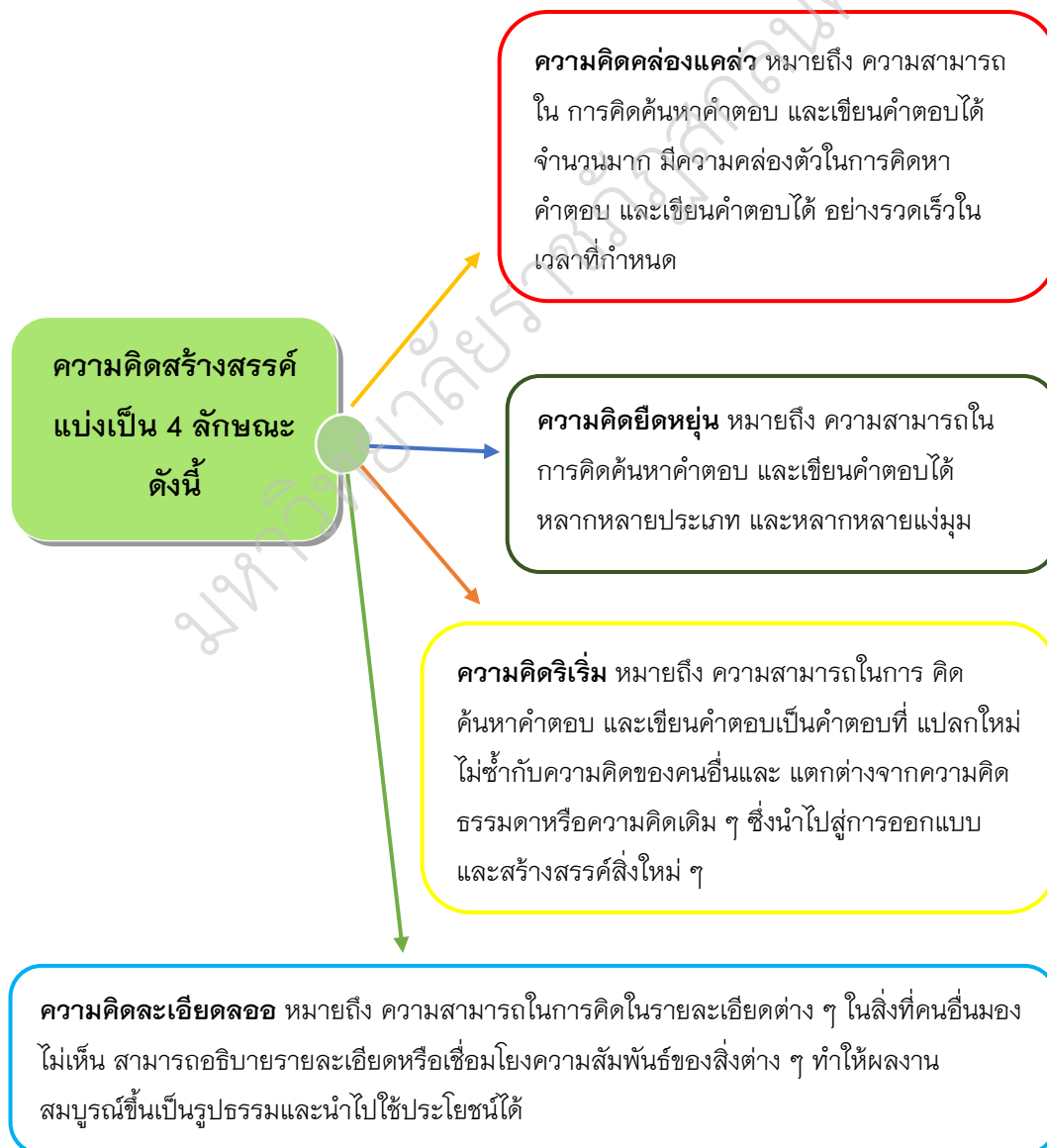
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความรู้พื้นฐาน เรื่อง ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง ความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยคิดได้แปลกใหม่ กว้างไกล หลายแง่มุม หลายทิศทาง มีการดัดแปลง ผสมผสาน ความคิดผ่านประสบการณ์ มีวิธีคิดที่หลากหลาย เพื่อให้เกิดความแปลกใหม่หรือค้นพบสิ่งใหม่ นำไปสู่การคิดประดิษฐ์ชิ้นงาน



ใบความรู้

เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

สสารโดยทั่วไปมีทั้งสถานะที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เมื่อสสารแต่ละสถานะได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว และเมื่อสสารสูญเสียความร้อนจะเกิดการหดตัว แต่การขยายตัวและหดตัวของสสารในที่นี้ไม่ได้หมายความว่า อนุภาคของสสารมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง

การขยายตัวของสสาร



ภาพประกอบ 1 โคมลอย

ที่มา: https://3-1-2560noppakaw.blogspot.com/p/blog-page_44.html

สสารได้รับความร้อนจะขยายตัว โดยความร้อนทำให้อนุภาคเคลื่อนที่เร็วขึ้นและระยะห่างระหว่างอนุภาคมากขึ้น สสารจึงขยายตัว เช่น การขยายตัวของแอลกอฮอล์ในหลอดเทอร์โมมิเตอร์เมื่อได้รับความร้อน หรืออากาศในบอลลูนหรือโคมลอยได้รับความร้อน อนุภาคของอากาศเกิดการขยายตัว จึงทำให้อบอลลูนหรือโคมลอยมีขยายใหญ่ขึ้น

การหดตัวของสสาร



ภาพประกอบ 2 สายไฟฟ้า

ที่มา: <https://www.saengsaha.com/articles/high-voltage-cable/>

สสารสูญเสียความร้อนจะหดตัว โดยความร้อนที่สูญเสียไปทำให้อนุภาค เคลื่อนที่ช้าลงและมีระยะห่างระหว่างอนุภาคลดลง เช่น การเดินสายไฟจะต้องไม่ขึงสายให้ ตึงหรือหย่อนจนเกินไป เนื่องจากในฤดูหนาวสายไฟจะสูญเสียความร้อนอนุภาคของสสารในสายไฟจะเกิดหดตัว หากขึงสายไฟตึงเกินไปในตอนแรกสายไฟอาจจะขาดได้

การขยายตัวหรือหดตัวของสสารในแต่ละสถานะ

สสารต่าง ๆ เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัวและหดตัวเมื่อคายความร้อนออกมา โดยการขยายตัวหรือหดตัวเป็นสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด

1. สสารในสถานะของแข็ง

เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น ส่งผลให้อนุภาคเกิดการสั่นมากขึ้น ความรู้เรื่องการขยายตัวหรือหดตัวของของแข็งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น การสร้างรางรถไฟ จะมีการเว้นระยะห่างระหว่างรางรถไฟเล็กน้อย เพื่อป้องกันการขยายตัวของวัสดุในวันที่อากาศร้อนจัด หรือการควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าอย่างเตารีด โดยอาศัยหลักการขยายตัวและหดตัวที่ไม่เท่ากันของเหล็กและทองเหลือง ทองเหลืองสามารถขยายตัวและหดตัวได้ดีกว่า เมื่อเตารีดมีอุณหภูมิที่สูงเกินไป ทองเหลืองจะขยายตัวดันเหล็กไปกดสวิตช์ทำให้วงจรขาด แต่เมื่อเตารีดเย็นตัวลงทองเหลืองจะหดตัวทำให้วงจรกลับมาทำงานอีกครั้ง

2. สสารในสถานะของเหลว

เมื่อได้รับความร้อนของเหลวจะขยายตัว มีปริมาตรเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อมีการถ่ายโอนความร้อนของเหลวจะมีปริมาตรลดลง ยกเว้นน้ำ เนื่องจากน้ำมีการขยายตัวและความหนาแน่นน้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าหรือต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส ดังนั้นเมื่อน้ำอุณหภูมิลดลงจนเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งความหนาแน่นจะลดลง น้ำแข็งจึงลอยตัวอยู่บนน้ำ และจะขยายตัวเหมือนของเหลวอื่น ๆ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจาก 4 องศาเซลเซียส ดังนั้นถ้าหากบรรจุของเหลวใด ๆ ลงในภาชนะปิดแล้วให้ความร้อนควรเหลือช่องว่างสำหรับขยายตัวด้วย

3. สสารในสถานะของแก๊ส

ในสภาวะปกติอนุภาคของแก๊สจะอยู่ห่างกัน ดังนั้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น อนุภาคจะยิ่งเคลื่อนที่เร็วขึ้นและห่างกันมากขึ้น เช่น บอลูน โคมลอย



กิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร

วันที่...../...../.....

เวลาที่ใช้ 3 ชั่วโมง

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อทำกิจกรรมนี้แล้ว นักเรียนมีความสามารถ ดังต่อไปนี้

ด้านความรู้

1. สามารถอธิบายความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสารได้
2. บอกประโยชน์ของความรู้ของปัจจัยใดที่มีผลต่อความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสารได้ โดยวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา และเสนอแนะวิธีการนำความรู้มาแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

ทักษะกระบวนการ

1. ความคิดสร้างสรรค์
 - 1.1 ความคิดคล่องแคล่ว
 - 1.2 ความคิดยืดหยุ่น
 - 1.3 ความคิดริเริ่ม
 - 1.4 ความคิดละเอียดลออ

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. มีวินัย
3. ใฝ่เรียนรู้
4. อยู่อย่างพอเพียง
5. มุ่งมั่นในการทำงาน
6. มีจิตสาธารณะ

วัสดุอุปกรณ์

1. กระดาษแก้ว
2. ลวดขนาดเล็ก
3. เทียนไข
4. ไฟแช็ก
5. กาว

ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม

1. ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน
 2. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร
- ตอนที่ 1 อ่ยากรู้้อยากถาม
3. นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร โดยศึกษาจากใบความรู้ที่ 1 ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร และหาความรู้เพิ่มเติมจากหนังสือเรียน อินเทอร์เน็ต
 4. นักเรียนฝึกทำกิจกรรมทำความเข้าใจความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร พร้อมบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร ตอนที่ 2 ค้นหากันเลย
 5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้าง ชี้นำงานหรือแบบจำลองที่ได้จากความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างวิศวกร โดยใช้ดินสอร่างแบบ ภาพ พร้อมทั้งระบายสีให้สวยงาม ซึ่งเน้นความคิดสร้างสรรค์ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ
 6. นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมีการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่จะขึ้นตามลำดับ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร” ตอนที่ 4 ักวางแผนสุดเจ๋ง
 7. นักเรียนนำใบรายการวัสดุ อุปกรณ์ไปเลือกซื้อของตามทีออกแบบไว้ และลงมือแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ตามแผนที่วางไว้ โดยมีความคิดละเอียดลออ ในการแก้ปัญหา
 8. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มบันทึกรายละเอียดของแบบจำลองอธิบายความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร และการจัดเรียงอนุภาคของสสาร สสารหรือสิ่งต่าง ๆ ที่พบในชีวิตประจำวัน ปรากฏอยู่ในสถานะต่าง ๆ ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร” ตอนที่ 5 ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารหรรษา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของการพัฒนา แบบจำลองจากสิ่งที

พบเห็นในชีวิตประจำวัน ที่ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร แปลกใหม่ ถูกต้องตามเนื้อหา และประเมินผลที่ได้ เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ หรือเงื่อนไขในการ แก้ปัญหาหรือไม่

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนร่วมกันเพื่อปรับปรุงวิธีการ ขั้นตอนของการ แก้ปัญหาให้ดียิ่งขึ้น โดยแต่ละกลุ่มแสดงผลงาน คือ ชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา พร้อม ทั้งนำเสนอผลงาน โดยนำเสนอตั้งแต่ขั้นการระบุปัญหา ผลของการรวบรวมข้อมูล การออกแบบแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง ผลลัพธ์ คือ ได้ชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ที่ได้รับจากการ แก้ปัญหา ลงในใบกิจกรรมฝึกความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง “ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของ สสาร” ตอนที่ 6 ความรู้ที่ได้รับมา

11. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบทดสอบวัด ความคิดสร้างสรรค์หลังเรียน เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

กิจกรรมฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 2 ระบุปัญหา

ตอนที่ 1 อยากรู้ยาก

(ความคิดคล่องแคล่ว)

คำชี้แจง

2.1 นักเรียนช่วยกันระบุปัญหาเกี่ยวกับความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของ
สสารที่สนใจที่พบในชีวิตประจำวัน

นักเรียนช่วยกันระบุปัญหาเกี่ยวกับความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร
ได้แก่

- 1).....
- 2).....
- 3).....
- 4).....
- 5).....

วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาหรือเรื่องที่สนใจ 1 เรื่อง

ปัญหาเรื่อง.....

.....

เหตุผลในการเลือกปัญหานี้.....

.....

ขั้นที่ 3 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ตอนที่ 2 ค้นหาค้น

(ความคิดละเอียดลออ)

คำชี้แจง

3.1 นักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

ข้อมูลที่รวบรวมได้จากแบบจำลองความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

ของแข็ง.....

.....

.....

ของเหลว.....

.....

.....

.....

แก๊ส.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ตอนที่ 3 ออกแบบอย่างวิ

(ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ)

คำชี้แจง

4.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเพื่อออกแบบวิธีการสร้างสิ่งประดิษฐ์ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร ให้มีคุณภาพ และมีความแปลกใหม่ โดยเขียนร่างแบบภาพแนวคิดที่จะใช้แก้ปัญหา ระบายสีให้สวยงาม พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้

ระบุปัญหา

ตั้งสมมติฐาน

การออกแบบสร้างความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร (การร่างแบบ)

4.2 ชื่อผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น คือ.....

4.3 จุดเด่นความคิดสร้างสรรค์คือ.....

4.4 วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการสร้างผลงานชิ้นนี้ ได้แก่.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.5 การนำไปใช้ประโยชน์.....

.....

.....

.....

.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ขั้นที่ 5 ดำเนินการแก้ปัญหา ปฏิบัติการแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่ระบุไว้อย่างรัดกุม

ตอนที่ 4 นักวางแผนสุด

(ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ)

คำชี้แจง

5.1 ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนการแก้ปัญหาจากแบบร่างแนวคิดที่ได้ร่างไว้ โดยมีการระบุขั้นตอนของการดำเนินการแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนตามลำดับ

ขั้นตอนการออกแบบจำลองความร้อนกับการขยายตัวของสสาร

ขั้นที่ 1

.....

ขั้นที่ 2

.....

ขั้นที่ 3

.....

ขั้นที่ 4

.....

ขั้นที่ 5

.....

ขั้นที่ 6 ทดสอบ ประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน
และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลการแก้ปัญหา

ตอนที่ 5 ทดสอบแบบจำลองของ

(ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น)

คำชี้แจง

6.1 นักเรียนตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา โดยการสังเกตลักษณะของชิ้นงานที่ได้จากการแก้ปัญหา จากนั้นบันทึกรายละเอียดของลักษณะชิ้นงานที่ได้จากการสังเกต รวมทั้ง ประเมินผล ระบุปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ปัญหา จากการทำกิจกรรม

ชื่อชิ้นงาน.....

ลำดับ	ลักษณะของชิ้นงานที่ต้องการ	ลักษณะของชิ้นงานที่ได้
1		
2		
3		

ประเมินผล

.....

ปัญหา/อุปสรรค

.....

วัสดุ อุปกรณ์ในการแก้ปัญหา

.....

แนวทางการแก้ไข

.....

แบบฝึกทักษะความคิดสร้างสรรค์
เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

คำชี้แจง **เวลา 10 นาที**

1. นักเรียนเขียนระบุสิ่งหรือเหตุการณ์ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารมาให้ได้มากที่สุด
2. นักเรียนคิดออกแบบและวาดภาพสิ่งประดิษฐ์โดยนำหลักการของความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือของสังคมพร้อมระบายสีให้สวยงาม
3. นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนคนอื่น น่าสนใจและแตกต่างกันออกไป
4. แบบทดสอบนี้ให้นักเรียนคิดหาคำตอบอย่างอิสระเต็มที่
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1

แบบทดสอบความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น

ความคิดคล่องแคล่ว หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้จำนวนมาก มีความคล่องตัวในการคิดหาคำตอบ และเขียนคำตอบได้อย่างรวดเร็วในเวลาที่กำหนด

ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบได้หลากหลายประเภท และหลากหลายแง่มุม

คำชี้แจง : นักเรียนเขียนระบุสิ่งของหรือเหตุการณ์ ที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน โดยมี การอาศัยหลักการความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร มาให้ได้มากที่สุด

1. ความคิดคล่องแคล่ว (3 คะแนน)

1.....	5.....
2.....	6.....
3.....	7.....
4.....	8.....

1. ความคิดยืดหยุ่น (3 คะแนน)

1.....	5.....
2.....	6.....
3.....	7.....
4.....	8.....

แบบทดสอบความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดละออ

ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถในการคิดค้นหาคำตอบและเขียนคำตอบเป็นคำตอบที่แปลกใหม่ และแตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดเดิม ๆ ซึ่งนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ

ความคิดละเอียดละออ หมายถึง ความสามารถในการคิดในรายละเอียดต่าง ๆ ในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น สามารถอธิบายรายละเอียดหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ทำให้ผลงานสมบูรณ์ขึ้นเป็นรูปธรรมและนำไปใช้ประโยชน์ได้

คำชี้แจง : ให้นักเรียนคิดค้นออกแบบพร้อมวาดภาพ ชิ้นงานเกี่ยวกับแบบจำลองอนุภาคของสสาร เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ให้แปลกใหม่ที่สุด พร้อมระบายสีให้สวยงาม โดยให้นักเรียนบอกจุดเด่น และข้อดี

ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารแบบเดิมจากการศึกษาค้นคว้า
(3 คะแนน)

ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสารแบบใหม่ที่มีความต่างจากแบบเดิม
(3 คะแนน)

ชื่อชิ้นงาน.....

จุดที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ คือ

.....

วัสดุ อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบ

.....

.....

จุดเด่นของผลิตภัณฑ์ชิ้นงาน

.....

.....

ขั้นตอนการทำความเข้าใจกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร.....

.....

.....

ลักษณะความแตกต่างของชิ้นงานจากความรอบกับการขยายตัวหรือหดตัวของสาร
ที่ทำ

.....

.....

เหตุผลที่ออกแบบที่แตกต่างจากเดิม.....

.....

.....

กิจกรรมที่ 2

คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบาย, สร้างรูปภาพ, ต่อเติมรูปภาพและการใช้เส้นให้ถูกต้อง

1. การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับความร้อนกับการขยายตัวหรือการหดตัวของสสาร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

2. การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์เกี่ยวกับความร้อนกับการขยายตัวหรือการหดตัวของสสาร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

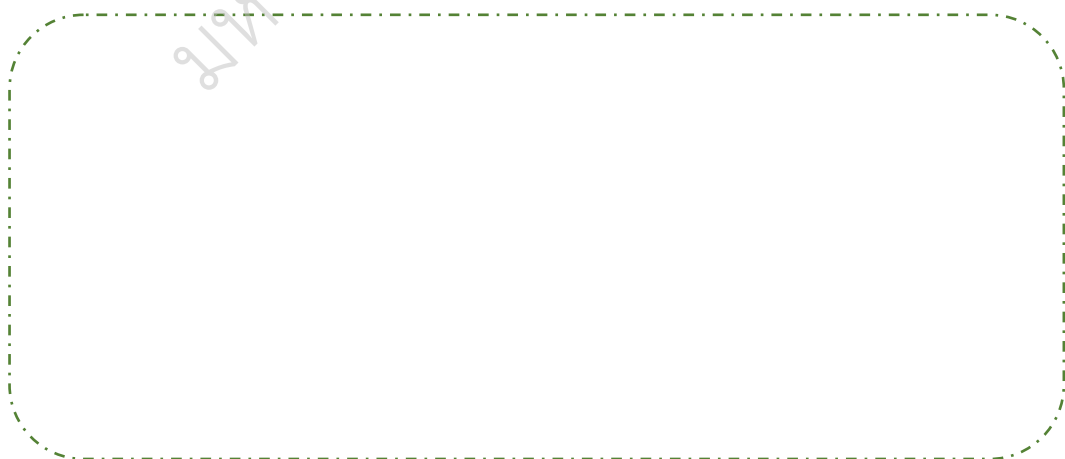
3. การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของความร้อนกับการขยายตัวหรือการหดตัวของสสาร (2 คะแนน)

.....

.....

.....

4. การสร้างรูปภาพความร้อนกับการขยายตัวหรือการหดตัวของสสาร (4 คะแนน)



5. การต่อเติมรูปภาพเกี่ยวกับความร้อนกับการขยายตัวหรือการหดตัวของสสาร

(4 คะแนน)



6. การใช้เส้นเกี่ยวกับความร้อนกับการขยายตัวหรือการหดตัวของสสาร (4 คะแนน)



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน – หลังเรียน
เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดเรียงลำดับการขยายตัวของสารเมื่อได้รับความร้อนจาก มาก ไป น้อย ได้ถูกต้อง (ความรู้ความจำ)

- ก. แก๊ส ของเหลว ของแข็ง
- ข. ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
- ค. ของเหลว ของแข็ง แก๊ส
- ง. แก๊ส ของแข็ง ของเหลว

2. เมื่อสารได้รับพลังงานความร้อนจนกลายเป็นไอการเคลื่อนไหวของโมเลกุลของสารจะเป็นไปตามข้อใด (ความรู้ความจำ)

- ก. จับตัวกันแน่น
- ข. เคลื่อนที่ช้าลง
- ค. เคลื่อนที่เข้าหากัน
- ง. เคลื่อนที่เร็วและเป็นอิสระ

3. ปริมาตรของสสารเมื่อได้รับความร้อนจะเป็นอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. ลดลง
- ข. เท่าเดิม
- ค. เพิ่มขึ้น
- ง. ลดลงหรือเพิ่มขึ้น

4. สสารเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. เปลี่ยนสถานะ ปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ข. เปลี่ยนสถานะ ปริมาตรเท่าเดิม
- ค. เกิดการขยายตัว ปริมาตรเพิ่มขึ้น
- ง. เกิดการขยายตัว ปริมาตรเท่าเดิม

5. เมื่อนำลูกโป่งที่ครอบบนขวดไปแช่ในน้ำร้อนจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. ลูกโป่งแตก
- ข. ลูกโป่งไม่พองตัว
- ค. ลูกโป่งหดตัวลง
- ง. ลูกโป่งพองตัวมากขึ้น

6. จากความรู้เรื่องการขยายตัวของวัตถุ เมื่อได้รับความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน ยกเว้น ข้อใด (การประยุกต์ใช้)

- ก. การสร้างบอลลูน
- ข. การสร้างคอมลอย
- ค. การใช้กาน้ำร้อนต้มน้ำ
- ง. การสร้างถนนคอนกรีต

7. เพราะเหตุใดจึงลดยตัวบนอากาศได้ (การวิเคราะห์)

- ก. อากาศภายในคอมลอยเกิดการเย็นตัวลง
- ข. เกิดจากแรงผลักรถยนต์ที่ดันให้คอมลอยตัวขึ้น
- ค. อากาศรอบตัวคอมลอยช่วยให้คอมลอยตัวขึ้นได้เอง
- ง. ได้รับความร้อนอนุภาคของอากาศเกิดการขยายตัวจึงทำให้คอมลอยตัวได้

8. เพราะเหตุใดการเดินสายไฟจะต้องไม่ห้อยสายให้ตึงหรือหย่อนจนเกินไป (การวิเคราะห์)

- ก. ลดภาระของการไฟฟ้า
- ข. ลดอันตรายจากการทำสายไฟตึงจนเกินไป
- ค. ในฤดูร้อนสายไฟจะได้รับความร้อนทำให้สายไฟขยายตัว
- ง. ในฤดูหนาวสายไฟจะสูญเสียความร้อนทำให้สายไฟจะเกิดหดตัว

9. เมื่อให้ความร้อนในปริมาณที่เท่ากันสารในข้อใดจะขยายตัวได้น้อยที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. น้ำ
- ข. น้ำสี
- ค. ตะปู
- ง. อากาศ

10. งานเทศกาลประจำปีมีการปล่อยบอลลูน มีร้านค้าที่ทำบอลลูนเหมือนกันทุกร้านทำให้มีแต่บอลลูนแนวเดียวกันไม่แปลกใหม่ ซึ่งในสถานการณ์ดังกล่าวนี้ นักเรียนจะสร้างชิ้นงานเพื่อสร้างรายได้ให้ตัวเองได้อย่างไร โดยอาศัยหลักการการขยายตัวหรือการหดตัวของสารมาใช้ออกแบบชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ (ความคิดสร้างสรรค์)

ก. อายทำบอลลูนที่มีลักษณะเหมือนเดิมเพราะคิดว่ายังไงคนก็เลือกซื้อ

ข. อันอันทำให้บอลลูนให้มีสีสันสวยงามและรูปแบบหลากหลาย โดยใช้ความร้อนในการทำให้โคมลอยเคลื่อนที่

ค. ปันปันทำบอลลูน ให้มีสีสันสวยงาม โดยใช้ความเย็นในการทำให้บอลลูนและโคมลอยเคลื่อนที่

ง. ชันชันบอลลูนให้เป็นรูปสัตว์ต่าง ๆ ที่สวยงามสีสันสดใส โดยใช้ความเย็นในการทำให้บอลลูนลอยเคลื่อนที่

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน - หลัง
เรียน เรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวหรือหดตัวของสสาร

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

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

แบบบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์

กิจกรรม.....

ประเมินครั้งที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละกิจกรรม

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (16)	ติดเป็น ร้อยละ (10)
		ความคิด คล่อง แคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ อ (4)		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	ความคิดสร้างสรรค์				คะแนน รวม (16)	ติดเป็น ร้อยละ (10)
		ความคิด คล่อง แคล่ว (4)	ความคิด ยืดหยุ่น (4)	ความคิด ริเริ่ม (4)	ความคิด ละเอียดลออ อ (4)		
17							
18							
19							
20							

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดโดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ตั้งแต่ 3 ข้อ ขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ตอบแนวคิด ทั่วไปและ ไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดละออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

แบบบันทึกคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ชื่อ.....เลขที่.....ชั้น.....วันที่.....

คำชี้แจง: ให้นักเรียนบันทึกกิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติลงในตาราง

รายการประเมิน	กิจกรรมที่ทำ/ ว/ด/ป	สถานที่	ผู้รับรอง
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
2. ซื่อสัตย์สุจริต	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
3. มีวินัย	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		

รายการประเมิน	กิจกรรมที่ทำ/ ว/ด/ป	สถานที่	ผู้รับรอง
4. ใฝ่เรียนรู้	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
5. อยู่อย่างพอเพียง	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		

รายการประเมิน	กิจกรรมที่ทำ/ว/ด/ป	สถานที่	ผู้รับรอง
7. รักความเป็นไทย	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		
8. มีจิตสาธารณะ	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7.		

ผู้รับรอง

ลงชื่อ.....

(.....)

ครูผู้สอน

แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง: ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียน และนอกเวลาเรียนแล้ว
ทำเครื่องหมายถูก ☒ ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ข้อการ ประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตามตามสิทธิและหน้าที่ พลเมืองดีของชาตินับสนุนกิจกรรม ที่สร้างความสามัคคีปรองดอง ปฏิบัติตามหลักพุทธศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบัน พระมหากษัตริย์				
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	ประพฤติตรงตามความเป็นจริงทั้ง ทาง กาย วาจา ใจ และยึดหลัก ความจริงความถูกต้องในการดำเนิน ชีวิต ซื่อสัตย์ในการนำเสนอผลการ ทดลอง มีความ ละอายและเกรง กลัวต่อการกระทำผิด				
3. มีวินัย	ปฏิบัติตามข้อตกลงกฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและ สังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นมี ความตรงต่อเวลาในการปฏิบัติ กิจกรรมต่าง ๆ และเก็บอุปกรณ์ หลังการทดลอง				
4. ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียนเอาใจใส่และมีความเพียร พยายามในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยน เรียนรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และ นำไปใช้ ในชีวิตประจำวัน				

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
5. อยู่อย่างพอเพียง	แสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่างพอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข				
6. มุ่งมั่นในการทำงาน	เอาใจใส่ต่อการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายปรับปรุงและพัฒนาการทำงานด้วยตนเอง				
7. รักความเป็นไทย	มีความภาคภูมิใจเห็นคุณค่าชื่นชมมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สืบทอดเผยแพร่มรดกภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทย มีความกตัญญู กตเวที ใช้ภาษาไทยในการสื่อสารอย่างถูกต้องเหมาะสม				
8. มีจิตสาธารณะ	รู้จักทำงานช่วยเหลือผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจและกำลังสติปัญญาด้วยความสมัครใจ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวธิดิญาพร ชันธุ์ละ)

เกณฑ์การให้คะแนน

มากที่สุด	ให้ 4 คะแนน
มาก	ให้ 3 คะแนน
ปานกลาง	ให้ 2 คะแนน
ควรปรับปรุง	ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
25-32	มากที่สุด
17-24	มาก
9-16	ปานกลาง
ต่ำกว่า 9	ควรปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ มีความสามัคคี ภูมิใจ เชิดชูความเป็นชาติไทย ปฏิบัติตนตามหลักพุทธศาสนาที่ตนนับถือและแสดง	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติมีความสามัคคีภูมิใจ เชิดชูความเป็นชาติไทย ปฏิบัติตนตามหลักพุทธศาสนาที่ตนนับถือ และ	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ ไม่ปฏิบัติตามตามหลัก ศาสนาที่ตนนับถือ และแสดง ความจงรักภักดี ต่อสถาบัน พระมหากษัตริย์	แสดงออกถึงการเป็นพลเมืองดีของชาติ ไม่ปฏิบัติตามตามหลัก ศาสนาที่ตนนับถือ และแสดง ความจงรักภักดี ต่อสถาบัน พระมหากษัตริย์

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
	ความจริงรักภักดี ต่อสถาบัน พระมหากษัตริย์ ได้ ชัดเจนมาก	แสดงความ จงรักภักดีต่อ สถาบัน พระมหากษัตริย์ ได้ชัดเจน		
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	ให้ข้อมูลที่ ถูกต้องและ เป็น จริงไม่นำสิ่งของ และผลงานของ ผู้อื่นมาเป็นของ ตนเอง นำเสนอ ผลการทดลอง ตามความเป็นจ ริงปฏิบัติ ตนต่อ ผู้อื่นด้วยความ ซื่อตรงเป็น แบบอย่างที่ดี ด้านความ ซื่อสัตย์	ให้ข้อมูลที่ ถูกต้องและ เป็น จริงไม่นำสิ่งของ และผลงานของ ผู้อื่น มาเป็นของ ตนเอง ปฏิบัติ ตนต่อผู้อื่นด้วย ความซื่อตรง	ให้ข้อมูลที่ ถูกต้องและเป็น จริงมีพฤติกรรม นำสิ่งของและ ผลงานของผู้อื่น มาเป็นของ ตนเอง	ให้ข้อมูลที่ ถูกต้องและเป็น จริงมีพฤติกรรม นำสิ่งของและ ผลงานของผู้อื่น มาเป็นของ ตนเอง
3. มีวินัย	ปฏิบัติตามตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ	ปฏิบัติตามตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ	เคยปฏิบัติตาม ตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ	เคยปฏิบัติตาม ตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบ ข้อบังคับของ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
	โรงเรียน และ สังคมเป็นปกติ วิสัย ไม่ละเมิด สิทธิของผู้อื่นได้ ชัดเจนมาก	โรงเรียน และ สังคมเป็นปกติ วิสัย ไม่ละเมิด สิทธิของผู้อื่นได้ ชัดเจน	โรงเรียน และ สังคม	โรงเรียน และ สังคม
4. ใฝ่ เรียนรู้	แสดงออกถึง ความตั้งใจเพียร พยายามในการ เรียนและเข้าร่วม กิจกรรมการ เรียนรู้ แสวงหา ความรู้จาก แหล่งเรียนรู้ อย่างสม่ำเสมอ ด้วยการเลือกใช้ สื่ออย่าง เหมาะสม และ นำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ ชัดเจนมาก	แสดงออกถึง ความตั้งใจ เพียรพยายาม ในการเรียนและ เข้าร่วมกิจกรรม การเรียนรู้ แสวงหาความรู้ จากแหล่ง เรียนรู้อย่าง สม่ำเสมอด้วย การเลือกใช้สื่อ อย่างเหมาะสม และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้ ชัดเจน	เคยแสดงออก ถึงความตั้งใจ เพียรพยายามใน การเรียนเข้าร่วม กิจกรรมการ เรียนรู้และ แสวงหาความรู้ จากแหล่งเรียนรู้ ได้บางครั้ง	เคยแสดงออก ถึงความตั้งใจ เพียรพยายามใน การเรียนเข้าร่วม กิจกรรมการ เรียนรู้และ แสวงหาความรู้ จากแหล่งเรียนรู้

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
5. อยู่ อย่าง พอเพียง	แสดงออกถึง การใช้ ทรัพย์สิน ของตนเอง และ ทรัพยากรของ ส่วนรวมอย่าง ประหยัด คัดค้าน เก็บ รักษาดูแล อย่างดี ไม่เอา เปรียบผู้อื่นและ ไม่ทำให้ผู้อื่น เดือดร้อนใช้ ความรู้ ข้อมูล ข่าวสารในการ วางแผนการ เรียนการทำงาน และใช้ใน ชีวิตประจำวัน	แสดงออกถึง การใช้ ทรัพย์สิน ของตนเอง และ ทรัพยากรของ ส่วนรวมอย่าง ประหยัด คัดค้าน เก็บรักษาดูแล อย่างดีไม่เอา เปรียบผู้อื่นใช้ ความรู้ข้อมูล ข่าวสารในการ วางแผนการ เรียน และการ ทำงาน	ใช้เงินและของใช้ ส่วนตัวและ ส่วนรวมอย่างไม่ ประหยัดไม่มี การวางแผนการ เรียนและการใช้ ชีวิตประจำวัน	ใช้เงินและของใช้ ส่วนตัวและ ส่วนรวมอย่างไม่ ประหยัดไม่มี การวางแผนการ เรียนและการใช้ ชีวิตประจำวัน

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
6. มุ่งมั่น ในการ ทำงาน	แสดงออกถึง ความ ตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ด้วยความเพียร พยายามทุ่มเท กำลังกาย กำลังใจ ในการ ปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ ให้สำเร็จ ลุล่วงตาม เป้าหมายที่ กำหนดด้วย ความ รับผิดชอบและมี ความภาคภูมิใจ ในผลงานได้ ชัดเจนมาก	แสดงออกถึง ความ ตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ด้วยความเพียร พยายามทุ่มเท กำลังกาย กำลังใจ ในการ ปฏิบัติกิจกรรม ต่าง ๆ ให้สำเร็จ ลุล่วงตาม เป้าหมายที่ กำหนดด้วย ความ รับผิดชอบและมี ความภาคภูมิใจ ในผลงานได้ ชัดเจน	เคยแสดงออก ถึงความตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ด้วยความเพียร พยายามทุ่มเท กำลังกาย กำลังใจ ในการ ปฏิบัติ กิจกรรม ต่าง ๆ	ไม่เคยแสดงออก ถึงความตั้งใจ ปฏิบัติหน้าที่ที่ ได้รับมอบหมาย ด้วยความเพียร พยายามทุ่มเท กำลังกาย กำลังใจ ในการ ปฏิบัติ กิจกรรม ต่าง ๆ

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
7. รัก ความเป็น ไทย	แสดงออกถึง การมีสัมมา คารวะต่อครู อาจารย์ปฏิบัติ ตนเป็นผู้มี มารยาทแบบ ไทย ใช้ภาษาไทย เลขไทยในการ สื่อสารได้ ถูกต้องเข้า ร่วม กิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับภูมิ ปัญญาไทยและ มีส่วนร่วมในการ สืบทอดภูมิ ปัญญาไทย	แสดงออกถึง การมีสัมมา คารวะต่อครู อาจารย์ปฏิบัติ ตนเป็นผู้มี มารยาทแบบ ไทย ใช้ภาษาไทย เลขไทยในการ สื่อสารได้ ถูกต้องเข้าร่วม กิจกรรมที่ เกี่ยวข้องกับภูมิ ปัญญาไทย	เคยแสดงออก ถึงการมีสัมมา คารวะต่อครู อาจารย์ไม่ ปฏิบัติตนให้เป็น ผู้มีมารยาทแบบ ไทยและ เกี่ยวข้องกับภูมิ ปัญญาไทย	ไม่เคยแสดงออก ถึงการมีสัมมา คารวะต่อครู อาจารย์ไม่ ปฏิบัติตนให้เป็น ผู้มีมารยาทแบบ ไทย และ เกี่ยวข้องกับภูมิ ปัญญาไทย

รายการ ประเมิน	ระดับคะแนน			
	มากที่สุด (7-6 ครั้ง/ สัปดาห์ = 4 คะแนน)	มาก (5-4 ครั้ง/ สัปดาห์ = 3 คะแนน)	ปานกลาง (3-2 ครั้ง/ สัปดาห์ = 2 คะแนน)	ปรับปรุง (0-1 ครั้ง/ สัปดาห์ = 1 คะแนน)
8. มีจิต สาธารณะ	แสดงออกถึง การมีส่วนร่วม ในกิจกรรมมีจิต อาสาหรือ สถานการณ์ที่ ก่อให้เกิด ประโยชน์แก่ ผู้อื่น ชุมชน และ สังคมด้วยความ เต็มใจ กระตือรือร้น โดยไม่หวัง ผลตอบแทนได้ ชัดเจนมาก ความสัมพันธ์ อันดีระหว่าง บุคคลได้ชัดเจน มาก	แสดงออกถึงการ มีส่วนร่วมใน กิจกรรมหรือ สถานการณ์ที่ ก่อให้เกิด ประโยชน์แก่ผู้อื่น ชุมชนและ สังคม ด้วยความเต็มใจ กระตือรือร้น โดยไม่หวัง ผลตอบแทนได้ ชัดเจน	เคยแสดงออก ถึงการมีส่วน ร่วมในกิจกรรม หรือ สถานการณ์ที่ ก่อให้เกิด ประโยชน์ แก่ ผู้อื่น ชุมชน และ สังคม	ไม่เคยแสดงออก ถึงการมีส่วน ร่วมในกิจกรรม หรือ สถานการณ์ที่ ก่อให้เกิด ประโยชน์แก่ ผู้อื่น ชุมชน และ สังคม

แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

โดยใช้หลักการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์

(Torrance Test of Creative Thinking)

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ฉบับนี้เป็นแบบอัตนัย มีทั้งหมด 6 กิจกรรม ได้แก่

- กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด
- กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์
- กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้
- กิจกรรมที่ 4 การสร้างรูปภาพ
- กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ
- กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น

2. นักเรียนอ่านคำชี้แจงในแต่ละฉบับให้เข้าใจ และดำเนินการตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้เวลาในการทำข้อสอบทั้งหมด 60 นาที

3. นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ โดยคิดค้นคำตอบที่มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร มีความน่าสนใจ มีความหลากหลาย ได้จำนวนมากที่สุดในเวลาที่กำหนด และบรรยายละเอียดได้อย่างถูกต้องครบถ้วนชัดเจน

4. แบบทดสอบนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ ที่จะคิดค้นหาคำตอบ

5. นักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษที่แจกให้

กิจกรรมที่ 1 การเขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ถึงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง : พิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

“มายด์สังเกตเห็นน้ำแข็งในแก้วเห็นความแตกต่างกัน คือ ช่วงแรก น้ำแข็งเมื่ออยู่ในแก้วน้ำมีรูปร่างคงที่เหมือนเหมือนเดิม พอทิ้งไว้เป็นเวลานาน น้ำแข็งเมื่ออยู่ในแก้วรูปร่างเปลี่ยนไปตามรูปทรงของแก้ว”

เพราะเหตุใดน้ำแข็ง เมื่อทิ้งไว้เป็นเวลานาน รูปร่างจึงเปลี่ยนไปจากเดิม
ให้นักเรียนระบุสาเหตุสำคัญของของการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของน้ำแข็งดังกล่าว มาให้ได้
หลากหลายสาเหตุและให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายในเวลา 10 นาที (4 คะแนน)

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

กิจกรรมที่ 2 การเขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง : พิจารณาภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม



ที่มา : <https://www.google.com/search>

จากภาพ หากน้ำแข็งละลาย จะส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาใดบ้างให้นักเรียนระบุ
ผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์ดังกล่าว โดยระบุมาให้ได้ หลากหลายด้าน และให้ได้จำนวน
มากที่สุด ภายในเวลา 10 นาที (4 คะแนน)

- 1.....
- 2.....
- 3.....
- 4.....
- 5.....

กิจกรรมที่ 3 การเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งของที่กำหนดให้

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดคล่องแคล่ว และความคิดยืดหยุ่น

คำชี้แจง : พิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วตอบคำถาม

ให้นักเรียนระบุประโยชน์พิเศษจากภาพที่กำหนดให้ มาให้ได้หลากหลายด้านและให้ได้จำนวนมากที่สุด ภายใน 5 นาที (4 คะแนน)



ที่มา: <https://shorturl.asia/70xCu>

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....

กิจกรรมที่ 4 การสร้างภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม

คำชี้แจง ให้นักเรียนสร้างรูปภาพวัตถุของเล่น ของใช้ตามจินตนาการเกี่ยวกับเรื่องพลังงานความร้อน ตั้งชื่อภาพที่สร้างให้ น่าสนใจ สื่อความกับภาพที่สร้าง พร้อมเขียนชื่อภาพไว้ด้านล่างของภาพ โดยสร้างรูปภาพ และตั้งชื่อภาพให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ แตกต่างจากคนอื่นให้มากที่สุด มีรูปแบบที่ หลากหลาย และให้ได้จำนวนภาพมากที่สุด ภายในเวลา 10 นาที (6 คะแนน)

1. ชื่อภาพ.....	2. ชื่อภาพ.....
3. ชื่อภาพ.....	4. ชื่อภาพ.....

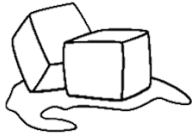
กิจกรรมที่ 5 การต่อเติมรูปภาพ

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดละเอียดละออ

คำชี้แจง ให้นักเรียนต่อเติมรูปภาพที่กำหนดให้ โดยการต่อเติมในรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ทำให้ภาพมีความแปลกใหม่ และน่าสนใจมากขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที (6 คะแนน)

	
1. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.google.com/search	2. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://media.istockphoto.com/id/

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดละเอียดละออ (ต่อ)

 3. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.google.com/search	 4. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.google.com/search
 5. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.google.com/search	 6. ชื่อภาพ..... ที่มา : https://www.google.com/search?q

กิจกรรมที่ 6 การใช้เส้น

ทดสอบความคิดสร้างสรรค์ : ด้านความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ

คำชี้แจง ให้นักเรียนวาดภาพโดยต่อเติมจากเส้นที่กำหนดให้ โดยให้มีความแปลกใหม่น่าสนใจมากขึ้น โดยพยายามคิดในสิ่งที่แปลกใหม่ ที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน และต่อเติมรายละเอียดต่าง ๆ ของรูปภาพให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แล้วตั้งชื่อให้เหมาะสมกับภาพ ภายในเวลา 15 นาที (6 คะแนน)

1. ชื่อภาพ.....	2. ชื่อภาพ.....
3. ชื่อภาพ.....	4. ชื่อภาพ.....

เกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จะพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด โดย Torrance (2006) ซึ่งแต่ละรายการจะได้รับคะแนนสูงสุด 4 คะแนน ดังนี้

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป / ตอบแนวคิดทั่วไปและไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เหมือนใคร มีความคิดที่แปลกใหม่
ความคิดละเอียดละออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย พลังงานความร้อน

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
2. มีข้อสอบทั้งหมด 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำข้อสอบ 60 นาที
3. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย

กากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0				

หากนักเรียนต้องการเปลี่ยนคำตอบในกระดาษคำตอบ ให้ทำเครื่องหมายทับข้อที่ไม่ต้องการ แล้วจึงทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในช่องที่ต้องการ ดังตัวอย่าง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0	X		X	

4. ถ้านักเรียนไม่เลือกคำตอบ หรือเลือกมากกว่า 1 คำตอบ นักเรียนจะไม่ได้คะแนนข้อนั้น

5. ห้ามทำเครื่องหมาย หรือขีดเขียนข้อความใด ๆ ลงในแบบทดสอบฉบับนี้
6. ห้ามลงมือทำข้อสอบ จนกว่าจะได้รับคำสั่งจากครูผู้ควบคุมห้องสอบ
7. ห้ามคัดลอก หรือนำแบบทดสอบฉบับนี้ออกจากห้องเด็ดขาด
8. หากข้อสอบไม่ชัดเจน ข้อสอบไม่ครบ ขาดหายหรือมีปัญหาอื่นใด ให้นักเรียนยกมือขึ้นเพื่อขอเปลี่ยนแบบทดสอบชุดใหม่กับครูผู้ควบคุมห้องสอบ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ หน่วย พลังงานความร้อน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวแล้วทำเครื่องหมายกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

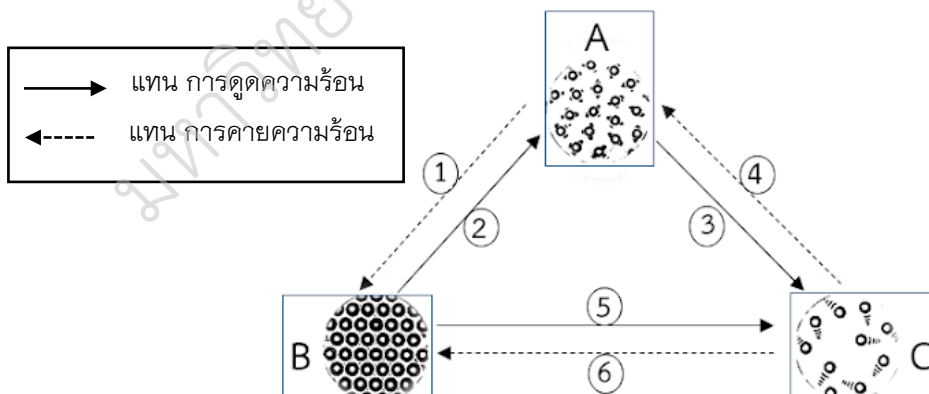
1. สสาร หมายถึงข้อใด (ความจำ)

- ก. สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของเรา มีมวลและต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้
- ข. สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของเรา ไม่มีมวลและต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้
- ค. สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของเรา มีมวลและต้องการที่อยู่ ไม่สามารถสัมผัสได้
- ง. สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของเรา ไม่มีมวลและต้องการที่อยู่ ไม่สามารถสัมผัสได้

2. สารชนิดหนึ่ง มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคเรียงชิดกันและลั่นอยู่กับที่” เป็นคุณสมบัติของสารในสถานะใด (ความเข้าใจ)

- ก. แก๊ส
- ข. ของแข็ง
- ค. อนุภาค
- ง. ของเหลว

3. พิจารณาภาพต่อไปนี้



แบบจำลองการจัดเรียงอนุภาคของ อากาศ น้ำ หิน ตรงกับภาพใด ตามลำดับ
(การวิเคราะห์)

- ก. A, B, C
- ข. C, A, B
- ค. C, B, A
- ง. B, C, A

4. การจัดเรียงอนุภาคของสสารจากน้อยไปมากในข้อใดถูกต้องที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. หิน, แก้ว, น้ำ
- ข. อากาศ, น้ำ, เหล็ก
- ค. น้ำตาล, ทองแดง, เหล็ก
- ง. ไม้, แก๊สออกซิเจน, อากาศ

5. นักเรียนต้องการทำแบบจำลองอนุภาคของสสารในแต่ละสถานะนักเรียนควรใช้อุปกรณ์ใดบ้าง (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. ดินทราย, น้ำ
- ข. ไม้ลูกชิ้น, กระดาษเศษ
- ค. เม็ดโฟม, หลอด, ขวดน้ำ
- ง. ไม้ไอศกรีม, หลอด, ขวดน้ำ

6. ความสามารถในการรับความร้อนของสารเรียกว่าอะไร (ความรู้ความจำ)

- ก. อุณหภูมิ
- ข. ความร้อนแฝง
- ค. สมดุลความร้อน
- ง. ความจุความร้อน

7. ความร้อนที่เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว คือข้อใด (ความเข้าใจ)

- ก. ความร้อนแฝงของการเผาไหม้
- ข. ความร้อนแฝงของการหลอมเหลว
- ค. ความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ
- ง. ความร้อนแฝงของการเผาไหม้และการหลอมเหลว

8. เพราะเหตุใด ต่ำนทัพพีโลหะจึงร้อนเมื่อเราใช้คนหม้อแกง (การวิเคราะห์)

- ก. การพาความร้อน
- ข. การนำความร้อน
- ค. การแผ่รังสีความร้อน
- ง. ปริมาณความร้อนเยอะ

9. แหล่งพลังงานความร้อนที่ใหญ่ที่สุด คือข้อใด (การประเมินค่า)

- ก. โลก
- ข. โรงไฟฟ้า
- ค. ดวงอาทิตย์
- ง. ป่อน้ำพุร้อน

10. นักเรียนต้องการทำแบบจำลองความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสาร นักเรียนควรใช้สิ่งใดในการทำ (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. เนื้อหมู, น้ำแดง
- ข. ไม้ไผ่, กริม, หลอด, ขวดน้ำ
- ค. ไม้เสียบลูกชิ้น, เทอร์มอมิเตอร์
- ง. เทียนไข, น้ำ, ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์, เทอร์มอมิเตอร์

11. ข้อใดเรียงลำดับการขยายตัวของสารเมื่อได้รับความร้อนจาก น้อย ไป มาก ได้ถูกต้อง (ความรู้ความจำ)

- ก. แก๊ส ของเหลว ของแข็ง
- ข. ของแข็ง ของเหลว แก๊ส
- ค. ของเหลว ของแข็ง แก๊ส
- ง. แก๊ส ของแข็ง ของเหลว

12. แก๊ส เมื่อได้รับความร้อน พลังงานจลน์จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร (ความเข้าใจ)

- ก. พลังงานจลน์ลดลง
- ข. พลังงานจลน์เพิ่มขึ้น
- ค. พลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานกล
- ง. พลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นพลังงานศักย์

13. เพราะเหตุใดสะพานโลหะจึงมักวางอยู่บนลูกกลิ้ง (การวิเคราะห์)

- ก. เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย
- ข. เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่
- ค. เพื่อสะดวกในการยกสะพานปิด-เปิด
- ง. เพื่อให้โครงสะพานสามารถขยายตัวและหดตัวได้สะดวก

14. รถยนต์ที่เล่นไปตามถนนที่ร้อนจัดปรากฏว่ายางรถยนต์ระเบิด นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด (การวิเคราะห์)

- ก. การแข็งตัวของยาง
- ข. การขยายตัวของยาง
- ค. การหลอมเหลวของยาง
- ง. การขยายตัวของอากาศในยาง

15. จากความรู้เรื่องการขยายตัวของวัตถุ เมื่อได้รับความร้อนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายด้าน ยกเว้น ข้อใด (การประยุกต์ใช้)

- ก. การสร้างบอลลูน
- ข. การสร้างคอมลอย
- ค. การใช้กาน้ำร้อนต้มน้ำ
- ง. การสร้างถนนคอนกรีต

16. เมื่อให้ความร้อนในปริมาณที่เท่ากันสารในข้อใดจะขยายตัวได้มากที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. น้ำ
- ข. ตะปู
- ค. กระเบื้อง
- ง. ดอกสว่าน

17. การเปลี่ยนสถานะในข้อใดเป็นการลดอุณหภูมิ (ความเข้าใจ)

- ก. ของแข็ง ☐ แก๊ส ☐ ของเหลว
- ข. แก๊ส ☐ ของเหลว ☐ ของแข็ง
- ค. ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ แก๊ส
- ง. ของเหลว ☐ ของแข็ง ☐ แก๊ส

18. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะ (ความเข้าใจ)

- ก. ของเหลวเปลี่ยนเป็นก๊าซ เรียกว่า การระเหิด
- ข. ก๊าซเปลี่ยนเป็นของเหลว เรียกว่า การควบแน่น
- ค. การระเหยทั่วทุกส่วนของของเหลว เรียกว่า การเดือด
- ง. ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว เรียกว่า การหลอมเหลว

19. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะ (ความเข้าใจ)

- ก. ของเหลวเปลี่ยนเป็นก๊าซ เรียกว่า การระเหิด
- ข. ก๊าซเปลี่ยนเป็นของเหลว เรียกว่า การควบแน่น
- ค. การระเหยทั่วทุกส่วนของของเหลว เรียกว่า การเดือด
- ง. ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว เรียกว่า การหลอมเหลว

20. เพราะเหตุใด น้ำแข็งใสที่วางอยู่กลางแดดจึงละลายเร็ว (การวิเคราะห์)

- ก. เพราะน้ำแข็งใสเป็นของเหลว
- ข. เพราะน้ำแข็งใสเป็นสารชนิดหนึ่งจึงละลาย
- ค. เพราะน้ำแข็งใสสูญเสียความร้อนจึงละลาย
- ง. เพราะน้ำแข็งใสได้รับความร้อนจึงละลายและเปลี่ยนสถานะ

21. เพราะเหตุใดการตากผ้ากลางแดดจึงแห้งเร็ว (การวิเคราะห์)

- ก. แสงแดดทำให้ตัวผ้าแห้งเร็ว
- ข. ความร้อนเป็นพลังงานผ้าจึงแห้งเร็ว
- ค. แสงแดดทำให้น้ำระเหยกลายเป็นไอน้ำแห้งเร็ว
- ง. แสงแดดทำให้เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติผ้าจึงแห้งเร็ว

22. ประโยชน์ของความร้อนที่เราใช้ในชีวิตประจำวันมีหลายด้าน ยกเว้น ข้อใด (การประยุกต์ใช้)

- ก. ใช้หุงต้มอาหาร
- ข. ใช้การทำอาหาร
- ค. ทำให้ดวงอาทิตย์ทำงาน
- ง. การใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า

23. ในงานออกพรรษาประจำปี มีร้านขายเทียนพรรษาที่มีรูปร่างลักษณะแบบเดิม ไม่แปลกใหม่ ในสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนจะสร้างชิ้นงานอย่างไรเพื่อที่จะสร้างรายได้ให้ตนเอง ให้สร้างสรรค์และแปลกใหม่ โดยอาศัยหลักการความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร มาใช้ออกแบบชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. มายด์นำเทียนที่มีอยู่ที่บ้านมาขาย
- ข. มีนำเทียนตนมีนำมาแจก โดยไม่คิดเงินสักบาท
- ค. มาร์คสั่งซื้อเทียนที่มีราคาสูงแล้วนำมาขายในราคาที่รับมา
- ง. มีนำเทียนไปหลอมเหลวและที่รูปแบบที่หลากหลายและมีลักษณะต่าง ๆ

24. การถ่ายโอนพลังงานความร้อน สามารถถ่ายโอนผ่านสารที่มีสถานะใดบ้าง (ความรู้ความจำ)

- ก. ของแข็งและแก๊ส
- ข. ของเหลวและแก๊ส
- ค. ของแข็งและของเหลว
- ง. ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

25. ถ้านักเรียนต้องการทำสารที่ร้อนให้เย็น วิธีใดไม่ถูกต้องที่สุด (ประเมินค่า)

- ก. ผสมสารร้อนกับสารเย็น
- ข. นำสารร้อนไปแช่ในน้ำเย็น
- ค. นำผ้าหนา ๆ มาห่อสารร้อนไว้
- ง. ปลดปล่อยสารร้อนทิ้งไว้บริเวณที่มีอากาศถ่ายเท

26. เพราะเหตุใดเมื่อนำไขตัมที่ร้อนไปใส่น้ำเย็น ทำให้ไขตัมเย็นเร็วขึ้น (การวิเคราะห์)

- ก. ไขตัมและน้ำเย็นมีอุณหภูมิเท่ากัน
- ข. น้ำสูญเสียพลังงานความร้อนจากน้ำเย็น
- ค. ไขตัมได้รับพลังงานความร้อนจากน้ำเย็น
- ง. ไขตัมและน้ำเกิดการถ่ายโอนพลังงานความร้อนอย่างรวดเร็ว

27. เพราะเหตุใดการถ่ายโอนความร้อนโดยการนำพาความร้อน จึงไม่เกิดขึ้นกับสารที่เป็นของแข็ง (การวิเคราะห์)

- ก. โมเลกุลแต่ละโมเลกุลของของแข็งเก็บความร้อนได้ด้วยตัวเอง
- ข. โมเลกุลของของแข็งหนักจนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

- ค. ของแข็งมีสมบัติของการเก็บพลังงานความร้อนได้โดยไม่ต้องพึ่งพาผู้อื่น
- ง. โมเลกุลของของแข็งยึดเหนี่ยวกันมากจนไม่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

28. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับสมดุลความร้อน (ความรู้ ความจำ)

- ก. ปริมาณความร้อนที่เพิ่มขึ้น
- ข. ปริมาณความร้อนที่ลดเท่ากับปริมาณความร้อนที่เพิ่ม
- ค. ปริมาณความร้อนที่ลดมากกว่าปริมาณความร้อนที่เพิ่ม
- ง. ปริมาณความร้อนที่ลดน้อยกว่าปริมาณความร้อนที่เพิ่ม

29. การทำกล่องเก็บความร้อนควรเลือกใช้วัสดุชนิดใดจึงเหมาะสมที่สุด (การประเมินค่า)

- ก. ผ้า
- ข. โฟม
- ค. กระดาษ
- ง. อลูมิเนียม

30. วัตถุประสงค์การขุดน้ำสมดุลความร้อน ที่มีความแปลกใหม่ และสีสันสวยงาม เอาไว้ใช้ วัตถุประสงค์อย่างไร (ความคิดสร้างสรรค์)

- ก. จ้างวานให้ป่าข้างบ้านทำ
- ข. ใช้ขุดน้ำที่มีความหนาและมีราคาแพง
- ค. ไปซื้อขุดที่มีราคาแพงและสวยที่สุดมาไว้ใช้
- ง. ศึกษาเรื่อง สมดุลความร้อน เลือกขุดน้ำที่เหมาะสม และออกแบบให้มีสีสัน

สวยงาม

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วย พลังงานความร้อน

ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย	ข้อ	เฉลย
1	ก	11	ข	21	ค
2	ข	12	ข	22	ค
3	ข	13	ง	23	ง
4	ข	14	ข	24	ง
5	ค	15	ค	25	ค
6	ง	16	ก	26	ง
7	ข	17	ข	27	ง
8	ข	18	ก	28	ข
9	ค	19	ก	29	ง
10	ง	20	ง	30	ง

แบบสอบถามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva

หน่วย พลังงานความร้อน

คำชี้แจง

1. แบบวัดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง การวัด พฤติกรรมการปฏิบัติหรือคุณลักษณะของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาบูรณาการกับ Canva หน่วย พลังงานความร้อน ไม่มีผลต่อคะแนน หรือผลการเรียนของนักเรียน แต่อย่างไรก็ดี ผลการตอบของนักเรียนจะมีประโยชน์มากต่อการนำมาเป็นข้อมูลในการ ปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น ดังนั้นจึงขอความร่วมมือในการตอบ แบบสอบถามตามความเป็นจริงให้มากที่สุด

2. ให้นักเรียนอ่านข้อความ แล้วพิจารณาว่ามีการปฏิบัติตามตรงกับคำตอบใด โดยทำเครื่องหมายถูก ☒ ลงในช่องที่ตรงกับระดับในการปฏิบัติตนของนักเรียน

ตัวอย่างการตอบ

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1. รักษาดี ศาสน์ กษัตริย์	ปฏิบัติตามลัทธิและหน้าที่ พลเมืองดี ของชาติ สนับสนุน กิจกรรมที่สร้างความ สามัคคี ประองคอง ปฏิบัติตนตามหลัก พุทธศาสนา เคารพเทิดทูนสถาบัน พระมหากษัตริย์	✓			
2. ซื่อสัตย์ สุจริต	ประพฤติตรงตามความเป็นจริงทั้ง ทาง กาย วาจา ใจ และยึดหลัก ความจริง ความถูกต้องในการ ดำเนินชีวิต ซื่อสัตย์ในการนำเสนอ ผลการทดลอง มีความ ละอายและเกรงกลัวต่อการกระทำผิด		✓		

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
3. มีวินัย	ปฏิบัติตามตาม ข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบข้อบังคับของโรงเรียนและ สังคม ไม่ละเมิดสิทธิของผู้อื่นมี ความตรงต่อ เวลาในการปฏิบัติ กิจกรรมต่าง ๆ และเก็บอุปกรณ์ หลังการทดลอง				
4. ใฝ่เรียนรู้	ตั้งใจเรียน เอาใจใส่และมีความ เพียรพยายามในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยน เรียนรู้ด้วยวิธีการ ต่าง ๆ และนำไปใช้ ใน ชีวิตประจำวัน				
5. อยู่อย่าง พอเพียง	แสดงออกถึงการดำเนินชีวิตอย่าง พอประมาณ มีเหตุผลรอบคอบ มีคุณธรรม มีภูมิคุ้มกันในตัวที่ดี และ ปรับตัวเพื่ออยู่ในสังคมได้อย่าง มีความสุข				
6. มุ่งมั่นในการ ทำงาน	เอาใจใส่ต่อการ ปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับ มอบหมายปรับปรุงและพัฒนาการ ทำงานด้วยตนเอง				
7. รักความเป็น ไทย	มีความภาคภูมิใจ เห็นคุณค่า ชื่นชม มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ สืบทอด เผยแพร์ ภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและ วัฒนธรรมไทย มีความกตัญญู กตเวทีย ใช้ภาษาไทยในการ สื่อสาร อย่างถูกต้องเหมาะสม				

ข้อการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
8. มีจิต สาธารณะ	รู้จักทำงานช่วยผู้อื่นด้วยกำลังกาย กำลังใจและกำลังสติปัญญาด้วย ความ สม่ัครใจ				

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวธิดิญาพร ชันธุ์ละ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวธิดิญาพร ชันธ์ละ
วัน เดือน ปีเกิด	21 ธันวาคม 2542
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	81 หมู่ 14 ตำบลปลาไหล อำเภовาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร 47150
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2555	ประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลวาริชภูมิ อำเภовาริชภูมิ จังหวัดสกลนคร
พ.ศ.2558	มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพังโคนวิทยาคม อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร
พ.ศ.2560	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล อำเภอเมืองสกลนคร จังหวัดสกลนคร
พ.ศ.2565	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
พ.ศ.2568	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร