

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา
เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา จังหวัดพังงา



นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอก

วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

พ.ศ. 2566

The Effects of the Inquiry Instruction Together with STEM Education in
the Topic of Physical Properties of Materials on Learning Achievement
and the Ability to Apply Scientific Knowledge of Grade 4 Students at
Anuban Phangnga School in Phangnga Province

Miss. RUETINAN NARKKHAPHUN



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for
the Degree of Master of Education in Science Education
School of Educational Studies
Sukhothai Thammathirat Open University

2023

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา จังหวัดพังงา
ชื่อและนามสกุล	นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์
แขนงวิชา / วิชาเอก	วิทยาศาสตร์ศึกษา
สาขาวิชา	ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	2. อาจารย์ ดร.ทรงพล ผดุงพัฒนากุล

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พิภขาว)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทรงพล ผดุงพัฒนากุล)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีราม)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทาง
กายภาพของวัสดุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา จังหวัดพังงา

ผู้วิจัย นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์ รหัสนักศึกษา 2622000095

ปริญญา: ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ (2) อาจารย์ ดร.ทรงพล ผดุง
พัฒนากุล ปีการศึกษา 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
2) เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 3) เปรียบเทียบ
ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ร่วมกับสะเต็มศึกษาระหว่างก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา ปีการศึกษา 2566
จำนวน 63 คน ห้องเรียน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน
3 แผน ใช้เวลา 19 ชั่วโมง 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 19 ชั่วโมง 3) แบบทดสอบวัด
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์
ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยการ
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วย
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05

คำสำคัญ สืบเสาะหาความรู้ สะเต็มศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประถมศึกษา

Thesis title: “The Effects of the Inquiry Instruction Together with STEM Education in the Topic of Physical Properties of Materials on Learning Achievement and the Ability to Apply Scientific Knowledge of Grade 4 Students at Anuban Phangnga School in Phangnga Province”

Researcher: “Miss. RUETINAN NARKKHAPHUN”; ID: “2622000095”;

Degree: Master of Education (Science Education);

Thesis advisors: (1) Associate Professor Dr. Nuanjid Chaowakeratipong;(2) Lecturer Dr. Songpon Phadungphatthanakoon ; Academic year: 2023

Abstract

The purposes of this research were to: 1) compare the learning achievement of the students learning through inquiry instruction together with STEM education and the students learning through traditional learning, 2) compare the ability to apply scientific knowledge of the students learning through inquiry instruction together with STEM education and the students learning through traditional learning, and 3) compare the ability to apply scientific knowledge of the students before and after learning through the inquiry instruction together with STEM education.

The research sample consisted of 63 grade 4 students from 2 classrooms in Anuban Phangnga School who studied in the academic year 2023, obtained by cluster random sampling. One class was randomly assigned as an experiment group, and another class was assigned as a control groups. The research instruments were: 1) 3 lesson plans based on inquiry instruction together with STEM education in the topic of physical properties of materials for 19 hours, 2) 3 lesson plans based on traditional learning for 19 hours, 3) a learning achievement test, and 4) an ability to apply scientific knowledge test. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation, and t-tests.

The findings showed that: 1) The learning achievement of the students learning through inquiry instruction together with STEM education was higher than that of the students learning through traditional learning at the .05 level of statistical significance. 2) The ability to apply scientific knowledge of the students learning through inquiry instruction together with STEM education was higher than that of the students learning through traditional learning, at the .05 level of statistical significance. 3) The ability to apply scientific knowledge of the students learning through inquiry instruction together with STEM education was higher than their pre-learning counterpart ability at the .05 level of statistical significance.

Keywords : Inquiry, STEM education, Academic achievement, Ability to apply scientific knowledge, Primary education

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ และอาจารย์ ดร.ทรงพล ผดุงพัฒนากุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นอย่างใกล้ชิด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์สำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ไสว พิกขาว ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ นายณัฐชา พัฒนา นายพลวิชัย อังสวัสดิ์ และนางสาวปริตา สงวนทรัพย์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบ ปรับปรุงแก้ไข และให้คำแนะนำเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบคุณคณะครุกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนอนุบาลพังงา ที่อนุเคราะห์ช่วยเหลือในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณคณาจารย์ สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมมาธิราช เพื่อนักศึกษาวิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ทุกท่าน

คุณค่า และคุณประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเกียรติแก่ บิดา มารดา บุรพจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ที่มีส่วนสนับสนุน ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนประสบผลสำเร็จ



นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	4
กรอบแนวคิดการวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย	6
ขอบเขตการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
ประโยชน์ที่ได้รับ	8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	10
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	11
การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา	26
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	35
ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	53
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	60
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	65
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	65
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	65
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ	66
การเก็บรวบรวมข้อมูล	79
การวิเคราะห์ข้อมูล	80

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	81
ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ	81
ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบปกติ	82
ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ สะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	84
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	87
สรุปการวิจัย	87
อภิปรายผล	90
ข้อเสนอแนะ	94
บรรณานุกรม	96
ภาคผนวก	103
ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย	104
ข - ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	106
ค ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	152
ประวัติผู้วิจัย	194

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทั่วไป แบบ 5E และ 7E	15
ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง	66
ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา	67
ตารางที่ 3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง	71
ตารางที่ 3.4 แสดงตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์กับระดับของพฤติกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทาง กายภาพของวัสดุ	73
ตารางที่ 3.5 แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ สะเต็มศึกษา	77
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	82
ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	83
ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามองค์ประกอบย่อยของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ระหว่างกลุ่มทดลอง กับกลุ่มควบคุม	83
ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ สะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	85
ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามองค์ประกอบย่อยของนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน	85

ญ

สารบัญญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นศาสตร์หนึ่งที่มีบทบาท และความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศชาติให้ก้าวเข้าสู่โลกแห่งอนาคต เนื่องจากความเจริญทางด้านสังคม เศรษฐกิจ การเมือง สิ่งแวดล้อม สุขภาพ และการศึกษาล้วนถูกขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี และนวัตกรรม การให้ความสำคัญกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นสิ่งที่ควรได้รับการสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากวิทยาศาสตร์สามารถช่วยพัฒนาระบบการคิดของมนุษย์ ทั้งการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์ รวมทั้งพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหา (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551, น. 1) ส่งผลให้ปัจจุบันมีเทคโนโลยี และนวัตกรรมใหม่ ๆ เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อใช้ในการอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ล้วนมีรากฐานมาจากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์ และความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ทั้งสิ้น

ดังนั้นสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2560, น. 1) จึงกำหนดในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 ให้การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ โดยเป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ และสามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในโลกศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีความสุข เนื่องจากต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจของประเทศไทยให้ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม ตามนโยบายไทยแลนด์ 4.0 จึงจำเป็นต้องพัฒนาการศึกษา และประชากรให้มีความพร้อมทั้งในด้านความรู้ และทักษะกระบวนการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และภาษาอังกฤษ

สอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล และจุดเน้นของกระทรวงศึกษาธิการ (2566) ที่ส่งเสริม และสนับสนุนให้มีการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนาสมรรถนะสำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 ให้กับนักเรียน และยกระดับคุณภาพการศึกษา เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับนานาชาติ ดังนั้นการเร่งพัฒนากำลังคนให้มีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต่อยอดไปสู่การขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนวัตกรรมได้

ส่งต่อไปยังหน่วยงานที่มีหน้าที่ดำเนินการโดยตรงคือสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวว่า องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี สามารถบูรณาการกับการดำเนินชีวิตในปัจจุบันได้ โดยนำองค์ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการ และต่อยอดผนวกกับ

ความคิดสร้างสรรค์สร้างเป็นผลงาน นวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาใช้งานได้จริง และต่อยอดไปสู่อุตสาหกรรมแห่งอนาคตในยุคไทยแลนด์ 4.0 ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงควรเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ให้นักเรียนได้เป็นผู้คิดค้น สืบเสาะ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และมีกิจกรรมที่หลากหลาย ส่งเสริมให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา จนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย มีความรู้ที่คงทน สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี มาใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

จากข้อมูลข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความสำคัญระดับชาติกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2565 พบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำในทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2565) และผลคะแนนจากการประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากลร่วมกับนานาชาติ (PISA) ปีการศึกษา 2565 ที่มีการประเมินความรู้นักเรียนใน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการอ่าน ด้านคณิตศาสตร์ และด้านวิทยาศาสตร์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าอีกหลายประเทศที่มีระดับการพัฒนาใกล้เคียงกัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำยังส่งผลให้นักเรียนขาดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในการทำงาน และดำเนินชีวิต ซึ่งสะท้อนได้จากข้อมูลที่เกี่ยวข้อง คือ รายงานผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015 ที่เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยกับนักเรียนนานาชาติ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ 456 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ และอยู่ในลำดับที่ 26 เมื่อเทียบกับ 39 ประเทศ และเมื่อวิเคราะห์ผลการประเมินในด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า ประเทศไทยทำคะแนนได้ไม่ดีในด้านการประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 450 คะแนน ในขณะที่ประเทศมาเลเซียทำคะแนนได้ดีมาก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 600 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558 ก, น. 21) จึงนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่รอการแก้ไข

จากสภาพปัญหาดังกล่าว พบว่า ในปัจจุบันผู้สอนส่วนใหญ่จัดการเรียนรู้แบบการบรรยาย เน้นการท่องจำเนื้อหา มากกว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถจดจำ เข้าใจ และเชื่อมโยงองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปสู่เหตุการณ์ที่ต้องเผชิญในชีวิตประจำวันได้ โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการถ่ายโอนความรู้จากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนต่ำกว่าเป้าหมายที่คาดหวัง ในขณะที่เดียวกันผู้สอนไม่เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับนวนลจิตต์ เขาวงกิตพิงค์ (2562, น. 42) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ผ่านมา และปัจจุบัน ผู้สอนส่วนใหญ่นิยมใช้การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ

สี่เสา เช่น 3E 5E และ 7E ซึ่งทั้ง 3 วิธีนี้ล้วนส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แต่ปัญหาหลักที่ทำให้การจัดการเรียนรู้แบบสี่เสาไม่ประสบความสำเร็จนั้น มีสาเหตุ 4 ประการ คือ 1) ผู้สอนไม่เข้าใจความหมาย และบทบาทของวิธีการสอนแบบสี่เสาแต่ละขั้นตอน 2) ผู้สอนขาดการวิเคราะห์ และจัดลำดับสาระสำคัญที่ต้องการสอนในแต่ละครั้ง ทำให้นักเรียนไม่สามารถจับประเด็นที่เป็นข้อสงสัย เพื่อนำไปสู่กับสี่เสาได้ 3) ผู้สอนขาดความสามารถในการออกแบบกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามประเด็นสงสัยได้ และ 4) ผู้สอนขาดทักษะในการตั้งคำถาม จึงไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนนำหลักฐานที่ได้จากการสี่เสามาอธิบาย และสร้างองค์ความรู้ได้ถูกต้อง จึงส่งผลให้ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่คาดหวังไว้

ดังนั้นเพื่อให้แน่ใจว่าผู้สอนจะไม่ละเลยขั้นตอนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ Eisenkraft (2003) จึงได้เพิ่มขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสี่เสา อีก 2 ขั้นตอน จาก 5 ขั้นตอน เป็น 7 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) โดยเพิ่มเข้าไปก่อนขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา และผู้สอนได้ตรวจสอบความรู้ภูมิหลังของนักเรียน เพื่อนำมาวางแผนการสอนได้ถูกต้อง และจัดเรียงเนื้อหาตามลำดับก่อนหลัง 2) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) เพิ่มเข้าไปหลังขั้นประเมินผล (Evaluation) เพื่อมอบโอกาสให้นักเรียนรู้ได้ต่อยอดองค์ความรู้ไปสู่การใช้งานในชีวิตประจำวัน และเพื่อเตรียมความพร้อมของประชากรไทยที่กำลังก้าวเข้าสู่ยุค Thailand 4.0 ซึ่งขับเคลื่อนประเทศด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม และมีทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (สุทธิดา จำรัส, 2556, น. 8-10)

นอกจากนี้ พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสี่เสามีความสอดคล้องกับแนวทางของสะเต็มศึกษา ตามที่สุทธิดา จำรัส (2560, น. 29) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับนักเรียนในการสี่เสหาความรู้ โดยสามารถใช้เป็นฐานในการนำไปสู่การเป็นผู้สร้างหรือนักประดิษฐ์ และนำไปสู่การเป็นผู้แก้ปัญหาได้ ดังนั้นการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจึงควรจัดกิจกรรมให้มีการเชื่อมโยงกับทักษะต่าง ๆ รวมทั้งทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสี่เสหาความรู้จะช่วยส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ของนักเรียน เนื่องจากนักเรียนต้องสืบค้น สืบตรวจสอบด้วยวิธีการต่าง ๆ จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ขึ้นอย่างมีความหมาย จนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ และเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้อย่างยาวนาน และสามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ รุติมาภรณ์ โชคสัมฤทธิ์ผล (2563, น. 602) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสี่เสหาความรู้(7E) ผสานสะเต็มศึกษา เสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ และการอ่าน การเขียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับผลงานวิจัยของปาริชาติ ปานศรี (2563) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ทั้งแบบสืบเสาะ และสะเต็มศึกษา จึงสามารถหล่อหลอมให้นักเรียนเกิดทักษะที่จำเป็นในด้านต่าง ๆ ให้คงอยู่ และมีพัฒนาการเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนนักเรียนสามารถนำองค์ความรู้ต่าง ๆ ไปเป็นฐานในการสร้างผลผลิตหรือนวัตกรรม (innovation) ได้ในอนาคต (พาสนา จุรัตน์, 2561, น. 236)

เมื่อศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ มีเนื้อหาการเรียนรู้ที่ผู้สอนสามารถออกแบบการเรียนรู้ โดยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา ใช้วิธีการสืบเสาะในการค้นหาคำตอบ บูรณาการความรู้ และใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปต่อยอดเป็นนวัตกรรม จนเกิดการถ่ายโอนความรู้ที่นำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นแนวทางที่จะนำการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับบริบทของสถานศึกษา และแผนกลยุทธ์พัฒนาคุณภาพนักเรียนรอบด้านของโรงเรียนอนุบาลพังงา ที่ต้องการขับเคลื่อนคุณภาพการศึกษา โดยพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะในศตวรรษที่ 21 และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลการทดสอบระดับชาติ ให้เป็นไปตามเป้าหมายที่คาดหวังไว้

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ และเล็งเห็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น รวมทั้งเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา สำหรับผู้สอนที่สนใจต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อน และหลังเรียน

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำเสนอกรอบความคิดในการวิจัย ดังนี้

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรตาม

<p>การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ชั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2. ชั้นสร้างความสนใจ 3. ชั้นสำรวจ และค้นหา 4. ชั้นอธิบาย และลงข้อสรุป 5. ชั้นขยายความรู้ 6. ชั้นประเมินผล 7. ชั้นนำความรู้ไปใช้ <ol style="list-style-type: none"> 7.1 ชั้นระบุปัญหา 7.2 ชั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 7.3 ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 7.4 ชั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา 7.5 ชั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 7.6 ชั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านพุทธิพิสัย จำนวน 4 ด้าน ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 1.1 ด้านความจำ 1.2 ด้านความเข้าใจ 1.3 ด้านการประยุกต์ 1.4 ด้านการวิเคราะห์ 2. ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของนฤมล ยุตาคม ประกอบด้วย 6 ตัวชี้วัด ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> 2.1 การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน 2.2 การนำความคิดรวบยอดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน 2.3 ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน 2.4 การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน 2.5 ความเข้าใจ และการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน 2.6 การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์
---	--

ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

4.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

4.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

5. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ได้แก่ ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง เนื้อหา ตัวแปร และระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 128 คน จัดเป็น 4 ห้องเรียน แบบคละความสามารถ

5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 72 คน จัดเป็น 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

5.3 ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลพังงา และหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ประกอบด้วย

5.3.1 เรื่องวัสดุรอบตัว

5.3.2 เรื่องสมบัติความแข็งของวัสดุ

5.3.3 เรื่องสมบัติความยืดหยุ่นของวัสดุ

5.3.4 เรื่องสมบัติความเหนียวของวัสดุ

5.3.5 เรื่องสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ

5.3.6 เรื่องสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ

5.4 ตัวแปรที่ศึกษา

5.4.1 **ตัวแปรอิสระ** คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา

5.4.2 **ตัวแปรตาม** คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ที่เน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) 2) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 3) ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) 4) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) 5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) โดยขั้นที่ 7 ได้บูรณาการการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม จนสามารถประดิษฐ์นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวได้สำเร็จ ตามกระบวนการของแนวคิดสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification) 2) ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Development) 5) ขั้นทดสอบประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Test, Evaluation and Design Improvement) และ 6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

6.2 **การจัดการเรียนรู้แบบปกติ** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามขั้นตอนการจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่เน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นสำรวจ และค้นหา (Explore) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explain) ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) และขั้นประเมินผล (Evaluate)

6.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยศึกษาพฤติกรรมพุทธิพิสัย ด้านความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ และการวิเคราะห์ จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

6.4 ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ และประสบการณ์จากการเรียนวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน ตามแนวคิดของนฤมล ยุตาคม ซึ่งประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ คือ

6.4.1 การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน

6.4.2 การนำความคิดรวบยอด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

6.4.3 ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

6.4.4 การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

6.4.5 ความเข้าใจ และการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน

6.4.6 การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์

ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย 2 ชุด ชุดละ 6 ข้อ เป็นข้อสอบคู่ขนาน ใช้วัดก่อนเรียน และหลังเรียน

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 นักเรียนมีวิธิตัด ทักษะ และการทำงานตามกระบวนการของนักวิทยาศาสตร์ สามารถบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ผนวกกับความคิดสร้างสรรค์ สร้างเป็นผลงาน สิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม และนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้

7.2 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

7.3 นักการศึกษา ครู และผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษาได้นำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาไปใช้พัฒนาการเรียนการสอน



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินการวิจัย เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา จังหวัดพังงา ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

- 1.1 ความหมาย และองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 1.2 ความเป็นมา และความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 1.3 แนวคิด ทฤษฎีที่เป็นเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้
- 1.4 แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 1.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 1.6 บทบาทของครู และนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

- 2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
- 2.2 ความเป็นมา และความสำคัญของสะเต็มศึกษา
- 2.3 ลักษณะสำคัญ และองค์ประกอบของสะเต็มศึกษา
- 2.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
- 2.5 บทบาทของครู และนักเรียนตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา
- 2.6 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

- 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.2 ขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
- 3.3 ประเภท และการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 3.4 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

- 4.1 ความหมาย และความสำคัญของความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทาง

วิทยาศาสตร์

4.2 ขอบเขต วิธีการ และเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.3 การสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 การวิจัยในประเทศ

5.2 การวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ความหมายและองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้น และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยครูนำประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์มา เพื่อให้ นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ครูจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการค้นหาคำตอบของนักเรียน จากการศึกษาเอกสารพบว่า มีผู้ให้ความหมาย ดังนี้

ปรีชาญ เดชศรี (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาและสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้

ประสาท เนื่องเฉลิม (2558) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยการกำหนดปัญหา และค้นหาคำตอบ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง และถ่ายโยงการเรียนรู้การเรียนรู้ด้วยแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่มเพื่อน

สุทธิดา จำรัส (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อสืบเสาะหาคำตอบด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่ทำให้นักเรียนเกิดการค้นหาคำตอบใหม่ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิด โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ จนทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสามารถเก็บความรู้ไว้ได้เป็นระยะเวลาอนาน จนสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้า หาความรู้ วิทยาศาสตร์ผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา และสืบค้นข้อมูล ด้วยตนเองเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสม

1.1.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาเอกสารพบว่า มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะสำคัญที่เป็นองค์ประกอบ 5 ข้อ ตามที่ The National Science Education Standards (NSES) ประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC ,1996) กล่าวไว้ เพื่อให้ครูวิทยาศาสตร์ยึดถือไว้เป็นพันธกิจที่ต้องปฏิบัติให้เกิดผลที่ผู้เรียน ดังนี้

1. จัดการให้นักเรียนมีความสนใจ มีส่วนร่วมกับการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์
2. จัดการให้นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานที่จะใช้ตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์
3. จัดการให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่มี
4. จัดการให้นักเรียนได้เชื่อมโยงคำอธิบายนั้นกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. จัดการให้นักเรียนได้สื่อสาร ถ่ายทอด ลงข้อสรุป และแสดงให้เห็นถึงความสมเหตุสมผลต่อคำอธิบายนั้น

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะไม่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอนหรือสามารถสืบเสาะซ้ำหลายรอบได้ เพื่อตอบคำถาม และอาจตั้งคำถามใหม่ที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป ซึ่งหมุ่ชนเช่นนี้เป็นวัฏจักร

นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2562) ได้กล่าวถึง การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีหลักการสำคัญ 3 ประการ คือ

1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ถ้านักเรียนได้มีโอกาสค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จะสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าการได้รับการบอกความรู้
2. การทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย โดยครูจะสร้างสถานการณ์ที่ยั่วให้นักเรียนอยากรู้ และต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ความสำเร็จด้วยการให้นักเรียนได้ใช้การสืบค้นด้วยวิธีต่าง ๆ
3. วิธีการนำเสนอ ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกตามความคิดของตนเองให้มากที่สุด โดยครูทำหน้าที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดสร้างสรรค์

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการตั้งคำถาม (2) การให้ความสำคัญกับหลักฐานที่จะใช้ตอบคำถาม (3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มี (4) การเชื่อมโยงคำอธิบายกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ (5) การสื่อสารข้อสรุป และการแสดงเหตุผลหากมีปรากฏในกิจกรรมการเรียนรู้แบบใดก็ได้ ถือว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่เรียกว่า Inquiry ได้ ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะไม่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอนหรือสามารถสืบเสาะซ้ำหลายรอบได้ เพื่อตอบคำถาม และอาจตั้งคำถามใหม่ที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป หมายความว่านี่เป็นวัฏจักร

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความเป็นมา ดังนี้
เริ่มจาก Karplus (1967, pp. 169) ได้นำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาใช้ในโครงการปรับปรุงหลักสูตรวิทยาศาสตร์ (Science Curriculum Improvement Study Program หรือ SCIS) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นสร้างแนวความคิด (Exploration) และขั้นค้นพบ (Discovery) ต่อมา Barman & Kotar (1989, pp. 29-32) ได้ปรับปรุงเป็นขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นแนะนำมโนทัศน์ (Concept Introduction) ขั้นประยุกต์มโนทัศน์ (Concept application) ต่อมาได้มีการดัดแปลงขั้นแนะนำมโนทัศน์ เป็นขั้นแนะนำคำสำคัญ (Term introduction) ด้วยเหตุผลที่ว่าครูสามารถแนะนำ และอธิบายคำสำคัญหรือนิยามศัพท์เฉพาะให้กับนักเรียน แต่มีใช้แนะนำมโนทัศน์ให้แก่ นักเรียน เพราะนักเรียนต้องเป็นผู้ค้นพบด้วยตนเอง (Hewson & Hewson, 1988, p. 595) แต่อย่างไรก็ตามมีการปรับเปลี่ยนชื่อของขั้นตอนที่ 2 ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ดังเช่น Carin (1993, pp. 98-99) ปรับเปลี่ยนขั้นสร้างมโนทัศน์ (Concept formation) (Abruscato, 1996, p. 169) เป็นขั้นได้มาซึ่งมโนทัศน์ (Concept acquisition) จะสังเกตเห็นว่าทั้ง 3 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่ 2 มีชื่อแตกต่างกัน แต่คำอธิบายใกล้เคียงกัน การจัดการเรียนรู้นี้มีสาระสำคัญ โดยสุวัฒน์ นิยมคำ (2531, น. 514-523) ดังนี้

1. ขั้นสำรวจ (Exploration phase) เป็นขั้นที่นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรม โดยการสังเกต ตั้งคำถาม คิดวิเคราะห์ หรือทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล จัดบันทึก โดยอาจปฏิบัติกิจกรรมเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็ก ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก คือ สังเกต ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้น และชี้แนะการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ นักเรียนค้นพบหรือสร้างแนวความคิดด้วยตนเอง

2. ขั้นแนะนำคำสำคัญ/ขั้นสร้างแนวความคิด/ขั้นได้มาซึ่งแนวคิด (Term introduction/Concept formation/Concept acquisition phase) เป็นขั้นที่ครูมีบทบาท โดยครูเป็นผู้ตั้งคำถาม กระตุ้น และชี้แนะให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงสิ่งที่ได้ปฏิบัติในขั้นสำรวจ โดยครูแนะนำ และอธิบาย คำศัพท์ที่สำคัญของแนวความคิดนั้น ๆ เพื่อให้ นักเรียนจัดเรียงเรียงความคิดใหม่

3. ขั้นประยุกต์ใช้แนวความคิด (Concept acquisition phase) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนนำแนวความคิดที่ค้นพบหรือเกิดการเรียนรู้แล้วมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือปัญหาใหม่ อันจะทำให้ นักเรียนขยายความเข้าใจในแนวความคิดนั้น ๆ มากขึ้น ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนมีบทบาทสูงเช่นเดียวกับขั้นสำรวจ

ต่อมา ในปี ค.ศ. 1990 กลุ่มนักการศึกษาในโครงการ Biological Science Curriculum Study หรือ BSCS ได้ปรับปรุงวิธีการเรียนรู้ ออกเป็น 5 ขั้น หรือเรียกชื่อว่า 5E ตามที่ นันทิยา บุญเคลือบ (2540, น. 13-14) ได้นำเสนอไว้ ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจจากตัวนักเรียนเอง เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในปัจจุบันหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมา

2. ขั้นสำรวจ (Exploration) เป็นขั้นเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธีเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ

3. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุปหรือรูปภาพ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้จากการค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง

ต่อมา Eisenkraft (2003, pp. 57-59) ได้เพิ่มขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จำนวน 2 ขั้นตอน จาก 5 ขั้นตอน เป็น 7 ขั้นตอน เพื่อให้แน่ใจว่าผู้สอนจะไม่ละเลยขั้นตอนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ คือ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) โดยเพิ่มเข้าไปก่อนขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา และผู้สอนได้ตรวจสอบความรู้ภูมิหลังของนักเรียน เพื่อนำมาวางแผนการสอนได้ถูกต้อง และจัดเรียงเนื้อหาตามลำดับก่อนหลัง และ 2) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) เพิ่มเข้าไปหลังขั้นประเมินผล (Evaluation) เพื่อมอบโอกาสให้นักเรียนรู้ได้ต่อยอดองค์ความรู้ไปสู่การใช้งานในชีวิตประจำวัน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทั่วไป แบบ 5E และ 7E

วิธีการสอนทั่วไป	วิธีการสอนแบบ 5E	วิธีการสอนแบบ 7E
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit)
	ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)	ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
ขั้นสอน	ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)	ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration)
	ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation)
		ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)
ขั้นสรุป	ขั้นประเมิน (Evaluation)	ขั้นประเมินผล (Evaluation)
		ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension)

ที่มา : สุทธิดา จำรัส (2556, น. 8-8)

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีการเพิ่มขั้นตอนการจัดการเรียนรู้จาก 5E เป็น 7E จำนวน 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) เพื่อให้ผู้สอนไม่ละเลยขั้นตอนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ และนักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

1.2.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในส่วนของกระบวนการสืบเสาะว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะ การคิดอย่างมีระบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุ และผล ซึ่งต้องมีหลักฐานสนับสนุน วิธีนี้เป็นวิธีที่นักเรียนพิจารณาเหตุผลสามารถใช้คำถามที่ถูกต้อง และคล่องแคล่ว สามารถสร้าง

และทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลอง และตีความจากการทดลองด้วยตนเอง โดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครู เป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีระบบวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง

อาจกล่าวได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความสอดคล้องกับหลักการของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เนื่องจากนักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง และได้พัฒนาความสามารถด้านต่าง ๆ เช่น ความสามารถทางวิธีการ ทักษะทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ โดยครูจัดการให้นักเรียนมีโอกาสคิด และทดลอง เพื่อให้นักเรียนค้นพบคำตอบของสิ่งที่สงสัยด้วยตนเอง

จากแนวคิดที่ได้กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสำคัญในการฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิด และปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

1.3 แนวคิด ทฤษฎีที่เป็นเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้

จากการสืบค้นข้อมูลทฤษฎีที่เป็นเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้การสืบเสาะหาความรู้พบว่า ประกอบด้วย 4 แนวคิดทฤษฎี คือ 1) ทฤษฎีการสร้างความรู้ 2) ทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ 3) ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย และ 4) ทฤษฎีแนวคิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.3.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

คำว่า “Constructivism” มีการกล่าวถึงอย่างกว้างขวางด้วยชื่อภาษาไทยหลายชื่อ ได้แก่ ทฤษฎีสรรค์สร้างความรู้ ทฤษฎีสรรค์สร้างนิยาม ทฤษฎีสร้างองค์ความรู้ สำนักงานราชบัณฑิตยสถาน (2558, น. 110-111) จึงกำหนดให้ใช้คำที่ตรงกันคือ “ทฤษฎีการสร้างความรู้”

นวลจิตต์ เขวกีร์ติพงษ์ (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีแนวคิดสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) และสอดคล้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะนักเรียนจะได้รับโอกาสให้มีการค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง โดยครูต้องจัดสภาพการณ์ที่ยั่วยุ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และเกิดความสงสัยจนเป็นเหตุให้นำไปสู่กระบวนการค้นหาคำตอบ พร้อมทั้งควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิดของตนเองให้มากที่สุด

Vygotsky (1978) กล่าวว่า การสร้างความรู้จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญา นิยม มีรากฐานมาจากผลงานของ Ausubel และ Piaget ซึ่งนักเรียนจะได้รวบรวมองค์ความรู้ด้วยตนเองตามลำดับขั้นของทฤษฎีการสร้างความรู้ และการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักการสำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ ประกอบด้วย

1.1 นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญาของตน

1.2 การเรียนรู้ตามแนวโครงสร้างทางปัญญาเป็นผลของความพยายามทางความคิด นักเรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ครูไม่สามารถปรับเปลี่ยน

โครงสร้างทางปัญญาได้ แต่ครูสามารถช่วยนักเรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น

1.3 การที่นักเรียนไม่ได้รับเอาข้อมูล และเก็บข้อมูลความรู้ขึ้นมาเป็นของตนเองทันที แต่จะแปลความหมายของข้อมูลความรู้เหล่านั้น โดยประสบการณ์ของตน และเสริมขยาย และทดสอบการแปลความหมายของตนด้วย

1.4 การเรียนรู้เกิดขึ้นได้จากการที่แต่ละบุคคลได้สร้างความรู้ขึ้น และทำให้สำเร็จ โดยผ่านกระบวนการของความสมดุล ซึ่งกลไกของความสมดุลเป็นการปรับตัวของตนเองให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาพสมดุล ที่ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ประการคือ

1.4.1 การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) เป็นกระบวนการที่มนุษย์มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม และซึมซับหรือดูดซึมเอาประสบการณ์ใหม่เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายคลึงกัน โดยสมองจะปรับเอาประสบการณ์ใหม่เข้ากับความคิด ความรู้ในโครงสร้างที่เกิดจากการเรียนรู้เดิมที่มีอยู่

1.4.2 การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องมาจากกระบวนการซึมซับหรือดูดซึม คือ เมื่อได้ซึมซับเอาประสบการณ์ใหม่เข้าไปในโครงสร้างเดิมแล้ว จะทำการปรับประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่ในสมองก่อนแล้ว แต่ถ้าเข้ากันไม่ได้ก็จะทำการสร้างใหม่ขึ้นมาเพื่อรับประสบการณ์ใหม่นั้น

2. ลำดับขั้นของการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ ประกอบด้วย

2.1 ขั้นแรกเริ่มจากประเด็นปัญหาที่นักเรียนมีความสนใจ ซึ่งประเด็นปัญหานั้นต้องเป็นสิ่งที่เด็กให้ความสำคัญหรือสนใจ เพราะเป็นการสร้างแรงจูงใจเบื้องต้นในการเรียนรู้หรือครูทำให้เด็กเห็นว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับชีวิต

2.2 ขั้นพบทวนความรู้เดิม เป็นการวางกลไกหรือสร้างยุทธศาสตร์ การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการเกิดการถ่ายโอน (Transfer) ในสถานการณ์นี้อาจทำให้เกิดภาวะไม่สมดุล (Disequilibrium) ซึ่งจะทำให้บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาพสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation)

2.3 ขั้นแสวงหาหนทางหรือทางเลือกด้วยกระบวนการรู้คิด (Cognition) ซึ่งในสถานการณ์นี้เป็นสถานการณ์ที่นักเรียนใช้ข้อมูลพื้นฐานของตนเองนำมาไตร่ตรองอย่างเป็นระบบ ดำเนินการตรวจสอบ ประเมินเพื่อคลี่คลายไปสู่ความกระจ่างแจ้งในประเด็นปัญหา (Accommodation)

สุจินต์ วิศวรธีรานนท์ (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นการทำความเข้าใจด้วยตัวของนักเรียนในสิ่งที่กำลังเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสามารถแปลความหมายจากสิ่งที่กำลังเรียนรู้ได้ โดยมีการจัดกระทำข้อมูล และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น และเกิดเป็นองค์ความรู้ร่วมกัน โดยแนวคิดที่มีผลต่อทฤษฎีการเรียนรู้ คือ แนวคิดของ Piaget และ Vygotsky โดยกล่าวว่า การเรียนรู้

หมายถึง การแปลงรูปความเป็นจริงที่นักเรียนค้นพบโดยการสร้างความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง ดังนั้น ทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยม สามารถบอกได้ว่าคนเราเรียนรู้ได้อย่างไร โดยนักเรียนจะค่อย ๆ สะสมความรู้ความเข้าใจอย่างง่ายไว้เป็นพื้นฐาน และเพิ่มความซับซ้อนขึ้นตามประสบการณ์ ทำให้เกิดการ พัฒนาการทางด้านความคิด จิตใจ และสติปัญญา เรียกว่าพัฒนาการทางสติปัญญาอย่างง่าย นอกจากนี้การ เรียนรู้ยังเป็นเรื่องของการปรับตัวให้เหมาะสม ความรู้เป็นสิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองไม่ได้รับการลอก เลียนแบบมาจากสิ่งแวดล้อมภายนอก ดังนั้น ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในความรู้ด้วย ตนเองว่า ความรู้นั้นเป็นอย่างไรตามความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานอยู่ ก่อนแล้ว และมีแลกเปลี่ยนความรู้กับบุคคลอื่น ๆ เพราะความรู้ที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยเน้นว่าการเรียนรู้ หมายถึง การสร้างความเข้าใจในสิ่งที่เกิดขึ้นจากสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ และเชื่อมโยงกับ ประสบการณ์ที่มีอยู่ ดังนั้นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ตามหลักการสร้างความรู้ของ Piaget ได้ดังนี้

1. การเรียนรู้จะต้องเกิดขึ้นโดยนักเรียนเข้าไปเรียนรู้ โดยได้รับกระบวนการทาง สังคมที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้
2. นักเรียนต้องตัดสินใจในการเรียนรู้ว่า เขาอยากเรียนอะไร ให้เขาวางแผน และ ตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นกิจกรรมในชั้นเรียนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการ วางแผนว่าต้องการลักษณะการจัดการเรียนรู้แบบใด
3. นักเรียนจะต้องสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจากความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ที่ เรียนใหม่ โดยนักเรียนใช้สมอง และร่างกายโดยการลงมือกระทำ จะทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับ ความรู้ใหม่ได้อย่างมีความหมาย
4. นักเรียนควรจะใช้วิธีการที่หลากหลายในการเรียนรู้
5. บรรยากาศในการจัดการเรียนรู้ ประสบการณ์การเรียนรู้ ต้องเป็นประสบการณ์ ที่เป็นประสบการณ์จริงในชีวิตที่สามารถนำไปใช้ได้
6. นักเรียนต้องมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการเรียนรู้ โดยเรียนด้วยตนเอง และสามารถนำความรู้นั้นไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นได้ โดยวิธีการที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมที่สุด
7. ครูต้องมีบทบาทเกื้อหนุน และอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ให้เป็นไปตามที่นักเรียน ต้องการ นักเรียนควรได้รับการเรียนรู้อย่างอิสระ โดยมีผู้คอยเกื้อหนุนเพื่อที่จะทำให้นักเรียนได้เกิดการ แสวงหาความรู้

นอกจากนั้น Vygotsky ยังให้ความสำคัญกับบริบทของสังคม และวัฒนธรรม รวมทั้งพื้นฐานความเป็นมาของบุคคลนั้น ๆ เพราะการที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีหรือไม่ครบถ้วนหรือ สิ่งแวดล้อมก็เป็นสิ่งสำคัญ การเลี้ยงดูจะส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด และปฏิบัติเป็นแรงผลักดันให้ เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา ในการนำหลักการของ Vygotsky ไปใช้ครูต้องสร้างสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเกิด

การเรียนรู้ค่อย ๆ พัฒนาความสามารถไปจนถึงในระดับสูง และนักเรียนจะต้องมีโอกาสนในการแลกเปลี่ยนความรู้เพื่อทำความเข้าใจกับความรู้ที่ตนเองเป็นผู้สร้างขึ้น

จากลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้นี้ สามารถนำมาใช้ในการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวคิดของ Vygotsky โดยการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ได้แก่ พ่อ แม่ และเพื่อนในบริบทของสังคม และวัฒนธรรม (Sociocultural context) จะช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ที่เข้มข้นอย่างสมจริงจากประสบการณ์ที่หลากหลาย จนเกิดองค์ความรู้ สำหรับลำดับขั้นตอนของการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ (Constructivism) ทั้งสามขั้นจะนำไปสู่การเกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) และก่อให้เกิดความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้ที่ลึกซึ้ง และตรึงแน่นอยู่ในความทรงจำตลอดไป

สรุปทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการ และวิธีการของบุคคลในการสร้างความรู้ความเข้าใจจากประสบการณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางปัญญา และความเชื่อที่ใช้ในการแปลความหมายเหตุการณ์ และสิ่งต่าง ๆ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องจัดกระทำกับข้อมูล นอกจากกระบวนการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ภายในสมองแล้ว ยังเป็นกระบวนการทางสังคมด้วย การสร้างความรู้จึงเป็นกระบวนการทั้งด้านสติปัญญา และสังคมควบคู่กันไป หลักการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีนี้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้

1.3.2 ทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ เป็นชื่อที่กำหนดตามพจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัยฉบับราชบัณฑิตยสภา (สำนักงานราชบัณฑิตยสภา, 2558, น. 109) เป็นทฤษฎีที่เชื่อมโยงมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ นำเสนอโดย Seymour Papert แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ เขาเชื่อว่าการเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ที่บุคคลสร้างขึ้นด้วยตัวเอง และถ้าบุคคลได้นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความคิดที่เป็นนามธรรมเปลี่ยนเป็นรูปธรรมได้ ทำให้ความรู้นั้นเป็นสิ่งที่มีความหมายต่อบุคคลนั้นมากขึ้น ถ้าบุคคลนั้นเป็นนักเรียนก็จะทำให้เขาจดจำความรู้นั้นได้อย่างไม่หลงลืม และยังสามารถถ่ายทอดความรู้ความคิดนั้นไปยังบุคคลอื่นได้ด้วย ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญให้นักเรียนรู้อะไรใหม่ไปได้เรื่อย ๆ ดังนั้นถ้าครูเชื่อว่าความรู้เกิดจากการสร้างขึ้นด้วยตัวนักเรียน การจัดการเรียนรู้ก็จะประกอบไปด้วย การจัดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมสร้างสรรค์ที่เป็นเหมือนเชื้อเพลิงที่นำไปสู่กระบวนการสร้างความรู้ เป็นไปตามคำกล่าวของ (นวลจิตต์ เขาวงกิตพงศ์, 2562) ที่ว่า ทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์มีหลักการเสริมกำลังทางความคิดของนักเรียนให้มีส่วนร่วมในการสร้างสิ่งที่มีความหมายต่อตนเอง โดยการได้สร้างสิ่งที่ตนเองชอบ และสนใจ การมีทางเลือกจึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการมีบรรยากาศ และสิ่งแวดล้อมใน การเรียนรู้ที่ดี การที่นักเรียนมีโอกาสได้เลือกว่าจะสร้างอะไรได้มากเท่าใด นักเรียนจะเต็มใจมีส่วนร่วม และทำงานนั้น และการได้เชื่อมโยงสิ่งที่ลงมือทำได้มากเท่าใด ก็จะสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ลึกมีความหมาย และยาวนาน และการที่ส่งเสริมให้นักเรียนที่มีความสามารถ ทักษะ และประสบการณ์ที่ต่างกัน

มารวมกันเพื่อช่วยกันทำงาน จะทำให้เกิดการเติมเต็ม และช่วยเหลือซึ่งกัน และกัน การนำความคิดของกัน และกันมาใช้จะช่วยเติมต่อความรู้ของนักเรียนแต่ละคนให้มากขึ้นด้วย

สรุปทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการถ่ายโอน ความรู้ของนักเรียนโดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้จากการสร้างความรู้มาผนวกกับ ความคิดสร้างสรรค์ และเทคโนโลยี นำไปสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือนวัตกรรม ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย คงทน และเป็นรูปธรรมมากขึ้น

1.3.3 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (A theory of meaningful verbal learning)

สุมาลี ชัยเจริญ (2557, น. 92) กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็น ทฤษฎีที่ให้ความสำคัญของการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจ และมีความหมายเกิดขึ้น เมื่อนักเรียนได้เรียนรวม หรือเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งอาจจะเป็นความคิดรวบยอด (Concept) หรือความรู้ที่ได้รับ ใหม่ในโครงสร้างสติปัญญากับความรู้เดิมที่อยู่ในสมองของนักเรียนอยู่แล้ว กรอบแนวคิดของทฤษฎีการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย ได้แก่

1. ครูควรมีการแนะนำทริเยนก่อนการจัดการเรียนรู้ และก่อนที่จะสอนสิ่งใด ใหม่มีการสำรวจความรู้ความเข้าใจของนักเรียนเสียก่อนว่ามีพอที่จะทำความเข้าใจเรื่องที่จะเรียนใหม่ หรือไม่ ถ้ายังไม่ถึงต้องจัดให้ก่อนสอนเรื่องใหม่

2. ครูควรสอนโดยไม่เน้นการท่องจำแต่สอนให้เกิดการสร้างความรู้เชื่อมโยง ระหว่างความรู้ที่มีมาก่อนกับข้อมูลใหม่หรือความคิดรวบยอดใหม่ที่จะต้องเรียน

3. ครูควรใช้ Advance organizer เป็นเทคนิคที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนอย่างมี ความหมายจากการสอนหรือการบรรยายของครู

4. ครูควรช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยการจัดเรียงเรียง ข้อมูลข่าวสารที่ต้องการให้เรียนรู้ออกเป็นหมวดหมู่

5. ครูควรนำเสนอกรอบหลักการกว้างๆก่อนที่จะให้เรียนรู้ในเรื่องใหม่

นอกจากนั้นประภาพรรณ เอี่ยมสุภชาติ (2558) และทศนา แคมมณี (2564) ได้ กล่าวถึง ทฤษฎีการเรียนรู้คำอย่างมีความหมายของออสซูเบลว่า จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจถึงลักษณะ ของการเรียนรู้ว่าการเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นการเรียนรู้สิ่งใหม่ที่นักเรียนพบว่าสิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับข้อมูลหรือแนวคิดที่เคยเรียนรู้มาแล้ว และยังคงอยู่ในโครงสร้างทางปัญญา ของตน

สรุปทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนได้เรียนรวม หรือเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนใหม่หรือข้อมูลใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่

นักเรียนได้เรียนรู้จากการค้นพบความรู้ แล้วสามารถสรุปความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถจดจำได้นานขึ้น เนื่องจากความรู้นั้นเกิดจากการเรียนรู้ที่มีความหมาย

1.3.4 ทฤษฎีแนวความคิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำ (Learning by doing)

สิริมณี บรรจง (2553, น. 7) ได้กล่าวถึง ทฤษฎีแนวความคิดการเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำไว้ว่า เป็นทฤษฎีที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือทำ เด็กได้รับอิสระริเริ่มความคิด และลงมือทำตามความคิด นักเรียนจะได้รับประสบการณ์ และใช้กระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการลงมือกระทำฝึกปฏิบัติ ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่าง ๆ

ทศนา แคมมณี (2564) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เกิดจากการกระทำ คือ แนวความคิดจัดการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ลงมือกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ผ่านการทำกิจกรรม การลงมือปฏิบัติจริงในสภาพแวดล้อมจริง ได้ฝึกคิด ฝึกทำฝึกปฏิบัติ ฝึกทักษะ ไปจนถึงค้นคว้าในสิ่งที่ตนเองสนใจ หรือถนัดด้วยตนเอง เพื่อใช้เป็นแรงจูงใจ และมีความสุขในการเรียน การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ครูจะลดบทบาทของตัวเองในการจัดการเรียนรู้ และการให้ความรู้กับนักเรียนโดยตรงลง แล้วเปลี่ยนมาสนับสนุน เพิ่มกระบวนการ และกิจกรรมที่จะทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการจะทำกิจกรรมต่าง ๆ มากขึ้น

นอกจากนั้น ณัฐพงษ์ ฉายแสงประทีป (2559) กล่าวว่า การเรียนรู้จากการปฏิบัติ หมายถึง การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่ด้วยตัวเอง โดยที่เด็กจะเกิดการเรียนรู้ได้ขึ้นจากการลงมือปฏิบัติ ผ่านการลงมือทำ การเรียนรู้ผ่านการกระทำให้เด็ก ๆ ได้ซึมซับแนวคิดจากประสบการณ์ใหม่ ๆ กระตุ้นให้เด็ก ๆ ได้เรียนรู้จากข้อผิดพลาด และมีสรุปผลหลังจากวิเคราะห์การปฏิบัติ เป็นแรงจูงใจให้เด็ก ๆ ได้ศึกษา ค้นคว้าในเรื่องที่สนใจ ก่อนนำไปปฏิบัติจริง จึงทำให้เด็ก ๆ กระตือรือร้นอยากมีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น เกิดความสนุก และมีความสุขในการเรียนเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม

1.4 แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาเอกสารมีนักการศึกษาได้กล่าวถึงแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

สุทธิดา จำรัส (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ยึดติดรูปแบบหรือขั้นตอนที่แน่นอนในการจัดการเรียนรู้ สามารถปรับเปลี่ยน หรือประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสมซึ่งการจัด การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ เช่น 3E 5E 7E แต่การจัดการเรียนรู้ที่เป็นที่นิยมและใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีรูปแบบขั้นตอนที่ชัดเจน ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้และกำหนดลำดับของการเรียนรู้ได้ง่าย ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น มีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีทั้งประเภทปฏิบัติการ และไม่ทำปฏิบัติการ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประเภทปฏิบัติการเน้น

การปฏิบัติการทดลองที่ให้นักเรียนมีโอกาสคิด และลงมือปฏิบัติ โดยผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำ ข้อมูล แปลความหมาย และลงข้อสรุป มี 3 ประเภท คือ

1. การสืบเสาะแบบสำเร็จรูป
2. การสืบเสาะแบบแนะนำ
3. การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง

ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ทำปฏิบัติการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการปฏิบัติการทดลอง แต่ใช้วิธีการซักถามเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบในสิ่งที่สงสัย มี 3 ประเภท คือ

1. การสืบเสาะแบบครูเป็นผู้สอบถาม
2. การสืบเสาะแบบนักเรียนผู้สอบถาม
3. การสืบเสาะแบบผสม

จากลักษณะการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายระดับ ครูสามารถเลือกใช้ได้ตามระดับความสามารถของนักเรียน และในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูสามารถเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ได้หลายรูปแบบ เช่น 3E 5E และ 7E แต่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าแนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายแนวทาง ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนตายตัว สามารถเลือก และประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสมซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายรูปแบบ เช่น 3E 5E 7E แต่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

1.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Eisenkraft (2003) ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 7 ขั้น โดยปรับจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มาเป็น 7 ขั้น ได้ปรับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในขั้นรู้ความสนใจ แยกออกเป็นสองส่วน คือ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) และขั้นรู้ความสนใจ (Engagement) และในขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมินความรู้ได้ปรับเป็น 3 ส่วน คือ ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ซึ่งสามารถสรุปรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นหรือเรียกย่อว่า 7E ดังนี้ ได้แก่ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) 2) ขั้นรู้ความสนใจ (Engagement) 3) การสำรวจ และค้นหา (Exploration) 4) ขั้นอธิบาย (Explanation) 5) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) 6) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องกันในลักษณะของวัฏจักรการเรียนรู้ (Cycle) ในขั้นตรวจสอบความรู้เดิมจะช่วยให้นักเรียนถ่ายโอนความรู้ที่มีอยู่ และช่วยป้องกันไม่ให้เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาด

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ต่าง ๆ และสาระสำคัญในแต่ละขั้น ดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) ในขั้นนี้จะป็นขั้นที่ครูตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อครูจะได้รู้ว่าเด็กแต่ละคนมีพื้นความรู้เดิมเท่าไร จะได้วางแผนการจัดการเรียนรู้ได้ถูกต้อง และครูได้รู้ว่านักเรียนควรเรียนเนื้อหาใดก่อนที่จะเรียนเนื้อหานั้น ๆ

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูเป็นคนกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามกำหนดประเด็นที่จะศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา

3. ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) ในขั้นนี้จะต่อเนื่องจากขั้นสร้างความสนใจ ซึ่งเมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนามการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

4. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) ในขั้นนี้เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้าง และจำลองทางคณิตศาสตร์หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ไต่แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือเกี่ยวกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่ครูจะช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิด และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม โดยสามารถลงรายละเอียดในแนวคิดนั้น ๆ หรือต่อยอดแนวคิดออกไปเพื่อให้เห็นภาพรวมของสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องภายในบทเรียน

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

7. ขั้่นนำความรู้ไปใช้ (Extension) ในชั้นนี้เป็่นชั้นที่ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำสิ่งที่เรียนมาไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ครูจะเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปสร้างเป็นความรู้ใหม่

1.6 บทบาทของครู และนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.6.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2555) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) และสุทธิดา จำรัส (2561) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สอดคล้องกัน คือ ครูมีบทบาทเป็นผู้วางแผน และจัดเตรียมกิจกรรมสำรวจตรวจสอบกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย เกิดการตั้งคำถามหรือตั้งปัญหา อันนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบโดยตัวนักเรียนเอง กระตุ้นให้นักเรียนวางแผน การสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบของคำถามที่นักเรียนสร้างขึ้น ให้การเสริมแรงแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมเป็นผู้ให้คำแนะนำ คอยตอบคำถามเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย ตลอดจนให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาอย่างแท้จริง

ทศนา แคมมณี (2564) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. สร้างโอกาสให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความท้าทายทางความคิด และกระตุ้นความใฝ่รู้ใฝ่เรียน
2. กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ตลอดจนกระตุ้นให้เกิดความแตกต่างทางความคิดอันนำไปสู่การศึกษาค้นคว้า และสำรวจตรวจสอบ
3. อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน ในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบการทำงานร่วมกันเป็นทีม รวมทั้งคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผนการสำรวจตรวจสอบแหล่งข้อมูล และการทำงานร่วมกัน
4. อำนวยความสะดวก และให้คำแนะนำให้กับนักเรียนในการดำเนินการแสวงหาความรู้ รวมทั้งติดตามการทำงานของนักเรียน
5. ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล รวมทั้งการอภิปราย และการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม และสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน สภาพห้องเรียน ความพร้อมของครู และนักเรียน และบริบทอื่น ๆ

จากการศึกษาสรุปได้ว่า บทบาทของครู มีหน้าที่ในการกระตุ้น ส่งเสริมให้คำปรึกษา และประเมินนักเรียนตลอดการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนมีบทบาทในการตั้งคำถามเกี่ยวกับ

ข้อสงสัยเพื่อหาคำตอบ แล้วทำการสำรวจค้น เพื่อหาข้อสรุป และคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยที่เกิดขึ้นจนเกิดเป็นองค์ความรู้ แล้วนำองค์ความรู้ที่ได้ไปใช้อธิบายกับสถานการณ์อื่นที่ใช้หลักการเหมือนกันได้

1.6.2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) ได้กล่าวถึง บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engage) นักเรียนเกิดความสงสัยหรือความสนใจของตัวเองหรือเกิดจากการอภิปรายกันในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนมาผ่านมาแล้ว เช่น ทำไมถึงเกิดสิ่งเหล่านี้ขึ้นฉันได้เรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนี้

2. การสำรวจ และค้นคว้า (Explore) นักเรียนดำเนินการสำรวจ ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูลวางแผนกำหนดการสำรวจตรวจสอบหรือออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติ เช่น สังเกต วัด ทดลอง รวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3. การอธิบาย (Explain) นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ และค้นหามาวิเคราะห์ แผลผล สรุป และอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นรูปวาด ตาราง แผนผัง ผลงานมีความหลากหลาย สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ โดยมีการอ้างอิงความรู้ประกอบการให้เหตุผลสมผล การลงข้อสรุปถูกต้อง เชื่อถือได้มีเอกสารอ้างอิง และหลักฐานชัดเจน

4. การขยายความรู้ (Elaborate) นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เช่น อธิบายและขยายความรู้เพิ่มเติมมีความละเอียดมากขึ้น ยกสถานการณ์ ตัวอย่าง อธิบายเชื่อมโยงความรู้ที่ได้เป็นระบบ และลึกซึ้งยิ่งขึ้นหรือสมบูรณ์ละเอียดขึ้น นำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ประยุกต์ความรู้ที่ได้ไปใช้ในเรื่องอื่นหรือสถานการณ์อื่น ๆ หรือสร้างคำถามใหม่ และออกแบบการสำรวจ ค้นหา และรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่

5. การประเมิน (Evaluate) นักเรียนระบุสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ ทั้งด้านกระบวนการ และผลผลิต โดยตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ เช่น วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกัน และกัน คิดพิจารณาให้รอบคอบทั้งกระบวนการ และผลงาน อภิปราย ประเมินปรับปรุงเพิ่มเติม และสรุปถ้ายังมีปัญหา ให้ศึกษาทบทวนใหม่อีกครั้ง อ้างอิงทฤษฎีหรือหลักการและเกณฑ์เปรียบเทียบผลกับสมมติฐาน เปรียบเทียบความรู้ใหม่กับความรู้เดิม เมื่อนักเรียนทราบจุดเด่น จุดด้อยในการศึกษาค้นคว้าหรือทดลองการพัฒนารูปแบบการจัดการกระบวนการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะ และสืบสวนหาความรู้

ทิศนา แคมมณี (2564) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ดังนี้

1. ให้ความสนใจกับสถานการณ์หรือปัญหาอันนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ
2. แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา
3. ร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้ตลอดจนทำงานร่วมกันเป็นทีมในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้

4. ดำเนินการสำรวจตรวจสอบตามแผนงานที่ได้วางไว้
5. รวบรวมข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ
6. วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

สุทธิดา จำรัส (2561) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้กำหนดปัญหาในการสำรวจ ตรวจสอบ วางแผน และออกแบบการศึกษาค้นคว้า และสำรวจตรวจสอบ เป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ การทดลอง อภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า บทบาทของนักเรียน มีหน้าที่ให้ความสนใจกับสถานการณ์หรือปัญหา โดยนักเรียนจะดำเนินการสำรวจทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ และค้นหาวิเคราะห์ แผลผล สรุป และอภิปราย พร้อมทั้งนำเสนอผลงานในรูปแบบต่าง ๆ โดยรวบรวมเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ใหม่ และวิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

2. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

อภิสิทธิ์ รัชชัย (2556) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นการ บูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชาเข้าด้วยกัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์โดยทั้ง 4 วิชา มีความสำคัญเท่ากัน เพื่อให้เรื่อนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้าสร้างสรรค์ และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) ได้ให้ความหมายสะเต็มศึกษาว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยง และแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี ผสมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยนักเรียนจะได้ทำกิจกรรม เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี และนำความรู้มาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ

เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558 ข) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาว่า เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558, น. 129-130) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาว่า เป็นการบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ ได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเห็นถึงความสัมพันธ์ของแต่ละศาสตร์ที่นำมาบูรณาการ และสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง นอกจากนี้ยังมุ่งให้นักเรียนมีพฤติกรรมที่พึงประสงค์ เช่น ความสนใจในการสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การคิดอย่างมีเหตุผลในเชิงตรรกะ

จากความหมายดังกล่าวมาข้างต้นนี้สามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา (STEM Education) คือการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมเข้าร่วมด้วย โดยมีจุดมุ่งหมายให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาบูรณาการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น นักเรียนจะสามารถสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ ที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของตนทำให้นักเรียนมีทักษะสำคัญในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และผู้อื่นอันเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21

2.2 ความเป็นมา และความสำคัญของสะเต็มศึกษา

2.2.1 ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา

วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559) กล่าวว่าไว้ว่า สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการศึกษาที่กำลังเข้ามามีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเกิดจากการนำศาสตร์ทั้ง 4 มาบูรณาการ การเรียนรู้เข้าด้วยกัน ได้แก่ S หมายถึง Science หรือวิทยาศาสตร์ T หมายถึง Technology หรือเทคโนโลยี E หมายถึง Engineering หรือวิศวกรรม และ M หมายถึง Mathematics หรือคณิตศาสตร์ โดยเริ่มครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation : NSF) และสิ่งที่ทำให้ประเทศสหรัฐอเมริกาดูตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการศึกษาแบบ STEM ประกอบด้วยหลายปัจจัย ดังนี้ ประการแรก การเป็นผู้นำของโลก ต้องเป็นผู้นำทางนวัตกรรม เทคโนโลยีใหม่ ๆ ดังนั้น การสร้างประชากรที่มีคุณภาพเป็นผู้นำทางเทคโนโลยีต้องสร้างคนที่มีความสามารถในด้าน STEM Education ประการที่สองจากงานวิจัย และการจัดการศึกษาในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กล่าวถึงการประเมินผลทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษา (PISA) ของนักเรียนนานาชาติที่มีอายุ 15 ปี พบว่า ค.ศ. 2009 นักเรียนอเมริกันสอบวิชาวิทยาศาสตร์ได้คะแนนเป็นอันดับที่ 23 และสอบวิชาคณิตศาสตร์ได้

คะแนนเป็นอันดับที่ 18 ผลการประเมินยังไม่เป็นที่น่าพอใจเมื่อเทียบกับนักเรียนจากประเทศในยุโรป และเอเชีย ประการที่สามจากความก้าวหน้า และการพัฒนาทางการศึกษาอย่างต่อเนื่องของประเทศสหรัฐอเมริกา ทำให้ประเทศสหรัฐอเมริกายังอยู่ในอันดับต้น ๆ ของโลกที่มีการจัดการศึกษาการพัฒนาความรู้ และเทคโนโลยีที่ทันสมัย และหลากหลายด้าน แต่ยังคงขาดแคลนแรงงานจากผู้สำเร็จการศึกษาทางด้าน STEM เป็นจำนวนมาก ประการที่สี่ในจำนวนนักเรียนทั้งประเทศ มีนักเรียนผิวสี ชนกลุ่มน้อย และสตรีหรือผู้หญิงที่ศึกษา และที่เรียนระดับปริญญาต่าง ๆ ในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ จำนวนน้อยมาก และประการสุดท้าย คือ ปัญหาเด็กเรียนกลางคัน ประเทศสหรัฐอเมริกาต้องการพัฒนาประเทศ โดยใช้การศึกษาเป็นเครื่องมือพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม โดยการสร้างพลเมืองให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อแก้ปัญหาทางการศึกษา เรื่องคะแนนสอบ PISA แก่ความเหลื่อมล้ำของประชากรผิวสี และผู้หญิงเพื่อให้เรียนต่อสาย STEM เพิ่มขึ้น เพิ่มแรงงานในสาย STEM เพื่อแก้ปัญหาขาดแคลนแรงงานในสายนี้ และเพื่อการเป็นผู้นำของโลก จึงนำมาสู่การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.2.2 ความสำคัญของสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และกระทรวงศึกษาธิการ (2557) กล่าวถึง ความสำคัญของสะเต็มศึกษาไว้ในคู่มือกิจกรรมสะเต็มศึกษา Science Technology Engineering and Mathematics education (STEM Education) ไว้ว่า สะเต็มศึกษามีความสำคัญอย่างมากต่อการยกระดับคุณภาพการศึกษา และพัฒนานักเรียนให้มีทักษะที่สอดคล้องกับสังคมโลกในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากเป็นแนวทางที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งแก้ปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ และเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อเป็นประชากรที่สามารถใช้องค์ความรู้ และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี จนสามารถนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมในอนาคตได้

สอดคล้องกับที่สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (2567) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งช่วยพัฒนาคุณภาพ และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน เนื่องจากสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน จึงสามารถสร้างความเข้าใจในทฤษฎีหรือกฎเหล่านั้นผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริงควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา การหาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ดังนั้นนักเรียนจึงสามารถนำข้อค้นพบนั้นไปใช้หรือบูรณาการกับชีวิตประจำวันได้

2.3 ลักษณะสำคัญ และองค์ประกอบของสะเต็มศึกษา

2.3.1 ลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษา เป็นแนวทางการบูรณาการความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งพัฒนาทักษะ พัฒนาการกระบวนการคิด การใช้เหตุผลการร่วมมือใน

การทำงาน ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งการจัดการศึกษาตามแนวทางสะเต็มศึกษา (เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง 2560, น. 12-13) มีลักษณะ ดังนี้

1. เป็นการบูรณาการระหว่างสาระวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการจัดการเรียนรู้ของแต่ละสาขาวิชามาสถสมผสานกันอย่างลงตัว ได้แก่

1.1 วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติ ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสะเต็มศึกษา จะทำให้นักเรียนสนใจ กระตือรือร้น ทำทาย

1.2 เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับระบบทั้งหมดของคน และองค์กร ความรู้ สิ่งประดิษฐ์ กระบวนการแก้ปัญหา การปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่าง ๆ หรือกระบวนการต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการ โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี เรียกว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering Design) ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ จึงไม่ได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจเท่านั้น

1.3 วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยกระบวนการออกแบบทางเทคโนโลยี มีหลายขั้นตอน เริ่มจากการระบุถึงปัญหา และเงื่อนไขหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ จากนั้นจะรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ แล้วจึงวิเคราะห์เลือกวิธีการแก้ปัญหา และลงมือทำตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้ รวมทั้งประเมินผลลัพธ์ที่ปฏิบัติ ร่วมกันอภิปรายถึงการดำเนินงานแล้วปรับปรุงพัฒนาให้ดีขึ้น

1.4 คณิตศาสตร์ (M) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1.4.1 กระบวนการคิดคณิตศาสตร์ เช่น การเปรียบเทียบ การจำแนกหรือจัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ การบอกรูปร่าง และคุณสมบัติ

1.4.2 ภาษาคณิตศาสตร์ เป็นการถ่ายทอดความคิดรวบยอด โดยการสื่อสารด้วยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น มากกว่า น้อยกว่า เป็นต้น

1.4.3 การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง จากกิจกรรมต่าง ๆ

2. สามารถจัดสอนได้ทุกระดับชั้น ตั้งแต่ชั้นอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการบูรณาการด้านบริบทที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน ซึ่งทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนนั้น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ ซึ่งจะเพิ่มโอกาสในการทำงาน

2.1 ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

2.1.1 ด้านปัญญา นักเรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา

2.1.2 ด้านทักษะการคิด นักเรียนพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2.1.3 ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถทำงานร่วมกัน มีความสามารถในการสื่อสาร เป็นผู้นำ ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

สำหรับลักษณะสำคัญของสะเต็มศึกษา สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2558 ข) ได้เสนอไว้ ดังนี้

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่จะนำไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยครูแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้น ๆ เป็นเกณฑ์หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้างจากนั้น เมื่อถึงคาบของการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหานั้น ๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการจัดการเรียนรู้ได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่าง ๆ โดยการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาพิเศษหรือการทำโครงการ เป็นต้น รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อน และยาก และมีข้อดีที่ทางครูสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่แก่นักเรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำ ในการแก้ปัญหาหรือออกแบบ และสร้างชิ้นงานของนักเรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่าง ๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้มักเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลา และต่อเนื่อง

องค์ประกอบของสะเต็มศึกษาเป็นการนำจุดเด่นของธรรมชาติของรายวิชาใน 4 สาขาการมาบูรณาการระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่นักเรียนนำองค์ความรู้พื้นฐานไปใช้ในการสร้างนวัตกรรม ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้อธิบายองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

อภิสิทธิ์ ชงไชย (2556, น. 2) พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556, น. 49-59) และ ชลาธิป สมหาโต (2557, น. 1) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาเกิดจากการย่อชื่ออักษรตัวแรกของ 4 สาขาวิชาเข้าด้วยกัน ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ (Science) เป็นการเรียนรู้เรื่องราวเกี่ยวกับธรรมชาติ เช่น ปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ซึ่งวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายหลักเพื่อใช้อธิบายกฎเกณฑ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้หลักการและระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific method)

2. คณิตศาสตร์ (Mathematic) เป็นวิชาที่ว่าด้วยเรื่องของการคำนวณ จำนวน ตัวเลขรูปแบบ ปริมาตร รูปทรงต่าง ๆ รวมไปถึงรูปแบบ และความสัมพันธ์ (พีชคณิต) ฯลฯ ทักษะทางคณิตศาสตร์จึงเป็นทักษะที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับทุกแขนงวิชา เพราะเป็นศาสตร์ที่สามารถพิสูจน์ได้ มีความแม่นยำ และยังสามารถใช้ทักษะคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ได้ทุกชีวิตประจำวันแทบจะตลอดเวลา

3. เทคโนโลยี (Technology) เป็นวิทยาการที่นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติ และอุตสาหกรรม นั่นก็คือ เทคโนโลยีเป็นสิ่งที่เราสร้างหรือพัฒนาขึ้นเพื่อใช้อำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต ไม่ใช่มีความหมายเพียงแค่คอมพิวเตอร์หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น แต่ยังรวมถึงสิ่งประดิษฐ์ตามยุคสมัยต่าง ๆ

4. วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) เป็นทักษะกระบวนการในการออกแบบสร้างแบบ รวมไปถึงการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหา โดยการใช้องค์ความรู้ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบผลงานที่สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งกระบวนการในการทำงานของวิศวกรรมศาสตร์ สามารถนำมาบูรณาการกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎีของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาความคิดการออกแบบสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาตั้งที่กล่าวมา ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานั้นมีองค์ประกอบหลัก ๆ คือ การนำเอา 4 สหวิทยาการมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และการออกแบบสิ่งประดิษฐ์มาใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน สามารถสรุปองค์ประกอบของสะเต็มศึกษาได้ 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ การศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ โดยผ่านกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ และระเบียบวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มนุษย์เราเข้าใจธรรมชาติมากยิ่งขึ้น

2. คณิตศาสตร์ คือ การคำนวณที่มีทฤษฎีชัดเจนในเรื่องราวของจำนวนตัวเลข รูปแบบ ปริมาตร รูปทรงต่าง ๆ รวมไปถึงแบบรูปและความสัมพันธ์ (พีชคณิต) และเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษา และต่อยอดทางวิศวกรรมศาสตร์

3. เทคโนโลยี คือ กระบวนการทำงานที่มีการประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนอง และอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิต

4. วิศวกรรมศาสตร์ เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการในการออกแบบสร้างการวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหา โดยการใช้องค์ความรู้ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ออกแบบผลงานได้อย่างสร้างสรรค์ชิ้นงาน

2.4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) เสนอขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการมีขั้นตอน ดังนี้

1. ระบุปัญหา (Problem identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา
2. รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information search) เป็นการรวบรวมข้อมูล และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดี และข้อจำกัด
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัด และเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด
4. วางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Test, Evaluation and Design improvement) เป็นการทดสอบ และประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้อาจนำมาใช้ในการปรับปรุง และพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิด และขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

โดยการแก้ปัญหตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอาจมีลำดับขั้นตอนการดำเนินงานแตกต่างจากนี้ ซึ่งอาจมีการสลับขั้นตอนหรือย้อนกลับขั้นตอนได้ และโดยทั่วไปการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มักเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำ และต่อเนื่องจนกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้

พลศักดิ์ แสงพรมศรี (2558) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ดังนี้

1. การระบุปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ถึงประเด็นปัญหาหรือความต้องการ รวมทั้งเงื่อนไขต่าง ๆ จากข้อมูลหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นที่นักเรียนต้องรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการแก้ไขปัญหหรือสถานการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยวิเคราะห์ว่าจะใช้ความรู้ในเรื่อง

ใตบ้างในการแก้ไขปัญหา และต้องสรุปองค์ความรู้ที่ตนเอง รวมทั้งต้องทำการทดลองเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกสารเคมี และอุปกรณ์ ซึ่งพบเห็นได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่จะใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมบอกเหตุผลประกอบด้วยตัวของนักเรียนเองทั้งหมด

3. การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนช่วยกันระดมความคิด วางแผน วาดรูป และแสดงชิ้นงานที่ออกแบบไว้ ซึ่งการที่นักเรียนสามารถวาดรูปออกแบบชิ้นงานออกมาได้จะแสดงถึงได้ผ่านกระบวนการคิดเป็นลำดับขั้นมาก่อนแล้ว เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานและปฏิบัติจริง

4. การทดลอง ชั้นนี้ นักเรียนต้องทำการทดลองตามที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบไว้ และนักเรียนจะต้องบันทึกข้อมูลทุกอย่างที่ได้เพื่อนำไปพิจารณาผลการทดลองต่อไป

5. การประเมิน และปรับปรุงแก้ไข นักเรียนจะได้ประเมินผลการทดลองที่ได้ ของแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งบอกปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง และบอกวิธีในการปรับปรุงแก้ไข หากยังไม่สามารถแก้ปัญหามาตามเงื่อนไขหรืออาจแก้ปัญหาได้ตามเงื่อนไข และยังต้องการปรับปรุงให้ดีขึ้นพร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบด้วย

สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ที่เน้นให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 7 ขั้น ได้แก่ ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจ และค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นประเมินผล (Evaluation) และขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension) โดยขั้นที่ 7 ได้บูรณาการการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการเนื้อหาความรู้วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม จนสามารถประดิษฐ์นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวได้สำเร็จ ตามขั้นตอนของแนวคิดสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา (Plan and Development) ขั้นทดสอบประเมินผล ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Test, Evaluation and Design Improvement) และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

2.5 บทบาทของครู และนักเรียนตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

2.5.1 บทบาทของครูตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

จาร์ส อินทลาภาพร (2558, น. 64-65) ได้เสนอเกี่ยวกับบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. จัดบรรยากาศ และสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้นน่าสนใจสนุกสนานมีชีวิตชีวาเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนากระบวนการคิด และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความสามารถ กระบวนการคิด และการแก้ปัญหาของนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

3. จัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project - based learning) โดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริง และท้าทายกระบวนการคิดของนักเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

6. เป็นโค้ช (Coach) หรือเป็นที่เลี้ยงทางวิชาการ (Mentor)

7. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด

8. ประเมินกระบวนการทำงาน และผลงานของนักเรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย และให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่าง และหลังจากปฏิบัติการทดลองโดยใช้การสื่อสารเชิงบวก

ศศิเทพ บิตพิพรเทพิน (2558, น. 141) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ศึกษา ครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก จัดกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้าสู่ชีวิตจริงของนักเรียน รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนสร้างสรรค์ สิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน และยอมรับในปัญหา และความท้าทายที่จะเกิดขึ้นกับการบูรณาการ กับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม

2.5.2 บทบาทของนักเรียนตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 5) ได้กล่าวถึง บทบาทของนักเรียนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. เห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

2. เชื่อมโยงแนวคิดในสาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การงานอาชีพ และเทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

3. ทำความเข้าใจสาระ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มากขึ้น

4. ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้แบบกระตือรือร้น และตระหนักถึงความหมายของการเรียนรู้เนื้อหาที่เฉพาะเจาะจง

5. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น
6. ใช้ทักษะการแก้ปัญหา
7. สนใจประกอบอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่า บทบาทของครูเป็นผู้อำนวยการควบคุมจัดกิจกรรมที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้าสู่ชีวิตจริงของนักเรียน รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนสร้างสรรค์ และบทบาทของนักเรียนเป็นการนำความรู้และทักษะมาใช้ในการแก้ปัญหา

2.6 ประโยชน์จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558, น. 5) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่มุ่งเน้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบเห็นในชีวิตจริง สร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต ความคิดสร้างสรรค์ นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมหรือโครงการแบบสะเต็มศึกษา จึงมีความพร้อมที่จะไปปฏิบัติงานที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในภาคการผลิต และการบริการ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในโลกอนาคต ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์เทคโนโลยี และกระบวนการทางวิศวกรรมเป็นพื้นฐาน
2. นักเรียนมีความเข้าใจ และสนใจการประกอบอาชีพด้านสะเต็มศึกษามากขึ้น
3. นักเรียนเข้าใจสาระวิชา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์มากขึ้น
4. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่าง 8 กลุ่มสาระวิชา
5. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจ

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, น. 295) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมแสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือกระทำได้น้อย ก่อนที่จะมีการจัดการเรียนรู้ และเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

ไฟโรจน์ คะเซนทร์ (2556) ให้คำจำกัดความ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือคุณลักษณะ รวมถึง ความรู้ ความสามารถของบุคคลอันเป็นผลมาจากการจัดการเรียนรู้หรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการจัดการเรียนรู้ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการตรวจสอบระดับความสามารถสมองของบุคคลว่าเรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถด้านใดมากน้อยเท่าไร ตลอดจนผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การฝึกฝนหรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน ที่บ้าน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ รวมทั้งความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมต่าง ๆ ก็เป็นผลมาจากการฝึกฝนด้วย

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และสามารถวัดได้โดยการแสดงออก ซึ่งอาจจะวัดจากการทดสอบระหว่างหรือหลังจากผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ การฝึกฝนอบรมมาแล้ว

3.2 ขอบเขตการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

Klopfer (อ้างถึงใน ธงชัย ชิวปรีชา และคณะ, 2537) กล่าวว่า การจะวัดผลการเรียนรู้ในวิชาใด ๆ ให้ครอบคลุมความเที่ยงตรง ต้องเริ่มต้นด้วยการศึกษาและทำความเข้าใจขอบข่ายของจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ของวิชานั้น ๆ เสียก่อน จึงจะสามารถวางแผนการวัด และการประเมินผล เลือกประเภทเครื่องมือ และดำเนินการสร้างเครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม การวัดผลการเรียนรู้ด้านพุทธรพีสัยในวิชาวิทยาศาสตร์ก็เช่นกัน จะต้องเริ่มต้นด้วยการศึกษา และทำความเข้าใจขอบข่ายของพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านพุทธรพีสัยในวิชาวิทยาศาสตร์เสียก่อน จากนั้นจึงดำเนินการวางแผน สร้าง วิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบ และเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้มีประสิทธิภาพยิ่ง ๆ ขึ้นไปได้ คลอปเฟอร์จึงได้เสนอพฤติกรรมไว้อย่างกว้างขวางซึ่งครอบคลุมถึงผลทั้งปวงที่นักเรียนควรจะได้รับจากวิชาวิทยาศาสตร์ ดังที่ได้กำหนดพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งบรรลุลักษณะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประการ ดังนี้

ดังนี้

1. ความรู้ความจำ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความรู้ความจำแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ ได้
 - 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
 - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์
 - 1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
 - 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
 - 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม
 - 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภท จัดประเภทและเกณฑ์
 - 1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิค และวิธีการทางวิทยาศาสตร์
 - 1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ และกฎทางวิทยาศาสตร์

2. ความเข้าใจ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านความเข้าใจ ได้แก่
 - 2.1 ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้เมื่อปรากฏอยู่ในรูปใหม่
 - 2.2 ความสามารถในการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่
 - 3.1 การสังเกตและการวัด
 - 3.2 การมองเห็นปัญหา และการหาวิธีการที่ใช้แก้ปัญหา
 - 3.3 การแปลความหมายของข้อมูล และการสร้างข้อสรุป
 - 3.4 การสร้าง การทดสอบ และการปรับปรุงแบบจำลองเชิงทฤษฎี
 - 3.5 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และการดำเนินการทดลอง
4. การนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ พฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ได้แก่
 - 4.1 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
 - 4.2 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน
 - 4.3 การนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือความรู้ ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งประเมินได้จากพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 1-2) กล่าวว่าไว้ว่า ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์จะต้องกำหนดจุดประสงค์ของการประเมินให้ตรงกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วย การประเมินด้านกระบวนการคิด การจัดการ การประยุกต์ความรู้ การมีคุณธรรม ค่านิยมที่ดี และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งต้องประเมินให้ครอบคลุมตามเป้าหมายการจัดการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 7 ประการ ดังต่อไปนี้

 1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์
 2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขต ธรรมชาติ และข้อจำกัดของวิทยาศาสตร์
 3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้า และคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
 4. เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ ผ่านกระบวนการคิด และจินตนาการ

5. เพื่อให้ตระหนักถึงความเกี่ยวข้องกันวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีปฏิสัมพันธ์กัน

6. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในเรื่องวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในสังคม

7. เพื่อให้เป็นคนมีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

นอกจากนี้ การประเมินผลในชั้นเรียนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายให้ครอบคลุมเพื่อจะได้นำผลประเมินไปใช้ประโยชน์ใน 3 ด้าน คือ

1. เพื่อวินิจฉัยนักเรียนด้านความรู้วิทยาศาสตร์ กระบวนการเรียนรู้ และความสามารถที่เป็นทักษะสำคัญของชีวิต และนำผลที่ได้จากการวินิจฉัยไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับนักเรียนต่อไป

2. เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนตามสาระการเรียนรู้ และตัวชี้วัดหรือตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และนำผลที่ได้จากการตรวจสอบนี้ไปใช้พัฒนาให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

3. เพื่อจัดทำข้อมูลสารสนเทศในด้านการจัดการเรียนรู้ของครูหรือสถานศึกษา และใช้ข้อมูลตัดสินคุณภาพนักเรียน ตลอดจนนำเสนอผลการประเมินต่อนักเรียน ผู้ปกครอง หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษา เพื่อให้สถานศึกษาได้มีข้อมูลสารสนเทศด้านการจัดการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ไปวางแผนพัฒนาการจัดการศึกษาต่อไป

ภาพ เลขาเพบูลย์. (2542, น. 97) กล่าวว่า Bloom ได้จำแนกประเภทของวัตถุประสงค์ทางการศึกษาไว้ 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย ซึ่งมีขอบเขตการวัดผลสัมฤทธิ์ดังนี้

3.2.1 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล (2558, น. 54-56) อธิบายไว้ว่า การประเมินความสามารถของนักเรียนจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระตามที่หลักสูตรกำหนดการแบ่งประเภทของความรู้ที่มีประโยชน์ และนำมาใช้มากที่สุดคือการแบ่งตามแนวคิดของบลูม และคณะซึ่งกล่าวถึง ลำดับขั้นตอนของความรู้ที่ใช้ในการเขียนวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมด้านความรู้ ดังนี้

1. ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการจำเรื่องราวต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว เป็นความรู้จากการจำในความจำระยะยาว

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเข้าใจความหมายของเรื่องราวต่าง ๆ โดยการตีความ และแปลความจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่แตกต่างจากสถานการณ์เดิม

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแยกแยะเรื่องราว เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย ๆ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการตัดสินใจเรื่องราวต่าง ๆ โดยอาศัยเกณฑ์ และมาตรฐานที่กำหนด

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการสร้างแนวคิด และสารสนเทศใหม่จากการใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้มาก่อน

ในช่วงปี 1990 – 1999 เดวิด แครทวอท์ (David Krathwohl) และโลรินแอนเดอร์สัน (Lorin Anderson) ได้รวบรวมนักจิตวิทยา นักทฤษฎีหลักสูตร นักวิจัยทางการจัดการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัด และประเมินผล ทำการปรับปรุงจุดมุ่งหมายการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของบลูม ซึ่งผลของการปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย ได้เกิดการปรับเปลี่ยนในส่วนโครงสร้าง และคำศัพท์ใช้เป็นชื่อของกระบวนการทางปัญญา ซึ่งแบบออกเป็น

1. จำ (Remembering)
2. เข้าใจ (Understanding)
3. ประยุกต์ใช้ (Applying)
4. การวิเคราะห์ (Analyzing)
5. ประเมินค่า (Evaluating)
6. คิดสร้างสรรค์ (Creation)

การสร้างข้อสอบ ถ้าวัดพุทธิพิสัยทั้ง 6 ประเภทเหล่านี้ จะมีความครอบคลุมพฤติกรรมด้านต่าง ๆ หากสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะวัดตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ซึ่งกำหนดในรูปของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ครูจะออกข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.2.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านทักษะพิสัย

เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติ และดำเนินงาน รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้อุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว แม่นยำขณะทำการปฏิบัติ ขณะทำการทดลองหรือปฏิบัติการโครงการใดโครงการหนึ่ง วิธีวัดผู้มีพฤติกรรมด้านทักษะพิสัยวัดโดยการสังเกตขณะปฏิบัติการทดลองหรือขณะปฏิบัติงานต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมายรวมถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ด้วย

3.2.3 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้านจิตพิสัย

เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น คาริน และซัน (Carin and Sund อ้างถึงใน พิมพ์ันท์ เดชะคุปต์, 2544, น. 114)

ได้เสนอวิธีการวัดผู้มีพฤติกรรมด้านเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (scientific attitude) ได้แก่ 1) พฤติกรรมที่สังเกตได้ 2) พฤติกรรมที่สังเกตไม่ได้ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (attitude towards science subject) ได้แก่ 1) สังเกตโดยใช้แบบสังเกตทั่วไป 2) วัดด้วยแบบวัดที่เป็นมาตรฐาน 3) การสัมภาษณ์ 4) การประเมินด้วยแบบประเมินตนเอง และ 5) รายงานข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง

ข้อตกลงเบื้องต้นที่ควรคำนึงถึงในการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์มีดังนี้

1. เนื้อหา หรือทักษะภายในขอบเขตที่ครอบคลุมในแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้น จะต้องสามารถจำกัดอยู่ในรูปของพฤติกรรม ซึ่งมีความเฉพาะเจาะจงในลักษณะที่จะสื่อสารไปยังบุคคลอื่นได้ ถ้าเป้าหมายทางการศึกษาไม่สามารถจำกัดอยู่ในรูปของพฤติกรรมแล้ว ย่อมไม่สามารถที่จะวัดได้ในลักษณะของผลสัมฤทธิ์ได้อย่างชัดเจน

2. ผลผลิตที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดนั้นจะต้องเป็นผลผลิตเฉพาะที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการเท่านั้น จะวัดผลผลิตผลอย่างอื่นไม่ได้

3. ผลสัมฤทธิ์หรือความรู้ต่าง ๆ ที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์วัดได้นั้น ถ้าจะนำไปเปรียบเทียบกันแล้ว ผู้เข้าสอบทุกคนจะต้องมีโอกาสได้เรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ เท่าเทียมกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ขอบเขตการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ 1) ด้านพุทธิพิสัย มีจุดประสงค์ทางการศึกษาที่เกี่ยวกับการเรียนรู้ทางด้านสติปัญญา คือ ความรู้ ความเข้าใจ การใช้ความคิด 2) ด้านทักษะพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ที่เน้นความชำนาญในการปฏิบัติและดำเนินงาน รวมทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ 3) ด้านจิตพิสัย เป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เน้นความสนใจ ความซาบซึ้ง เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยเลือกศึกษาพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ด้านความจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ และการวิเคราะห์

3.3 ประเภท และการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.1 ประเภทเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กัญญา ลินทรตันศิริกุล (2557, น. 6-8) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความรู้ และทักษะในเนื้อหาสาระที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปแล้วหลังจากที่มีการจัดการเรียนรู้นักเรียนมีความรู้ และทักษะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเพียงใด รูปแบบของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีหลายลักษณะ ได้แก่

1. ข้อสอบแบบถูก – ผิด เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วยข้อความหรือประโยคให้ผู้สอบเลือกว่าถูกหรือผิด จริงหรือไม่จริง ใช่หรือไม่ใช่ ข้อสอบแบบถูก – ผิด เป็นข้อสอบที่ใช้ในการวัดข้อเท็จจริง นิยาม คำจำกัดความหลักการต่าง ๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการวัดข้อความหรือประโยคที่แสดงความสัมพันธ์ในเชิงเหตุ และผล เพื่อให้ผู้สอบพิจารณาถึงความสัมพันธ์ว่าจริงหรือไม่จริง

2. ข้อสอบแบบจับคู่ เป็นข้อสอบที่ประกอบด้วย 2 คอลัมน์ คอลัมน์หนึ่งจะประกอบด้วยข้อความ ตัวเลขหรือสัญลักษณ์เพื่อจับคู่กับอีกคอลัมน์หนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคำประโยคหรือวลี ข้อความในคอลัมน์หนึ่งจะเป็นคำถาม และข้อความในอีกคอลัมน์หนึ่งซึ่งจะเลือกมาตอบเรียกว่าตัวเลือก วิธีการจับคู่จะต้องอธิบายในคำชี้แจงให้ชัดเจนว่าจะให้จับคู่อย่างไร และตัวเลือกที่เลือกมาจับคู่กับคำถามนั้น เลือกได้ครั้งเดียวหรือเลือกได้มากกว่า 1 ครั้ง

3. ข้อสอบแบบเลือกตอบ เป็นข้อสอบที่มีข้อความให้ผู้เลือกตอบจากตัวเลือกหลายๆ ตัว การเลือกจะต้องพิจารณาถึงข้อความในแต่ละข้อว่า ตัวเลือกใดเป็นตัวเลือกที่ถูกที่สุดหรือดีที่สุด ลักษณะของข้อสอบแบบเลือกตอบประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นคำถามจะอยู่ในรูปข้อความที่ไม่สมบูรณ์หรือข้อความที่เป็นคำถาม และส่วนที่เป็นตัวเลือกจะมีตัวเลือกที่ถูกที่สุดหรือดีที่สุด และตัวเลือกอื่น ๆ จะเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องหรือที่เรียกว่าตัวลวง

4. ข้อสอบแบบเติมคำ เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบเขียนคำสำคัญ วลีหรือตัวเลขลงในช่องว่างที่เว้นไว้ให้ในประโยค และประโยคที่ให้เติมข้อความไม่ควรเว้นให้เติมคำตอบหลายแห่ง ข้อความที่เว้นไว้ให้เติมควรอยู่ท้ายประโยค

5. ข้อสอบแบบตอบสั้น ๆ เป็นข้อสอบที่ผู้สอบจะต้องหาคำตอบมาตอบเอง และคำตอบที่กำหนดให้ตอบจะต้องสั้น และเฉพาะเจาะจง การเขียนคำถามไม่ควรคัดลอกข้อความจากในหนังสือ จะทำให้ผู้สอบที่ตอบได้เป็นเพราะจำในหนังสือมาตอบ เพราะฉะนั้นในการเขียนข้อคำถาม ควรเขียนคำถามใหม่เพื่อให้ผู้สอบใช้ความเข้าใจในการตอบ

6. ข้อสอบแบบอัตนัยหรือข้อสอบแบบความเรียง เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบเขียนคำตอบเองจากคำถามที่ถาม ข้อสอบแบบนี้ใช้วัดผลการเรียนรู้ที่ไม่สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบแบบปรนัยได้ เช่น วัดความสามารถในการอธิบาย การวิเคราะห์ เปรียบเทียบในสิ่งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน

ไพโรจน์ คະเซนทร์ (2556) ได้จัดประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง (Teacher made tests) และแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) ซึ่งทั้ง 2 ประเภทจะถามเนื้อหาเหมือนกัน คือ ถามสิ่งที่นักเรียนได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งจัดกลุ่มพฤติกรรมได้ 6 ประเภท คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมิน

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเองเพื่อใช้ในการทดสอบนักเรียนในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบปรนัย (Objective tests) ได้แก่ แบบถูก – ผิด (True -False) แบบจับคู่ (Matching) แบบเติมคำให้สมบูรณ์ (Completion) หรือแบบคำตอบสั้น (Short answer) และแบบเลือกตอบ (Multiple choices)

1.2 แบบอัตนัย (Essay tests) ได้แก่ แบบจำกัดคำตอบ (Restricted response items) และแบบไม่จำกัดคำตอบหรือตอบอย่างเสรี (Extended response items)

2. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized tests) เป็นแบบทดสอบที่สร้างโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในเนื้อหา และมีทักษะการสร้างแบบทดสอบ มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีค่าชี้แจงเกี่ยวกับการดำเนินการสอบ การให้คะแนนและการแปลผล มีความเป็นปรนัย (Objective) มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเที่ยง (Reliability) แบบทดสอบมาตรฐาน ได้แก่ California Achievement Test, Iowa Test of Basic Skills, Stanford Achievement Test และ the Metropolitan Achievement tests เป็นต้น

จากการศึกษางานวิจัยสามารถสรุปประเภทเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง เพื่อใช้ในการทดสอบนักเรียนในชั้นเรียน คือ แบบทดสอบปรนัยและอัตนัย และ 2) แบบทดสอบมาตรฐาน เป็นแบบทดสอบที่มีการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ มีการให้คะแนน และแปลผลโดยมีความเป็นปรนัย มีความเที่ยงตรง และมีความเที่ยง

3.3.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 175) อธิบายการขั้นตอนการสร้างข้อสอบ ไว้ว่า จะต้องมีการวิเคราะห์หลักสูตร คือ การพิจารณาจุดมุ่งหมาย และเนื้อหาสาระของรายวิชาว่าจะให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมอะไร และวัดผลอย่างไร ซึ่งการวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อสร้างข้อสอบมีขั้นตอน ดังนี้

1. สรุปจากคำอธิบายรายวิชาให้ได้ว่าแบ่งออกเป็นกี่บท และแต่ละบทมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ หรือตัวบ่งชี้อย่างไร ในขั้นนี้ต้องเขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ขึ้นมาโดยคำนึงถึงเนื้อหาสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ และต้องสัมพันธ์สอดคล้องอย่างมากกับตัวชี้วัด

2. พิจารณาเนื้อหาสาระแต่ละเรื่อง และจุดประสงค์การเรียนรู้แต่ละข้อของรายวิชาว่าในการจัดการเรียนรู้ควรจะทำให้เกิดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยเกี่ยวกับอะไร บ้างมากน้อยเพียงใด ในขั้นนี้กำหนดจำนวนข้อสอบที่จะใช้จริงว่าต้องการกี่ข้อ และจะเขียนข้อสอบเพิ่มเป็นการเผื่อเลือกจำนวนกี่ข้อ ซึ่งควรจะทำเผื่อไว้ประมาณ 20 - 50%

3. กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละบทว่าจะเขียนข้อสอบวัดพฤติกรรมด้านใด จำนวนกี่ข้อ โดยรวมให้เท่ากับที่กำหนดในขั้นที่ 2 กำหนดเช่นนี้ทุกบทจะได้จำนวนข้อสอบกระจายไปตามข้อเรื่อง และพฤติกรรมอย่างสมเหตุสมผล

4. เขียนข้อสอบให้เป็นไปตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร จะช่วยให้ได้ข้อสอบที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะเขียนข้อสอบทุกเนื้อเรื่อง และทุกพฤติกรรมที่ต้องการครอบคลุมหลักสูตร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 24-26) ได้สรุปเกี่ยวกับการประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบไว้ว่า ข้อสอบแบบเลือกตอบ

เป็นข้อสอบที่แต่ละข้อคำถามจะกำหนดตัวเลือกมาให้หลายตัวเลือก โดยมีตัวเลือกถูกหรือเป็นคำตอบที่ถูกต้องเพียงหนึ่งตัวเลือก ส่วนตัวเลือกอื่น ๆ จะเป็นตัวเลือกที่ผิด โดยข้อสอบแบบเลือกตอบ มีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ คำถาม และตัวเลือก แต่ในบางกรณีอาจมีส่วนของสถานการณ์เพิ่มขึ้นมาด้วยเพื่อใช้เป็นข้อสอบที่วัดพฤติกรรมระดับสูง โดยมีลักษณะดังนี้

1. คำถาม ข้อสอบทุกข้อจะต้องมีคำถามหรือคำสั่งเพื่อให้ผู้สอบได้รู้ว่าต้องทำอะไรเกี่ยวกับข้อสอบ คำถามที่ดีมีลักษณะ ดังนี้

1.1 สอดคล้องกับสถานการณ์

1.2 เขียนด้วยข้อความสั้น ๆ แต่สื่อความหมายได้ชัดเจน และเข้าใจตรงกัน

1.3 ใช้คำศัพท์ และภาษาที่เข้าใจง่าย ถูกต้อง และเหมาะสมกับระดับผู้เรียน

1.4 ข้อความในคำถามควรเป็นประโยคบอกเล่า แต่ถ้ามีคำปฏิเสธ เช่น “ไม่”

จะต้องเน้นคำนั้นด้วยการใช้อักษรตัวหนาหรือตัวขีดเส้นใต้

1.5 คำถามในแต่ละข้อต้องเป็นอิสระต่อกัน และต้องไม่มีข้อความที่ชี้้นำคำตอบอยู่ในคำถาม หรือชี้นำคำตอบของข้ออื่นหรือสื่อความไปถึงคำตอบที่ถูกต้องหรือคำตอบที่ผิด

2. ตัวเลือก ตัวเลือกในข้อสอบแบบเลือกตอบแต่ละข้อประกอบด้วยตัวเลือกที่ถูกต้องหรือเป็นคำตอบ 1 ตัวเลือก ส่วนตัวเลือกที่เหลืออื่น ๆ จะเป็นตัวเลือกที่ผิด ตัวเลือกที่ดีมีลักษณะ ดังนี้

2.1 ข้อความในตัวเลือกทุกตัวควรมีเนื้อความที่สอดคล้องกันหรืออยู่ในประเด็นเดียวกัน และมีความยาวใกล้เคียงกัน

2.2 การเขียนตัวเลือกต้องไม่วกวน โดยเขียนให้สั้น ได้ใจความชัดเจน ใช้คำศัพท์ และภาษาที่เข้าใจง่าย ถูกต้อง และเหมาะสมกับระดับนักเรียน

2.3 ไม่ใช่คำว่า “ถูกทุกข้อ” หรือ “ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง”

2.4 ต้องมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงหนึ่งตัวเลือก ส่วนตัวเลือกที่เหลืออื่น ๆ ต้องเป็นตัวเลือกที่ผิดทั้งข้อความ ไม่มีระดับของการผิด เช่น ผิดครึ่ง ถูกครึ่ง หรือผิดบางส่วน

3. สถานการณ์ที่กำหนดไว้ในข้อสอบจะต้องมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ในบทเรียน มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้หรือสอดคล้องกับชีวิตตามมาตรฐานการเรียนรู้ ลักษณะของสถานการณ์อาจเป็นข้อความ ตารางข้อมูล แผนภูมิ ภาพหรือแผนภาพ สถานการณ์ดังกล่าว ได้แก่ สถานการณ์จริงที่เป็นเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน เหตุการณ์ที่ประชาชนกำลังให้ความสนใจ ปรากฏการณ์ธรรมชาติหรือสถานการณ์จำลองที่เป็นเรื่องราวสมมติ เป็นต้น

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556, น. 167) กล่าวถึงข้อตกลงเบื้องต้นในการสร้างแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ดังนี้

1. มวลเนื้อเรื่องหรือทักษะที่เป็นจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้สามารถนำมาระบุได้อย่างชัดเจน (Well defined) ในเชิงพฤติกรรมหรือกลุ่มพฤติกรรม นั่นคือผลลัพธ์อันเป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนนั้นจะต้องสามารถนำไปใช้สื่อความหมาย และความสำคัญให้เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปได้

2. แบบทดสอบที่สร้างขึ้นมาต้องมีความตรงตามเนื้อเรื่อง

3. ผู้สอบได้มีโอกาสเรียนรู้ครอบคลุมสิ่งที่แบบสอบมุ่งวัด การวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจะนำมาแปลผลได้อย่างมีความหมาย เมื่อนักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้ (Opportunity to learn) ครอบคลุมสิ่งที่แบบสอบมุ่งวัด

เยาวตี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี (2556, น. 224-225) อธิบายว่า แบบทดสอบชนิดเลือกตอบเป็นที่นิยมใช้กันมาก เพราะสามารถจำแนกระดับความรู้ต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะถ้าสร้างให้มีมาตรฐาน จะสามารถวัดระดับการเรียนรู้ในขั้นสูงได้ ซึ่งโครงสร้างของแบบทดสอบประเภทเลือกตอบประกอบด้วยข้อกระทง 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนแรกเป็นคำถามนำ ส่วนที่สองเป็นตัวเลือก ข้อกระทงที่เป็นคำถามนำ ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นคำถามหลักของแต่ละข้อ ส่วนกระทงที่เป็นตัวเลือก ประกอบด้วยตัวคำตอบ 1 ตัว และที่เหลือเป็นตัวลวง ลักษณะของคำถามอาจจะเป็นคำถามโดยตรงเหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีระดับความรู้ต่ำหรืออาจจะเป็นคำถามแบบข้อความที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะสั้น กะทัดรัดกว่า จึงเป็นที่นิยมใช้กันมาก โดยลักษณะของแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่ดี มีดังนี้

1. ข้อคำถามที่เป็นส่วนนำ ควรใช้ภาษาที่ชัดเจน กะทัดรัด ได้ใจความ และเรื่องคำถามควรเป็นเรื่องที่สำคัญเพียงเรื่องเดียวในแต่ละข้อ

2. ตัวคำถามควรใช้ข้อความในเชิงบวก หลีกเลี่ยงการใช้ข้อความในเชิงปฏิเสธถ้าจำเป็นต้องใช้ควรขีดเส้นใต้หรือเขียนเป็นตัวเน้นคำที่เป็นปฏิเสธเพื่อให้เห็นได้ชัดเจน

3. ข้อกระทงแต่ละข้อควรเป็นอิสระหรือแยกออกจากกัน ไม่ขึ้นกับข้ออื่น ๆ ในแบบทดสอบชุดนั้น จะทำให้ผู้ตอบสับสน

4. ถ้าข้อคำถามใดที่ต้องอาศัยกราฟ ตาราง ตัวคำถามแต่ละตัวเลือกจะต้องหาจากข้อมูลหรือมีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มาจากกราฟหรือตารางประกอบนั้น ๆ

5. ตัวเลือกที่ถูก ควรเป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือสมบูรณ์ที่สุดเพียงตัวเดียวเท่านั้น

6. คำที่จะให้ความหมายควรให้อยู่ในคำถาม ส่วนคำจำกัดความให้อยู่ในตัวเลือก

7. ควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลือกประเภท ถูกทุกข้อ หรือ ทุกข้อที่กล่าวมาข้างต้น หรือคำตอบถูกไม่ได้ให้ไว้

8. การเขียนคำถาม จะต้องระวังไม่ให้คำตอบของข้อใดข้อหนึ่งมาจากคำถาม อีกข้อหนึ่ง

9. ลักษณะของข้อคำถามจะต้องไม่ก่อให้เกิดการชี้แนะคำตอบ

10. การจัดเรียงตำแหน่งตัวเลือกที่ถูกต้องของข้อต่าง ๆ ควรจะอยู่ในลักษณะสุ่ม
11. ตัวเลือกที่ถูก ควรจะกระจายไปในสัดส่วนที่ไม่แตกต่างกันมากนัก
12. การจัดเรียงข้อกระทง และการดำเนินการจัดพิมพ์ควรให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน
13. ข้อคำถามข้อหนึ่งควรจะสั้นสุดลงในหน้าเดียวกัน ไม่ควรที่จะมีคำถามและตัวเลือกของข้อเดียวกันไปอยู่แยกกันคนละหน้า เพราะจะทำให้ผู้ตอบสับสน

จากการศึกษางานวิจัยสามารถสรุป ในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทุกประเภทจะต้องมีการวิเคราะห์หลักสูตร และเนื้อหา มีการเขียนวัตถุประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จากนั้นจึงสร้างข้อสอบให้ได้คุณภาพ ตรงตามความต้องการโดยครอบคลุมหลักสูตร

3.4 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การหาคุณภาพของแบบทดสอบสามารถหาดัชนีหรือตัวบ่งชี้มายืนยันระดับคุณภาพ ได้แก่ ความตรง ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก (ไพศาล วรคำ, 2556, น. 265)

3.4.1 ความตรง (validity)

1) ความหมายของความตรง

วรณี แกมเกตุ (2555, น. 219) ได้ให้ความหมายความตรงของเครื่องมือวิจัย หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่วัดสิ่งที่ต้องการวัดได้ถูกต้องแม่นยำ การที่จะตรวจสอบว่าเครื่องมือวิจัยนั้นมีความเที่ยงตรงหรือไม่ จะต้องมีการละเอียดของสิ่งที่ต้องการวัดเป็นเกณฑ์เปรียบเทียบว่าเครื่องมือวิจัยนั้นวัดได้ตรงตามสิ่งที่ต้องการวัดหรือไม่

ณัฐภรณ์ หลาวทอง (2559, น. 94) ได้ให้ความหมายของความตรง หมายถึง หลักฐานที่แสดงถึงความถูกต้องในการวัดตัวแปรที่สนใจ สะท้อนสภาพที่แท้จริงของสิ่งที่ต้องการวัด และสอดคล้องกับทฤษฎีหรือแนวคิดที่สนใจศึกษา หลักฐานที่สะท้อนความเที่ยงตรงประกอบด้วย หลักฐานในเชิงเนื้อหา หลักฐานในเชิงความสัมพันธ์กับเกณฑ์ภายนอก และหลักฐานในเชิงโครงสร้างของการวัด

จากความหมายของความตรงที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความตรงหมายถึงความแม่นยำของเครื่องมือวิจัยที่จะวัดในสิ่งที่ต้องการจะวัด โดยเครื่องมือที่วัดจะต้องสอดคล้องกับทฤษฎีหรือนิยามศัพท์ที่นักวิจัยได้กำหนดไว้แล้วล่วงหน้า

2) ประเภทของความตรง

วรณี แกมเกตุ (2555, น. 219-235) ได้กล่าวถึงความตรงของเนื้อหาหรือข้อ (Item content validity) เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหา และ/หรือนิยามตัวแปรที่มุ่งวัดหรือไม่ ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยการนำข้อคำถามที่สร้างขึ้นพร้อมทั้งเนื้อหา และนิยามปฏิบัติการของตัวแปรที่ต้องการวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านการ

วัด และประเมินผล จำนวนหนึ่ง (ซึ่งอาจใช้ประมาณ 3-7 คนก็ได้) พิจารณาตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาหรือนิยามตัวแปรที่มุ่งวัด โดยพิจารณาอาจให้คะแนนเป็น ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าคำถามวัดได้ตรงเนื้อหา/นิยาม/จุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงเนื้อหา/นิยาม/จุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงเนื้อหา/นิยาม/จุดประสงค์

ความตรงของเครื่องมือวิจัยอาจแบ่งออกเป็นประเภทหลักได้ 3 ประเภท ตามเกณฑ์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบ ได้แก่ ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related validity) และความตรงตามโครงสร้างหรือความตรงตามทฤษฎี (Construct validity)

(1) ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่วัดเนื้อหาสาระได้อย่างครอบคลุม และเป็นตัวแทนของมวลเนื้อหาที่ต้องการวัดอย่างครบถ้วน รายละเอียดของสิ่งที่ต้องการวัดอาจอยู่ในรูปของตาราง กำหนดรายละเอียดของเนื้อหา และจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด (Table of specification) ในกรณีที่ เครื่องมือเป็นแบบทดสอบสำหรับเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์ นักวิจัยอาจกำหนดเป็นตารางโครงสร้างเนื้อหาของตัวแปร และจำนวนข้อคำถามที่ต้องการวัด ตามรายละเอียดของคำนิยามเชิงทฤษฎี และนิยามเชิงปฏิบัติการ

วิธีการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา สามารถทำได้โดยการให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวนหนึ่งพิจารณาความครอบคลุมเนื้อหาของคำถามที่ใช้วัดสิ่งที่มุ่งวัดหรือตัวแปรสำคัญ รวมถึงพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาที่ระบุไว้ในตารางโครงสร้างเนื้อหา และคำนิยาม ตัวแปรหรือไม่ แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดมาคำนวณหาค่าดัชนี IOC ตามรายละเอียดที่กล่าวถึงแล้วข้างต้น ในการนี้นักวิจัยจะต้องนำตารางโครงสร้างเนื้อหา และคำนิยาม ตัวแปร พร้อมทั้งเครื่องมือที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิประกอบการพิจารณาด้วย

(2) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion – related validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นเกณฑ์ภายนอก เกณฑ์ภายนอกที่ใช้ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยมี 2 แบบ คือ เกณฑ์ที่เป็นสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันกับเกณฑ์ที่เป็นสภาพที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ด้วยเหตุนี้ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ จึงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. ความตรงร่วมสมัยหรือความตรงตามสภาพ (Concurrent validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดซึ่งเป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยคำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากเครื่องมืออื่นที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งวัดในเรื่องเดียวกัน เช่น ถ้าต้องการหาความเที่ยงตรงร่วมสมัยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยที่ครูสร้างขึ้น สามารถดำเนินการได้โดยนำแบบทดสอบฉบับที่ครูสร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มหนึ่ง และนำคะแนนที่ได้ไปหา

ความสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบระดับชาติวิชาภาษาไทย ซึ่งวัดในเวลาใกล้เคียงกัน ถ้าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ 2 ฉบับ มีความสัมพันธ์กัน ก็แสดงว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยที่ครูสร้างขึ้น มีความเที่ยงตรงร่วมสมัยนั่นเอง

ข. ความตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งคำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่เป็นเกณฑ์ภายนอก ซึ่งอาจได้จากเครื่องมือฉบับอื่นที่เป็นมาตรฐานซึ่งวัดในเวลาต่อมาหรือในอนาคตหรือผลการวัดอื่น ๆ ที่บ่งชี้ถึงคุณลักษณะนั้น ๆ ในอนาคต เช่น ต้องการหาความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ของแบบทดสอบเอ็นทรานซ์ว่าจะสามารถพยากรณ์ความสำเร็จในการเรียนระดับปริญญาตรีได้หรือไม่ อาจทำได้โดยการนำคะแนนสอบเอ็นทรานซ์ไปหาความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตเมื่อเรียนจบชั้นปีที่ 4 หากคะแนนทั้ง 2 ชุด มีความสัมพันธ์กัน ก็แสดงว่าแบบทดสอบเอ็นทรานซ์มีความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์หรือสามารถพยากรณ์/ทำนายความสำเร็จในการเรียนในอนาคตได้นั่นเอง

พิชิต ฤทธิจรูญ (2556, น. 135-139) ได้แบ่งประเภทของความตรงออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) เป็นคุณสมบัตินี้ของข้อคำถามที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเมื่อรวบรวมข้อคำถามทุกข้อเป็นเครื่องมือทั้งฉบับจะต้องวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา และพฤติกรรมทั้งหมดที่ต้องการวัดด้วย
2. ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) เป็นคุณสมบัตินี้ของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามทฤษฎีหรือแนวคิดของโครงสร้างที่ต้องการจะวัด คำว่าโครงสร้างมีความหมายในเชิงนามธรรมที่ใช้อธิบายตัวแปรที่ศึกษา และเขียนไว้ในรูปข้อสันนิษฐานหรือสมมติฐาน สามารถอธิบายและค้นหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนได้
3. ความตรงตามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้อง (Criteria relative validity) เป็นคุณสมบัตินี้ของเครื่องมือที่สามารถวัดได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอกบางอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความตรงเชิงสภาพ และความตรงเชิงพยากรณ์

สรุปได้ว่า ความตรงของเครื่องมือวิจัยอาจแบ่งออกเป็นประเภทหลักได้ 3 ประเภท ตามเกณฑ์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบ ได้แก่ 1) ความตรงตามเนื้อหา (Content validity) เป็นคุณสมบัตินี้ของข้อคำถามที่สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา และพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเมื่อรวบรวมข้อคำถามทุกข้อเป็นเครื่องมือทั้งฉบับจะต้องวัดได้ครอบคลุมเนื้อหา และพฤติกรรมทั้งหมดที่ต้องการวัดด้วย 2) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related validity) เป็นคุณสมบัตินี้ของเครื่องมือที่สามารถวัดได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอกบางอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) ความตรงเชิงสภาพ และ (2) ความตรงเชิงพยากรณ์ และ 3) ความตรงตามโครงสร้างหรือความตรงตามทฤษฎี (Construct validity) เป็น

คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามทฤษฎีหรือแนวคิดของโครงสร้างที่ต้องการจะวัด คำว่าโครงสร้างมีความหมายในเชิงนามธรรม ที่ใช้อธิบายตัวแปรที่ศึกษา และเขียนไว้ในรูปข้อสันนิษฐานหรือสมมติฐาน สามารถอธิบาย และค้นหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนได้

3.4.2 ความเที่ยง (Reliability)

1) ความหมายของความเที่ยง

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 137) ได้ให้ความหมายของความเที่ยง (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือนั้น ๆ ให้ผลการวัดที่คงที่ไม่ว่าจะใช้วัดกี่ครั้งก็ตามกับกลุ่มเดิม

วรรณิ แกมเกตุ (2555, น. 220) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงของเครื่องมือวิจัย (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดที่คงที่หรือคงเส้นคงวา เมื่อทำการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งด้วยเครื่องมือที่วัดสิ่งเดียวกัน

จากความหมายของความเที่ยงที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความเที่ยง หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่ให้ผลการวัดที่คงเส้น คงวา ที่แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือนั้น ๆ เมื่อทำการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งจะให้ผลการวัดแบบคงที่

2) วิธีการหาความเที่ยง

มีผู้กล่าวถึงวิธีการหาความเที่ยงไว้หลายท่านดังนี้

กัญญา ลินทรตันศิริกุล (2557, น. 67-76) กล่าวว่า วิธีการวัดความเที่ยงทำได้โดย

1. วิธีการสอบซ้ำ (Test retest) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวกันไปสอบกับกลุ่มผู้สอบเดียวกัน 2 ครั้ง ในช่วงเวลาที่กำหนด โดยช่วงเวลาที่เว้นระหว่างการสอบ 2 ครั้ง อาจจะเป็น 7 – 10 วัน แล้วนำผลที่ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

2. วิธีใช้ฟอร์มเทียบเท่า เป็นวิธีการตรวจสอบความเที่ยงโดยการนำแบบทดสอบ 2 ฉบับที่มีลักษณะเหมือนกัน คือ วัดตัวแปรเดียวกัน มีจำนวนข้อคำถาม โครงสร้างของข้อคำถาม ระดับความยากของข้อคำถาม คำชี้แจง การตรวจให้คะแนน และการแปลความหมายไปให้ผู้สอบกลุ่มเดียวกันทำ

3. วิธีแบบแบ่งครึ่งฉบับ (Split half) เป็นวิธีการที่นำเครื่องมือวิจัยมาแบ่งออกเป็น 2 ฉบับ วิธีที่นิยมใช้คือแบ่งข้อคำถามของเครื่องมือวิจัยออกเป็นข้อคำถามประกอบด้วยข้อคี่ และข้อคำถามที่ประกอบด้วยข้อคู่ และนำมาหาความเที่ยงโดยนำคะแนนที่ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรของเพียร์สัน

4. วิธีแบบคูเดอร์ – ริชาร์ดสัน (Kuder Richardsom) เป็นวิธีการที่คูเดอร์ และริชาร์ดสัน พัฒนาขึ้น คือสูตร KR – 20 ใช้ในกรณีที่มีการตรวจให้คะแนนเป็นแบบ 0 กับ 1 ต่อมาคูเดอร์

และริชาร์ดสัน ได้พัฒนาสูตรขึ้นมาใหม่อีกสูตรหนึ่งเป็นสูตรที่ 21 (KR – 21) โดยมีข้อตกลงว่าทุกข้อคำถามจะต้องมีความยากเท่ากัน

5. วิธีหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient) เป็นวิธีการที่ครอนบาคพัฒนาขึ้น เป็นวิธีการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการหาความเที่ยง ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน ซึ่งค่าที่ได้จากการใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาจะเท่ากับการหาโดยสูตร KR – 20

6. วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นวิธีการหาความเที่ยงของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดยฮอยท์ ซึ่งความแปรปรวนทั้งหมดของคะแนนจะประกอบด้วยความแตกต่างระหว่างบุคคล ความแตกต่างระหว่างข้อ และความแตกต่างเนื่องจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและข้อ ซึ่งการหาความเที่ยงนี้ใช้กับเครื่องมือที่ให้คะแนนแบบ 0 กับ 1 และแบบสอบถามชนิด มาตรการประมาณค่า แบบวัดเจตคติ แบบทดสอบชนิดความเรียงหรืออัตนัย เป็นต้น

วรรรณี แกมเกตุ (2555, น. 222) ได้กล่าวถึงวิธีการหาความเที่ยงที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี ทุกวิธีเป็นการหาความเที่ยงในความหมายของความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลการวัดแตกต่างกันตรงที่วิธีการที่ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1. การหาความเที่ยงแบบความคงที่ (Measure of stability) ความเที่ยงแบบความคงที่ เป็นความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยเครื่องมือฉบับเดิม แล้วนำผลการวัดทั้งสองครั้งมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ วิธีนี้เรียกอีกอย่างว่าวิธีสอบซ้ำ (Test – retest method) การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดทั้ง 2 ครั้ง

2. การหาความเที่ยงแบบความเท่าเทียมกัน (Measure of equivalence) ความเที่ยงแบบความเท่าเทียมกัน หมายถึง ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel test) แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น การหาความเที่ยงแบบนี้เป็นผลมาจากความพยายามในการปรับปรุงจุดอ่อนของวิธีแรก อันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนในการวัดซ้ำเพราะผู้สอบอาจจำข้อสอบได้ในการสอบซ้ำ แต่วิธีนี้ก็มีความยุ่งยากที่จะต้องสร้างแบบทดสอบขึ้นมาอีกชุดหนึ่งที่มีความคู่ขนานกับแบบทดสอบชุดเดิม นักวัดผลจึงได้พัฒนาวิธีการหาความเที่ยงในรูปของความสอดคล้องภายใน

3. การหาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of internal consistency) ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน เป็นความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหาข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัด วิธีนี้นักวิจัยนำเครื่องมือฉบับเดียวไปทำการวัดกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว แล้วนำผลการวัดมาหาค่าความเที่ยงโดยวิธีต่าง ๆ 4 วิธี ดังนี้

ก. วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split – half method) ดำเนินการดังนี้

1. แบ่งครึ่งข้อสอบออกเป็น 2 ฉบับย่อย โดยอาจยึดเกณฑ์ข้อคู่ - ข้อคี่, ครึ่งแรก - ครึ่งหลัง, ตามเนื้อหาหรือโดยการสุ่ม รวมคะแนนข้อคู่ - ข้อคี่ของแต่ละคนหรือ รวมคะแนนตามเกณฑ์อื่น ๆ ที่ใช้แบ่งครึ่งข้อสอบ

2. คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อคู่ - ข้อคี่ (หรือตามเกณฑ์อื่น ๆ ที่ใช้ในการแบ่งครึ่งข้อสอบ) ซึ่งจะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของครึ่งฉบับ

3. คำนวณค่าความเที่ยงของเครื่องมือทั้งฉบับ โดยใช้สูตรของ Spearman - Brown

ข. วิธีของ Kuder - Richardson ใช้ในกรณีที่เครื่องมือมีการตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1 โดยตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน วิธีนี้มีสูตรการคำนวณ 2 แบบ คือ KR - 20 และ KR - 21 การใช้สูตร KR - 21 มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ข้อสอบทุกข้อมีความยากง่ายเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ในกรณีที่ข้อสอบมีความยากง่ายแตกต่างกัน ควรใช้สูตร KR - 20

ค. วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) ใช้ในกรณีที่มีการให้คะแนนเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) หรือข้อสอบอัตนัย และยังสามารถใช้กับแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 0, 1 ได้ด้วย สูตรนี้เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลาย

ง. วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Hoyt (Hoyt's Analysis of Variance) วิธีนี้ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคะแนนที่ผู้ถูกทดสอบแต่ละคนได้รับจากข้อสอบแต่ละข้อโดยไม่มีปฏิสัมพันธ์ วิธีนี้สามารถใช้ในแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 0.1 หรือแบบทดสอบอัตนัยหรือมาตราประมาณค่าก็ได้ ผลการวิเคราะห์ได้ค่าเท่ากับวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

สรุปได้ว่า การหาคุณภาพของแบบทดสอบสามารถหาดัชนีหรือตัวบ่งชี้มายืนยันระดับคุณภาพในด้านความเที่ยงที่เป็นการหาความเที่ยงในความหมายของความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลการวัดแตกต่างกันตรงที่วิธีการที่ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท 1. การหาความเที่ยงแบบความคงที่ (Measure of stability) ความเที่ยงแบบความคงที่ เป็นความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยเครื่องมือฉบับเดิม แล้วนำผลการวัดทั้งสองครั้งมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 2. การหาความเที่ยงแบบความเท่าเทียมกัน (Measure of equivalence) ความเที่ยงแบบความเท่าเทียมกัน หมายถึง ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Test) แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 3. การหาความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of internal consistency) ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน เป็นความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัด วิธีนี้นักวิจัยนำเครื่องมือฉบับเดียวไปทำการวัดกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว แล้วนำผลการวัดมาหาค่าความเที่ยง

3.4.3 ความยาก (difficulty)

1) ความหมายของความยาก มีผู้ให้ความหมายของค่าความยากหลายท่าน ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 138) ได้ให้ความหมายของความยาก (Difficulty) หมายถึง คุณสมบัติข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมาก ข้อสอบนั้นก็ง่าย และถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างตอบผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลางข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากพอเหมาะพอควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

ประสาธ เนืองเฉลิม (2556, น. 190) ได้ให้ความหมายค่าความยาก หมายถึง จำนวนร้อยละหรือค่าสัดส่วนของนักเรียนที่ตอบถูกในข้อนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนทั้งหมดใช้กับเครื่องมือที่วัดเป็นแบบทดสอบเลือกตอบประเภท 0 – 1

ณัฐภรณ์ หลาวทอง (2559, น. 82) ได้ให้ความหมายของค่าความยาก หมายถึง ความเข้มของข้อคำถามที่หากผู้รับการทดสอบที่มีคุณลักษณะทางพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสมองสูงในเรื่องนั้นจะมีโอกาสทำข้อที่มีความยากมากได้ขณะที่ผู้รับการทดลองที่มีคุณลักษณะทางพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสมองต่ำในเรื่องนั้นจะมีโอกาสทำข้อสอบที่มีความยากน้อยได้

จากความหมายของค่าความยากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ค่าความยาก หมายถึง ผลของการคำนวณหาสัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้เข้าสอบทั้งหมด ถ้าข้อนั้นมีคนทำถูกเป็นจำนวนมากแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อนั้นมีคนทำถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นยาก โดยค่าความยากจะแสดงถึงคุณภาพประการหนึ่งของแบบทดสอบซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัยที่นำมาวัดความรู้ความสามารถด้านสติปัญญาของนักเรียน

2) วิธีการหาความยาก

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น.140) ได้กล่าวถึงวิธีการหาค่าความยากของแบบทดสอบ จะเป็นการหาจำนวนร้อยละหรือสัดส่วนของคนที่ตอบถูกในข้อนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนทั้งหมดที่ทำข้อสอบนั้น นั่นคือ

$$\text{ความยากของข้อสอบ (P)} = \frac{\text{จำนวนคนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ}}{\text{จำนวนคนทั้งหมดที่ทำข้อสอบในแต่ละข้อ}}$$

เกณฑ์ในการพิจารณาค่าความยาก

ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.00 โดยทั่วไปข้อสอบที่มีความหมายยากพอเหมาะควรมีค่าความยากตั้งแต่ 0.20 - 0.80

3.4.4 อำนาจจำแนก (Discrimination)

1) ความหมายของค่าอำนาจจำแนก มีผู้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนกหลายท่าน ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2556, น. 138) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกนักเรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้ – ไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบนั้นถูก คนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็มีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

ประสาท เนืองเฉลิม (2556, น. 191) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อคำถามในการแบ่งเด็กออกเป็นกลุ่มคนเก่ง และอ่อน กลุ่มผู้ผ่านเกณฑ์กับกลุ่มผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ ในกรณีที่เป็นแบบทดสอบหรือจำแนกผู้ที่มีคุณลักษณะจากผู้ที่มีคุณลักษณะต่ำในกรณีที่เป็นแบบสอบถาม

ณัฐภรณ์ หลาวทอง (2559, น. 86) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนก หรือความไว หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ความสามารถของบุคคลออกจากกันได้อย่างชัดเจน ในส่วนของอำนาจจำแนกจะเป็นความสามารถของข้อสอบ/ข้อคำถามในการจำแนกความแตกต่างระหว่างผู้ที่มีคุณลักษณะที่ต้องการวัดมากกับน้อยหรือเรียกว่าระหว่างกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำออกจากกันได้

จากความหมายของค่าอำนาจจำแนกที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบข้อนั้น ๆ ที่สามารถแบ่งนักเรียนที่เก่งกับอ่อนออกจากกันได้อย่างชัดเจน ถ้าข้อสอบที่จำแนกได้ดีคือข้อสอบที่คนเก่งตอบถูกส่วนคนอ่อนจะตอบผิด

2) วิธีการหาค่าอำนาจจำแนก

พิชิต ฤทธิ์จรรยา (2556, น. 141) ได้กล่าวถึงวิธีการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของข้อสอบในการแบ่งผู้สอบออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มที่ได้คะแนนสูงหรือกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำหรือกลุ่มอ่อน การวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าอำนาจจำแนกวิธีที่นิยมกันมากวิธีหนึ่งคือการใช้เทคนิค 27% ซึ่งมีวิธีวิเคราะห์ ดังนี้

1. นำข้อสอบไปสอบ ตรวจให้คะแนน และเรียงกระดาษคำตอบตามลำดับจากคะแนนมากไปน้อย
2. แบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียกว่ากลุ่มสูง (PH) โดยนับจากคะแนนสูงลงมาประมาณ 27% ของการดาษคำตอบทั้งหมด และกลุ่มหลังเรียกว่ากลุ่มต่ำ (PL) โดยนับจากคะแนนต่ำสุดขึ้นไปประมาณ 27% ของกระดาษคำตอบทั้งหมด การใช้เทคนิค 27% สำหรับคัดเลือก

กลุ่มสูง และกลุ่มต่ำนี้ ใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างหรือผู้สอบมีจำนวนมาก และคะแนนมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) แต่ถ้าคะแนนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ควรใช้เทคนิค 35%

4. ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมาย และความสำคัญของความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.1.1 ความหมายของการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556) กล่าวว่า ความสามารถในการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในเรื่องที่เรียนรู้มาทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติไปใช้จริงในชีวิตประจำวัน

นฤมล ยุตาคม (2551) ได้กล่าวถึง ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน
2. การนำความคิดรวบยอด และทักษะวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีชีวิตประจำวัน
3. ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีภายในบ้าน
4. การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน
5. ความเข้าใจ และการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน
6. การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์

กระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้กล่าวว่า การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์จากการที่ได้เรียนไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ชีวิตประจำวัน ในบริบทต่าง ๆ และเชื่อมโยงไปสู่บริบทอื่นที่แตกต่างออกไปได้

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2562) ได้กล่าวว่า การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนิน

ชีวิต และตัดสินใจในประเด็นทางสังคม ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 6 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การมีความเข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี
2. ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การมีทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. ด้านการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การมีความสามารถในการใช้ความรู้ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินชีวิต และตัดสินใจในประเด็นทางสังคม
4. ด้านความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับส่วนอื่น ๆ คือ การมีความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี สังคม สิ่งแวดล้อม และความเป็นมนุษย์ ซึ่งมีความเข้าใจถึงผลกระทบที่มีต่อกัน และกัน
5. ด้านจิตวิทยาศาสตร์ คือ การมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีค่านิยม และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
6. ด้านกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ การมีความเข้าใจ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์

ซึ่งจะเห็นได้ว่า การประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญในฐานะที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสมควรได้รับการพัฒนาให้มีขึ้นในความสามารถของนักเรียน

พัชรี ร่มพะยอม วิชัชดิษฐ (2562) กล่าวถึง ประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน หมายถึง ความสามารถที่นักเรียนจะนำความรู้หรือทักษะกระบวนการไปใช้ในบริบทหรือสถานการณ์อื่น และหมายถึงความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้หรือทักษะที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนไปใช้กับสถานการณ์อื่นหรือแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนที่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างดี แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องนั้นเป็นอย่างดี

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถที่นักเรียนได้นำความรู้ และประสบการณ์จากการเรียนวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน มีความสำคัญในการเป็นองค์ประกอบหนึ่งของความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ คือ 1) การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน 2) การนำความคิดรวบยอด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน 3) ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน 4) การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน 5) ความเข้าใจ และการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้อง

กับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน และ 6) การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิต ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้ อารมณ์

4.1.2 ความสำคัญของการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

นฤมล ยุตาคม (2551) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของความสามารถในการประยุกต์ใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการนำความรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันพิจารณาจาก การมองเห็นตัวอย่างจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน การนำความคิดรวบยอดไปใช้ในการแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวัน ความเข้าใจหลักการที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้หรือเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน การใช้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ความเข้าใจ และประเมินข่าวสารที่ เกี่ยวข้องจากสื่อ และ 6) การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกันซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ความเข้าใจความคิด รวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือใช้อารมณ์

กระทรวงศึกษาธิการ (2561) ได้กล่าวว่า ความสามารถของการประยุกต์ความรู้ วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะในปัจจุบันนักเรียน ต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ มากมาย

พัชรี ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ (2562) กล่าวถึง ความสามารถในการประยุกต์ใช้มี ความสำคัญ คือ พยายามให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะหรือเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่ตนเองอาศัยอยู่ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้มักจะให้นักเรียนพิจารณาความรู้ หรือทักษะที่มีอยู่ และพิจารณาความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในขณะนั้น เพื่อนำมาแก้ปัญหาหรือจัดระบบ ของบางสิ่งบางอย่างในครอบครัวหรือชุมชน การจัดการเรียนรู้เช่นนี้จะทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการ ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการที่ตนเองได้เรียน เพื่อปรับปรุงหรือพัฒนาให้คุณภาพชีวิตของ ตนเองดีขึ้น

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ความสำคัญของความสามารถในการประยุกต์ใช้ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการนำความรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันพิจารณาจาก การมองเห็นตัวอย่างจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน การนำความคิดรวบยอด ไปใช้ในการแก้ปัญหาใน ชีวิตประจำวันถือว่าเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะในปัจจุบันนักเรียนต้องประสบกับปัญหา ต่าง ๆ มากมาย

4.2 ขอบเขต วิธีการ และเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์

4.2.1 ขอบเขตที่ใช้วัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2562) ได้กล่าวถึงขอบเขตที่ใช้วัดความสามารถใน การประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความรู้ความเข้าใจในความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี
 2. ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
 3. ด้านการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถในการใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำเนินชีวิต และตัดสินใจประเด็นทางสังคม
 4. ด้านความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับส่วนอื่น ๆ มีความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์กับเทคโนโลยี สังคม สิ่งแวดล้อม และความเป็นมนุษย์ ซึ่งมีความเข้าใจถึงผลกระทบที่มีต่อกัน และกัน
 5. ด้านจิตวิทยาศาสตร์ มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ มีค่านิยม และจริยธรรมทางวิทยาศาสตร์
 6. ด้านกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจ และมีส่วนร่วมในกิจกรรมวิทยาศาสตร์
- นฤมล ยุตาคม (2551) ได้กล่าวถึง ขอบเขตที่ใช้วัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน
2. การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่างสาขากัน
3. การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์

4.2.2 วิธีการที่ใช้วัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

วิธีการต่าง ๆ ที่อาจใช้วัดผลการเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่

- 1) ข้อสอบแบบเขียนตอบ 2) การสังเกตพฤติกรรมขณะทำการปฏิบัติการ 3) การตรวจรายงานผลการทำปฏิบัติการ และ 4) การสอบภาคปฏิบัติ

1) ข้อสอบแบบเขียนตอบ

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์นี้มีส่วนที่ซ้อนกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยค่อนข้างมาก ข้อสอบที่ใช้วัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในพุทธิพิสัยจึงสามารถใช้วัดทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ในระดับหนึ่งด้วย ตัวอย่างข้อสอบแบบเขียนตอบที่ใช้ประเมินทักษะปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อาจเป็นดังต่อไปนี้ (ธงชัย ชิวปรีชา, 2535)

ตัวอย่างเช่น ป้ายฉลากบอกชื่อสารเคมีจำนวน 5 ชนิด ได้หลุดออกจากขวด หล่นอยู่บนชั้นวางสารเคมี และปนกันไม่ทราบว่าเป็นของขวดไหน ชื่อของสารเคมีบนป้ายฉลากทั้ง 5 มีดังนี้ คือ แบริยมไฮดรอกไซด์ แคลเซียมคาร์บอเนต กรดซัลฟริก โซเดียมคลอไรด์ และน้ำตาลทราย โดย

ใช้ชุดเครื่องมือที่กำหนดให้ให้นักเรียนออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสารในขวดนั้น ๆ ว่า คือสารอะไร โดยยังไม่ต้องทำการทดลอง ให้เขียนเพียงวิธีทำการทดลองเท่านั้น

2) การสังเกตพฤติกรรมขณะทำการปฏิบัติการ

การสร้างแบบบันทึกสร้างแบบบันทึกผลการสังเกตพฤติกรรมขณะทำปฏิบัติการ อาจสร้างเป็นแนวกว้าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับการทำปฏิบัติการในทุกเรื่องก็ได้ ในกรณีนี้ หัวข้อหรือรายการที่จะสังเกตและประเมินอาจเป็น ดังนี้

(1) ด้านการออกแบบ และวางแผน ก่อนลงมือทำปฏิบัติการ มีการออกแบบ และวางแผนการทำปฏิบัติการไว้เหมาะสมเพียงใด

(2) ด้านการดำเนินการปฏิบัติทดลอง การใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี การติดตั้งอุปกรณ์ เป็นต้น มีความถูกต้อง คล่องแคล่วว่องไว ละเอียดรอบคอบ และคำนึงถึงความปลอดภัยเหมาะสมเพียงใด

(3) ด้านการสังเกต และบันทึกข้อมูล สามารถสังเกต และบันทึกข้อมูลได้ ละเอียดชัดเจนเพียงใด

(4) ด้านการจัดกระทำ และแปลความหมายข้อมูล และการสรุปผลการทดลอง ทำได้ถูกต้อง เหมาะสมชัดเจนเพียงใด

(5) ด้านความรับผิดชอบ และนิสัยในการทำงาน มีความตั้งใจ และจริงจังในการทำปฏิบัติการเพียงใด ได้ดูแลบำรุงรักษา ทำความสะอาด และจัดเก็บอุปกรณ์เป็นระเบียบเรียบร้อย รวมทั้งการกำจัดของเหลือทิ้ง หรือขยะต่าง ๆ ที่เกิดจากการทำปฏิบัติการได้เหมาะสมเพียงใด

การประเมินพฤติกรรมทั้ง 5 ด้าน จะกำหนดมาตราส่วนประเมินค่าที่ระดับก็ได้ ถ้าใช้มาตราส่วนประเมินค่าแบบ 5 ระดับ ก็อาจจะกำหนดความหมายของคะแนนที่ให้ได้ ดังนี้

ให้คะแนน 5 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์

ดีเยี่ยม

ให้คะแนน 4 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ให้คะแนน 3 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี

ให้คะแนน 2 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์พอใช้

ให้คะแนน 1 ถ้าเห็นว่าพฤติกรรมทางด้านนั้นของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ยังต้อง

ปรับปรุง

3) การตรวจรายงานผลการทำปฏิบัติการ

รายงานผลการทำปฏิบัตินั้นสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของผู้ทำปฏิบัติการหลาย ๆ ด้าน เช่น ทักษะในการสังเกต และจดบันทึก ทักษะในการใช้ภาษาเพื่อสื่อความหมาย ทักษะในการเขียนกราฟ แผนภาพ หรือตาราง และทักษะในการแปลความหมายข้อมูล และการสรุป เป็นต้น

ดังนั้น การวัดพฤติกรรม ด้านทักษะปฏิบัติการอีกทางหนึ่ง ก็อาจทำได้โดยการตรวจจากรายงานผลการทำปฏิบัติการ ครูควรได้จัดทำแบบสำหรับบันทึกผลการตรวจรายงานการทำปฏิบัติการของนักเรียน

4) การสอบภาคปฏิบัติ

(1) การสอบภาคปฏิบัติแบบฐานปฏิบัติการ การวัดพฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการอีกแบบหนึ่งทำได้โดยจัดให้มีการสอบภาคปฏิบัติ วิธีสอบภาคปฏิบัติวิธีหนึ่งทำได้โดยจัดเครื่องมือ อุปกรณ์ตลอดจน วัสดุ และสารเคมีจำเป็นต้องใช้วางไว้บนโต๊ะ พร้อมคำสั่ง ปัญหา และคำอธิบายต่าง ๆ ที่จำเป็น แล้วให้นักเรียนไปที่โต๊ะนั้นแล้วทำปฏิบัติการตามคำสั่งหรือคำอธิบายนั้น ๆ การจัดสอบลักษณะนี้มักจัดให้มีการสอบหลาย ๆ ปฏิบัติการแต่ละปฏิบัติการจัดแยกออกจากกันเป็นโต๊ะ ๆ ปฏิบัติการที่เลือกมาใช้สอบนั้นควรเป็นปฏิบัติการที่สามารถวัดพฤติกรรมที่ต้องการวัดได้จริง นักเรียนสามารถปฏิบัติได้โดยใช้เวลาไม่มากนัก และในแต่ละปฏิบัติการก็ควรมีเวลาในการปฏิบัติใกล้เคียงกัน

ในการดำเนินการสอบ จำนวนผู้เข้าสอบแต่ละรอบจะมีจำนวนเท่ากับปฏิบัติการที่ได้จัดไว้ เช่น จัดไว้ 5 ปฏิบัติการ ผู้เข้าสอบต่อหนึ่งรอบก็จะมีได้เพียง 5 คน และในจำนวน 5 คนนี้ก็จะมีหมุนเวียนกันทำปฏิบัติการ แต่ละอย่างตามเวลาที่กำหนดไว้จนครบทุกปฏิบัติการ ถ้ามีนักเรียนมากกว่า 5 คน ก็ต้องจัดสอบมากกว่า 1 รอบหรือจัดสถานที่สอบ และอุปกรณ์ไว้หลาย ๆ ชุด

(2) การแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทุก ๆ ปี ในช่วงสัปดาห์วิทยาศาสตร์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้จัดให้มีการแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขึ้น แม้ว่าการแข่งขันความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ สสวท. จัดขึ้นนี้ จะแข่งขันกันเป็นทีม แต่ลักษณะของข้อสอบที่ สสวท. ใช้ในการแข่งขันดังกล่าวก็อาจใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อสอบวัดทักษะปฏิบัติการของนักเรียนได้

(3) การสอบภาคปฏิบัติในการแข่งขันวิทยาศาสตร์โอลิมปิกนานาชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ และเอกชนหลายหน่วยงานได้ร่วมมือดำเนินการจัดส่งเยาวชนไทยไปแสดงความสามารถในการแข่งขันนานาชาติ

4.3 เครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

นฤมล ยุตาคม (2551) ได้กล่าวถึงเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

1. ใช้ข้อสอบแบบเขียนตอบ
2. การซักถาม และสัมภาษณ์พูดคุย
3. การตรวจจากผลงานที่มอบหมาย
4. การตรวจรายงานผลการปฏิบัติการ
5. การสังเกตขณะทำการปฏิบัติการ
6. การสังเกตพฤติกรรมทั่วไป

7. การตอบแบบสอบถามต่าง ๆ

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2555) ได้กล่าวถึงเครื่องมือวัดที่ใช้วัดความสามารถในการสร้างเครื่องมือวัดคุณภาพทางวิทยาศาสตร์ว่า การวัดความสามารถในการสร้างวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะการประเมินการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงาน และใช้วิธีการประเมินโดยการทดสอบ (Testing) ด้วยแบบสอบความเรียง (Essay test) ซึ่งมีลักษณะของข้อคำถามเป็นข้อคำถามแบบปลายเปิด โดยมีองค์ประกอบของการวัด และการประเมินความสามารถในการสร้างเครื่องมือวัดคุณภาพทางวิทยาศาสตร์ 2 ส่วน ได้แก่ 1) แบบทดสอบ และ 2) เกณฑ์การให้คะแนน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบทดสอบหรือแบบวัดความสามารถในการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นข้อคำถามที่มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

1.1 ข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่กำหนดให้นักเรียนสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.2 ข้อมูลประกอบสถานการณ์ที่กำหนดให้ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถอยู่ในรูปของข้อความบรรยาย กราฟ ตาราง ภาพ การทดลอง ฯลฯ ตามความสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้ นักเรียนใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงหรือเป็นหลักฐานในการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

1.3 คำสั่งหรือข้อความที่กำหนดให้นักเรียนใช้ในการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยระบุว่าต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายในเรื่องใดหรือเกี่ยวกับเรื่องอะไร ส่วนจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบและเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับครู

2. เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) ในการประเมิน

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้ทำการสร้างแบบประเมินความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัด ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด เพื่อกำหนดกรอบหรือขอบข่ายของการสร้างเครื่องมือวัด

2. กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการสร้างคุณภาพเครื่องมือวัดความสามารถเชิงวิทยาศาสตร์

3. สร้างข้อสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยข้อสอบ 1 ข้อ ประกอบด้วย (1) สถานการณ์ (2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ ได้แก่ ตารางข้อมูล และแผนภาพ (3) ข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายการประยุกต์วิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

4. ตรวจสอบความถูกต้อง และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด

5. นำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

พัชรี ร่มพะยอม วิชัชดิษฐ์ (2562) ได้กล่าวถึง เครื่องมือวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

1. ใช้คำถามปลายเปิด
2. ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking)
3. ใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาชีวิตประจำวัน
4. การใช้ความรู้หรือทักษะกระบวนการเพื่อแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีที่เกิดขึ้น
5. ความเข้าใจและความสามารถในการเลือกรับข้อมูลข่าวสารที่มาจากแหล่งข้อมูลที่

หลากหลาย

6. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในศาสตร์เดียวกัน (เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา)
7. ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้วิทยาศาสตร์กับศาสตร์ด้านอื่น (คณิตศาสตร์ สังคม)

8. ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์หรือเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน (โทรศัพท์มือถือ โทรทัศน์ เป็นต้น)

9. การตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพ โภชนาการ การดำรงชีวิตที่อาศัยเหตุผลหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ โดยไม่ขึ้นกับอารมณ์ และความรู้สึส่วนตัว

จากการสรุปข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบทดสอบอัตนัย เขียนตอบความเรียง (Essay test) ซึ่งมีลักษณะของข้อคำถามเป็นข้อคำถามแบบปลายเปิด เพื่อวัดความสามารถในการการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 การวิจัยในประเทศ

ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ (2559) ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สู่ระดับชั้น ประถมศึกษา ศึกษาเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สู่ระดับศึกษา เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถด้านการคิดเชิงระบบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สู่ระดับศึกษามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กมลฉัตร กล่อมอิม (2560) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง (2560) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มเป้าหมายคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุรุบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม อำเภอคุรุบุรี จังหวัดพังงา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 14 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 30 คน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 24 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวิชาเคมีหลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนวิชาเคมีเฉลี่ยร้อยละ 54.67 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง 2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาลงเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

ฐิติมาภรณ์ โชคสัมฤทธิ์ผล (2563) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อน และหลังเรียนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ผสานสะเต็มศึกษา เสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ และการอ่าน การเขียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลบ้านสุขสำราญ อปท.เทศบาลเมืองวารินชำราบ อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ผสานสะเต็มศึกษา เสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ และการอ่าน การเขียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วิชัญ ทูมมี (2562) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการสาขาวิชาต่าง ๆ มาผสมผสานกันอย่างลงตัว ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการวางแผนและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม การระดมความคิด และร่วมกันออกแบบ และแก้ไขปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์

จากการสังเกตพฤติกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความสนใจต่อการเรียน โดยร่วมกันปรึกษาถึงปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ และวางแผน ออกแบบ สร้างสรรค์ชิ้นงาน ปรับปรุงชิ้นงานจนสำเร็จ ซึ่งทำให้นักเรียนทุกคนได้เรียนร่วมกัน และเกิดทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ การคิดอย่างสร้างสรรค์ และเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านอื่น ๆ

ปาริชาติ ปานศรี (2563) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม ในปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 15 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง การใช้สารรอบตัวในการดำรงชีวิตของพืช จำนวน 4 แผน แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.73 และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.99 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบเครื่องหมาย ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รัชนก แยมขม (2564) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองผักขม จังหวัดสระแก้ว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนบ้านคลองผักขม จังหวัดสระแก้ว จำนวน 20 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ร่วมกับผังกราฟิกจำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.70 และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.80 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7E ร่วมกับผังกราฟิก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนดังกล่าว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กานต์สิริ ธนภัทรเวชพิสิฐ (2565) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่องโลก และการเปลี่ยนแปลง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชัยบาดาลวิทยา จังหวัดลพบุรี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชัยบาดาลวิทยา 2 ห้องเรียน จำนวน 83 คนได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่มแล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จำนวน 3 แผน 18 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.2 การวิจัยต่างประเทศ

Diana (2012) ได้ทำการศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ในหัวข้อดาวอังคารในจินตนาการ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีขั้นตอนตรวจสอบความรู้พื้นฐาน จินตนาการ ค้นคว้า และสำรวจตรวจสอบ สร้างโมเดลดาวอังคาร และแลกเปลี่ยนความคิด ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมแบบบูรณาการส่งผลให้นักเรียนมีการถ่ายโอนความรู้ และทักษะการแก้ปัญหา สามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ๆ ได้ และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ในวิชา วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นด้วย

trimmel (2014) ได้ทำการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยการบูรณาแบบข้ามสาขาวิชา ซึ่งนำไปประเด็นปัญหา คือ การขุดเจาะแก๊สธรรมชาติ พบว่า กิจกรรมช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้อง มีการเชื่อมโยงความรู้ กับชีวิตจริง ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของเนื้อหา สามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้การเรียนผ่านกระบวนการสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนบูรณาการความรู้ เข้าใจเนื้อหาในเชิงลึก

Ku, Ho, Hau & Lai. (2014, pp. 251-269) ศึกษาการบูรณาการกับการสืบเสาะในการจัดการเรียนรู้ให้คิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในสาธารณรัฐประชาชนจีน พบว่า

หลังได้รับการฝึกอบรมนักเรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณสูงกว่าก่อนเรียน และมีการปรับตัวได้ดี ในการประเมินนั้นมีหลายแนวทางทั้งการให้นักเรียนฝึกเปรียบเทียบ การแสดงความคิดเห็นเชิงวิพากษ์ สิ่งเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนได้เกิดการคิดอย่างรอบคอบ และมีการไตร่ตรอง จนมีการพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาสามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา จังหวัดพังงา มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 128 คน จัดเป็น 4 ห้องเรียน แบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียนได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับสลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 19 ชั่วโมง

2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 19 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ฉบับก่อนเรียน และหลังเรียน

2.2.2 แบบวัดความสามารถในการการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ฉบับก่อนเรียน และหลังเรียน

3. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติมีขั้นตอนการสร้าง และหาคุณภาพ ดังนี้

3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลพังงา และหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2) วิเคราะห์หลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และแนวทางในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3) ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน

4) วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ตามตารางที่ 3.1 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง (ชั่วโมง)
1	วัสดุรอบตัว และสมบัติความแข็งของวัสดุ	5
2	สมบัติความยืดหยุ่น และสมบัติความเหนียวของวัสดุ	7
3	สมบัติการนำความร้อน และสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ	7
	รวม	19

5) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่จะใช้สอดแทรกในแต่ละแผน ดังตารางที่ 3.2 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 3.2 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วัสดุรอบตัว และสมบัติความแข็งของวัสดุ จำนวน 5 ชั่วโมง			
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา	เนื้อหา	ผลิตภัณฑ์ที่กำหนด	องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา/กิจกรรม
1. ขั้นการทบทวน/ตรวจสอบความรู้เดิม	1. สมบัติความแข็งของวัสดุ	1. ชุดรองขาเก้าอี้	วิทยาศาสตร์ (S) - องค์ความรู้เรื่องสมบัติความแข็งของวัสดุ
2. ขั้นสร้างความสนใจ			เทคโนโลยี (T)
3. ขั้นสำรวจ และค้นหา			- การสืบค้นข้อมูล
4. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป			- การแก้ปัญหาอย่างง่าย
5. ขั้นขยายความรู้			- การแสดงลำดับการทำงานหรือแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน
6. ขั้นประเมินผล			- การออกแบบ และสร้างลวดลายบนชิ้นงาน
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้			วิศวกรรมศาสตร์ (E)
7.1 ขั้นระบุปัญหา			- การเลือกใช้วัสดุ
7.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา			- รูปแบบของชุดรองขาเก้าอี้
7.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา			คณิตศาสตร์ (M)
7.4 ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา			- การใช้เครื่องมือวัด
7.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน			- การใช้จำนวน ค่าตัวเลข
7.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน			- การใช้รูปเรขาคณิต

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติความยืดหยุ่น และสมบัติความเหนียวของวัสดุ			
จำนวน 7 ชั่วโมง			
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา	เนื้อหา	ผลิตภัณฑ์ที่กำหนด	องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา/กิจกรรม
1. ขั้นการทบทวน/ตรวจสอบความรู้เดิม	2. สมบัติความยืดหยุ่น และ	2. หน้ากากอนามัยผ้า	วิทยาศาสตร์ (S) - องค์ความรู้เรื่องสมบัติความยืดหยุ่นของวัสดุ
2. ขั้นสร้างความสนใจ	สมบัติความ		
3. ขั้นสำรวจ และค้นหา	เหนียวของ		- องค์ความรู้เรื่องสมบัติความเหนียวของวัสดุ
4. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป	วัสดุ		
5. ขั้นขยายความรู้			เทคโนโลยี (T)
6. ขั้นประเมินผล			- การสืบค้นข้อมูล
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้			- การแก้ปัญหาอย่างง่าย
7.1 ขั้นระบุปัญหา			- การแสดงลำดับการทำงานหรือ
7.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา			แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน
7.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา			- การออกแบบ และสร้างลวดลายบนชิ้นงาน
7.4 ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา			วิศวกรรมศาสตร์ (E) - การเลือกใช้วัสดุ
7.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน			- รูปแบบของหน้ากากอนามัยผ้า
7.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน			คณิตศาสตร์ (M) - การใช้เครื่องมือวัด - การใช้จำนวน ค่าตัวเลข - การใช้รูปเรขาคณิต

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติการนำความร้อน และสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ			
จำนวน 7 ชั่วโมง			
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา	เนื้อหา	ผลิตภัณฑ์ที่กำหนด	องค์ประกอบของสะเต็มศึกษา/กิจกรรม
1. ขั้นการทบทวน/ตรวจสอบความรู้เดิม	3. สมบัติการนำความร้อน	3. ภาชนะ	วิทยาศาสตร์ (S)
2. ขั้นสร้างความสนใจ	และสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ	แช่ยา	- องค์ความรู้เรื่องสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ
3. ขั้นสำรวจ และค้นหา			- องค์ความรู้เรื่องสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ
4. ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป			- องค์ความรู้เรื่องการใช้เครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์
5. ขั้นขยายความรู้			(เทอร์โมมิเตอร์)
6. ขั้นประเมินผล			เทคโนโลยี (T)
7. ขั้นนำความรู้ไปใช้			- การสืบค้นข้อมูล
7.1 ขั้นระบุปัญหา			- การแก้ปัญหาอย่างง่าย
7.2 ขั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา			- การแสดงลำดับการทำงานหรือแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน
7.3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา			- การออกแบบ และสร้างสวดลายบนชิ้นงาน
7.4 ขั้นวางแผน และดำเนินการแก้ปัญหา			วิศวกรรมศาสตร์ (E)
7.5 ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน			- การเลือกใช้วัสดุ
7.6 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา			- รูปแบบของภาชนะแช่ยา
ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน			คณิตศาสตร์ (M)
			- การใช้เครื่องมือวัด
			- การใช้จำนวน ค่าตัวเลข
			- การใช้รูปเรขาคณิต

6) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ตามรูปแบบ ประกอบด้วย จำนวน ชั่วโมง มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ และการวัด และประเมินผล

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ และพิจารณาความเหมาะสมของหัวข้อ กิจกรรมการเรียนการสอน เวลาที่ใช้ ความเหมาะสมของวิธีสอนที่จะแทรกในแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละ แผน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาที่ได้รับ การปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ดังรายชื่อในภาคผนวก ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยเกณฑ์ความเหมาะสมที่นำมาใช้ตั้งแต่ระดับ 3.50 ขึ้นไป และกำหนดเกณฑ์ การให้คะแนน ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

9) นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มาวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมิน ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาแปล ความหมายตามเกณฑ์ หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วัสดุรอบตัว และสมบัติความแข็งของวัสดุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.08 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติความยืดหยุ่น และสมบัติความเหนียวของวัสดุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.03 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติการนำความร้อนและสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.03

เมื่อไปเทียบกับเกณฑ์ความเหมาะสมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมในระดับความเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ได้

10) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาปรับปรุงตามคำแนะนำให้เสร็จสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้ยังกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (กลุ่มทดลอง) โรงเรียนอนุบาลพังงาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ต่อไป

3.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลพังงา และหลักสูตรหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2) วิเคราะห์หลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และแนวทางในการจัดการเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่นำมาใช้ในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3) ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน กลวิธีการสอน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4) วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ประกอบด้วย 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ตามตารางที่ 3.3 ดังนี้

ตารางที่ 3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ และจำนวนชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง (ชั่วโมง)
1	วัสดุรอบตัว และสมบัติความแข็งของวัสดุ	5
2	สมบัติความยืดหยุ่น และสมบัติความเหนียวของวัสดุ	7
3	สมบัติการนำความร้อน และสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ	7
รวม		19

5) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่จะใช้สอดแทรกในแต่ละแผน ดังตารางที่ 3.3 วิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

6) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ตามรูปแบบ ประกอบด้วย จำนวน ชั่วโมง มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ และการวัด และประเมินผล

7) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบ และพิจารณาความเหมาะสมของหัวข้อ กิจกรรมการเรียนการสอน เวลาที่ใช้ ความเหมาะสมของวิธีสอนที่จะแทรกในแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตาม คำแนะนำ

8) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ ปรึกษาแล้ว ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ดังรายชื่อในภาคผนวก ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการ จัดการเรียนรู้ โดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ Likert เพื่อตรวจสอบความ เหมาะสม ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมมาก

3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยเกณฑ์ความเหมาะสมที่นำมาใช้ตั้งแต่ระดับ 3.50 ขึ้นไป และกำหนดเกณฑ์

การให้คะแนน ดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง เหมาะสมมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง เหมาะสมน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

9) นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มาวิเคราะห์ข้อมูลในการประเมิน ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาแปล ความหมายตามเกณฑ์ หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ปรากฏว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วัสดุรอบตัว และสมบัติความแข็งของวัสดุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.08 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สมบัติความยืดหยุ่น และสมบัติความเหนียวของวัสดุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.08 และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง สมบัติการนำความร้อน และสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.08

เมื่อไปเทียบกับเกณฑ์ความเหมาะสมที่กำหนดไว้ มีความเหมาะสมในระดับความเหมาะสมมากที่สุด สามารถนำไปใช้ได้

10) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติปรับปรุงตามคำแนะนำให้เสร็จสมบูรณ์ แล้วนำไปใช้ยังกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (กลุ่มควบคุม) โรงเรียนอนุบาลพังงาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ต่อไป

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้าง และหาคุณภาพ ดังนี้

3.2.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ศึกษาเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อุทยานวิทยาศาสตร์ และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลพังงา

2) วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และวิธีการจัดการเรียนรู้

3) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเนื้อหา เอกสารหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการวัด และประเมินผล รวมทั้งการตั้งข้อคำถาม

4) สร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์กับระดับของพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยวิชาวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ตามแนวคิดของ Bloom และได้มีการปรับปรุงใหม่ ในปี ค.ศ. 1990 โดย Anderson and Krathwohl โดยแบ่งระดับการวัดแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ และด้านการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์กับระดับของพฤติกรรม วิชาวิทยาศาสตร์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

เรื่อง	จุดประสงค์ (ด้านความรู้)	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย/จำนวนข้อ			
		ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์
วัสดุรอบตัว และสมบัติ	1. บอกความหมายของสมบัติความแข็ง ของวัสดุได้	2			
ความแข็ง	2. เปรียบเทียบสมบัติความแข็งของ				2

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์ (ด้านความรู้)	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย/จำนวนข้อ			
		ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์
ของวัสดุ	วัสดุได้				
	3. อธิบายวิธีการทดสอบสมบัติความ แข็งของวัสดุได้		2		
	4. ยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติของแข็งได้		2		
	5. นำความรู้เรื่องวัสดุรอบตัว และ สมบัติความแข็งของวัสดุไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้			3	
สมบัติความ ยืดหยุ่น และสมบัติ ความเหนียว ของวัสดุ	1. บอกความหมายของสมบัติความ ยืดหยุ่นของวัสดุได้	2			
	2. บอกความหมายของสมบัติความ เหนียวของวัสดุได้	2			
	3. เปรียบเทียบสมบัติความยืดหยุ่นของ วัสดุได้				2
	4. เปรียบเทียบสมบัติความเหนียวของ วัสดุได้				2
	5. อธิบายการทดสอบสมบัติความ ยืดหยุ่นของวัสดุได้		2		
	6. อธิบายการทดสอบสมบัติความ เหนียวของวัสดุได้		2		
	7. ยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติความ ยืดหยุ่นได้		3		
	8. ยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติความ เหนียวได้		2		
	9. นำความรู้เรื่องสมบัติความยืดหยุ่น ของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันได้			3	

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์ (ด้านความรู้)	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย/จำนวนข้อ			
		ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์
	10. นำความรู้เรื่องสมบัติความเหนียวของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันได้			3	
สมบัติการนำความร้อนและการนำไฟฟ้าของวัสดุ	1. บอกความหมายของสมบัติการนำความร้อนของวัสดุได้	2			
	2. บอกความหมายของสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุได้	2			
	3. เปรียบเทียบสมบัติการนำความร้อนของวัสดุได้				2
	4. เปรียบเทียบสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุได้				2
	5. อธิบายการทดสอบสมบัติการนำความร้อนของวัสดุได้		2		
	6. อธิบายการทดสอบสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุได้		2		
	7. บอกความหมายของวัสดุที่นำความร้อน และฉนวนความร้อนได้	2			
	8. บอกความหมายของวัสดุที่นำไฟฟ้า และฉนวนไฟฟ้าได้	2			
	9. ยกตัวอย่างวัสดุที่นำความร้อน และฉนวนความร้อนได้		2		
	10. ยกตัวอย่างวัสดุที่นำไฟฟ้า และฉนวนไฟฟ้าได้		2		
	11. นำความรู้เรื่องสมบัติการนำความร้อนของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันได้			3	

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เรื่อง	จุดประสงค์ (ด้านความรู้)	ระดับพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย/จำนวนข้อ			
		ความจำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์
12. นำความรู้เรื่องสมบัติการนำไฟฟ้า ของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันได้				3	
รวมจำนวนข้อตามระดับพฤติกรรม		14	21	15	10
รวมจำนวนข้อสอบ		60 ข้อ			

5) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 60 ข้อ ซึ่งนำไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 30 ข้อ และหลังเรียน จำนวน 30 ข้อ

6) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้าง เนื้อหา และการใช้ภาษา

7) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยรายนามผู้ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยจะอยู่ในภาคผนวก ก ซึ่งทั้ง 3 คน เป็นครูวิทยาศาสตร์ ที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิตวิทยาศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง เนื้อหา และการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกข้อ

8) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป นำมาปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ

9) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน 60 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยเลือก แบบทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.33 – 0.76 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37 – 0.75

10) ทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.45 – 0.73 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27 – 0.65 ได้แบบทดสอบ 60 ข้อ

11) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ มาหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตร KR 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.94

12) จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องสมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่คัดเลือก และปรับปรุงแล้วมา เพื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา

3.2.2 แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

เป็นแบบวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยมีขั้นตอนการสร้าง และหาคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

2) กำหนดลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และออกแบบตัวชี้วัดให้สอดคล้องกับสถานการณ์ของแต่ละลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3) สร้างแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา

ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ตัวชี้วัด	จำนวนแบบวัด (อัตนัย)
1. การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน	1. นำความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้	2
2. การนำความคิดรวบยอดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	2. นำความคิดรวบยอด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้	2

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ลักษณะของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ตัวชี้วัด	จำนวนแบบวัด (อัตร้อย)
3. ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	3. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้	2
4. การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	4. นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใน	2
5. ความเข้าใจ และการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน	5. อธิบาย และประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชนได้	2
6. การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อกันมาหรือการใช้อารมณ์	6. แสดงวิธีการตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ได้	2
รวมจำนวนข้อสอบ		12 ข้อ

5) สร้างแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน ก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีสัดส่วนจำนวนข้อในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ตรงตามตารางการวิเคราะห์ข้อสอบจำนวน 12 ข้อ ซึ่งนำไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อน และหลังเรียน

6) นำแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้าง เนื้อหา และการใช้ภาษา

7) นำแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยรายนามผู้ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยจะอยู่ในภาคผนวก ก ซึ่งทั้ง 3 คน เป็นครูวิทยาศาสตร์ ที่สำเร็จการศึกษาระดับศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิตวิทยาศาสตร์ มีความเชี่ยวชาญในการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง เนื้อหา และการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ปรากฏว่าได้ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.60 – 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกข้อ และได้ปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ ดังนี้

ก. ข้อสอบบางข้อมีข้อคำตอบที่ถูกต้องมากกว่า 1 คำตอบ

ข. ข้อสอบบางข้อใช้คำถามที่ไม่ชัดเจน

9) นำแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน 12 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา จำนวน 30 คน เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยเลือก แบบทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.54 - 0.78 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37 - 0.75

10) ทำการคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.45 - 0.73 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.27 - 0.55 ได้แบบทดสอบ 12 ข้อ

11) นำแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ มาหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตร KR 20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.87

12) จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่คัดเลือก และปรับปรุงแล้วมา เพื่อไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มทดลองทราบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เพื่อให้ นักเรียนทุกคนรับทราบ และปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

4.2 ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

4.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุม

4.4 ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ค่าสถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ประกอบด้วย

5.1.1 วิเคราะห์ค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทั้งฉบับ โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

5.1.2 วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อ แบบชนิดเลือกตอบ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และค่าความเที่ยงของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR – 20 ของ Kuder Richardson

5.1.3 วิเคราะห์ค่าความเที่ยงทั้งฉบับ ของแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ได้ค่าความเที่ยง 1.00

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน

5.2.1 วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.2.2 วิเคราะห์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

5.3.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test for Independent Sample)

5.3.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test for Independent Sample)

5.3.3 วิเคราะห์ข้อมูลคะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test for Dependent Sample)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา จังหวัดพังงา โดยผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน

ตอนที่ 1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติมาเปรียบเทียบ โดยใช้การทดสอบค่าทีแบบอิสระต่อกัน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คะแนน	กลุ่มทดลอง (n=32)		กลุ่มควบคุม (n=31)		t	p
	M	S.D	M	S.D		
ก่อนเรียน	13.19	2.64	10.48	3.38	20.438	0.125
หลังเรียน	23.22	2.60	17.45	4.99	11.898*	0.000

*p < .05

จากตารางที่ 4.1 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกัน แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุเพิ่มขึ้น เป็นผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ มาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบอิสระต่อกันปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คะแนน	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	p
	M	S.D	M	S.D		
ก่อนเรียน	5.88	1.26	5.81	2.41	9.203	0.536
หลังเรียน	9.66	2.57	7.48	2.45	6.912*	0.000

*p < .05

จากตารางที่ 4.2 พบว่า เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม พบว่า ไม่แตกต่างกัน แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน พบว่า คะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีคะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุเพิ่มขึ้น เป็นผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามองค์ประกอบย่อยของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

องค์ประกอบที่	การทดสอบ	n	M	S.D	t	p
1. การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน	กลุ่มทดลอง	32	12.78	0.94	2.236*	0.033
	กลุ่มควบคุม	31	12.16	1.17		
2. การนำความคิดรวบยอดและทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	กลุ่มทดลอง	32	13.13	0.98	3.842*	0.001
	กลุ่มควบคุม	31	12.06	1.11		
3. ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	กลุ่มทดลอง	32	13.13	1.04	4.381*	0.000
	กลุ่มควบคุม	31	11.94	1.08		

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

องค์ประกอบที่	การทดสอบ	n	M	S.D	t	p
4. การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	กลุ่มทดลอง	32	13.25	1.08	4.105*	0.000
	กลุ่มควบคุม	31	12.00	1.27		
5. ความเข้าใจและการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน	กลุ่มทดลอง	32	13.22	1.16	4.166*	0.000
	กลุ่มควบคุม	31	11.88	1.04		
6. การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์	กลุ่มทดลอง	32	13.28	1.17	4.624*	0.000
	กลุ่มควบคุม	31	11.84	1.32		

*p< .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า การเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามองค์ประกอบย่อยของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ โดยความสามารถในองค์ประกอบที่ 6 การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด และองค์ประกอบที่ 1 การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน

ผู้วิจัยได้นำคะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ก่อนเรียน และหลังเรียนมาศึกษาเปรียบเทียบผลต่างโดยใช้การทดสอบค่าทีแบบอิสระต่อกัน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียน
และหลังเรียน

การจัดการเรียนรู้รูปแบบ สืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับสะเต็มศึกษา	N	M	S.D	t	Sig.
ก่อนเรียน	32	5.88	1.26	9.203*	0.000
หลังเรียน	32	9.66	2.57		

*p < .05

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา
มีคะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามองค์ประกอบย่อยของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ
สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

องค์ประกอบที่	การทดสอบ	n	M	S.D	t	p
1. การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบ ยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ใน ชีวิตประจำวัน	ก่อนเรียน	32	1.19	0.40	2.552*	0.016
	หลังเรียน	32	1.50	0.51		
2. การนำความคิดรวบยอดและทักษะทาง วิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหา ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	ก่อนเรียน	32	1.09	0.39	4.984*	0.000
	หลังเรียน	32	1.78	0.61		
3. ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	ก่อนเรียน	32	0.66	0.48	3.695*	0.001
	หลังเรียน	32	1.13	0.71		

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

องค์ประกอบที่	การทดสอบ	n	M	S.D.	t	p
4. การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	ก่อนเรียน	32	0.94	1.01	5.268*	0.000
	หลังเรียน	32	2.38	1.45		
5. ความเข้าใจและการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน	ก่อนเรียน	32	1.06	0.50	3.999*	0.000
	หลังเรียน	32	1.50	0.57		
6. การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์	ก่อนเรียน	32	0.94	0.44	3.699*	0.001
	หลังเรียน	32	1.38	0.55		

*p < .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่า การเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามองค์ประกอบย่อยของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ โดยความสามารถในองค์ประกอบที่ 4 ด้านการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด และองค์ประกอบที่ 3 ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา จังหวัดพังงา ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สามารถสรุปผล และอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อน และหลังเรียน

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.2.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

1.2.3 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 128 คน จัดเป็น 4 ห้องเรียน แบบคละความสามารถ

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงาที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 63 คน จัดเป็น 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน 3 แผน ใช้เวลา 19 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติใช้เวลาสอนเท่ากัน

1.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมบัติทางกายภาพของวัสดุ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

1.4.3 แบบวัดความสามารถในการการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน

1.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงาด้วยตนเอง มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1.5.1 ทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

1.5.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุม

1.5.3 ทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ จำนวน 30 ข้อ และแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

1.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.6.1 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ค่าสถิติที (t-test for Independent Samples)

1.6.2 เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โดยใช้ค่าสถิติที (t-test for Independent Samples)

1.6.3 เปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้ค่าสถิติที (t-test for dependent Samples)

1.7 ผลการวิจัย

1.7.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

1.7.2 ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 และการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามองค์ประกอบย่อยของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ

1.7.3 ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 และการเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำแนกตามองค์ประกอบย่อยของนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทุกองค์ประกอบ

2. อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอนุบาลพังงา อำเภอเมือง จังหวัดพังงา ผู้วิจัยได้แยกการอภิปรายผลตามสมมติฐานการวิจัยเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นไปตามขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ทั้ง 7 ขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มต้นจากการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำให้นักเรียนได้ระลึกถึงความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ เป็นการกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ในสิ่งเกี่ยวข้องที่จะเรียนต่อไป ซึ่งผู้เรียนจะได้ค้นพบในกิจกรรมขั้นสำรวจ และค้นหา ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างความรู้ และต่อยอดองค์ความรู้ไปสู่การใช้งานในชีวิตประจำวันผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ศึกษา และสืบค้นข้อมูลในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ และเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น โดยเป็นการบูรณาการองค์ความรู้ และทักษะกระบวนการของ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเสริมเข้าไปในขั้นการนำความรู้ไปใช้ ซึ่งเป็นขั้นที่ 7 ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการการถ่ายโอนความรู้ และเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย สามารถเก็บความรู้ไว้ได้เป็นระยะเวลาอันยาวนานจนสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการทำงานแบบนักวิทยาศาสตร์ ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ สื่อสาร และพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการสร้างความรู้ และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ผ่านการบูรณาการความรู้ระหว่างสาขาวิชา จึงก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการเรียนรู้ ที่ระบุว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรวมหรือเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ใหม่หรือข้อมูลใหม่ ผนวกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการค้นพบความรู้ แล้วสามารถสรุป

ความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถจดจำได้นานขึ้น เนื่องจากความรู้ที่นั้นเกิดจากการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับนักเรียน (ประภาพรรณ เอี่ยมสุภชาติ, 2558 และทศนา แคมมณี, 2564) จึงทำให้นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตติมาภรณ์ โชคสัมฤทธิ์ผล (2561) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ผสานสะเต็มศึกษา เสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ และการอ่าน การเขียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเทศบาลบ้านสุขสำราญ อปท.เทศบาลเมืองวารินชำราบ อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วยการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ผสานสะเต็มศึกษา เสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ และการอ่าน การเขียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ รัชกษ แยมชม (2564) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองผักขม จังหวัดสระแก้ว พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ตามที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของวิษณุ ทุมมี (2562) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2 การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษากับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้ เนื่องจากกิจกรรมตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดในการประเมินความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนฤมล ยุตาคม (2551) ซึ่งประกอบด้วย 6 ลักษณะ คือ 1) การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน 2) การนำความคิดรวบยอด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน

3) ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน 4) การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน 5) ความเข้าใจ และการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน และ 6) การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์ ซึ่งทั้ง 6 ลักษณะนี้เชื่อมโยงกับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา โดยผู้วิจัยได้นำเหตุการณ์ ปัญหา ข่าวสารที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมาออกแบบ และจัดการเรียนรู้โดยสร้างเป็นสถานการณ์ให้นักเรียนช่วยกันแก้ไขปัญหาตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น กิจกรรมที่ 1 ชูตรงขาเก้าอี้ เป็นกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นเพื่อให้นักเรียนนำองค์ความรู้เรื่องสมบัติความแข็งของวัสดุมาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ปัญหาขาเก้าอี้เหล็กขูดพื้นกระเบื้องตามเงื่อนไขที่กำหนด กิจกรรมที่ 2 หน้ากากอนามัยผ้า เป็นกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นเพื่อให้นักเรียนนำองค์ความรู้เรื่องสมบัติความเหนียว และความยืดหยุ่นของวัสดุมาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ปัญหาคารขาดแคลนหน้ากากอนามัยเนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ตามเงื่อนไขที่กำหนด และกิจกรรมที่ 3 ภาชนะแช่ยา เป็นกิจกรรมที่ออกแบบขึ้นเพื่อให้นักเรียนนำองค์ความรู้เรื่องสมบัติการนำความร้อน และสมบัติการนำไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ปัญหาสร้างภาชนะแช่ยาในสถานการณ์น้ำท่วมหนักที่จังหวัดนครศรีธรรมราชตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งในทุกกิจกรรม นักเรียนได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นในทุกกิจกรรม นักเรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การแก้ปัญหา รวมถึงทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การเลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ในขณะเดียวกัน กิจกรรมสะเต็มศึกษาช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการ และสามารถถ่ายโอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ จึงทำให้นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา สามารถถ่ายโอนความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาสู่การแก้ปัญหา และประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ตาม 6 ลักษณะของนฤมล ยุตาคม ได้อย่างเหมาะสม และส่งผลให้คะแนนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่าง แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดหลักทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมากในการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันให้สูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของรัชนก แยมขม (2564) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารในชีวิตประจำวันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองผักขม จังหวัดสระแก้ว พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันในภาพรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อน

เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของปาริชาติ ปานศรี (2563) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจดีย์ จังหวัดนครปฐม พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาการเปรียบเทียบองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบที่ 6 การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์ มีค่าสูงกว่าด้านอื่น เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ช่วยพัฒนากระบวนการคิดของนักเรียนให้เป็นระบบ ส่งผลให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และนำมาสร้างคำอธิบาย ความคิดรวบยอด และลงข้อสรุปเพื่อตอบคำถามที่สงสัยได้อย่างมีเหตุมีผล โดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากการสืบเสาะ สอดคล้องกับ NRC (1996) ได้กล่าวถึง การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ คือ (1) การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการตั้งคำถาม (2) การให้ความสำคัญกับหลักฐานที่จะใช้ตอบคำถาม (3) การสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มี (4) การเชื่อมโยงคำอธิบายกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ (5) การสื่อสารข้อสรุป และการแสดงผล จึงช่วยพัฒนาให้นักเรียนสามารถตัดสินใจเรื่องราวเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผล

2.3 การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาก่อน และหลังเรียน

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้ และเมื่อพิจารณาการเปรียบเทียบองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบที่ 4 ด้านการใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าด้านอื่น เป็นเพราะชั้นที่ 7 ขึ้นนำความรู้ไปใช้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทั้ง 3 แผน มีกิจกรรมที่สอดคล้องกับองค์ประกอบด้าน 4 เพื่อพิสูจน์สมบัติทางกายภาพของวัสดุต่างๆ ทั้ง 5 สมบัติ ได้แก่ สมบัติความแข็ง สมบัติความเหนียว สมบัติความยืดหยุ่น สมบัติการนำความร้อน และสมบัติการนำไฟฟ้า ดังนั้นนักเรียนจึงต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการทดสอบสมมติฐาน โดยต้องกำหนด และควบคุมตัวแปร ตั้งสมมติฐาน กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ลงมือปฏิบัติการทดลอง และลงข้อสรุป ทำให้นักเรียนมีความรู้ ประสบการณ์ และทักษะ จึงสามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา และส่งผลให้ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าด้านอื่น ๆ ส่วนความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ ที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ องค์ประกอบที่ 3

ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน อาจเนื่องมาจากในกิจกรรมที่ออกแบบไม่มีสถานการณ์ที่เอื้อให้นักเรียนได้ฝึกฝนความสามารถในด้านนี้มากเท่าที่ควร จึงส่งผลให้ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ด้านความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน มีการพัฒนาน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกานต์สิริ ธนภัทรเวชพิสิฐ (2565) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่องโลก และการเปลี่ยนแปลง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชัยบาดาลวิทยา จังหวัดลพบุรี ผลการศึกษการวิจัยพบว่า ความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของรัชนก แยมขม (2564) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก เรื่องสารในชีวิตประจำวันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านคลองผักขม จังหวัดสระแก้ว ผลการศึกษการวิจัยพบว่า ความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนดังกล่าว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดลองจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยตนเอง ได้พบผลการทดลอง ปัญหา อุปสรรคที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำดำเนินการ จึงมีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การจัดกิจกรรมการสอนโดยใช้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา เรื่องสมบัติทางกายภาพของวัสดุ เพื่อให้ นักเรียนมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ครูผู้สอนจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เข้ากับเหมาะสมด้านนักเรียน เนื้อหา วัสดุอุปกรณ์ ลดการบรรยาย หรือท่องจำเนื้อหา ซึ่งจะส่งผลให้การจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพมากขึ้น

3.1.2 ในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนทำกิจกรรมไม่ทันตามเวลาที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงควรจัดสรรเวลาให้เพียงพอแก่การเรียนรู้ และจำกัดเวลาในการทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสม เพื่อให้ทันนักเรียนได้มีเวลาในการทำกิจกรรมที่เพียงพอ และนำความรู้ที่ได้มาพัฒนาความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.1.3 จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุดในกิจกรรมที่มีการนำเสนอเปรียบเทียบระหว่างก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา ครูควรทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน โดยใช้อุปกรณ์ที่เข้าใจง่ายมากยิ่งขึ้น และเป็นอุปกรณ์ที่นักเรียนมีความคุ้นเคย และควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้เกิดการวิเคราะห์เชื่อมโยงถึงเหตุผลในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ในการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งควรออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3.1.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษายังพัฒนาความสามารถในการเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงควรเพิ่มการจัดการเรียนรู้ที่มีความเข้าใจง่าย และใช้อุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ให้มีความเหมาะสมกับนักเรียน หรืออาจใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาในด้านดังกล่าวให้ดียิ่งขึ้น

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ควรทำการวิจัยการจัดการจัดการกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาในเนื้อหาอื่น ๆ ของวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียนในระดับช่วงชั้นต่าง ๆ โดยการปรับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหา ระดับชั้น และวัยของนักเรียน เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนได้อย่างกว้างขวาง

3.2.3 ควรมีการวิจัย และพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้กิจกรรมมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

สุโขทัยวิทยาเขตราชภัฏวชิรเวศน์

บรรณานุกรม

- กมลฉัตร กล่องอิม. (2560). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 40 (2), 41-51.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2557). *แนวทางปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ชุมนุมการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2560*. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2561). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)*. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2566). *แผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ พุทธศักราช 2566*. สำนักนโยบาย และยุทธศาสตร์ สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ.
- กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล. (2557). หน่วยที่ 9 เครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพ ใน *ประมวลสารชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 5, น. 1-83). สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กานต์สิริ ธนภัทรเวชพิสิฐ. (2565). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม เรื่อง โลก และการเปลี่ยนแปลง ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนชัยบาดาลวิทยา จังหวัดลพบุรี [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง. (2560). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- จรัส อินทลาภาพร. (2558). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *วารสาร Veridian E - Journal*, 8 (1), 62 - 74.
- ชลธิป สมานิติ. (2557). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในระดับการศึกษาปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 30 (2), 102 - 111.
- ชัยอนันต์ สมทวนิช. (2541). *Good Governance กับ การปฏิรูปการศึกษา – การปฏิรูปการเมือง*. ม.ป.ท.

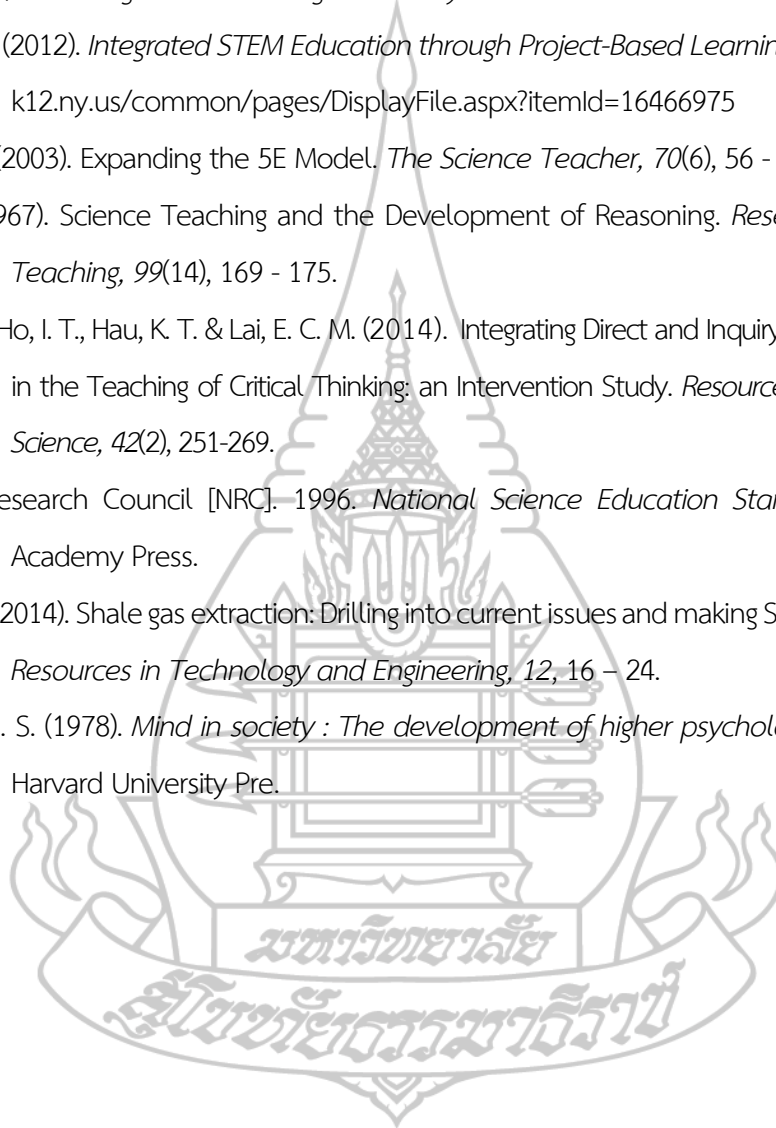
- ฐิติมาภรณ์ โชคสัมฤทธิ์ผล. (2563). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (7E) ผสานสะเต็มศึกษา เสริมทักษะทางวิทยาศาสตร์ และการอ่านการเขียน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิทยาลัยนครราชสีมา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 12(3), 602 - 619.
- ณัฐพงษ์ ฉายแสงประทีป. (2559). รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติในรายวิชา TMT423 ระเบียบวิธีวิจัยสำหรับอุตสาหกรรมท่องเที่ยว. มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- ณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2559). การสร้างเครื่องมือการวิจัยทางการศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศนา แคมมณี. (2564). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 25). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย ชิวปรีชา และคณะ. 2537. หน่วยที่ 13 การวัดและประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะวิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 6). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นฤมล ยุตาคม. (2551). ความเข้าใจและการสอนธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในเรื่องโครงสร้างอะตอมของครูผู้สอนวิชาเคมี. *วารสารวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สังคมศาสตร์)*, 29 (3), 228 - 239.
- นวลจิตต์ เขาวีร์ดิพงษ์. (2562). เพื่อนคู่คิดครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ: การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการเขียนแผนจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism. *วารสาร สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 96, 11 - 15.
- ประภาพรรณ เอี่ยมสุภาจิต. (2558). หน่วยที่ 1 ทฤษฎีการเรียนรู้กับการเรียนการสอน. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาวิทยาการจัดการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 4). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ทวีปรีน (1991).
- _____. (2558). แนวการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. *วารสารพัฒนาการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยรังสิต*, 9 (1), 136-154.
- ปรีชาญ เดชศรี. (2557). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ไทยวัฒนาพานิช.
- ปาริชาติ ปานศรี. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดพระประโทณเจติย์ จังหวัดนครปฐม. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏ-ศรีสะเกษ*, 16 (3), 1-14.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49 - 56.

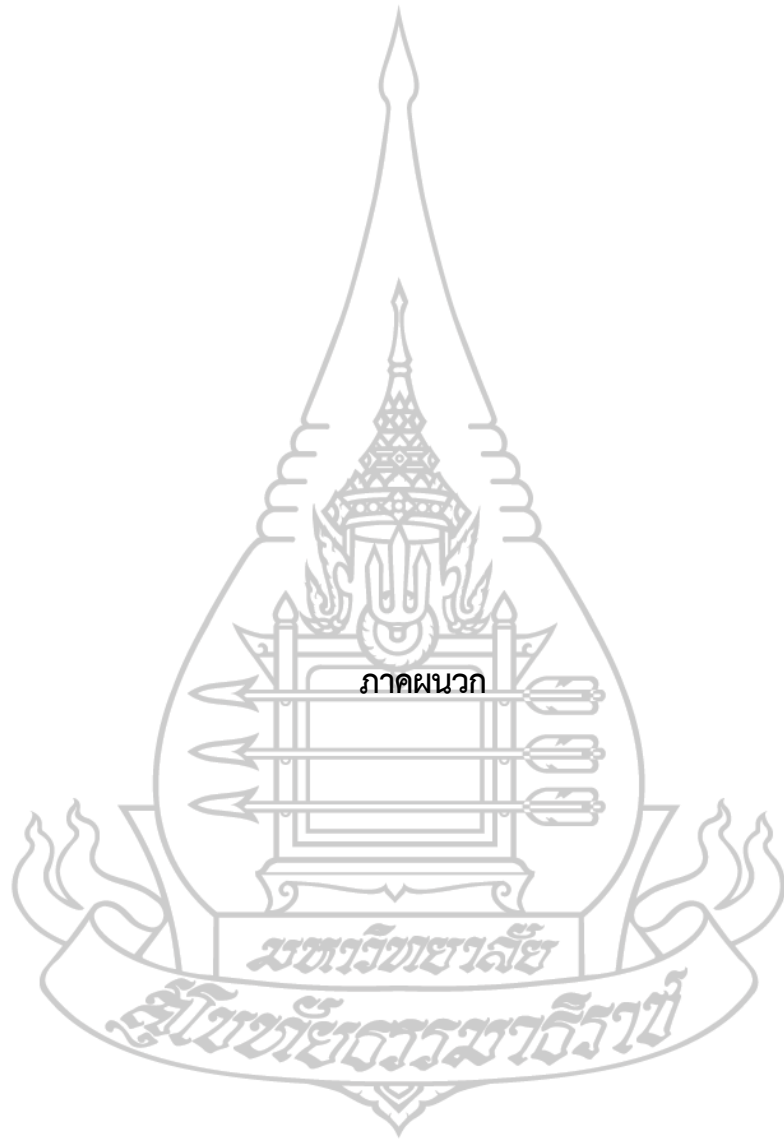
- พลศักดิ์ แสงพรหมศรี. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ชั้นบูรณาการ และเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการ
จัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์].
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พัชรี ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ์. (2562). การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 2).
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- พาสณา จุลรัตน์. (2561). จิตวิทยาการรู้คิด. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิชิต ฤทธิจรูญ. (2556). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 8). เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มิสท์.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธี และเทคนิคการสอน.
เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมนเนจเม้นท์.
- _____. (2555). การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบ 4 ชั้น ตอนของ สเติร์นเบิร์ก
และแนวคิดฮิวริสติกส์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผล และการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. *JOURNAL OF EDUCATION NARESUAN
UNIVERSITY*, 14(1), 49 - 61.
- ไพโรจน์ คะเชนทร์. (2556). การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. <http://www.wattoongpel.com>
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- ไพศาล วรรค้ำ. (2556). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 6). ตักศิลาการพิมพ์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. ไทยวัฒนาพานิช.
- ภาณุพงศ์ โคนชัยภูมิ. (2559). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องการสังเคราะห์
ด้วยแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถด้านการ
คิดเชิงระบบ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยราชภัฏ-
มหาสารคาม.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2556). การวัดและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ (พิมพ์ครั้งที่ 11). จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- รัชนก แยมขม. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง สารใน
ชีวิตประจำวันที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการประยุกต์
ความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน-
บ้านคลองผักขม จังหวัดสระแก้ว. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์*, 11(2), 1 - 16.
- วรรณิ์ แกมเกตุ. (2555). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). เรื่องน่าเกี่ยวกับ STEM (สะเต็มศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2558). *กระบวนการทัศน์การโค้ชเพื่อเสริมสร้างทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม*. สนิทวงศ์การพิมพ์.
- วิชญ์ ทูมมี. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม* [รายงานผลการวิจัย]. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21*. เนว่าเอ็ดดูเคชั่น.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). *คู่มือหลักสูตรอบรมครูสะเต็มศึกษา*. ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ.
- _____. (2558). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2565). *สรุปผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-Net)*. <https://www.niets.or.th/th/content/view/25980>
- สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย. (2567). *เปิดข้อเสนอเชิงนโยบาย “ขับเคลื่อนประเทศไทยด้วยการยกระดับการศึกษาและกำลังคนด้าน STEM”*. <https://tdri.or.th/2024/03/policy-stem-education/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *การวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์*. ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- _____. (2557). *สะเต็มศึกษา Science Technology Engineering and Mathematics Education (STEM Education)*. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2558 ก). *ตัวอย่างการประเมินผลวิทยศาสตร์นานาชาติ: PISA และ TIMSS*. อรุณการพิมพ์.
- _____. (2558 ข). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2560). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- _____. (2566). *ผลการประเมิน PISA 2022*. <https://www.ipst.ac.th/news/54912/20231106-pisa2022.html>
- สมนึก ภัททิยธนี. (2553). *การวัดผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 7). ประสานการพิมพ์.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม้ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *แนวปฏิบัติการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. ชุมชนุสพกรณการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2555). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ดี.
- _____. (2560). *ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์*. พิมพ์ดี.
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ชุดความฉลาดรู้*. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.
- _____. (2562). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย ฉบับราชบัณฑิตยสภา*. สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2552). *ข้อเสนอการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง 2552 - 2561*. สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา
- สิริมณี บรรจง. (2553). *รายงานการวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยใช้วิธีสอนที่เน้นทักษะปฏิบัติ*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- สุจินต์ วิศวธีรานนท์. (2560). หน่วยที่ 6 พื้นฐานทางจิตวิทยาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะวิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 6). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- สุทธิดา จำรัส. (2556). หน่วยที่ 8 การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นการสืบเสาะ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะวิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 6). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- _____. (2560). *นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา*. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.* 10, 2 (ก.ค. - ธ.ค. 2560), 13 - 34.
- _____. (2561). *ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้อินโฟกราฟิกที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มชาติพันธุ์*. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา (JSSE)*, 4(2), 190 - 203.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). *การออกแบบการสอน*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). *ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 1 -2*. เจเนอรัลบุ๊คส์เซนเตอร์.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). *สะเต็มศึกษากับพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา*. *วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, 19(1), 15-18.

- Abruscato. (1996). *Teaching Children Science : A Discovery Approach*. Allyn and Bacon.
- Barman C. R. & Kotar (1989). Teaching Teacher : The Learning Cycle. *Science and Children*, 26 (7), 30 - 32.
- Carin. (1993). *Teaching Science Through Discovery*. Macmillan.
- Diana, L. R. (2012). *Integrated STEM Education through Project-Based Learning*. www.rondout.k12.ny.us/common/pages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975
- Eisenkraft. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*, 70(6), 56 - 59.
- Karplus. (1967). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Researching Science Teaching*, 99(14), 169 - 175.
- Ku, K. Y. L., Ho, I. T., Hau, K. T. & Lai, E. C. M. (2014). Integrating Direct and Inquiry-based Instruction in the Teaching of Critical Thinking: an Intervention Study. *Resources in Instructional Science*, 42(2), 251-269.
- National Research Council [NRC]. 1996. *National Science Education Standards*. National Academy Press.
- Strimel, G. (2014). Shale gas extraction: Drilling into current issues and making STEM connection. *Resources in Technology and Engineering*, 12, 16 – 24.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society : The development of higher psychological processes*. Harvard University Pre.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัยสุรินทร์

สุรินทร์วิทยาคารมหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

- | | |
|--|---|
| 1. นายณัฐชา พัฒนา
ศษ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) | ครูชำนาญการ (คศ.2)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
โรงเรียนปากช่อง |
| 2. นายพลวิชญ์ อังสวัสดิ์
ศษ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) | ครูชำนาญการ (คศ.2)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
โรงเรียนประจวบวิทยาลัย |
| 3. นางสาวปรีดา สงวนทรัพย์
ศษ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์) | ครูชำนาญการ (คศ.2)
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
โรงเรียนวัดนากลางมิตรภาพที่ 163 |





ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสะเต็มศึกษา

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ	ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง วัสดุรอบตัวเรา และสมบัติความแข็งของวัสดุ	เวลา 5 ชั่วโมง
โรงเรียน อนุบาลพังงา	ผู้สอน นางสาวอุตินันท์ นาคพันธ์

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวชี้วัด

ว 2.1 ป.4/1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลอง และระบุการนำสมบัติเรื่องความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน

ว 2.1 ป.4/2 แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง

3. สาระสำคัญ

สมบัติความแข็งของวัสดุ หมายถึง ความทนทานของวัสดุต่อการตัด และการขูดขีด ทดสอบโดยการนำตะปูมาขูดบนผิวของวัตถุที่ทำด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ วัสดุชนิดใดที่ทนต่อแรงขีดขูด จะเรียกวัดชนิดนั้นว่าเป็นวัสดุที่มีความแข็ง การเรียงลำดับความแข็งของวัสดุ พิจารณาจากการเกิดรอย โดยวัสดุที่มีความแข็งมากกว่าจะขูดวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่าให้เป็นรอยได้ สมบัติความแข็งของวัสดุสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น การใช้สว่านเจาะไม้ และการใช้เพชรตัดกระจก เป็นต้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของสมบัติความแข็งของวัสดุได้ (K)
2. เปรียบเทียบสมบัติความแข็งของวัสดุได้ (K)
3. อธิบายวิธีการทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุได้ (K)

4. ทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุได้ (P)
5. ยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติความแข็งได้ (K)
6. นำความรู้เรื่องวัสดุรอบตัว และสมบัติความแข็งของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (K)
7. สร้าง/ออกแบบชิ้นงานเกี่ยวกับสมบัติความแข็งของวัสดุ ที่มีการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ได้ (P)
8. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น (A)
9. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

5. สารการเรียนรู้

1. ความหมายของสมบัติความแข็ง
2. การทดสอบความแข็งของวัสดุ
3. การเรียงลำดับความแข็งของวัสดุ
4. การนำสมบัติความแข็งของวัสดุมาใช้ประโยชน์
5. การนำสมบัติความแข็งของวัสดุมาสร้างนวัตกรรม

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7Es) ร่วมกับสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยนำขั้นตอนของการสอนแบบสะเต็มศึกษาบูรณาการไว้ในขั้นตอนที่ 7 ของการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicit) (10 นาที)

ครูนำของเล่นของใช้จำนวน 5 ชิ้น ได้แก่ ตุ๊กตาทามิ มีด ลูกฟุตบอล กรรไกร และลูกแก้วมาให้ นักเรียนดู โดยให้นักเรียนช่วยกันสังเกต แล้วนำอภิปรายโดยใช้แนวคำถามดังนี้



- ถ้าต้องการแบ่งกลุ่มวัตถุข้างต้น นักเรียนจะใช้เกณฑ์ใดในการแบ่งกลุ่ม (**แนวคำตอบ** รูปทรง, สี, ผิวสัมผัส, ขนาด, น้ำหนัก หรือประโยชน์การใช้งาน เป็นต้น)

- หากแบ่งกลุ่มวัตถุข้างต้นออกเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้เกณฑ์ประโยชน์การใช้งาน วัตถุใดบ้างจัดเป็นของเล่น และวัตถุใดบ้างจัดเป็นของใช้ (**แนวคำตอบ** ตุ๊กตา ลูกบอล และลูกแก้วจัดเป็นของเล่น ส่วนมีด และกรรไกรจัดเป็นของใช้)
- ของเล่นกับของใช้แตกต่างกันอย่างไร (**แนวคำตอบ** ของเล่นเป็นสิ่งที่ใช้สร้างความบันเทิง และเพลิดเพลิน ส่วนของใช้เป็นสิ่งที่นำมาใช้งาน เพื่อเอื้ออำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ)
- นักเรียนสามารถนำของใช้มาเป็นของเล่นได้หรือไม่ เพราะเหตุใด ลองยกตัวอย่างประกอบ (**แนวคำตอบ** ไม่ได้ เช่น มีดหรือกรรไกร เพราะเป็นของมีคม อาจทำให้เกิดอันตรายได้)
- ของเล่น และของใช้ในปัจจุบันนี้ทำมาจากอะไรบ้าง (**แนวคำตอบ** พลาสติก ยาง แก้ว กระดาษ โลหะ ไม้ แก้ว เป็นต้น)
- จากคำตอบของนักเรียนข้างต้น “พลาสติก ยาง แก้ว กระดาษ โลหะ ไม้ แก้ว” เราเรียกสิ่งเหล่านี้ว่าอะไร (**แนวคำตอบ** วัสดุ)

6.2 ชั้นร่ำความสนใจ (Engage) (10 นาที)

6.2.1 ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้ ดังนี้

“หนูนิดต้องการทำข้าวไข่เจียวกึ่งลับ จึงจำเป็นต้องสับกึ่งให้ละเอียด หนูนิดควรเลือกใช้วัสดุใดต่อไปนี้ในการสับกึ่ง”



แผ่นไม้



แผ่นพลาสติก



แผ่นโฟม



แผ่นกระดาษ



แผ่นกระจก



แผ่นเหล็ก

6.2.2 จากสถานการณ์ข้างต้น ครูนำอภิปราย เพื่อให้นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ในประเด็นต่างๆ ต่อไปนี้

- หากหนูนิดต้องการสับกึ่งให้ละเอียด หนูนิดควรเลือกใช้อุปกรณ์อะไร (**แนวคำตอบ** มีด)
- มีดทำมาจากวัสดุอะไร (**แนวคำตอบ** แผ่นเหล็ก)
- เหล็กมีสมบัติเป็นอย่างไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- วัสดุอื่น ๆ อันได้แก่ แผ่นไม้ แผ่นพลาสติก แผ่นโฟม แผ่นกระดาษ และแผ่นกระจก สามารถสับกึ่งให้ละเอียดได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- วัสดุใดบ้างมีความแข็งมากกว่าเหล็ก (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- นักเรียนใช้วิธีการใดในการพิจารณาลำดับความแข็งของวัสดุ (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.3 ชั้นสำรวจ และค้นหา (Explore) (40 นาที)

6.3.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ซึ่งคละความสามารถของผู้เรียน โดยให้แต่ละกลุ่มมีทั้งเด็กเก่ง - ปานกลาง - อ่อน จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. ความหมายของสมบัติความแข็ง
2. วิธีการทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุ

6.3.2 ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายผลจากการสืบค้น โดยใช้แนวคำถามดังนี้

- จากการสืบค้น สมบัติความแข็งคืออะไร (**แนวคำตอบ** สมบัติความแข็ง หมายถึง ความทนทานต่อการตัด และการขูดขีด)

- การทดสอบความแข็งทำได้อย่างไร (**แนวคำตอบ** ทดสอบโดยการนำตะปูมาขูดบนผิวของวัตถุที่ทำด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ วัสดุชนิดใดที่ทนต่อแรงขีดขูด จะเรียกวัดุนั้นว่าเป็นวัสดุที่มีความแข็ง)

- นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าวัสดุชนิดใดมีความแข็งมากกว่ากัน (**แนวคำตอบ** พิจารณาจากการเกิดรอย โดยวัสดุที่มีความแข็งมากกว่าจะขูดวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่าให้เป็นรอยได้)

6.3.3 ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่องวัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด จากนั้นให้สมาชิกในกลุ่มช่วยการศึกษา และทำความเข้าใจ

6.3.4 ครูนำอภิปราย เพื่อสอบถามความเข้าใจ โดยใช้แนวคำถามดังนี้

- กิจกรรมที่นักเรียนต้องทำมีชื่อว่าอะไร (**แนวคำตอบ** วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร)

- กิจกรรมข้างต้น มีจุดประสงค์ว่าอย่างไร (**แนวคำตอบ** กิจกรรมดังกล่าวมีจุดประสงค์ 2 ข้อ คือ 1. เพื่อศึกษาวิธีการทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุ และ 2. เพื่อเปรียบเทียบสมบัติความแข็งของวัสดุแต่ละชนิด)

- กิจกรรมข้างต้น ตั้งสมมติฐานได้ว่าอย่างไร (**แนวคำตอบ** ถ้าตะปูที่มีความแข็งมากกว่า ดังนั้นเมื่อออกแรงขูดจะเกิดรอยบนผิวของวัสดุชนิดนั้น)

- ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม มีอะไรบ้าง (**แนวคำตอบ** ตัวแปรต้น คือ ชนิดของวัสดุ ได้แก่ พลาสติก แก้ว หิน ไม้ และเหล็ก, ตัวแปรตาม คือ การเกิดรอยบนผิวของวัสดุ และ ตัวแปรควบคุม คือ ปริมาณแรงที่ใช้ในการขูด คนที่ทำการทดลอง ชนิดของตะปู ขนาดของตะปู เป็นต้น)

- วิธีการทดลองทำอย่างไร (**แนวคำตอบ** ให้ใช้ตะปูขูดบนผิวของวัสดุต่าง ๆ โดยควบคุมแรงที่ใช้ให้เท่ากัน ซึ่งนักเรียนควรเลือกใช้คนทดลองคนเดิม เพื่อให้ปริมาณแรงที่ใช้ในการออกแรงขูดเท่าเดิม จากนั้นให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนผิวของวัสดุชนิดต่าง ๆ พร้อมจดบันทึกผลลงในตาราง)

6.3.5 ครูให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มในการลงมือทดลอง โดยคอยควบคุม และให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ นักเรียนทำการทดลอง พร้อมกับบันทึกผลการทดลองลงในตาราง

6.4 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) (10 นาที)

6.4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 1 คน นำเสนอผลการทดลอง และอภิปรายผล โดยครูทำหน้าที่จัดบันทึกคำตอบของนักเรียนลงบนกระดาน

6.4.2 ครูนำอภิปรายจากคำตอบ และผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มข้างต้น โดยใช้แนวคำถามดังนี้

- ถ้าต้องการเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย (**แนวคำตอบ** เราสามารถเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุได้โดยการนำวัสดุที่ต้องการเปรียบเทียบมาขูดลงบนผิวของวัสดุ แล้วสังเกตการเกิดรอยบนผิวของวัสดุนั้น ๆ)

- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าวัสดุชนิดใดมีความแข็งมากกว่ากัน (**แนวคำตอบ** สามารถพิจารณาจากการเกิดรอย โดยวัสดุที่มีความแข็งมากกว่าจะขูดวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่าให้เป็นรอยได้)

- จากการทดลอง วัสดุใดบ้างที่แข็งน้อยกว่าเหล็ก (ตะปู) และวัสดุใดบ้างที่มีความแข็งมากกว่าเหล็ก (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจที่ได้จากผลการทดลอง)

- จากผลการทดลอง วัสดุใดที่นักเรียนควรเลือกใช้ในการสับกั๋งให้ละเอียด เพราะเหตุใด (**แนวคำตอบ** เหล็ก เพราะเหล็กมีความแข็ง ทนต่อแรงขีดขูด ทำให้เกิดรอยบนชิ้นเนื้อ และหั่นชิ้นเนื้อออกจากกันได้)

6.5 ชั้นขยายความรู้ (Elaborate) (40 นาที)

6.5.1 ครูให้นักเรียนช่วยกันสังเกตวัตถุต่อไปนี้ แล้วนำอภิปรายโดยใช้แนวคำถามดังนี้



หน้าต่างทรงกลม

หน้าต่างทรงเหลี่ยม

หน้าต่างทรงโค้ง

- จากภาพที่นักเรียนเห็น เป็นภาพของอะไร (**แนวคำตอบ** หน้าต่าง)
- หน้าต่างแต่ละบานมีส่วนประกอบอะไรบ้าง (**แนวคำตอบ** วงกบ และกระจก)
- กระจกมีสมบัติเป็นอย่างไรบ้าง (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- หากนักเรียนเป็นช่างตัดกระจก นักเรียนจะเลือกวัสดุใดในการตัดกระจกให้เป็นรูปทรงต่าง ๆ เพราะอะไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.5.2 ครูให้นักเรียนช่วยกันสังเกตข้อมูลในตารางข้างต้น โดยครูอธิบายว่า ข้อมูลในตารางที่นักเรียนเห็น เป็นการเปรียบเทียบความแข็งของแร่ชนิดต่าง ๆ ที่โมห์ (Moh) พ.ศ. 2316 – 1382 ผู้เชี่ยวชาญเรื่องแร่ เป็นผู้สร้างขึ้น แล้วนำอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

ตารางแสดงระดับความแข็งของโมห์ (Moh's Scal)

ชื่อแร่	อันดับความแข็ง	ลักษณะความแข็ง
ทัลค์	1	อ่อนลื่นมือ ขูดเข้าเล็บ ขูดเข้าผิวได้
ยิปซัม	2	เงินเหรียญขูดเป็นรอย
แคลไซต์	3	มีหรือตะไขขูดเป็นรอย
ฟลูออไรต์	4	กระจกขีดเป็นรอยบนผิวแร่
อะพาไทต์	5	แร้ขีดกระจกจะเป็นรอยบนกระจก
ออร์โทเคลส	6	ขีดกระจกเป็นรอยได้โดยง่าย
ควอตซ์	7	ขีดแร่ที่แข็ง 1 – 7 ให้เป็นรอยได้
โทแพซ	8	ขีดแร่ที่แข็ง 1 – 8 ให้เป็นรอยได้
คอร์ันดัม	9	ขีดแร่ที่แข็ง 1 – 9 ให้เป็นรอยได้
เพชร	10	ขีดวัตถุทุกชนิดให้เป็นรอยได้

- จากตารางข้างต้น ความแข็งของแร่ถูกแบ่งออกเป็นกี่ระดับ (**แนวคำตอบ** 10 ระดับ)
- แร่ชนิดใดมีความแข็งมากที่สุด และมีค่าระดับความแข็งที่เท่าไร? (**แนวคำตอบ** เพชร โดยมีค่าระดับความแข็งเท่ากับ 10)
- หากต้องการตัดกระจกเป็นรูปทรงต่าง ๆ ควรเลือกใช้วัสดุชนิดใดได้บ้าง เพราะอะไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ โดยนำข้อมูลจากตารางมาใช้ในการอธิบายเหตุผลประกอบ)
- สมบัติความแข็งของวัสดุมีประโยชน์อย่างไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- วัตถุ นวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์ใดบ้างที่ต้องคำนึงถึงสมบัติความแข็งของวัสดุ (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.5.3 ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มค้นหาคำตอบจากประเด็นข้างต้น แล้วนำมาสรุปอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ให้เพื่อน ๆ ฟัง พร้อมยกตัวอย่างวัตถุ นวัตกรรม และสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ที่ต้องอาศัยหรือพิจารณาความแข็งของวัสดุในการผลิต และการนำมาใช้งาน

6.5.4 ครู และนักเรียนร่วมกันสรุปความสำคัญ และประโยชน์ของสมบัติด้านความแข็งของวัสดุ

6.6 ชั้นประเมินผล (Evaluate) (10 นาที)

6.6.1 ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมา และการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง นักเรียนยังมีจุดใดบ้างที่ไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย หากมี ครูควรอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้น

6.6.2 นักเรียนร่วมกันประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

6.6.3 นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

6.6.4 ครูนำอภิปราย เพื่อทดสอบความเข้าใจของนักเรียน เรื่อง สมบัติความแข็งของวัสดุ โดยใช้แนวคำถามดังนี้

- หากนักเรียนต้องการตรวจสอบสมบัติความแข็งของวัสดุ นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการใดได้บ้าง (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- ถ้าต้องการขูดวัสดุอีกชนิดหนึ่งให้เกิดรอย วัสดุที่นำมาขูดควรมีสมบัติเป็นอย่างไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- ในการตัดกระดาษ ควรเลือกใช้วัสดุใด เพราะเหตุใด (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- วัตถุ นวัตกรรมหรือสิ่งประดิษฐ์ใดบ้างที่ต้องคำนึงถึงสมบัติความแข็งของวัสดุในการนำมาใช้งาน (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.7 ชั้นนำความรู้ไปใช้ (Extend) (180 นาที)

ครูดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

6.7.1 ชั้นระบุปัญหา (Problem Identification)

1) ครูชักชวนนักเรียนอ่านสถานการณ์ที่กำหนดให้จากใบงานที่ 2 เรื่อง การนำสมบัติความแข็งของวัสดุไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

เก้าอี้ จัดเป็นเครื่องนึ่งประเภทหนึ่ง ที่ประกอบด้วยขา 4 ขา ทำหน้าที่คอยรองรับน้ำหนักของวัตถุหรือผู้นั่ง โดยส่วนใหญ่ขาเก้าอี้มักนิยมทำจากเหล็ก เพราะเป็นวัสดุที่มีความทนทาน แข็ง ไม่ซึมน้ำ รองรับน้ำหนักได้เยอะ และมีความแข็งแรงมาก แต่ในขณะเดียวกันขาเก้าอี้ที่ทำจากเหล็กค้อยข้างมีน้ำหนักมาก เมื่อออกแรงเคลื่อนย้ายหรือลากวัตถุ มักจะเกิดรอยขีดข่วนพื้นได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นพื้นไม้ พื้นปูนหรือพื้นกระเบื้อง

หากนักเรียนเป็นช่างออกแบบเก้าอี้ นักเรียนจะออกแบบ และเลือกใช้วัสดุใดมาแก้ปัญหาดังกล่าว



รูปภาพ เก้าอี้ขาเหล็ก

2) จากสถานการณ์ข้างต้น ครูนำอภิปราย เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ปัญหา โดยใช้แนวคำถาม ดังนี้

- จากปัญหาข้างต้น นักเรียนคิดว่ารอยขีดข่วนพื้นเกิดมาจากสาเหตุใด (แนวคำตอบ ขาเก้าอี้เหล็กขีดข่วนพื้น)

- ทำไมเหล็กจึงขีดข่วนพื้นแล้วเป็นรอย (แนวคำตอบ เพราะเหล็กมีความแข็งแรงมากกว่ากระเบื้อง)

- ถ้านักเรียนจะออกแบบสร้างชุดรองขาเก้าอี้ เพื่อป้องกันไม่ให้ขาเหล็กขีดข่วนพื้นขณะลาก นักเรียนคิดว่าควรเลือกใช้วัสดุใด (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- นักเรียนจะออกแบบสร้างชุดรองขาเก้าอี้โดยใช้วัสดุต่าง ๆ อย่างไร เพื่อป้องกันไม่ให้ขาเหล็กขีดข่วนพื้นขณะลาก (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- นักเรียนจะมีวิธีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มกันอย่างไร (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

3) ครูรวบรวมคำตอบ และให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันเขียนคำตอบจากประเด็นคำถามดังกล่าวลงในใบงานที่ 2

4) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระบุปัญหา ออกแบบสร้างชุดรองขาเก้าอี้ เพื่อป้องกันไม่ให้ขาเหล็กขูดขีดพื้นขณะลาก

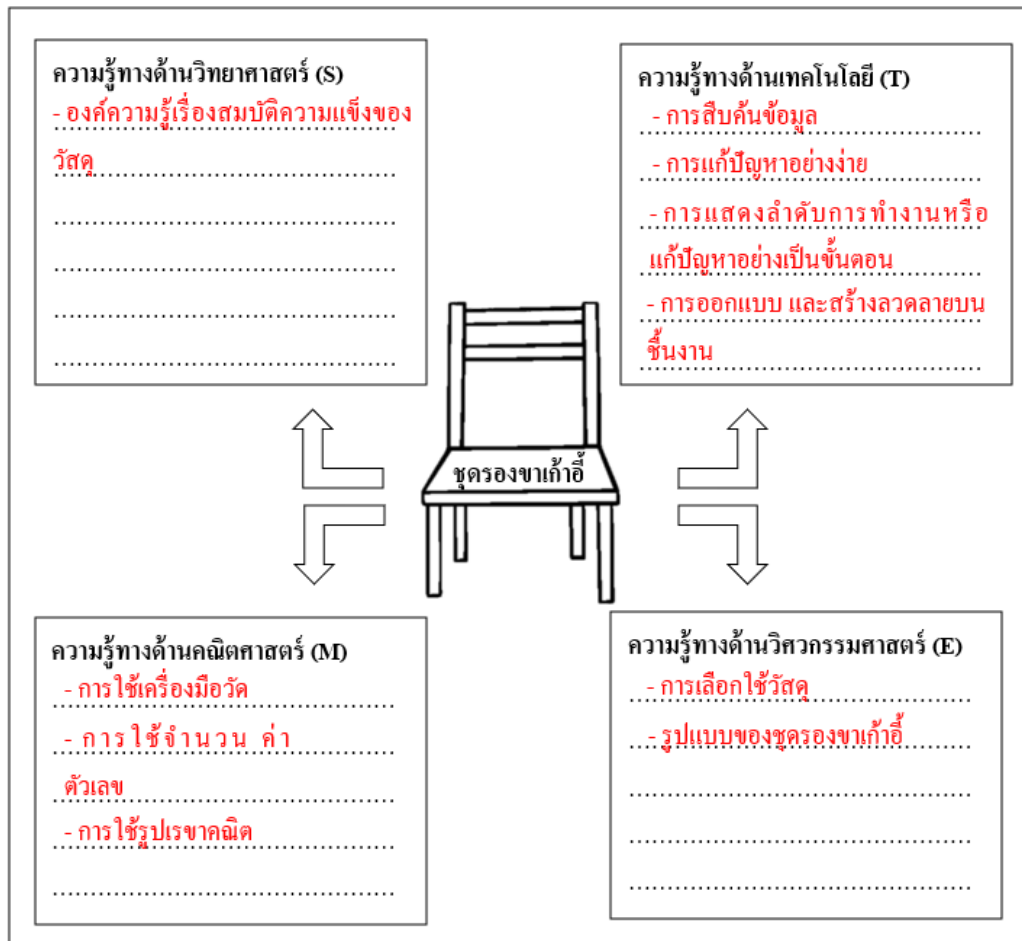
6.7.2 ชั้นรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

- 1) ครูนำอภิปราย โดยใช้แนวคำถามดังนี้
 - หากนักเรียนต้องการหาข้อมูลเกี่ยวกับกับสร้างชุดรองขาเก้าอี้ นักเรียนควรหาข้อมูลจากแหล่งใด และสามารถถามใครบ้างในโรงเรียน (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- 2) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่จะนำไปใช้แก้ไขปัญหา แล้วนำอภิปรายโดยใช้แนวคำถามดังนี้
 - เคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวแล้วหรือไม่ (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
 - หากมีเขาแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีใด อย่างไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
 - นักเรียนจะนำแนวทางที่ได้มาใช้ในการแก้ปัญหาค้างนี้ได้อย่างไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
 - นักเรียนคิดว่าแนวทางการแก้ปัญหานั้นเลือกใช้ มีความคุ้มค่า และมีข้อดี ข้อเสียอย่างไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.7.3 ชั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนในกลุ่มช่วยกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว โดยคำนึงถึงหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว
- วัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องการใช้
- ความคุ้มค่า คุ้มทุนของวัสดุ และอุปกรณ์ที่เลือกใช้
- จุดเด่น จุดด้อยของวัสดุ และอุปกรณ์ที่เลือกใช้
- องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา แล้วตอบคำถามลงในใบงานที่ 2



6.7.4 ขั้นตอนวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

- 1) นักเรียนในกลุ่มช่วยกันคิด และระบุนวัตกรรมที่จะสร้างในลงใบงานที่ 2
- 2) นักเรียนในกลุ่มช่วยกันพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งนักเรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงานให้ชัดเจน รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจนด้วย

6.7.5 ขั้นตอนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing Evaluation and Design Improvement)

- 1) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ส่งตัวแทน 1 คน ออกมานำเสนอ และทดลองใช้นวัตกรรม
- 2) ครูนำอภิปราย เพื่อให้นักเรียนทุกกลุ่มมองเห็นข้อดี และข้อผิดพลาดในนวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยใช้แนวคำถามดังนี้
 - นวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้น มีจุดเด่นในเรื่องใด (แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- นวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้น ยังมีข้อผิดพลาดหรือสิ่งที่ต้องแก้ไข ณ จุดใดบ้าง
(แนวคำตอบ นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

- นักเรียนจะมีวิธีการพัฒนาชิ้นงานหรือแก้ไขข้อผิดพลาดอย่างไรบ้าง (แนวคำตอบ
นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

3) ครูให้โอกาสนักเรียนทุกกลุ่มในการแก้ไขข้อผิดพลาดของนวัตกรรม และปรับแก้จนสามารถเป็นชิ้นงานที่มีคุณภาพ และดีที่สุดในการนำมาใช้แก้ปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าวได้ ซึ่งกระบวนการนี้สามารถทำได้หลายครั้ง จนจะได้ผลงานหรือนวัตกรรมที่ดีที่สุด

6.7.6 ชี้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

หลังจากนักเรียนทุกกลุ่มพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบ และประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรมจนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว นักเรียนต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อเพื่อน ๆ โดยออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1 วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร
2. ใบงานที่ 2 การนำสมบัติความแข็งของวัสดุไปใช้ประโยชน์
3. ของเล่นของใช้ จำนวน 5 ชิ้น ได้แก่ ตุ๊กตาหมี มิด ลูกฟุตบอล กรรไกร และลูกแก้ว
4. ภาพวัสดุต่าง ๆ ได้แก่ แผ่นไม้ แผ่นพลาสติก แผ่นโฟม แผ่นกระดาษ แผ่นกระจก และแผ่นเหล็ก
5. ภาพหน้าต่างรูปทรงต่าง ๆ ได้แก่ หน้าต่างทรงกลม หน้าต่างทรงเหลี่ยม และหน้าต่างทรงโค้ง
6. หนังสือแบบเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
7. ห้องสมุด
8. ห้องคอมพิวเตอร์

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (Knowledge)			
1.1 บอกความหมายของสมบัติความแข็งของวัสดุได้	- การตอบคำถาม	- ข้อคำถาม	- นักเรียนสามารถบอกความหมายของสมบัติ

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
			ความแข็งของวัสดุได้ถูกต้อง
1.2 เปรียบเทียบสมบัติความแข็งของวัสดุได้	<ul style="list-style-type: none"> - การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อคำถาม - แบบประเมินใบงานที่ 1 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถเปรียบเทียบสมบัติความแข็งของวัสดุได้ถูกต้อง - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
1.3 อธิบายวิธีการทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุได้	<ul style="list-style-type: none"> - การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อคำถาม - แบบประเมินใบงานที่ 1 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุได้ถูกต้อง - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
1.4 ยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติความแข็งได้	<ul style="list-style-type: none"> - การตอบคำถาม 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อคำถาม 	นักเรียนยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติความแข็งได้ถูกต้อง
1.5 นำความรู้เรื่องวัสดุรอบตัว และสมบัติความแข็งของวัสดุไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	<ul style="list-style-type: none"> - การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง การนำสมบัติความแข็งของวัสดุไปใช้ประโยชน์ 	<ul style="list-style-type: none"> - ข้อคำถาม - แบบประเมินใบงานที่ 2 เรื่อง การนำสมบัติความแข็ง 	<ul style="list-style-type: none"> - นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเรื่องสมบัติความแข็งของวัสดุได้อย่าง

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
		ของวัสดุไปใช้ ประโยชน์	หลากหลาย และ ถูกต้อง - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ และกระบวนการ (Skill/Process)			
2.1 ทดสอบสมบัติความ แข็งของวัสดุได้	- การสังเกต	- แบบสังเกต ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2.2 สร้าง/ออกแบบ ชิ้นงานเกี่ยวกับสมบัติ ความแข็งของวัสดุ ที่มี การบูรณาการความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ได้	- ตรวจสอบชิ้นงาน/ นวัตกรรม	- แบบประเมิน ตรวจสอบชิ้นงาน/ นวัตกรรม	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
3. ด้านเจตคติ (Attitude)			
3.1 มีความสนใจใฝ่รู้หรือ อยากรู้อยากเห็น	- การสังเกต	- แบบบันทึกการ สังเกตพฤติกรรม ผู้เรียนในด้าน ความสนใจใฝ่รู้ หรืออยากรู้อยาก เห็น	- ผ่านเกณฑ์ ระดับดี ขึ้นไป
3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่น อย่างสร้างสรรค์	- การสังเกต	- แบบบันทึกการ สังเกตพฤติกรรม การทำงานร่วมกับ ผู้อื่นอย่าง สร้างสรรค์	- ผ่านเกณฑ์ ระดับดี ขึ้นไป

9. กิจกรรมเสนอแนะ

นักเรียนศึกษาความแข็งของแร่ชนิดต่าง ๆ แล้วช่วยกันจัดป้ายนิเทศหน้าห้องเรียน

10. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

10.1.1 การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

10.1.2 การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

10.1.3 การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา และอุปสรรค

.....

.....

.....

10.3 แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้สอน

(นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์)

ตำแหน่ง ครูโรงเรียนอนุบาลพังงา

ใบงานที่ 1 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร

วิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

สมาชิกในกลุ่มที่ ประกอบด้วย

1. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
2. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
3. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
4. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
5. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
6. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาวิธีการทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุ
2. เพื่อเปรียบเทียบสมบัติความแข็งของวัสดุแต่ละชนิด

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

1. ตัวแปรต้น
2. ตัวแปรตาม
3. ตัวแปรควบคุม

สรุป และอภิปรายผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. เมื่อออกแรงขีดผิวของวัตถุ วัสดุใดบ้างที่เกิดรอยบนผิวของวัสดุ

ตอบ

.....

.....

2. วัสดุใดบ้างที่ไม่พบรอยขีดบนผิวของวัตถุ

ตอบ

.....

.....

3. นักเรียนนำความรู้เรื่องสมบัติความแข็งไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ตอบ

.....

.....

ใบงานที่ 2 การนำสมบัติความแข็งของวัสดุไปใช้ประโยชน์

วิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

สมาชิกในกลุ่มที่ ประกอบด้วย

1. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
2. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
3. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
4. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
5. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
6. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่

คำสั่ง อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

อ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

เก้าอี้ จัดเป็นเครื่องนึ่งประเภทหนึ่ง ที่ประกอบด้วยขา 4 ขา ทำหน้าที่คอยรองรับน้ำหนักของวัตถุหรือผู้นั่ง โดยส่วนใหญ่ขาเก้าอี้มักนิยมทำจากเหล็ก เพราะเป็นวัสดุที่มีความทนทาน แข็ง ไม่ซึมน้ำ รองรับน้ำหนักได้เยอะ และมีความแข็งแรงมาก แต่ในขณะที่เดียวกันขาเก้าอี้ที่ทำจากเหล็กค้อยข้างมีน้ำหนักมาก เมื่อออกแรงเคลื่อนย้ายหรือลากวัตถุ มักจะเกิดรอยขีดข่วนบนพื้นได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นพื้นไม้ พื้นปูนหรือพื้นกระเบื้อง

หากนักเรียนเป็นช่างออกแบบเก้าอี้ นักเรียนจะออกแบบ และเลือกใช้วัสดุใดมาแก้ปัญหาดังกล่าว



รูปภาพ เก้าอี้ขาเหล็ก

1. จากปัญหาข้างต้น นักเรียนคิดว่ารอยขีดขีดบนพื้นเกิดมาจากสาเหตุใด

ตอบ

.....

.....

2. ทำไมเหล็กจึงขีดขีดพื้นแล้วเป็นรอย

ตอบ

.....

.....

3. ถ้านักเรียนจะออกแบบสร้างชุดรองเท้ากำอี้ เพื่อป้องกันไม่ให้ขาเหล็กขีดขีดพื้นขณะลาก นักเรียนคิดว่าควรเลือกใช้วัสดุใด

ตอบ

.....

.....

4. นักเรียนจะออกแบบสร้างชุดรองเท้ากำอี้โดยใช้วัสดุต่าง ๆ อยางไร เพื่อป้องกันไม่ให้ขาเหล็กขีดขีดพื้นขณะลาก

ตอบ

.....

.....

5. นักเรียนจะมีวิธีการแบ่งหน้าที่ภายในกลุ่มกันอย่างไร

ตอบ

.....

.....

6. หากนักเรียนต้องการหาข้อมูลเกี่ยวกับกับสร้างชุดรองเท้ากำอี้ นักเรียนควรหาข้อมูลจากแหล่งใด และสามารถถามใครบ้างในโรงเรียน

ตอบ

.....

.....

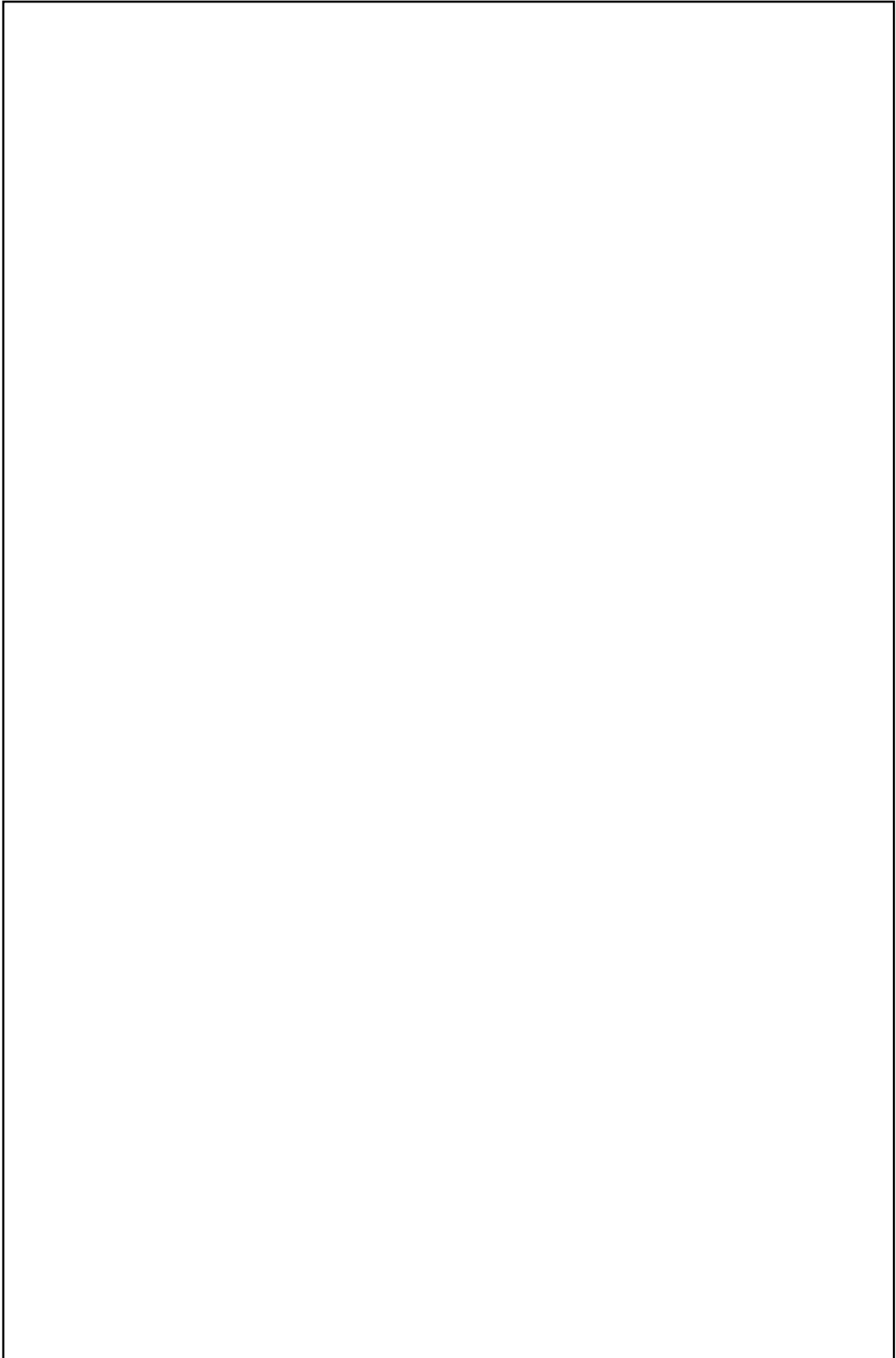
7. เคยมีใครหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวแล้วหรือไม่

ตอบ

.....

.....

13. นวัตกรรมที่นักเรียนออกแบบ คือ

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for a student to draw or describe their innovation.

ครั้งที่ 1

จุดเด่น

.....

จุดด้อย

.....

ข้อควรพัฒนา

.....

ครั้งที่ 2

จุดเด่น

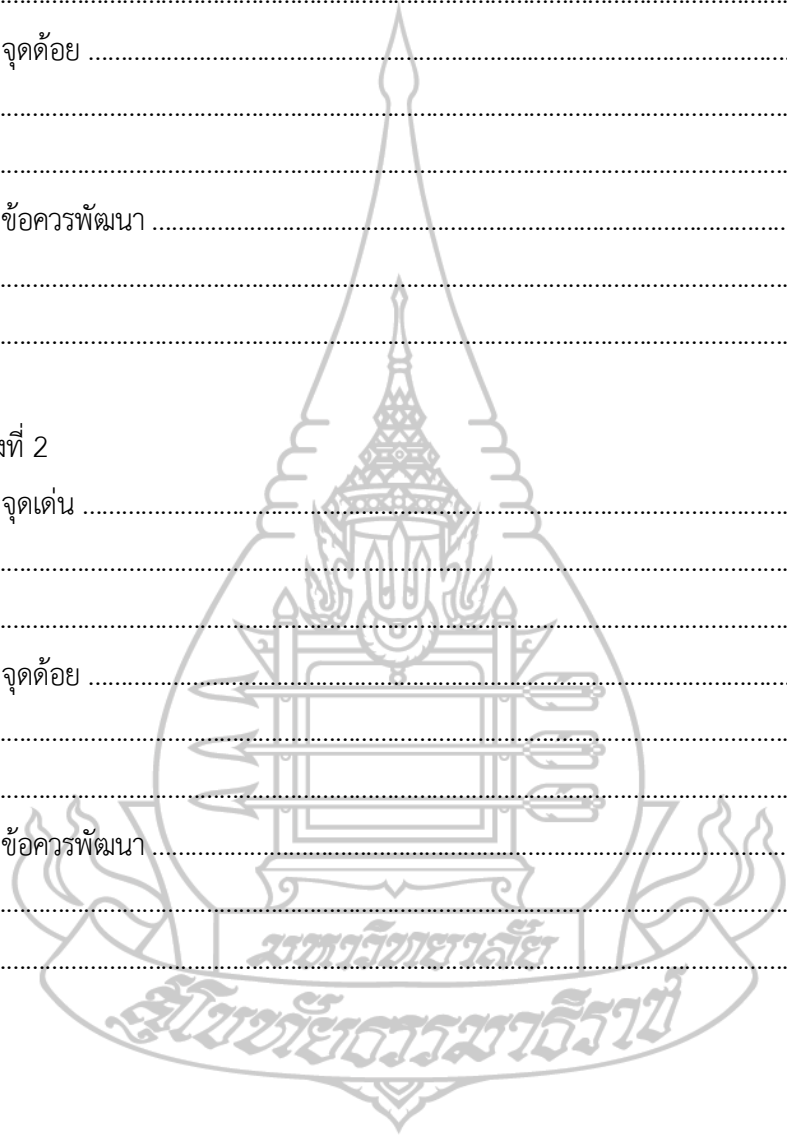
.....

จุดด้อย

.....

ข้อควรพัฒนา

.....



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ	ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง วัสดุรอบตัวเรา และสมบัติความแข็งของวัสดุ	เวลา 5 ชั่วโมง
โรงเรียน อนุบาลพังงา	ผู้สอน นางสาวอุตินันท์ นาคพันธ์

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้าง และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลัก และธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ตัวชี้วัด

ว 2.1 ป.4/1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลอง และระบุการนำสมบัติเรื่องความแข็ง สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบชิ้นงาน

ว 2.1 ป.4/2 แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง

3. สาระสำคัญ

สิ่งของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันทำมาจากวัสดุที่แตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งวัสดุที่มาจากธรรมชาติหรือวัสดุที่มาจาก การสังเคราะห์ โดยวัสดุแต่ละชนิดจะมีสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกันไป ซึ่งสมบัติทางกายภาพของวัสดุ ประกอบด้วย 5 สมบัติ คือ 1) สมบัติความแข็ง 2) สมบัติความเหนียว 3) สมบัติความยืดหยุ่น 4) สมบัติการนำความร้อน และ 5) สมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ

สมบัติความแข็งของวัสดุ หมายถึง ความทนทานของวัสดุต่อการตัด และการขูดขีด ทดสอบโดยการนำตะปูมาขูดบนผิวของวัตถุที่ทำด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ วัสดุชนิดใดที่ทนต่อแรงขีดขูด จะเรียกวัดสินนั้นว่าเป็นวัสดุที่มีความแข็ง การเรียงลำดับความแข็งของวัสดุ พิจารณาจากการเกิดรอย โดยวัสดุที่มีความแข็งมากกว่าจะขูดวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่าให้เป็นรอยได้ สมบัติความแข็งของวัสดุสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น การใช้สว่านเจาะไม้ และการใช้เพชรตัดกระจก เป็นต้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกความหมายของวัตถุ และวัสดุได้ (K)
2. อธิบายลักษณะของวัสดุแต่ละประเภทได้ (K)
3. จำแนกประเภทของวัสดุได้ (P)
4. บอกความหมายของสมบัติความแข็งของวัสดุได้ (K)
5. เปรียบเทียบสมบัติความแข็งของวัสดุได้ (K)
6. อธิบายวิธีการทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุได้ (K)
7. ทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุได้ (P)
8. ยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติความแข็งได้ (K)
9. นำความรู้เรื่องวัสดุรอบตัว และสมบัติความแข็งของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (K)
10. มีความสนใจใฝ่รู้หรืออยากรู้อยากเห็น (A)
11. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ (A)

5. สารการเรียนรู้

1. ความหมายของวัตถุ และวัสดุ
2. สมบัติทางกายภาพของวัสดุ
3. ความหมายของสมบัติความแข็ง
4. การทดสอบความแข็งของวัสดุ
5. การเรียงลำดับความแข็งของวัสดุ
6. การนำสมบัติความแข็งของวัสดุมาใช้ประโยชน์

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูดำเนินการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

ชั่วโมงที่ 1 - 2

6.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)

6.1.1 ครูกล่าวทักทาย และชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้แก่นักเรียน

6.1.2 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

เพื่อตรวจสอบความรู้เดิม

6.1.3 ครูนำกล่องปริศนา 1 กล่อง ซึ่งภายในกล่องบรรจุวัตถุ 5 อย่าง ได้แก่ ไม้บรรทัดเหล็ก ยางรัดของ ฟองน้ำล้างจาน ผ้าเช็ดมือ และลูกแก้ว จากนั้นให้นักเรียนส่งตัวแทน 3 คนออกมาสัมผัสวัตถุ แล้วถามคำถามดังนี้

- นักเรียนคิดว่าวัตถุภายในกล่องมีอะไรบ้าง (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- วัตถุที่นักเรียนสัมผัสแต่ละอย่างทำจากวัสดุอะไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- วัสดุแต่ละอย่างมีสมบัติอย่างไรบ้าง (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.1.4 ครูเฉลยวัตถุปริศนาภายในกล่อง โดยหยิบออกมาทีละชิ้น และให้นักเรียนร่วมกันสังเกตว่า วัตถุแต่ละอย่างทำจากวัสดุอะไร และมีสมบัติอย่างไรบ้าง

6.1.5 ครูซักชวนนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับความหมายของวัตถุ และวัสดุ แล้วถามคำถามดังนี้

- วัตถุ และวัสดุ คืออะไร (**แนวคำตอบ** วัตถุ คือ สิ่งของที่ทำมาจากวัสดุต่าง ๆ มีจุดประสงค์ในการใช้งานเฉพาะอย่าง ส่วนวัสดุ คือ สิ่งที่น่ามาประกอบหรือสร้างเป็นสิ่งของ เครื่องเล่นหรือของใช้ ซึ่งมีสมบัติแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด)
- วัสดุที่นักเรียนรู้จักมีอะไรบ้าง (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- วัสดุที่นักเรียนยกตัวอย่างมีสมบัติทางกายภาพอย่างไรบ้าง (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.2 ชั้นสำรวจ และค้นหา (Explore)

6.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ซึ่งคละความสามารถของผู้เรียน โดยให้แต่ละกลุ่มมีทั้งเด็กเก่ง - ปานกลาง - อ่อน จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุ

6.2.2 ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายผลจากการสืบค้นเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพ โดยใช้คำถามดังนี้

- สมบัติทางกายภาพของวัสดุแบ่งออกเป็นกี่สมบัติ (**แนวคำตอบ** 5 สมบัติ)
- วัสดุมีสมบัติทางกายภาพด้านใดบ้าง (**แนวคำตอบ** สมบัติความแข็ง สมบัติความเหนียว สมบัติความยืดหยุ่น สมบัติการนำความร้อน และสมบัติการนำไฟฟ้า)

6.2.3 ครูแจกบัตรภาพวัสดุให้นักเรียนกลุ่มละ จำนวน 10 ภาพ จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ถึงวัสดุในภาพว่ามีสมบัติทางกายภาพอะไรบ้าง โดยค้นหาข้อมูลจากหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ป.4 หรือค้นหาจากอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติม และทำใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ พร้อมบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผลให้เรียบร้อย

6.3 ชั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explain)

6.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 1 คน นำเสนอผลการทดลอง และอภิปรายผล โดยครูทำหน้าที่จัดบันทึกคำตอบของนักเรียนลงบนกระดาน

6.3.2 ครูนำอภิปรายจากคำตอบ ผลการสำรวจ และการค้นหาข้อมูลของนักเรียนแต่ละกลุ่มข้างต้น โดยใช้คำถามดังนี้

- วัสดุจากบัตรภาพแต่ละใบมีสมบัติทางกายภาพอะไรบ้าง (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- สมบัติทางกายภาพของวัสดุแต่ละชนิดมีลักษณะเป็นอย่างไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.4 ชั้นขยายความรู้ (Elaborate)

6.4.1 ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่องแผนผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุ พร้อมบอกลักษณะเด่นของแต่ละสมบัติ และยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติดังกล่าวจำนวน 3 อย่าง

6.5 ชั้นประเมินผล (Evaluate)

6.5.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 – 3 คน เพื่อสรุปความรู้หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน รวมไปถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย

6.5.2 ครูประเมินเพื่อตรวจสอบความเข้าใจนักเรียนจากการตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ใบงานที่ 2 เรื่องแผนผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุ และการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียน

ชั่วโมงที่ 3 – 5

6.1 ชั้นสร้างความสนใจ (Engage)

6.1.1 ครูชักชวนนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับอาชีพของคนกรีดน้ำยางพารา โดยใช้คำถามดังนี้

- หากต้องการเบิกหน้ายางพารา นักเรียนจำเป็นต้องทำให้ผิวของต้นยางพาราเกิดรอยเพื่อให้น้ำยางไหลซึมออกมาได้ ดังนั้นนักเรียนควรใช้อะไรอุปกรณ์ใดในการเบิกหน้ายางพารา (**แนวคำตอบ** มีดกรีดยาง)
- อุปกรณ์ชนิดนั้นทำจากวัสดุอะไร (**แนวคำตอบ** มีดกรีดยางทำจากเหล็ก)
- อุปกรณ์ชนิดนั้นมีสมบัติอย่างไร ทำไมจึงสามารถกรีดผิวของต้นยางพาราให้เกิดรอยได้ (**แนวคำตอบ** เหล็กมีความแข็งมากกว่าผิวของต้นยางพารา จึงสามารถกรีดต้นยางพาราให้เกิดรอยได้)

- วัสดุอื่น ๆ อันได้แก่ แผ่นไม้ แผ่นพลาสติก แผ่นโฟม แผ่นกระดาษ และแผ่นกระจก สามารถกรีดผิวของต้นยางได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- วัสดุใดบ้างมีความแข็งมากกว่าเหล็ก (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)
- นักเรียนใช้วิธีการใดในการพิจารณาลำดับความแข็งของวัสดุ (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.2 ขั้นสำรวจ และค้นหา (Explore)

6.2.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ซึ่งคละความสามารถของผู้เรียน โดยให้แต่ละกลุ่มมีทั้งเด็กเก่ง - ปานกลาง - อ่อน จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันค้นหาข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. ความหมายของสมบัติความแข็ง
2. วิธีการทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุ

6.2.2 ครูให้นักเรียนช่วยกันอภิปรายผลจากการสืบค้น โดยใช้แนวคำถามดังนี้

- จากการสืบค้น สมบัติความแข็งคืออะไร (**แนวคำตอบ** สมบัติความแข็ง หมายถึง ความทนทานต่อการตัด และการขูดขีด)
- การทดสอบความแข็งทำได้อย่างไร (**แนวคำตอบ** ทดสอบโดยการนำตะปูมาขูดบนผิวของวัตถุที่ทำด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ วัสดุชนิดใดที่ทนต่อแรงขีดขูด จะเรียกวัดุนั้นว่าเป็นวัสดุที่มีความแข็ง)
- นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าวัสดุชนิดใดมีความแข็งมากกว่ากัน (**แนวคำตอบ** พิจารณาจากการเกิดรอย โดยวัสดุที่มีความแข็งมากกว่าจะขูดวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่าให้เป็นรอยได้)

6.2.3 ครูแจกใบงานที่ 3 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร ให้นักเรียนกลุ่มละ 1 ชุด จากนั้นให้สมาชิกในกลุ่มช่วยการศึกษา และทำความเข้าใจ

6.2.4 ครูให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มในการลงมือทดลอง โดยคอยควบคุม และให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนต้องการ นักเรียนทำการทดลอง พร้อมกับบันทึกผลการทดลองลงในใบงานที่ 3

6.3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป (Explain)

6.3.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 1 คน นำเสนอผลการทดลอง และอภิปรายผล โดยครูทำหน้าที่จดบันทึกคำตอบของนักเรียนลงบนกระดาน

6.3.2 ครูนำอภิปรายจากคำตอบ และผลการทดลองของนักเรียนแต่ละกลุ่มข้างต้น โดยใช้แนวคำถามดังนี้

- ถ้าต้องการเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุ นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร จงอธิบาย (**แนวคำตอบ** เราสามารถเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุได้โดยการนำวัสดุที่ต้องการเปรียบเทียบมาขูดลงบนผิวของวัสดุ แล้วสังเกตการเกิดรอยบนผิวของวัสดุนั้น ๆ)
- นักเรียนทราบได้อย่างไรว่าวัสดุชนิดใดมีความแข็งมากกว่ากัน (**แนวคำตอบ** สามารถพิจารณาจากการเกิดรอย โดยวัสดุที่มีความแข็งมากกว่าจะขูดวัสดุที่มีความแข็งน้อยกว่าให้เป็นรอยได้)

- จากการทดลอง วัสดุใดบ้างที่แข็งแรงน้อยกว่าเหล็ก (ตะปู) และวัสดุใดบ้างที่มีความแข็งแรงมากกว่าเหล็ก (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจที่ได้จากการทดลอง)
- จากผลการทดลอง วัสดุใดที่นักเรียนควรเลือกใช้ในการสับกั้วให้ละเอียด เพราะเหตุใด (**แนวคำตอบ** เหล็ก เพราะเหล็กมีความแข็งแรง ทนต่อแรงขีดขูด ทำให้เกิดรอยบนชิ้นเนื้อ และหั่นชิ้นเนื้อออกจากกันได้)

6.4 ขยายความรู้ (Elaborate)

6.4.1 ครูให้นักเรียนช่วยกันสังเกตข้อมูลในตารางข้างต้น โดยครูอธิบายว่า ข้อมูลในตารางที่นักเรียนเห็น เป็นการเปรียบเทียบความแข็งแรงของแร่ชนิดต่าง ๆ ที่โมห์ (Moh) พ.ศ. 2316 – 1382 ผู้เชี่ยวชาญเรื่องแร่ เป็นผู้สร้างขึ้น แล้วนำอภิปรายโดยใช้คำถามดังนี้

ตารางแสดงระดับความแข็งแรงของโมห์ (Moh's Scal)

ชื่อแร่	อันดับความแข็งแรง	ลักษณะความแข็งแรง
ทัลค์	1	อ่อนลื่นมือ ขูดเข้าเล็บ ขูดเข้าผิวได้
ยิปซัม	2	เงินเหรียญขูดเป็นรอย
แคลไซต์	3	มีหรือตะไขขูดเป็นรอย
ฟลูออไรต์	4	กระจกขีดเป็นรอยบนผิวแร่
อะพาไทต์	5	แร่ขีดกระจกจะเป็นรอยบนกระจก
ออร์โทเคลส	6	ขีดกระจกเป็นรอยได้ง่าย
ควอตซ์	7	ขีดแร่ที่แข็ง 1 – 7 ให้เป็นรอยได้
โพแทช	8	ขีดแร่ที่แข็ง 1 – 8 ให้เป็นรอยได้
คอร์ันดัม	9	ขีดแร่ที่แข็ง 1 – 9 ให้เป็นรอยได้
เพชร	10	ขีดวัตถุทุกชนิดให้เป็นรอยได้

- จากตารางข้างต้น ความแข็งแรงของแร่ถูกแบ่งออกเป็นกี่ระดับ (**แนวคำตอบ** 10 ระดับ)
- แร่ชนิดใดมีความแข็งแรงมากที่สุด และมีค่าระดับความแข็งแรงที่เท่าไร (**แนวคำตอบ** เพชร โดยมีค่าระดับความแข็งแรงเท่ากับ 10)
- หากต้องการตัดกระจกเป็นรูปทรงต่าง ๆ ควรเลือกใช้วัสดุชนิดใดได้บ้าง เพราะอะไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ โดยนำข้อมูลจากตารางมาใช้ในการอธิบายเหตุผลประกอบ)

- สมบัติความแข็งของวัสดุมีประโยชน์อย่างไร (**แนวคำตอบ** นักเรียนตอบตามความเข้าใจ)

6.4.2 ครูให้นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่องแผนผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติความแข็ง โดยยกตัวอย่างวัตถุ วัตถุกรรม และสิ่งประดิษฐ์ที่ต้องคำนึงถึงสมบัติความแข็งของวัสดุ มา 10 อย่าง

6.5 ชั้นประเมินผล (Evaluate)

6.5.1 ครูสุ่มนักเรียน 2 – 3 คน เพื่อสรุปความรู้หรือสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการทำกิจกรรมในชั้นเรียน รวมไปถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย

6.5.2 ครูประเมินเพื่อตรวจสอบความเข้าใจนักเรียนจากการตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร ใบงานที่ 4 เรื่องแผนผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติความแข็ง และการมีส่วนร่วมในการตอบคำถามในชั้นเรียน

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ
2. ใบงานที่ 2 เรื่องแผนผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุ
3. ใบงานที่ 3 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร
4. ใบงานที่ 4 เรื่องแผนผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติความแข็ง
5. บัตรภาพวัสดุจำนวน 10 ภาพ ได้แก่
6. หนังสือแบบเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
7. ห้องสมุด
8. ห้องคอมพิวเตอร์

8. การวัด และประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
1. ด้านความรู้ (Knowledge)			
1.1 บอกความหมายของ วัตถุ และวัสดุได้ (K)	- การตอบคำถาม	- ข้อคำถาม	- นักเรียนสามารถบอกความหมายของวัตถุ และวัสดุได้ถูกต้อง
1.2 อธิบายสมบัติของ วัสดุแต่ละประเภทได้ (K)	- การตอบคำถาม	- ข้อคำถาม	- นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติของวัสดุ

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
	- ตรวจใบงานที่ 2 เรื่อง แผนผังมโนทัศน์สรุป เกี่ยวกับสมบัติทาง กายภาพของวัสดุ	- ใบงานที่ 2 เรื่อง แผนผังมโนทัศน์ สรุปเกี่ยวกับสมบัติ ทางกายภาพของ วัสดุ	แต่ละประเภทได้ ถูกต้อง - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
1.4 บอกความหมายของ สมบัติความแข็งของวัสดุ ได้	- การตอบคำถาม	- ข้อคำถาม	- นักเรียนสามารถบอก ความหมายของสมบัติ ความแข็งของวัสดุได้ ถูกต้อง
1.5 เปรียบเทียบสมบัติ ความแข็งของวัสดุได้	- การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติ ความแข็งเป็นอย่างไร	- ข้อคำถาม - แบบประเมินใบ งานที่ 3 เรื่อง วัสดุ แต่ละชนิดมีสมบัติ ความแข็งเป็น อย่างไร	- นักเรียนสามารถ เปรียบเทียบสมบัติ ความแข็งของวัสดุได้ ถูกต้อง - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
1.6 อธิบายวิธีการ ทดสอบสมบัติความแข็ง ของวัสดุได้	- การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 3 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติ ความแข็งเป็นอย่างไร	- ข้อคำถาม - แบบประเมินใบ งานที่ 3 เรื่อง วัสดุ แต่ละชนิดมีสมบัติ ความแข็งเป็น อย่างไร	- นักเรียนสามารถ อธิบายวิธีการทดสอบ สมบัติความแข็งของ วัสดุได้ถูกต้อง - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
1.7 ยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติความแข็งแรง	- การตอบคำถาม	- ข้อคำถาม	นักเรียนยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติความแข็งแรงได้ถูกต้อง
1.8 นำความรู้เรื่องวัสดุรอบตัว และสมบัติความแข็งแรงของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	- การตอบคำถาม - ตรวจใบงานที่ 4 เรื่อง แผ่นผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติความแข็งแรง	- ข้อคำถาม - แบบประเมินใบงานที่ 2 เรื่อง แผ่นผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติความแข็งแรง	- นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากเรื่องสมบัติความแข็งแรงของวัสดุได้อย่างหลากหลาย และถูกต้อง - ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ และกระบวนการ (Skill/Process)			
2.1 จำแนกประเภทของวัสดุได้	- ตรวจใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ	- ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2.2 ทดสอบสมบัติความแข็งแรงของวัสดุได้	- การสังเกต	- แบบสังเกตทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป
2.3 สร้าง/ออกแบบชิ้นงานเกี่ยวกับสมบัติความแข็งแรงของวัสดุ ที่มี การบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และ คณิตศาสตร์ได้	- ตรวจสอบชิ้นงาน/นวัตกรรม	- แบบประเมินตรวจสอบชิ้นงาน/นวัตกรรม	- ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมิน
3. ด้านเจตคติ (Attitude)			
3.1 มีความสนใจใฝ่รู้หรือ อยากรู้อยากเห็น	- การสังเกต	- แบบบันทึกการ สังเกตพฤติกรรม ผู้เรียนในด้าน ความสนใจใฝ่รู้ หรืออยากรู้อยาก เห็น	- ผ่านเกณฑ์ ระดับดี ขึ้นไป
3.2 ทำงานร่วมกับผู้อื่น อย่างสร้างสรรค์	- การสังเกต	- แบบบันทึกการ สังเกตพฤติกรรม การทำงานร่วมกับ ผู้อื่นอย่าง สร้างสรรค์	- ผ่านเกณฑ์ ระดับดี ขึ้นไป

9. กิจกรรมเสนอแนะ

นักเรียนศึกษาความแข็งของแร่ชนิดต่าง ๆ แล้วช่วยกันจัดป้ายนิเทศหน้าห้องเรียน

10. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

10.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

10.1.1 การประเมินด้านความรู้

.....

.....

.....

10.1.2 การประเมินด้านทักษะกระบวนการ

.....

.....

.....

10.1.3 การประเมินด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

.....

.....

.....

10.2 ปัญหา และอุปสรรค

.....

.....

.....

10.3 แนวทางแก้ไข

.....

.....

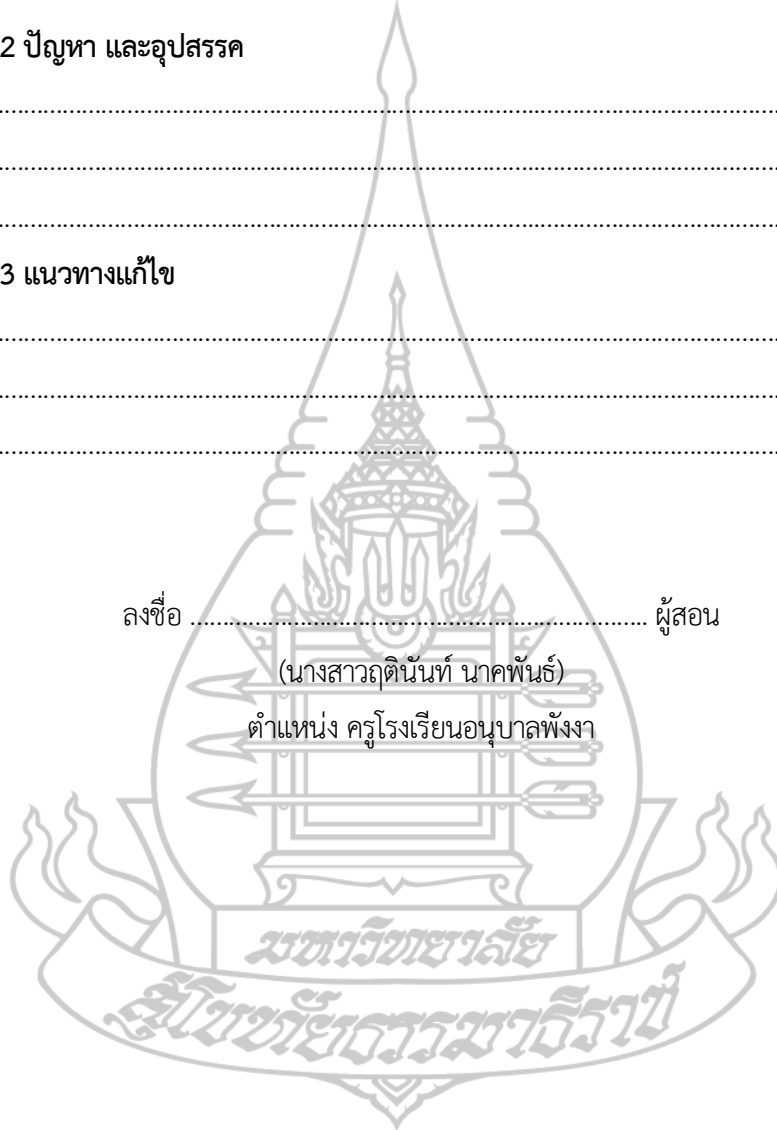
.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

(นางสาวถนันทน์ นาคพันธ์)

ตำแหน่ง ครูโรงเรียนอนุบาลพังงา



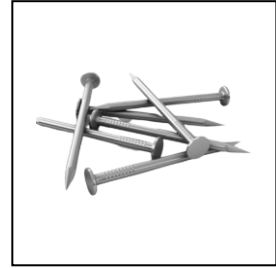
บัตรภาพวัสดุจำนวน 10 ภาพ



ภาพที่ 1



ภาพที่ 2



ภาพที่ 3



ภาพที่ 4



ภาพที่ 5



ภาพที่ 6



ภาพที่ 7



ภาพที่ 8



ภาพที่ 9



ภาพที่ 10

ใบงานที่ 1 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

วิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

สมาชิกในกลุ่มที่ ประกอบด้วย

1. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
2. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
3. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
4. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
5. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
6. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสังเกตรูปภาพวัสดุจำนวน 10 ภาพ แล้ววิเคราะห์ว่าวัสดุในภาพว่ามีสมบัติทางกายภาพอะไรบ้าง พร้อมบันทึกข้อมูลลงในตารางบันทึกผลให้เรียบร้อย

วัสดุ	สมบัติทางกายภาพของวัสดุ				
	สมบัติความแข็ง	สมบัติความเหนียว	สมบัติความยืดหยุ่น	สมบัติการนำความร้อน	สมบัติการนำไฟฟ้า
ผ้าเช็ดหน้า					
เส้นเอ็น					
ตะปู					
ทองแดง					
แผ่นไม้					
ยางลบ					
ช้อน					
ยางรถยนต์					
กล่องลัง					
สายหนัง					
ยางรัดของ					

ใบงานที่ 2 เรื่องแผนผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุ

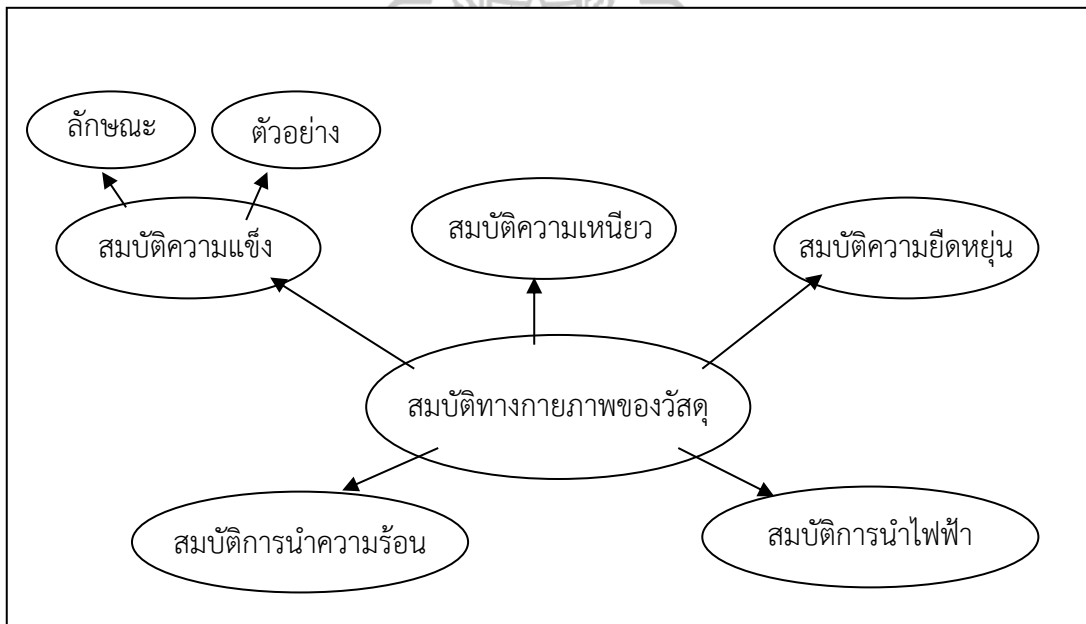
วิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

สมาชิกในกลุ่มที่ ประกอบด้วย

1. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
2. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
3. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
4. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
5. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
6. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่

คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุ พร้อมบอกลักษณะเด่นของแต่ละสมบัติ และยกตัวอย่างวัสดุที่มีสมบัติดังกล่าวจำนวน 3 อย่าง



ใบงานที่ 3 เรื่อง วัสดุแต่ละชนิดมีสมบัติความแข็งเป็นอย่างไร

วิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

สมาชิกในกลุ่มที่ ประกอบด้วย

1. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
2. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
3. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
4. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
5. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
6. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาวิธีการทดสอบสมบัติความแข็งของวัสดุ
2. เพื่อเปรียบเทียบสมบัติความแข็งของวัสดุแต่ละชนิด

สมมติฐานการทดลอง

.....

.....

.....

ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

1. ตัวแปรต้น
2. ตัวแปรตาม
3. ตัวแปรควบคุม

วัสดุ อุปกรณ์

ตอบ

.....

2. วัสดุใดบ้างที่ไม่พบรอยชูดบนผิวของวัตถุ

ตอบ

.....

3. นักเรียนนำความรู้เรื่องสมบัติความแข็งไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

ตอบ

.....



ใบงานที่ 4 เรื่องแผนผังมโนทัศน์สรุปเกี่ยวกับสมบัติความแข็ง

วิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

สมาชิกในกลุ่มที่ ประกอบด้วย

1. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
2. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
3. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
4. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
5. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่
6. ชื่อ - สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/..... เลขที่

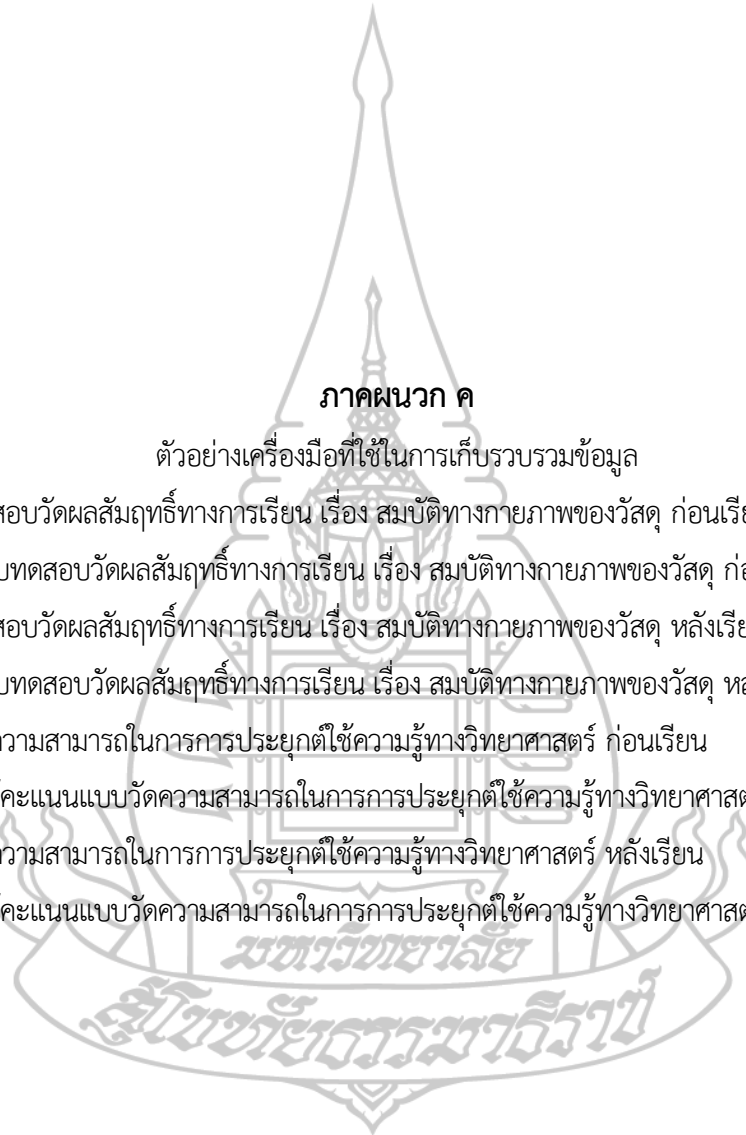
คำชี้แจง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนผังมโนทัศน์ยกตัวอย่างนวัตกรรม วัสดุ ชิ้นงานที่ต้องคำนึงถึงสมบัติความแข็งให้ได้มากที่สุด

นวัตกรรม วัสดุ ชิ้นงาน
ที่ต้องคำนึงถึงสมบัติความแข็ง

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ก่อนเรียน
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ ก่อนเรียน
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ หลังเรียน
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ หลังเรียน
- แบบวัดความสามารถในการการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน
- เกณฑ์ให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน
- แบบวัดความสามารถในการการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน
- เกณฑ์ให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 19 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ ภายในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

1. สมบัติความแข็งของวัสดุหมายถึงอะไร

- ความสามารถในการกลับคืนสู่สภาพเดิมหลังจากออกแรงกระทำ และหยุดกระทำต่อวัสดุ
- ความทนทานของวัสดุต่อการตัด และการขีดขีด
- ความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ
- ความสามารถในการรับแรงหรือต้านทานแรงที่มากระทำ โดยไม่เกิดการแตกหัก

2. ทักษะทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแข็งของวัสดุแต่ละชนิด พบว่า

เมื่อนำวัสดุ A ไปชูดกับวัสดุ B : เกิดรอยชูดบนวัสดุ B

เมื่อนำวัสดุ A ไปชูดกับวัสดุ C : เกิดรอยชูดบนวัสดุ A

เมื่อนำวัสดุ C ไปชูดกับวัสดุ B : เกิดรอยชูดบนวัสดุ B

ข้อใดเรียงลำดับความแข็งของวัสดุจากมากไปหาน้อยได้ถูกต้อง

- $A > B > C$
- $B > A > C$
- $C > A > B$
- $C > B > A$

3. หากต้องการทดสอบความแข็งของวัสดุ ควรใช้วิธีการใด จึงเหมาะสมมากที่สุด

- ออกแรงกดลงไปบนผิวของวัตถุที่ทำจากวัสดุต่าง ๆ หรือออกแรงดึงให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง
- นำสิ่งของมาแขวนไว้กับวัสดุต่าง ๆ
- นำตะปูมาชูดบนผิวของวัตถุที่ทำด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ
- ต่อวัสดุชนิดต่าง ๆ เข้ากับวงจรไฟฟ้า

4. ข้อใดจัดเป็นวัสดุที่มีสมบัติความแข็งทั้งหมด

- ก. ยาง และแก้ว
- ข. พลาสติก และยาง
- ค. เหล็ก และไม้
- ง. เหล็ก และโฟม

5. ถ้าต้องการใช้มีดคัตเตอร์กรีดกระดาษบนโต๊ะไม้ โดยไม่ให้โต๊ะเป็นรอย ควรเลือกใช้วัสดุใดรองพื้นโต๊ะ

- ก. แผ่นพลาสติก
- ข. แผ่นกระจก
- ค. แผ่นกระดาษ
- ง. แผ่นยาง

6. ข้อใดเป็นการนำสมบัติความแข็งของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน

- ก. การใช้พลาสติกทำด้ามจับกระทะ
- ข. การใช้ยางหุ้มสายไฟฟ้า
- ค. การใช้มีดหั่นผัก
- ง. การใช้ฟองน้ำทำเบาะโซฟา

7. ความสามารถในการกลับคืนสู่สภาพเดิมหลังจากออกแรงกระทำ และหยุดกระทำต่อวัสดุ คือสมบัติใดของวัสดุ

- ก. สมบัติความแข็งแรง
- ข. สมบัติความแข็ง
- ค. สมบัติความเหนียว
- ง. สมบัติความยืดหยุ่น

8. ความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุคือสมบัติใดของวัสดุ

- ก. สมบัติความแข็ง
- ข. สมบัติความยืดหยุ่น
- ค. สมบัติความเหนียว
- ง. สมบัติการนำความร้อน

9. เมื่อออกแรงกดดินน้ำมัน และฟองน้ำล้างจาน แล้วปล่อย วัตถุชนิดใดมีความยืดหยุ่น เพราะเหตุใด

- ก. ดินน้ำมันมีความยืดหยุ่น เพราะสามารถปั้นเป็นรูปทรงต่าง ๆ ได้
- ข. ดินน้ำมันมีความยืดหยุ่น เพราะสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้
- ค. ฟองน้ำล้างจานมีความยืดหยุ่น เพราะสามารถตัดให้เป็นชิ้นขนาดต่าง ๆ ได้
- ง. ฟองน้ำล้างจานมีความยืดหยุ่น เพราะสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้

10. วัสดุในข้อใดมีความยืดหยุ่นมากที่สุด เพราะเหตุใด

- ก. แผ่นยาง เพราะเมื่อออกแรงดึง แล้วปล่อย สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้เร็วที่สุด
- ข. แผ่นพลาสติก เพราะเมื่อออกแรงดึง แล้วปล่อย สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้เร็วที่สุด
- ค. แผ่นยาง เพราะสามารถรับน้ำหนักของวัตถุได้มากที่สุด
- ง. แผ่นพลาสติก เพราะสามารถรับน้ำหนักของวัตถุได้มากที่สุด

11. เราใช้หลักการใดในการเรียงลำดับความยืดหยุ่นของวัสดุ

- ก. พิจารณาจากความสามารถในการยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- ข. พิจารณาจากการเกิดรอยบนผิวของวัสดุ
- ค. พิจารณาจากสภาพการรับน้ำหนักของวัสดุ
- ง. พิจารณาจากการกลับคืนสู่สภาพเดิมของวัสดุ

12. ข้อใดคือวิธีการทดสอบสมบัติความเหนียวของวัสดุ

- ก. การนำสิ่งของมาแขวนไว้กับวัสดุต่าง ๆ แล้วพิจารณาสภาพการรับน้ำหนัก
- ข. การนำตะปูมาชูดบนผิวของวัตถุที่ทำด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ แล้วพิจารณาจากการเกิดรอย
- ค. การออกแรงดึงให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง แล้วพิจารณาการกลับคืนสู่สภาพเดิม
- ง. การออกแรงกดให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง แล้วพิจารณาสภาพการรับน้ำหนัก

13. สิ่งของในข้อใดไม่มีสมบัติความยืดหยุ่น

- ก. ตู้กดตามือบีบ
- ข. ด้ามจับเทนนิส
- ค. ลูกโป่ง
- ง. ยางรถยนต์

14. สิ่งใดทำจากวัสดุที่มีสมบัติความเหนียวทั้งหมด

- ก. เอ็นटकปลา และขาโต๊ะ
- ข. ยารถยนต์ และท่อรถ
- ค. หมากฝรั่ง และถุงพลาสติกใส่ของ
- ง. เชือกฟาง และฟองน้ำ

15. ข้อใดเป็นการนำความรู้เรื่องสมบัติความยืดหยุ่นมาใช้ประโยชน์

- ก. การนำน้ำยาล้างจานมาทำหมากฝรั่ง
- ข. การนำพลาสติกมาทำเก้าอี้
- ค. การนำพลาสติกมาทำถุงใส่ของ
- ง. การนำน้ำยาล้างจานมาทำยางรถยนต์

16. ของเล่นของใช้ชนิดใด นำสมบัติความยืดหยุ่นไปใช้ประโยชน์ ยกเว้นข้อใด

- ก. อีลาสติก
- ข. เบาะรถยนต์
- ค. สายรัดของ
- ง. หูจับกระทิกน้ำร้อน

17. การใช้เอ็นทำสายเบ็ด เกี่ยวข้องกับสมบัติใดของวัสดุ

- ก. สมบัติความยืดหยุ่น
- ข. สมบัติความเหนียว
- ค. สมบัติการนำความร้อน
- ง. สมบัติความแข็ง



18. สมบัติการนำความร้อนของวัสดุหมายถึงอะไร

- ก. ความสามารถในการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง จากตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่า โดยวัสดุตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่
- ข. ความสามารถในการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง จากตำแหน่งที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยวัสดุตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่
- ค. ความสามารถในการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลว จากตำแหน่งที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยวัสดุตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่
- ง. ความสามารถในการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลว จากตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำไปสู่ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิสูงกว่า โดยวัสดุตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่

19. สมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุหมายถึงอะไร

- ก. ความสามารถในการถ่ายโอนกระแสไฟฟ้าจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ
- ข. ความสามารถในการถ่ายโอนกระแสไฟฟ้าไปยังแบตเตอรี่
- ค. ความสามารถในการเหนี่ยวนำประจุไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าไปยังแบตเตอรี่
- ง. ความสามารถในการยอมให้ประจุไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้

20. วัสดุใดนำความร้อนได้ดีที่สุด

- ก. แก้ว
- ข. โลหะ
- ค. ไม้
- ง. พลาสติก

21. วัสดุใดนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด

- ก. ทองแดง
- ข. ไม้
- ค. อะลูมิเนียม
- ง. กระเบื้อง

22. หากต้องการทดสอบการนำความร้อนของวัสดุ ควรใช้วิธีการใด จึงเหมาะสมมากที่สุด
- ออกแรงกดลงไปบนผิวของวัตถุที่ทำจากวัสดุต่าง ๆ หรือออกแรงดึงให้วัสดุเกิดการเปลี่ยนแปลง
 - นำสิ่งของมาแขวนไว้กับวัสดุต่าง ๆ
 - นำตะปุมาชูดบนผิวของวัตถุที่ทำด้วยวัสดุชนิดต่าง ๆ
 - นำวัสดุต่าง ๆ ไปให้ความร้อน แล้วจับเวลาที่ดินน้ำมันใช้ในการหลอมเหลว
23. การทดสอบสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุ ทำได้อย่างไร
- นำวัสดุที่ต้องการทดสอบไปออกแรงดึง ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
 - นำวัสดุที่ต้องการทดสอบไปให้ความร้อน
 - นำวัสดุที่ต้องการทดสอบต่อกับวงจรไฟฟ้า
 - นำวัสดุที่ต้องการทดสอบไปขีดขูดกับตะปู
24. วัสดุที่นำความร้อนได้ดีหมายถึงข้อใด
- วัสดุที่นำความร้อนได้มาก
 - วัสดุที่นำความร้อนได้ปานกลาง
 - วัสดุที่นำความร้อนได้น้อย
 - วัสดุที่ไม่ยอมให้ความร้อนไหลผ่านได้
25. ข้อใดคือความหมายของวัสดุที่นำไฟฟ้า
- วัสดุที่ยอมให้ความร้อนไหลผ่าน
 - วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
 - วัสดุที่ไม่ยอมให้ความร้อนไหลผ่าน
 - วัสดุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
26. วัสดุในข้อใดสามารถนำความร้อนได้
- ไม้
 - พลาสติก
 - ยาง
 - โลหะ

27. วัสดุใดบ้างที่นำไฟฟ้าได้ทั้งหมด

- ก. กระเบื้อง และเงิน
- ข. ทองแดง และทองคำ
- ค. อะลูมิเนียม และพลาสติก
- ง. ไม้ และเหล็ก

28. มือจับของเตารีดควรทำจากวัสดุชนิดใด เพราะอะไร

- ก. ทองแดง เพราะมีความแข็ง และเป็นฉนวนความร้อน
- ข. พลาสติก เพราะมีน้ำหนักเบา และเป็นฉนวนความร้อน
- ค. โฟม เพราะมีน้ำหนักเบา และไม่นำไฟฟ้า
- ง. เหล็ก เพราะมีความแข็ง และไม่นำไฟฟ้า

29. ข้อใดคือการใช้งานความรู้เรื่องสมบัติการนำความร้อนมาใช้ในชีวิตประจำวัน

- ก. การใช้แผ่นเหล็กทำรถยนต์
- ข. การใช้หินทำครก
- ค. การใช้เหล็กทำสะพาน
- ง. การใช้ไม้ทำด้ามจับกระทะ

30. หากต้องการใช้กระทะไฟฟ้า โดยไม่โดนไฟดูด และปลอดภัยที่สุด นักเรียนควรเลือกใช้ด้ามจับ
ตะหลิวที่ทำมาจากวัสดุใด เพราะเหตุใด

- ก. ไม้ เพราะมีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า
- ข. เหล็ก เพราะมีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า
- ค. ทองแดง เพราะมีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า
- ง. กระดาษ เพราะมีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

เวลา 19 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้สอน นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

ข้อที่ 1 ตอบ ข

ข้อที่ 2 ตอบ ค

ข้อที่ 3 ตอบ ค

ข้อที่ 4 ตอบ ค

ข้อที่ 5 ตอบ ข

ข้อที่ 6 ตอบ ค

ข้อที่ 7 ตอบ ง

ข้อที่ 8 ตอบ ค

ข้อที่ 9 ตอบ ง

ข้อที่ 10 ตอบ ก

ข้อที่ 11 ตอบ ง

ข้อที่ 12 ตอบ ก

ข้อที่ 13 ตอบ ข

ข้อที่ 14 ตอบ ค

ข้อที่ 15 ตอบ ง

ข้อที่ 16 ตอบ ง

ข้อที่ 17 ตอบ ข

ข้อที่ 18 ตอบ ข

ข้อที่ 19 ตอบ ง

ข้อที่ 20 ตอบ ข

ข้อที่ 21 ตอบ ก

ข้อที่ 22 ตอบ ง

ข้อที่ 23 ตอบ ค

ข้อที่ 24 ตอบ ก

ข้อที่ 25 ตอบ ข

ข้อที่ 26 ตอบ ง

ข้อที่ 27 ตอบ ข

ข้อที่ 28 ตอบ ก

ข้อที่ 29 ตอบ ง

ข้อที่ 30 ตอบ ก

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 19 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อ ภายในกระดาษคำตอบที่กำหนดให้

1. ความทนทานของวัสดุต่อการตัด และการขูดขีด คือสมบัติใดของวัสดุ
 - ก. สมบัติการนำความร้อน
 - ข. สมบัติความเหนียว
 - ค. สมบัติความแข็ง
 - ง. สมบัติความยืดหยุ่น
2. ตะปูไม่สามารถขูดวัสดุใดให้เกิดรอยได้ เพราะเหตุใด
 - ก. กระเบื้อง และเพชร เพราะมีความแข็งมากกว่าตะปู
 - ข. อะลูมิเนียม และทองแดง เพราะมีความแข็งมากกว่าตะปู
 - ค. กระเบื้อง และเพชร เพราะมีความแข็งแรงมากกว่าตะปู
 - ง. กระเบื้อง และไม้ เพราะมีความแข็งแรงมากกว่าตะปู
3. เมื่อนำตะปูไปขูดบนผิวของพลาสติก พบว่า เกิดรอยขูดบนผิวของพลาสติก รอยขูดดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างไร
 - ก. เกิดขึ้นจากตะปูมีความแข็งมากกว่าพลาสติก
 - ข. เกิดขึ้นจากตะปูมีความแข็งแรงมากกว่าพลาสติก
 - ค. เกิดขึ้นจากพลาสติกมีความแข็งมากกว่าตะปู
 - ง. เกิดขึ้นจากพลาสติกมีความแข็งแรงมากกว่าตะปู
4. วัสดุในข้อใดไม่มีสมบัติความแข็ง
 - ก. ไม้
 - ข. ยาง
 - ค. แก้ว
 - ง. เหล็ก

5. การกระทำในข้อใดต้องอาศัยความแข็งของวัสดุในการนำไปใช้งาน
- การเลือกใช้ยางในการทำพื้นรองเท้าสตั๊ด สำหรับเตะฟุตบอล
 - การใช้เอ็นทำเบ็ด สำหรับการตกปลา
 - การใช้หนังสติค สำหรับทำที่ยิงนก
 - การใช้ส่วาน สำหรับเจาะไม้
6. สมบัติความยืดหยุ่นของวัสดุหมายถึงอะไร
- ความสามารถในการกลับคืนสู่สภาพเดิมหลังจากออกแรงกระทำ และหยุดกระทำต่อวัสดุ
 - ความทนทานของวัสดุต่อการตัด และการขูดขีด
 - ความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ
 - ความสามารถในการรับแรงหรือต้านทานแรงที่มากระทำ โดยไม่เกิดการแตกหัก
7. สมบัติความเหนียวของวัสดุหมายถึงอะไร
- ความสามารถในการกลับคืนสู่สภาพเดิมหลังจากออกแรงกระทำ และหยุดกระทำต่อวัสดุ
 - ความทนทานของวัสดุต่อการตัด และการขูดขีด
 - ความสามารถในการรับน้ำหนักของวัสดุ
 - ความสามารถในการรับแรงหรือต้านทานแรงที่มากระทำ โดยไม่เกิดการแตกหัก
8. อัญชนทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความยืดหยุ่นของวัสดุแต่ละชนิด พบว่า เมื่อออกแรงดึง แล้วปล่อย

วัสดุ A ไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้

วัสดุ B กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ และใช้เวลาในการกลับคืนสู่สภาพเดิม 2 นาที

วัสดุ C กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ และใช้เวลาในการกลับคืนสู่สภาพเดิม 1 นาที

ข้อใดสรุปไม่ถูกต้อง

- วัสดุ C มีความยืดหยุ่นมากที่สุด
- วัสดุ A มีความยืดหยุ่นน้อยที่สุด
- วัสดุ B มีความยืดหยุ่นมากกว่าวัสดุ C
- วัสดุ B มีความยืดหยุ่นมากกว่าวัสดุ A

9. คำนวณทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมบัติความเหนียวของวัสดุชนิดต่าง ๆ โดยพิจารณาจากสภาพการรับน้ำหนักของวัสดุ พบว่า

วัสดุ A รับน้ำหนักของก้อนหินได้ 80 กิโลกรัม
 วัสดุ B รับน้ำหนักของก้อนหินได้ 100 กิโลกรัม
 วัสดุ C รับน้ำหนักของก้อนหินได้น้อยกว่าวัสดุ B อยู่ 2 เท่า

ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง

- ก. วัสดุ C มีความเหนียวน้อยที่สุด
 - ข. วัสดุ B มีความเหนียวมากที่สุด
 - ค. วัสดุ C มีความเหนียวมากกว่าวัสดุ B
 - ง. วัสดุ A มีความเหนียวมากกว่าวัสดุ B
10. การทดสอบความยืดหยุ่นของวัสดุสามารถทำได้หลายวิธี ยกเว้นข้อใด
- ก. การออกแรงบีบไปบนผิวของวัตถุ
 - ข. การออกแรงดึงไปบนผิวของวัตถุ
 - ค. การออกแรงขูดขีดไปบนผิวของวัตถุ
 - ง. ออกแรงกดลงไปบนผิวของวัตถุ
11. ใครทำการทดสอบสมบัติเกี่ยวกับความเหนียวได้ถูกต้อง
- ก. มีนาออกแรงขูดผิวของวัตถุด้วยตะปู แล้วพิจารณาการเกิดรอย
 - ข. เมฆาออกแรงดึงวัสดุ และปล่อย แล้วพิจารณาการกลับคืนสู่สภาพเดิม
 - ค. ตูลานำก้อนหินมาถ่วงวัสดุ แล้วพิจารณาสภาพการรับน้ำหนัก
 - ง. ฉนวนนำวัสดุต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้า แล้วพิจารณาความสว่างของหลอดไฟ
12. สิ่งใดทำจากวัสดุที่มีสมบัติความยืดหยุ่นทั้งหมด
- ก. หน้าไม้เทเบิลเทนนิส และกระดิกน้ำ
 - ข. ขอบกางเกง และมีด
 - ค. ยางมัดผม และถุงพลาสติก
 - ง. ลูกโป่ง และสายรัดของ

13. วัสดุใดเมื่อออกแรงดึง แล้วปล่อยไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้

- ก. ยาง
- ข. เอ็น
- ค. หนัง
- ง. พลาสติก

14. วัสดุในข้อใดมีสมบัติความเหนียว

- ก. พลาสติก
- ข. ไม้
- ค. กระเบื้อง
- ง. ยาง

15. สิ่งของชนิดใดต้องอาศัยความความยืดหยุ่นของวัสดุในการนำไปใช้งาน

- ก. ด้ามจับกระทะ
- ข. เบาะของโซฟา
- ค. ถาดอบขนม
- ง. สายไฟ

16. ข้อใดเป็นการนำความรู้เรื่องสมบัติความเหนียวมาใช้ประโยชน์

- ก. การใช้เชือกกล้วยมัดขนม
- ข. การใช้ยางรัดถุงแกง
- ค. การใช้ผ้าทำถุงมือกันความร้อน
- ง. การใช้เหล็กทำจอบ

17. การกระทำในข้อใด ไม่ได้นำสมบัติความเหนียวของวัสดุไปใช้งาน

- ก. การใช้เหล็กเส้นทำสะพานขึง
- ข. การใช้เอ็นทำสายเบ็ด
- ค. การใช้พลาสติกทำหูจัมพ์
- ง. การใช้เหล็กทำโซ่ล่ามช้าง



18. ความสามารถในการถ่ายโอนความร้อนผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง จากตำแหน่งที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่ตำแหน่งที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า โดยวัสดุตัวกลางไม่ได้เคลื่อนที่ คือสมบัติใดของวัสดุ

- ก. สมบัติการนำความร้อน
- ข. สมบัติการนำไฟฟ้า
- ค. สมบัติการพาความร้อน
- ง. สมบัติการแผ่รังสีความร้อน

19. ความสามารถในการยอมให้ประจุไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ คือสมบัติใดของวัสดุ

- ก. สมบัติการนำไฟฟ้า
- ข. สมบัติการนำความร้อน
- ค. สมบัติการแผ่รังสีความร้อน
- ง. สมบัติการแผ่รังสีไฟฟ้า

20. มະນาวทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ โดยการแปะดินน้ำมันที่ปลายของวัสดุ และนำปลายของวัสดุอีกด้านหนึ่งไปให้ความร้อน พบว่า

วัสดุ A : ดินน้ำมันใช้เวลาในการหลอมเหลว 1 นาที

วัสดุ B : ดินน้ำมันใช้เวลาในการหลอมเหลว 5 นาที

วัสดุ C : ดินน้ำมันไม่เกิดการหลอมเหลวเลย

วัสดุใดนำความร้อนได้ดีที่สุด เพราะเหตุใด

- ก. A เพราะ ดินน้ำมันใช้เวลาในการหลอมเหลวน้อยที่สุด
- ข. B เพราะดินน้ำมันใช้เวลาในการหลอมเหลวน้อยที่สุด
- ค. C เพราะดินน้ำมันใช้เวลาในการหลอมเหลวน้อยที่สุด
- ง. ไม่สามารถเปรียบเทียบได้ เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

21. วัสดุใดยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้น้อยสุด หรือไม่ไหลผ่านเลย

- ก. แก้วไฟต์
- ข. โลหะ
- ค. ยาง
- ง. อะลูมิเนียม

22. เราทราบได้อย่างไรว่าวัสดุชนิดใดนำความร้อน และไม่นำความร้อน
- ก. พิจารณาจากการหลอมเหลวของดินน้ำมัน
 - ข. พิจารณาจากการรอยขีดขี้ดของผิววัสดุ
 - ค. พิจารณาจากความสว่างของหลอดไฟ
 - ง. พิจารณาจากการรับน้ำหนักของวัสดุ
23. เราทราบได้อย่างไรว่า วัสดุใดสามารถนำไฟฟ้าได้
- ก. สังเกตระยะเวลาที่ก้อนดินน้ำมันตกลงสู่พื้น
 - ข. สังเกตการเกิดรอยของวัสดุ
 - ค. สังเกตความสว่างของหลอดไฟ
 - ง. สังเกตการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุ
24. วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อนหมายถึงข้อใด
- ก. วัสดุที่นำความร้อนได้ปานกลาง
 - ข. วัสดุที่นำความร้อนได้มาก
 - ค. วัสดุที่ไม่ยอมให้ความร้อนไหลผ่าน
 - ง. วัสดุที่นำไฟฟ้าได้ดี
25. ข้อใดคือความหมายของวัสดุที่ไม่นำไฟฟ้า
- ก. วัสดุที่ยอมให้ความร้อนไหลผ่าน
 - ข. วัสดุที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
 - ค. วัสดุที่ไม่ยอมให้ความร้อนไหลผ่าน
 - ง. วัสดุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
26. วัสดุในข้อใดมีสมบัติเป็นฉนวนความร้อน
- ก. แก้ว
 - ข. ไม้
 - ค. เหล็ก
 - ง. ทองแดง

27. วัสดุใดบ้าง มีสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า
- ยาง
 - เงิน
 - แกรไฟต์
 - อะลูมิเนียม
28. การผลิตเครื่องใช้ในข้อใดต้องพิจารณาจากสมบัติการนำความร้อนของวัสดุ
- เครื่องนอน
 - ภาชนะหุงต้ม
 - ตุ๊กตาของเล่น
 - เฟอร์นิเจอร์
29. ข้อใดเป็นการนำสมบัติการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน
- การใช้เหล็กทำมีด
 - ใช้อะลูมิเนียมทำแก้วน้ำ
 - ใช้ทองแดงทำสายไฟ
 - ใช้ไม้ทำสายล่อฟ้า
30. ในการทำสายไฟ นิยมใช้โลหะในข้อใดเพื่อให้นำไฟฟ้าได้ดีที่สุด
- ทองแดง
 - ทองคำ
 - เงิน
 - อะลูมิเนียม

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 19 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

ข้อที่ 1 ตอบ ค

ข้อที่ 16 ตอบ ก

ข้อที่ 2 ตอบ ค

ข้อที่ 17 ตอบ ค

ข้อที่ 3 ตอบ ก

ข้อที่ 18 ตอบ ก

ข้อที่ 4 ตอบ ข

ข้อที่ 19 ตอบ ก

ข้อที่ 5 ตอบ ง

ข้อที่ 20 ตอบ ก

ข้อที่ 6 ตอบ ก

ข้อที่ 21 ตอบ ค

ข้อที่ 7 ตอบ ค

ข้อที่ 22 ตอบ ก

ข้อที่ 8 ตอบ ค

ข้อที่ 23 ตอบ ค

ข้อที่ 9 ตอบ ค

ข้อที่ 24 ตอบ ค

ข้อที่ 10 ตอบ ค

ข้อที่ 25 ตอบ ข

ข้อที่ 11 ตอบ ค

ข้อที่ 26 ตอบ ข

ข้อที่ 12 ตอบ ง

ข้อที่ 27 ตอบ ก

ข้อที่ 13 ตอบ ง

ข้อที่ 28 ตอบ ข

ข้อที่ 14 ตอบ ง

ข้อที่ 29 ตอบ ค

ข้อที่ 15 ตอบ ข

ข้อที่ 30 ตอบ ก

แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 19 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

ลักษณะที่ 1 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัดที่ 1 นำความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

1. ลำไยเป็นเด็กไม่ชอบตีมนม ซึ่งมักจะหาข้ออ้างในการหลีกเลี่ยงการตีมนมอยู่เสมอ ทำให้ลำไยมีรูปร่างแคระแกร็น ส่วนสูงไม่ถึงเกณฑ์ และร่างกายเจริญเติบโตช้า หมอจึงแนะนำให้ลำไยเปลี่ยนนิสัยหันมาตีมนมเป็นประจำ นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับข้อความในเหตุการณ์ข้างต้น และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะที่ 2 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

**การนำความคิดรวบยอด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหา
ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน**

ตัวชี้วัดที่ 2 นำความคิดรวบยอด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้

2. กรุงเทพมหานคร เป็นจังหวัดที่มีปัญหาเรื่องมลพิษทางอากาศมากที่สุด เนื่องจากเป็นแหล่งรวมประชากร จึงมีการใช้ยานพาหนะกันเป็นจำนวนมาก ทำให้อากาศเต็มไปด้วยฝุ่นละออง คาร์บอน และแก๊สพิษต่าง ๆ ซึ่งถูกปล่อยออกมาจากท่อไอเสียของยานพาหนะ เมื่อประชาชนสูดดมสิ่งเหล่านี้เป็นระยะเวลานานๆ ก็จะทำให้เกิดการสะสมอยู่ในร่างกาย ซึ่งอาจทำให้ป่วยเป็นโรคภูมิแพ้ โรคปอด โรคมะเร็ง หรือโรคระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ ได้ จึงได้มีการรณรงค์ให้ประชาชนสวมใส่หน้ากากอนามัย เพื่อป้องกันฝุ่นละออง และคาร์บอน และลดการใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้ให้ลดลง โดยหันมาใช้รถโดยสารประจำทางหรือรถจักรยานแทนรถส่วนตัว เพื่อลดปริมาณแก๊สพิษที่สะสมอยู่ในอากาศ นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับข้อความในเหตุการณ์ข้างต้น และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

.....

.....

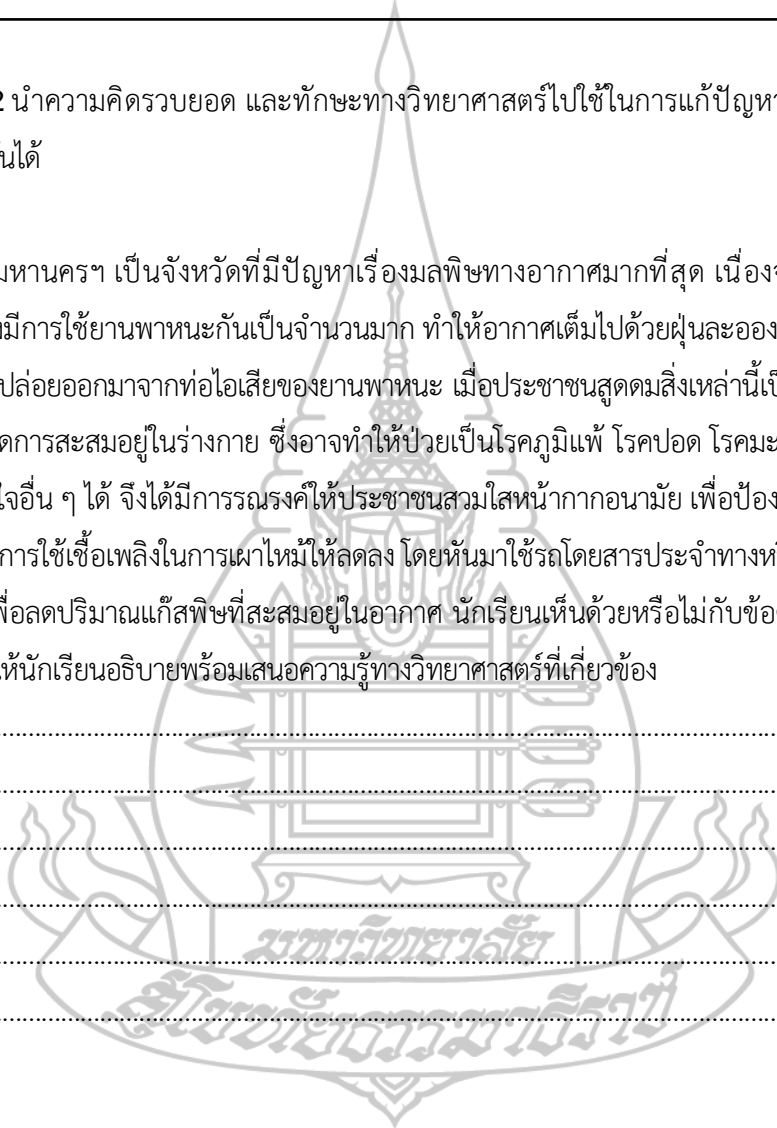
.....

.....

.....

.....

.....



ลักษณะที่ 3 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

**ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้
ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน**

ตัวชี้วัดที่ 3 อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้

3. เมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา หุ่นยนต์เริ่มเข้ามามีบทบาทในการทำงานของมนุษย์มากยิ่งขึ้น ร้านอาหารหลาย ๆ แห่งในประเทศญี่ปุ่นได้นำหุ่นยนต์มาใช้ในการบริการลูกค้า โดยการรับออเดอร์ และเสิร์ฟอาหาร หุ่นยนต์ตัวนี้ทำงานโดยผ่านการสั่งการหรือป้อนคำสั่งจากมนุษย์ และอาศัยระบบไฟฟ้าในการทำงาน เมื่อใดก็ตามที่แบตเตอรี่ของหุ่นยนต์หมด ระบบการทำงานของหุ่นยนต์จะหยุดลงทันที นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับข้อความในเหตุการณ์ข้างต้น และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะที่ 4 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัดที่ 4 นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

4. เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID - 19) ทำให้น้ำอ้อยซึ่งเป็นเชฟอยู่ในโรงแรมต้องพักงาน น้ำอ้อยจึงคิดอยากจะปลูกผักคะน้าขายเพื่อสร้างรายได้ให้กับตนเอง แต่น้ำอ้อยไม่มีความรู้เกี่ยวกับการปลูกผักคะน้าเลย จึงทำการศึกษาวิธีการปลูกผักคะน้า ซึ่งพบว่า ผักคะน้าเป็นพืชที่ต้องปลูกกับดินที่มีรูพรุนให้น้ำไหลผ่าน และเก็บน้ำได้บางส่วน ในขณะที่เดียวกันบ้านของน้ำอ้อยมีดินอยู่ 3 ชนิด ได้แก่ ดินร่วน ดินเหนียว และดินทราย หากต้องการปลูกผักคะน้า น้ำอ้อยควรเลือกใช้ดินชนิดใด

โดยน้ำอ้อยต้องนำผักคะน้ามาปลูกลงในดินชนิดต่าง ๆ ได้แก่ ดินร่วน ดินเหนียว และดินทราย และกำหนดให้พันธุ์ผักคะน้า ภาชนะที่ใช้ปลูก จำนวนวันที่ปลูก ปริมาณดิน ปริมาณน้ำ และปริมาณแสงแดดเหมือนกัน จากนั้นติดตามการเจริญเติบโตของต้นคะน้า โดยการสังเกต และวัดความสูงของต้นคะน้าหลังเสร็จสิ้นการทดลอง

4.1 ปัญหาของสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร

ตอบ

4.2 สมมติฐานของสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร

ตอบ

4.3 การรวบรวมข้อมูล และการพิสูจน์สมมติฐานทำได้อย่างไร

ตอบ

4.4 ข้อสรุปที่ได้จากการศึกษา

ตอบ

ลักษณะที่ 5 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ความเข้าใจ และการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์
จากสื่อมวลชน

ตัวชี้วัดที่ 5 อธิบาย และประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชนได้

5. สืบเนื่องจากโลกออนไลน์ได้มีการแชร์ข้อมูลเกี่ยวกับสรรพคุณน้ำหมักชีวภาพของป่าเชิง โดยมีการระบุข้อมูลว่า น้ำหมักชีวภาพของป่าเชิงนั้นสามารถรักษาโรคได้สารพัด ไม่ว่าจะเป็นโรคเบาหวาน ความดัน อัมพาต อัมพฤกษ์ มะเร็ง โรคผิวหนัง แก้วปวด แก้วเมื่อย ยับยั้งเชื้อ HIV รวมถึงลดอาการอักเสบของดวงตาได้ ทำให้ประชาชนบางส่วนหลงเชื่อ และนำน้ำหมักชีวภาพดังกล่าวไปรักษาโรค โดยน้ำหมักชีวภาพดังกล่าวนั้นทำมาจากการนำผลไม้ตามฤดูกาลมาหมักเป็นระยะเวลา 10 ปี แล้วจึงนำมาจำหน่าย ข้อความในเหตุการณ์ข้างต้นเชื่อถือได้หรือไม่ และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง (ที่มา : <https://www.facebook.com/HerbBrothOrganic99/posts/d41d8cd9/835763329775965/>)

ตอบ

.....

.....

.....

ลักษณะที่ 6 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ
ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์

ตัวชี้วัดที่ 6 แสดงวิธีการตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ
ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ได้

6. กุ๊กไก่เป็นเด็กชอบเล่นชุกชน และมักจะเกิดอุบัติเหตุเลือกตกยางออกอยู่เสมอ คุณยายจึงแนะนำให้กุ๊ก
ไก่งดรับประทานไข่ไก่ เพราะจะทำให้แผลของกุ๊กไก่แห้งช้า ข้อความในเหตุการณ์ข้างต้นเชื่อถือได้หรือไม่
และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

- ขอให้ให้นักเรียนโชคดีในการสอบ -

**เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้
ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน**

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

เวลา 19 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้สอน นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

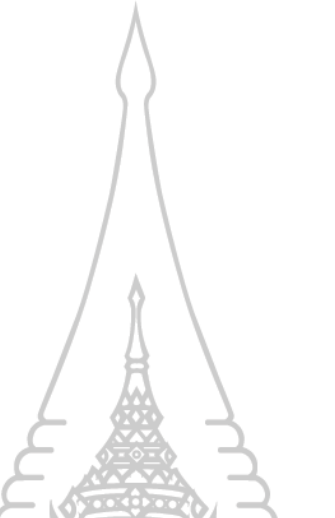
องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การมองเห็นตัวอย่างของ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ จากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน	ตัวชี้วัดที่ 1 นำความคิดรวบ ยอดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวันได้	คะแนนเต็ม (2 คะแนน) เมื่อตอบว่าเห็นด้วย และ ให้เหตุผลว่า เพราะนมอุดมไป ด้วยแคลเซียม และโปรตีน ซึ่ง
แบบวัดความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 1 ลำไยเป็นเด็กไม่ชอบดื่มนม ซึ่ง มักจะหาข้ออ้างในการหลีกเลี่ยง การดื่มนมอยู่เสมอ ทำให้ลำไยมี รูปร่างแคระแกรน ส่วนสูงไม่ถึง เกณฑ์ และร่างกายเจริญเติบโตช้า หมอจึงแนะนำให้ลำไยเปลี่ยนนิสัย หันมาดื่มนมเป็นประจำ นักเรียน เห็นด้วยหรือไม่กับข้อความใน เหตุการณ์ข้างต้น และให้นักเรียน อธิบายพร้อมเสนอความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์ คำอธิบาย นมอุดมไปด้วยแคลเซียม และ โปรตีน ซึ่งแคลเซียมจะทำให้ กระดูกเติบโต และโปรตีนจะ ช่วยเสริมสร้างกล้ามเนื้อให้ แข็งแรง ดังนั้น การดื่มนมเป็น ประจำจึงทำให้ร่างกายของ ลำไยเจริญเติบโตขึ้นได้ ไม่ แคระแกรน	แคลเซียมจะทำให้กระดูก เติบโต และโปรตีนจะช่วย เสริมสร้าง กล้ามเนื้อให้ แข็งแรง ดังนั้น การดื่มนมเป็น ประจำจึงทำให้ร่างกายของ ลำไยเจริญเติบโตขึ้นได้ ไม่ แคระแกรน คะแนนบางส่วน (1 คะแนน) เมื่อตอบว่าเห็นด้วย แต่ไม่ สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วย หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
2. การนำความคิดรวบยอด และ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไป ใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยี ในชีวิตประจำวัน	ตัวชี้วัดที่ 2 นำความคิดรวบ ยอดทางวิทยาศาสตร์ และ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ในการแก้ปัญหาทาง เทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้	คะแนนเต็ม (3 คะแนน) เมื่อตอบว่าเห็นด้วย และ ให้เหตุผลว่า เพราะหน้ากาก อนามัยมีคุณสมบัติในการกัน อนุภาคของสารที่มีขนาดเล็ก
<p>แบบวัดความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 2</p> <p>กรุงเทพมหานครฯ เป็นจังหวัด ที่มีปัญหาเรื่องมลพิษทางอากาศ มากที่สุด เนื่องจากมีการใช้ ยานพาหนะกันเป็นจำนวนมาก ปล่อยไอเสียออกมา ทำให้อากาศ เต็มไปด้วยฝุ่นละออง คว้น และ แก๊สพิษต่าง ๆ สังเกตได้จากเขม่า ที่ติดอยู่ตามที่ต่าง ๆ ทั่วไป เมื่อ ประชาชนสูดดมเข้าไป ทำให้ป่วย เป็นโรคมะเร็ง แพ้ โรคปอด โรคหอบหืด หรือโรคระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ ได้ จึงได้มีการรณรงค์ให้ประชาชน สวมใส่หน้ากากอนามัย เพื่อ ป้องกันฝุ่นละออง และคว้น นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับ ข้อความในเหตุการณ์ข้างต้น และ ให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์ ทักษะทาง วิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา ทางเทคโนโลยี</p> <p>หน้ากากอนามัยมีคุณสมบัติ ในการกันอนุภาคของสารที่มี ขนาดเล็กได้ เช่น อนุภาคของ ฝุ่นละออง และคว้น (ทักษะที่ เกี่ยวข้อง การสังเกต และการ ลงความเห็นข้อมูล) จึงควร นำมาสวมใส่เพื่อป้องกันไม่ให้ อนุภาคดังกล่าวแพร่กระจาย เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ</p>	<p>อนุภาคของฝุ่นละออง และคว้น จึงควรนำมาสวมใส่ เพื่อป้องกันไม่ให้อนุภาค ดังกล่าวแพร่กระจายเข้าสู่ ระบบทางเดินหายใจ</p> <p>คะแนนเต็ม (2 คะแนน) เมื่อตอบครบทั้ง 3 ประเด็น แต่ไม่ชัดเจน</p> <p>คะแนนบางส่วน (1 คะแนน) เมื่อตอบไม่ครบ 3 ประเด็น หรือยังขาดความสมบูรณ์อยู่ มาก</p> <p>ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วย หรือไม่ตอบ</p>

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
3. ความเข้าใจหลักการทาง วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทาง เทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	ตัวชี้วัดที่ 3 อธิบายหลักการ ทางวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ อุปกรณ์เครื่องใช้ทาง เทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้	คะแนนเต็ม (2 คะแนน) เมื่อตอบว่า พลังงานเป็น สิ่งที่สามารถทำงานได้ และ เปลี่ยนรูปได้ และตอบว่า พัด ลมมีมอเตอร์ที่สามารถเปลี่ยน พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ทำให้ใบพัดหมุนได้
แบบวัดความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 3 พัดลมเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ใน ชีวิตประจำวัน จงตอบคำถามต่อไปนี้ (1) พัดลมใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ใดในการทำงาน (2) จงอธิบายกลไกการทำงาน ของพัดลม	หลักการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ อุปกรณ์เครื่องใช้ พลังงานเป็นสิ่งที่สามารถ ทำงานได้ และเปลี่ยนรูปได้ ซึ่งพัดลมมีมอเตอร์ที่สามารถ เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็น พลังงานกล ทำให้ใบพัดหมุน ได้	คะแนนบางส่วน (1 คะแนน) เมื่อตอบครบ 2 ประเด็น แต่ไม่ชัดเจน ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ ตอบ
4. การใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่ เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	ตัวชี้วัดที่ 4 นำกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวันได้	
แบบวัดความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 4 ถ้าน้ำอ้อยสงสัยว่า การปลูก ต้นคะน้ามีความเกี่ยวข้องกับชนิด ของดินที่ปลูกหรือไม่ ชนิดของดิน ได้แก่ ดินเหนียว ดินร่วน และดิน	คำตอบตามขั้นตอน กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการ แก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1. ขั้นระบุปัญหา 2. ขั้นตั้งสมมติฐาน	

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
<p>ทราย ถ้านักเรียนเป็นน้ำอ้อย จะมีวิธีการหาคำตอบอย่างไร</p> <p>ขั้นตอนการแก้ปัญหา</p> <p>(1) ระบุปัญหาของน้ำอ้อย</p> <p>(2) ตั้งสมมติฐาน</p> <p>(3) ตรวจสอบสมมติฐาน</p>	<p>3. ขั้นตรวจสอบสมมติฐาน และวิเคราะห์ข้อมูล</p> <p>4. ขั้นสรุปผล</p> <p>คำตอบ</p> <p>(1) การปลูกต้นคะน้ามีความเกี่ยวข้องกับชนิดของดินที่ปลูกหรือไม่</p> <p>(2) เกี่ยวข้อง โดยเนื้อดินที่มีลักษณะต่างกัน จะทำให้การเจริญเติบโตของต้นคะน้าต่างกัน</p> <p>(3) ออกแบบการทดลองปลูกต้นคะน้าในดิน 3 ประเภท โดยใช้ปริมาณดินเท่ากัน และใช้ต้นคะน้าชนิดเดียวกัน และสังเกตการเจริญเติบโตของต้นคะน้า</p>	<p>คะแนนเต็ม (1 คะแนน)</p> <p>เมื่อตอบว่า การปลูกต้นคะน้ามีความเกี่ยวข้องกับชนิดของดินที่ปลูกหรือไม่</p> <p>ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)</p> <p>เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ</p> <p>คะแนนเต็ม (1 คะแนน)</p> <p>เมื่อตอบว่า เกี่ยวข้อง โดยเนื้อดินที่มีลักษณะต่างกัน จะทำให้การเจริญเติบโตของต้นคะน้าต่างกัน</p> <p>ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)</p> <p>เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ</p> <p>คะแนนเต็ม (1 คะแนน)</p> <p>เมื่อสามารถออกแบบการทดลอง และวิเคราะห์คำตอบอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)</p> <p>เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ</p>

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
(4) ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล และ สรุปผล	(4) ดินร่วนมีผลดีต่อการ เจริญเติบโตของต้นคะน้า เพราะดินร่วนมีความพรุนปาน กลาง สามารถกักเก็บน้ำ และ อากาศได้ ทำให้ต้นคะน้า เจริญเติบโตได้ดีกว่าดินชนิด อื่น	คะแนนเต็ม (1 คะแนน) เมื่อตอบโดยนำเหตุผลทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ในการ สรุปผลได้อย่างถูกต้อง ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ
5. ความเข้าใจ และการประเมิน ข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ จากสื่อมวลชน	ตัวชี้วัดที่ 5 อธิบาย และ ประเมินข่าวสาร ที่เกี่ยวข้อง กับความก้าวหน้าทาง วิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชนได้	คะแนนเต็ม (2 คะแนน) เมื่อตอบว่าไม่น่าเชื่อถือ และให้เหตุผลว่า เพราะเมื่อนำ ผลไม้มามาก ผลไม้จะเกิด กระบวนการเน่าเสีย น้ำหมักที่
แบบวัดความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 5 สืบเนื่องจากโลกออนไลน์ได้มี การแชร์ข้อมูลเกี่ยวกับสรรพคุณ น้ำหมักชีวภาพของป่าเชิง โดยมี การระบุข้อมูลว่า น้ำหมักชีวภาพ ของป่าเชิงนั้นสามารถรักษาโรคได้ สารพัด ไม่ว่าจะเป็นโรคเบาหวาน ความดัน อัมพาต อัมพฤกษ์ มะเร็ง โรคผิวหนัง แก้ปวด แก้เมื่อย ยับยั้งเชื้อ HIV รวมถึงลดอาการ อักเสบของดวงตาได้ ทำให้ ประชาชนบางส่วนหลงเชื่อ และนำ น้ำหมักชีวภาพดังกล่าวไปรักษา โรค โดยนำน้ำหมักชีวภาพดังกล่าว นั้นทำมาจากการนำผลไม้ตาม	คำอธิบาย ไม่น่าเชื่อถือ เพราะเมื่อนำ ผลไม้มามาก ผลไม้จะเกิด กระบวนการเน่าเสีย น้ำหมักที่ ได้จึงเต็มไปด้วยเชื้อโรค และ แบคทีเรียต่าง ๆ ใน ขณะเดียวกัน น้ำหมักชีวภาพ ที่นำมาขาย ไม่ได้ผ่าน กระบวนการฆ่าเชื้อโรค และ แบคทีเรีย รวมถึงไม่ได้รับการ รับรองจาก ออย. เมื่อนำมาดื่ม กิน นอกจากรักษาโรคไม่ได้ แล้ว ยังอาจทำให้ท้องร่วงได้ ในขณะเดียวกันหากนำไป หยอดดวงตา อาจก่อให้เกิด การอักเสบของดวงตา และตา บอดได้	กระบวนการเน่าเสีย น้ำหมักที่ ได้จึงเต็มไปด้วยเชื้อโรค และ แบคทีเรียต่าง ๆ ใน ขณะเดียวกัน น้ำหมักชีวภาพที่ นำมาขาย ไม่ได้ผ่าน กระบวนการฆ่าเชื้อโรค และ แบคทีเรีย รวมถึงไม่ได้รับการ รับรองจาก ออย. เมื่อนำมาดื่ม กิน นอกจากรักษาโรคไม่ได้ แล้ว ยังอาจทำให้ท้องร่วงได้ ในขณะเดียวกันหากนำไป หยอดดวงตา อาจก่อให้เกิด การอักเสบของดวงตา และตา บอดได้

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
<p>ฤดูกาลมาหมักเป็นระยะเวลา 10 ปี แล้วจึงนำมาจำหน่าย ข้อความในเหตุการณ์ข้างต้นเชื่อถือได้หรือไม่ และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง</p> <p>(ที่มา : https://www.facebook.com/HerbBrothOrganic99/posts/d41d8cd9/835763329775965/)</p>		<p>คะแนนบางส่วน (1 คะแนน)</p> <p>เมื่อตอบว่าไม่น่าเชื่อถือ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้</p> <p>ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน)</p> <p>เมื่อตอบว่าเชื่อถือได้ หรือไม่ตอบ</p>
<p>6. การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์</p>	<p>ตัวชี้วัดที่ 6 แสดงวิธีการตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ได้</p>	<p>คะแนนเต็ม (2 คะแนน)</p> <p>เมื่อตอบว่าไม่น่าเชื่อถือ และให้เหตุผลว่า เพราะไข่อุดมไปด้วยสารอาหารโปรตีน ซึ่งช่วยในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่สึกหลอ และสร้างเนื้อเยื่อใหม่ขึ้นมาได้ ดังนั้นการทานไข่จึงทำให้แผลของกูกักไก่อหายได้เร็วขึ้น</p>
<p>แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 6</p> <p>กูกักไก่อเป็นเด็กชอบเล่นซุกซน และมักจะเกิดอุบัติเหตุเลือกตกยางออกอยู่เสมอ คุณยายจึงแนะนำให้กูกักไก่อรับประทานไข่ไก่ เพราะจะทำให้แผลของกูกักไก่อแห้งช้า ข้อความในเหตุการณ์ข้างต้นเชื่อถือได้หรือไม่ และให้</p>	<p>คำอธิบาย</p> <p>ไม่น่าเชื่อถือ เพราะไข่อุดมไปด้วยสารอาหารโปรตีน ซึ่งช่วยในการซ่อมแซมเนื้อเยื่อที่สึกหลอ และสร้างเนื้อเยื่อใหม่ขึ้นมาได้ ดังนั้นการทานไข่จึงทำให้แผลของกูกักไก่อหายได้เร็วขึ้น</p>	<p>คะแนนบางส่วน (1 คะแนน)</p> <p>เมื่อตอบว่าไม่น่าเชื่อถือ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้</p>

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง		ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบว่าเชื่อถือได้ หรือไม่ตอบ



แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

เวลา 19 ชั่วโมง

ผู้สอน นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

ลักษณะที่ 1 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การมองเห็นตัวอย่างของความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์จากประสบการณ์ ในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัดที่ 1 นำความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์มาใช้อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

1. ค่ะน้ำเป็นเด็กที่ติดการรับประทานอาหารรสหวาน ไม่ว่าจะเป็ลูกอม อมยิ้ม น้ำอัดลม หรือไอศกรีม ทำให้ค้หน้าผันผุ และมักบ่นปวดฟันอยู่เสมอ ในขณะที่เดียวกันการเคี้ยวอาหารก็ลำบาก เพราะรู้สึกปวดฟันตลอดเวลา คุณหมอจึงแนะนำให้ค้หน้าลดการทานอาหารรสหวาน และขนมที่มีรสหวานทุกชนิด พร้อมทั้งแนะนำให้ค้หน้าแปรงฟันวันละ 2 เวลา เช้า และก่อนนอน นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับข้อความในเหตุการณ์ข้างต้น และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

ลักษณะที่ 2 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

**การนำความคิดรวบยอด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในการแก้ปัญหา
ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน**

ตัวชี้วัดที่ 2 นำความคิดรวบยอด และทักษะทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้

2. โฟมเป็นเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์จากวัสดุปิโตรเลียมที่ใช้บรรจุอาหารได้หลากหลายชนิด มีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการใช้งาน จึงได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน แต่มีผลการทดลองพบว่า โฟมไม่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ การกำจัดขยะโฟมทำให้เกิดปัญหามากมาย จึงมีการคิดหาวิธีผลิตบรรจุภัณฑ์ชนิดใหม่ โดยใช้วัตถุดิบจากขานอ้อย ซึ่งสามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติดีกว่าโฟม นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับข้อความในเหตุการณ์ข้างต้น และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

.....

.....

.....

.....

ลักษณะที่ 3 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

**ความเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้
ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน**

ตัวชี้วัดที่ 3 อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันได้

3. เตารีดจัดเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่แทบทุกครัวเรือนต้องมี เพราะผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในการรีดเสื้อผ้าให้เรียบ โดยอาศัยความร้อนที่ได้จากแผ่นความร้อนของเตารีดมานานับถูลงบนผ้า เมื่อได้ก็ทำตามที

กระแสไฟฟ้าถูกตัดขาดหรือไฟดับ เตาเรดก็ไม่สามารถใช้งานได้ นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับข้อความในเหตุการณ์ข้างต้น และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

.....

.....

.....

.....

ลักษณะที่ 4 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ตัวชี้วัดที่ 4 นำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

4. บอมมีอาชีพเป็นชาวเกษตรกร และปลูกผักบุ้งไปขายที่ตลาดอยู่เสมอ เนื่องจากผักบุ้งของบอมไม่สวย และมีรอยกัดกินของแมลงมาก จึงทำให้ผักบุ้งของบอมไม่เป็นที่ต้องการของตลาด แต่บอมไม่อยากจะฆ่าฆ่าแมลง เพราะจะทำให้สารเคมีตกค้างเยอะ จึงค้นหาความรู้เพิ่มเติม พบว่า ถ้านำน้ำสมุนไพรรไทย ได้แก่ พริกขี้หนู พริกไทย และตะไคร้ มาฉีดย่นบนผักบุ้ง จะสามารถกำจัดแมลงได้ และไม่ก่อให้เกิดสารเคมีตกค้าง บอมควรเลือกใช้สมุนไพรรไทยชนิดใด จึงจะกำจัดแมลงได้ดีที่สุด โดยบอมต้องนำน้ำสมุนไพรรไทย ได้แก่ พริกขี้หนู พริกไทย และตะไคร้ มาฉีดย่นบนต้นผักบุ้ง และกำหนดให้ พันธุ์ของผักบุ้ง อายุของต้นผักบุ้ง จำนวนต้นผักบุ้ง ปริมาณน้ำสมุนไพรร และจำนวนแมลงเท่ากัน แล้วติดตามจำนวนของแมลงที่เปลี่ยนแปลงไป

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ชนิดของน้ำสมุนไพรร	จำนวนของแมลง (ตัว)
--------------------	--------------------

	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
พริกชี้หนู	50 ตัว	40 ตัว
พริกไทย	50 ตัว	25 ตัว
ตะไคร้	50 ตัว	45 ตัว

4.1 ปัญหาของสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร

ตอบ

.....

4.2 สมมติฐานของสถานการณ์ข้างต้นคืออะไร

ตอบ

.....

4.3 การรวบรวมข้อมูล และการพิสูจน์สมมติฐานทำได้อย่างไร

ตอบ

.....

.....

4.4 ข้อสรุปที่ได้จากการศึกษา

ตอบ

.....



ลักษณะที่ 5 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ความเข้าใจ และการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์

จากสื่อมวลชน

ตัวชี้วัดที่ 5 อธิบาย และประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชนได้

5. สืบเนื่องจากโลกออนไลน์ได้มีการแชร์ข้อมูลเกี่ยวกับบ่อน้ำศักดิ์สิทธิ์ โดยระบุว่า พบบ่อน้ำประหลาดทำด้วยปูนซีเมนต์หล่อ ภายในมีน้ำพุคขึ้นมาตลอดเวลา ซึ่งน้ำไม่มีวันแห้งขุด ลักษณะน้ำมีสีชมพูใส มีกลิ่น และมีรสชาติอมเปรี้ยว ชาวบ้านจึงพากันมากราบไหว้บูชา และนำน้ำบางส่วนไปดื่มกิน เพราะเชื่อว่าสามารถใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ ได้ ข้อความในเหตุการณ์ข้างต้นเชื่อถือได้หรือไม่ และให้นักเรียนอธิบาย พร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

.....

.....

.....

ลักษณะที่ 6 ของผู้ที่มีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ
ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์

ตัวชี้วัดที่ 6 แสดงวิธีการตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิธีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ
ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ได้

6. ในขณะที่กำลังวิ่งเล่นกับเพื่อน ๆ ในสนามหญ้า นทีเผลอเหยียบหางแมวโดยไม่ทันระวังตัว แมวตัวนั้นจึงกัด และข่วนเข้าที่ขาของนที นทีรู้สึกแสบตรงบริเวณแผลมาก คุณแม่จึงพานทีไปโรงพยาบาล คุณหมอแนะนำว่า เพื่อป้องกันไม่ให้แผลของนทีติดเชื้อ จึงจำเป็นต้องฉีควัคซีนพิษสุนัขบ้า แต่คุณป้าข้างบ้านบอกว่าไม่ต้องฉีด เพราะโรคพิษสุนัขบ้า ไม่เกี่ยวข้องกับแมว ข้อความในเหตุการณ์ข้างต้นเชื่อถือได้หรือไม่ และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- ขอให้นักเรียนโชคดีในการสอบ -



**เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้
ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียน**

รายวิชา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 4 (ว14101)

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง สมบัติทางกายภาพของวัสดุ

เวลา 19 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์

ระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4

ผู้สอน นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์ณฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
1. การมองเห็นตัวอย่างของความคิด รวบยอดทางวิทยาศาสตร์จาก ประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน	<u>ตัวชี้วัดที่ 1 นำความคิด</u> รวบยอดทางวิทยาศาสตร์มา ใช้อธิบายเหตุการณ์ที่ เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้	คะแนนเต็ม (2 คะแนน) เมื่อตอบว่าเห็นด้วย และให้ เหตุผลว่า เพราะอาหาร และ ขนมรสหวานมีปริมาณน้ำตาล ค่อนข้างมาก จึงเป็นสาเหตุ
<u>แบบวัดความสามารถในการ</u> <u>ประยุกต์ใช้ความรู้ทาง</u> <u>วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 1</u> คือน้ำเป็นเด็กที่ติดการ รับประทานอาหารรสหวาน ไม่ว่าจะ เป็นลูกอม อมยิ้ม น้ำอัดลม หรือ ไอศกรีม ทำให้น้ำตาลฟันผุ และมัก บ่นปวดฟันอยู่เสมอ ใน ขณะเดียวกันการเคี้ยวอาหารก็ ลำบาก เพราะรู้สึกปวดฟัน ตลอดเวลา คุณหมोजึงแนะนำให้ คือน้ำลดการทานอาหารรสหวาน และขนมที่มีรสหวานทุกชนิด พร้อม ทั้งแนะนำให้คือน้ำแปรงฟันวันละ 2 เวลา เช้า และก่อนนอน นักเรียน เห็นด้วยหรือไม่กับข้อความใน เหตุการณ์ข้างต้น และให้นักเรียน อธิบายพร้อมเสนอความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	<u>ความคิดรวบยอดทาง</u> <u>วิทยาศาสตร์ คำอธิบาย</u> อาหาร และขนมรสหวานมี ปริมาณน้ำตาลค่อนข้างมาก จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ ฟันผุ และปวดฟันได้ โดย แบคทีเรียจะกินน้ำตาลเป็น อาหาร ส่งผลให้มีการสะสม ตัวของแบคทีเรียในช่อง ปากมากขึ้น ดังนั้น การ แปรงฟันวันละ 2 เวลา จึง เป็นวิธีการที่ช่วยลดการ สะสมตัวของแบคทีเรียใน ช่องปาก อันเป็นสาเหตุที่ทำให้ ฟันผุ และปวดฟันได้	คือยั้งมาก จึงเป็นสาเหตุ สำคัญที่ทำให้ฟันผุ และปวดฟัน ได้ โดยแบคทีเรียจะกินน้ำตาล เป็นอาหาร ส่งผลให้มีการสะสม ตัวของแบคทีเรียในช่องปากมาก ขึ้น ดังนั้น การแปรงฟันวันละ 2 เวลา จึงเป็นวิธีการที่ช่วยลด การสะสมตัวของแบคทีเรียใน ช่องปาก อันเป็นสาเหตุที่ทำให้ ฟันผุ และปวดฟันได้ คะแนนบางส่วน (1 คะแนน) เมื่อตอบว่าเห็นด้วย แต่ไม่ สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วย หรือไม่ตอบ
2. การนำความคิดรวบยอด และ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้	<u>ตัวชี้วัดที่ 2 นำความคิด</u> รวบยอดทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม (3 คะแนน)

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
ในการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	และทักษะทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการแก้ปัญหาทาง เทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน ได้	เมื่อตอบว่าเห็นด้วย และให้ เหตุผลว่า โฟมผลิตจากสารที่ไม่ สามารถย่อยสลายได้ใน ธรรมชาติ แต่ขานอ้อยเป็นสารที่ สามารถย่อยสลายได้ใน ธรรมชาติ มีข้อมูลจากผลการ ทดลองยืนยัน จึงแก้ปัญหการ กำจัดขยะโฟมได้
<p>แบบวัดความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 2</p> <p>โฟมเป็นเทคโนโลยีบรรจุภัณฑ์ จากวัสดุปิโตรเลียมที่ใช้บรรจุอาหาร ได้หลากหลายชนิด มีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการใช้งาน จึงได้รับความ นิยมอย่างมากในปัจจุบัน แต่มีผล การทดลองพบว่า โฟมไม่สามารถ ย่อยสลายได้ในธรรมชาติ การกำจัด ขยะโฟมทำให้เกิดปัญหามากมาย จึงมีการคิดหาวิธีผลิตบรรจุภัณฑ์ ชนิดใหม่ โดยใช้วัสดุดิบจากขาน อ้อย ซึ่งสามารถย่อยสลายได้ใน ธรรมชาติดีกว่าโฟม นักเรียนเห็น ด้วยหรือไม่กับข้อความในเหตุการณ์ ข้างต้น และให้นักเรียนอธิบาย พร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>ความคิดรวบยอดทาง วิทยาศาสตร์ ทักษะทาง วิทยาศาสตร์ การ แก้ปัญหาทางเทคโนโลยี</p> <p>โฟมผลิตจากสารที่ไม่ สามารถย่อยสลายได้ใน ธรรมชาติ แต่ขานอ้อยเป็น สารที่สามารถย่อยสลายได้ ในธรรมชาติ มีข้อมูลจากผล การทดลองยืนยัน จึง แก้ปัญหการกำจัดขยะโฟม ได้</p>	<p>คะแนนเต็ม (2 คะแนน) เมื่อตอบครบทั้ง 3 ประเด็น แต่ไม่ชัดเจน</p> <p>คะแนนบางส่วน (1 คะแนน) เมื่อตอบไม่ครบ 3 ประเด็น หรือยังขาดความสมบูรณ์อยู่ มาก</p> <p>ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบว่าไม่เห็นด้วย หรือไม่ตอบ</p>
3. ความเข้าใจหลักการทาง วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่ เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องใช้ทาง เทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน	ตัวชี้วัดที่ 3 อธิบาย หลักการทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง กับอุปกรณ์เครื่องใช้ทาง	คะแนนเต็ม (2 คะแนน) เมื่อตอบว่า พลังงานเป็นสิ่ง ที่สามารถทำงานได้ และเปลี่ยน รูปได้ และตอบว่า เตาไรต์มีขีด

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
	เทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน ได้	ลดความร้อนที่สามารถเปลี่ยน พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความ ร้อนได้ จึงนำไปทำให้ผ้าเรียบได้
<p>แบบวัดความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 3</p> <p>เตารีดเป็นอุปกรณ์เครื่องใช้ใน ชีวิตประจำวัน จงตอบคำถามต่อไปนี้</p> <p>(1) เตารีดใช้หลักการทาง วิทยาศาสตร์ใดในการทำงาน</p> <p>(2) จงอธิบายกลไกการทำงานของ ของเตารีด</p>	<p>หลักการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ อุปกรณ์เครื่องใช้</p> <p>พลังงานเป็นสิ่งที่สามารถ ทำงานได้ และเปลี่ยนรูปได้ ซึ่งเตารีดมีขดลวดความร้อน ที่สามารถเปลี่ยนพลังงาน ไฟฟ้าเป็นพลังงานความ ร้อนได้ จึงนำไปทำให้ผ้า เรียบได้</p>	<p>คะแนนบางส่วน (1 คะแนน) เมื่อตอบครบ 2 ประเด็น แต่ ไม่ชัดเจน</p> <p>ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่ ตอบ</p>
4. การใช้กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่ เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน	ตัวชี้วัดที่ 4 นำ กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ไปใช้ในการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นใน ชีวิตประจำวันได้	
<p>แบบวัดความสามารถในการ ประยุกต์ใช้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 4</p> <p>ถ้าบอมสงสัยว่า การใช้สมุนไพรร บางชนิด ได้แก่ พริกชี้หนู พริกไทย และตะไคร้ มาเป็นสารกำจัดแมลง สำหรับต้นผักบุ้งแทนการใช้สารเคมี ได้หรือไม่ จึงทำการทดลอง และ ได้ผลดังนี้</p> <p>ตารางบันทึกผลการทดลอง</p>	<p>คำตอบตามขั้นตอน</p> <p>กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการ แก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ชั้นระบุปัญหา 2. ชั้นตั้งสมมติฐาน 3. ชั้นตรวจสอบ สมมติฐาน และวิเคราะห์ ข้อมูล 	

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล			ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
ชนิดของ น้ำ สมุนไพร	จำนวนของแมลง (ตัว)		4. ขั้นสรุปผล	
	ก่อน การ ทดลอง	หลัง การ ทดลอง		
	พริกขี้หนู	50 ตัว 40 ตัว		
	พริกไทย	50 ตัว 25 ตัว		
ตะไคร้	50 ตัว 45 ตัว			
ขั้นตอนการแก้ปัญหา			คำตอบ	คะแนนเต็ม (1 คะแนน)
(1) ระบุปัญหาของบอม			(1) การใช้สมุนไพร 3 ชนิด คือ พริกขี้หนู พริกไทย และ ตะไคร้ สามารถใช้กำจัดแมลงสำหรับต้นผักบุ้งได้แตกต่างกันหรือไม่	เมื่อตอบว่า การใช้สมุนไพร 3 ชนิด คือ พริกขี้หนู พริกไทย และตะไคร้ สามารถใช้กำจัดแมลงสำหรับต้นผักบุ้งได้แตกต่างกันหรือไม่
(2) ตั้งสมมติฐาน			(2) สมุนไพร 3 ชนิด คือ พริกขี้หนู พริกไทย และ ตะไคร้ สามารถใช้กำจัดแมลงสำหรับต้นผักบุ้งได้แตกต่างกัน	ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ
(3) ตรวจสอบสมมติฐาน				คะแนนเต็ม (1 คะแนน) เมื่อตอบว่า สมุนไพร 3 ชนิด คือ พริกขี้หนู พริกไทย และ ตะไคร้ สามารถใช้กำจัดแมลงสำหรับต้นผักบุ้งได้แตกต่างกัน
				ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ
				คะแนนเต็ม (1 คะแนน)

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
(4) ชั้นวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล	(3) ออกแบบการทดลองใช้สมุนไพรมานาน 3 ชนิด คือ พริกขี้หนู พริกไทย และตะไคร้ มากำจัดแมลงสำหรับต้นผักบุ้ง แล้วสังเกตจำนวนแมลงที่ใบของต้นผักบุ้ง (4) พริกไทยกำจัดแมลงที่ใบของต้นผักบุ้งได้ดีที่สุด เพราะจำนวนแมลงที่เกาะที่ใบของต้นผักบุ้งหลังการใช้สมุนไพรมีจำนวนน้อยที่สุด	เมื่อสามารถออกแบบการทดลอง และวิเคราะห์คำตอบอย่างมีเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ คะแนนเต็ม (1 คะแนน) เมื่อตอบโดยนำเหตุผลทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสรุปผลได้อย่างถูกต้อง ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบผิดหรือไม่ตอบ
5. ความเข้าใจ และการประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชน	ตัวชี้วัดที่ 5 อธิบาย และประเมินข่าวสารที่เกี่ยวข้องกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จากสื่อมวลชนได้	คะแนนเต็ม (2 คะแนน) เมื่อตอบว่าไม่น่าเชื่อถือ และให้เหตุผลว่า เพราะน้ำสะอาดควรมีลักษณะดังนี้ คือใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรสชาติ แต่น้ำจากบ่อข้างต้นมีสีชมพู มีกลิ่น และมีรสชาติ ประกอบกับยังไม่ได้รับการตรวจสอบว่าเป็นน้ำที่สะอาด และปราศจากเชื้อโรคหรือไม่ ดังนั้นหากดื่มกินเข้าไป นอกจากจะไม่สามารถรักษาโรคได้ ยังอาจทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายได้อีกด้วย
แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 5 สืบเนื่องจากโลกออนไลน์ได้มีการแชร์ข้อมูลเกี่ยวกับบ่อน้ำศักดิ์สิทธิ์ โดยระบุว่า บ่อน้ำประหลาดทำด้วยปูนซีเมนต์หล่อภายในมีน้ำพุร้อนขึ้นมาตลอดเวลา ซึ่งน้ำไม่มีวันแห้งขอด ลักษณะน้ำมีสี	คำอธิบาย ไม่น่าเชื่อถือ เพราะน้ำสะอาดควรมีลักษณะดังนี้คือ ใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรสชาติ แต่น้ำจากบ่อข้างต้นมีสีชมพู มีกลิ่น และมีรสชาติ ประกอบกับยังไม่ได้รับการตรวจสอบว่าเป็นน้ำที่สะอาด และ	รสนชาติ แต่น้ำจากบ่อข้างต้นมีสีชมพู มีกลิ่น และมีรสชาติ ประกอบกับยังไม่ได้รับการตรวจสอบว่าเป็นน้ำที่สะอาด และปราศจากเชื้อโรคหรือไม่ ดังนั้นหากดื่มกินเข้าไป นอกจากจะไม่สามารถรักษาโรคได้ ยังอาจทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายได้อีกด้วย

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชีวิตที่	เกณฑ์การให้คะแนน
<p>ชมพู ไส้ มีกลิ่น และมีรสชาติอมเปรี้ยว ชาวบ้านจึงพากันมากrab ไห้วบูชา และนำน้ำบางส่วนไปดื่มกิน เพราะเชื่อว่า สามารถใช้ในการรักษาโรคต่าง ๆ ได้ ข้อความในเหตุการณ์ข้างต้นเชื่อถือได้หรือไม่ และให้นักเรียนอธิบายพร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>ปราศจากเชื้อโรคหรือไม่ ดังนั้นหากดื่มกินเข้าไป นอกจากจะไม่สามารถรักษา โรคได้ ยังอาจทำให้เกิด อันตรายแก่ร่างกายได้อีก ด้วย</p>	<p>คะแนนบางส่วน (1 คะแนน) เมื่อตอบไม่น่าเชื่อถือ แต่ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้</p> <p>ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบว่าเชื่อถือได้หรือไม่ ตอบ</p>
<p>6. การตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ มากกว่าการบอกต่อ ๆ กันมาหรือการใช้อารมณ์</p>	<p><u>ตัวชีวิตที่ 6</u> แสดงวิธีการตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับวิถีการดำเนินชีวิตซึ่งอยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ได้</p>	<p>คะแนนเต็ม (2 คะแนน) เมื่อตอบว่าเชื่อแม่ และให้เหตุผลว่า เพราะการฉีดวัคซีนพิษสุนัขบ้าเป็นการให้ภูมิคุ้มกันแก่ร่างกาย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคพิษสุนัขบ้าหลังโดนสัตว์กัด โดยวัคซีนสามารถทำลายเชื้อไวรัสบริเวณแผลได้ และแมวเป็นสัตว์ประเภทเดียวกับสุนัข จึงจำเป็นต้องฉีดวัคซีนด้วย</p>
<p>แบบวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนข้อที่ 6</p> <p>ในขณะที่กำลังวิ่งเล่นกับเพื่อน ๆ ในสนามหญ้า นทีเผลอเหยียบหางแมวโดยไม่ทันระวังตัว แมวตัวนั้นจึงกัด และข่วนเข้าที่ขาของนที นทีรู้สึกแสบตรงบริเวณแผลมาก แม่จึงพานนทีไปโรงพยาบาลเพื่อฉีดยาป้องกันพิษสุนัขบ้า แต่คุณป้าข้างบ้านบอกว่าไม่ต้องฉีด เพราะโรคพิษสุนัขบ้า ไม่เกี่ยวข้องกับแมว นักเรียนควรเชื่อข้อมูลของใคร เพราะอะไรจงอธิบาย</p>	<p>คำอธิบาย</p> <p>เชื่อแม่ เพราะการฉีดวัคซีนพิษสุนัขบ้าเป็นการให้ภูมิคุ้มกันแก่ร่างกาย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคพิษสุนัขบ้าหลังโดนสัตว์กัด โดยวัคซีนสามารถทำลายเชื้อไวรัสบริเวณแผลได้ และแมวเป็นสัตว์ประเภทเดียวกับสุนัข จึงจำเป็นต้องฉีดวัคซีนด้วย</p>	<p>คะแนนบางส่วน (1 คะแนน) เมื่อตอบว่าเชื่อป้าข้างบ้าน แต่ไม่สามารถให้เหตุผลที่ถูกต้องได้</p> <p>ไม่ได้คะแนน (0 คะแนน) เมื่อตอบว่าเชื่อป้าข้างบ้านหรือไม่ตอบ</p>

องค์ประกอบตามแนวคิด ของอาจารย์นฤมล	ตัวชี้วัดที่	เกณฑ์การให้คะแนน
พร้อมเสนอความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้อง		



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวฤตินันท์ นาคพันธ์
วัน เดือน ปี เกิด	14 ธันวาคม 2536
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต
ประวัติการศึกษา	การศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ – เคมี เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยทักษิณ พ.ศ. 2560
สถานที่ทำงาน	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โรงเรียนอนุบาลพังงา จังหวัดพังงา
ตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะชำนาญการ (คศ.2)

