ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี

นายศรารักษ์ เกลือนสิน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2564

The Effects of Inquiry Instruction together with Scaffolding Technique on Science Learning Achievement and Scientific Explanation Ability of Grade 8 Students at Her Royal Highness Princess Soamsawali School in Pathum Thani Province

Mr. Sararak Klueansin

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

2021

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี

ชื่อและนามสกุล นายศรารักษ์ เกลือนสิน

วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์
2. อาจารย์ ดร.ทรงพล ผดุงพัฒนากูล

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2565

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิเทพ ปิติพรเทพิน)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทรงพล ผดุงพัฒนากูล)

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

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี

ผู้วิจัย นายศรารักษ์ เกลือนสิน **รหัสนักศึกษา** 2622000020 **ปริญญา** ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2) อาจารย์ ดร.ทรงพล ผดุงพัฒนากูล

ปีการศึกษา 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ 3) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 87 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่มแล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้จำนวน 6 แผน 18 ชั่วโมง 2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 6 แผน 18 ชั่วโมง 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษา

Thesis title: The Effects of Inquiry Instruction together with Scaffolding Technique on Science Learning Achievement and Scientific Explanation Ability of Grade 8 Students at Her Royal Highness Princess Soamsawali School in Pathum Thani Province
Researcher: Mr. Sararak Klueansin; **ID:** 2622000020;
Degree: Master of Education Program;
Thesis advisors: (1) Dr. Nuanjid Chaowakeratipong, Associate Professor;
(2) Dr. Songpon Phadungphatthanakoon ; **Academic year:** 2021

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare science learning achievement of grade 8 students who learned through inquiry instruction together with scaffolding technique and students who learned through traditional instruction, 2) compare the scientific explanation ability of grade 8 students who learned through inquiry instruction together with scaffolding technique and students who learned through traditional instruction, and 3) compare the scientific explanation ability of grade 8 students, before and after learning through inquiry instruction together with scaffolding technique.

The sample consisted of 87 grade 8 students in 2 intact classrooms of Her Royal Highness Princess Soamsawali School who were studying in the second semester of the academic year 2021, obtained by cluster random sampling. One class was randomly assigned as an experiment group and the other class was assigned as a control group. The research instrument were 1) 6 lesson plans based on inquiry instruction together with scaffolding technique for 18 hours, 2) 6 lesson plans based on traditional instruction for 18 hours, 3) a science learning achievement test, and (4) a scientific explanation ability test. The statistic used for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

The research findings showed that 1) science learning achievement of grade 8 students who learned through inquiry instruction together with scaffolding technique was higher than the students who learned through the traditional instruction at the .05 level of statistical significance, 2) scientific explanation ability of the students who learned through inquiry instruction together with scaffolding technique was significantly higher than the students who learned through the traditional instruction at the .05 level of statistical significance, and 3) the scientific explanation ability of the students who learned through inquiry instruction together with scaffolding technique was significantly higher than their pre-learning counterpart ability at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Inquiry Instruction, Scaffolding Technique, Science Learning Achievement, Scientific Explanation Ability, Secondary Education

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และอาจารย์ ดร.ทรงพล ผดุงพัฒนากูล สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ศศิเทพ ปิติพรเทพิน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาเป็นประธานสอบปกป้องวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำแนวทางแก้ไขปรับปรุงงานวิจัยฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอบพระคุณ นายธาวิน เภาสระคู หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี นายณัฐชา พัฒนา ครูโรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา นางสาวศศิกานต์ นิ่มดำ ครูโรงเรียนควนพระสาครินทร์ จังหวัดพัทลุง และนางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด ครูโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัยปทุมธานี ที่ได้กรุณาตรวจเครื่องมือวิจัย ตลอดจนได้ให้คำแนะนำในการทำวิจัยที่มีคุณค่ายิ่ง

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี ที่ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล

ศรารักษ์ เกลือนสิน

มีนาคม 2565

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 4
คำถามของการวิจัย 5
กรอบแนวคิดการวิจัย 5
สมมติฐานการวิจัย 6
ขอบเขตของการวิจัย 6
นิยามศัพท์เฉพาะ 7
ประโยชน์ที่ได้รับ 8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 9
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 10
เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ 27
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 38
การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 47
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 58
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 62
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 62
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 62
การเก็บรวบรวมข้อมูล 73
การวิเคราะห์ข้อมูล 73
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 75

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 76
ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 78
ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 82
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 101
สรุปการวิจัย 101
อภิปรายผล 104
ข้อเสนอแนะ 108
บรรณานุกรม 110
ภาคผนวก 118
ก รายนามผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 119
ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน 121
ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 138
ง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 147
ประวัติผู้วิจัย 206

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทั่วไป แบบ 5E กับ 7E 15
ตารางที่ 2.2 ระดับการสืบเสาะแบ่งผู้ที่มีบทบาทกำหนดในแต่ละขั้นของการสืบเสาะ 20
ตารางที่ 2.3 สรุปบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตาม ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น 21
ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบกระบวนการทางปัญญาที่ใช้คำศัพท์เดิมและคำศัพท์ใหม่ 40
ตารางที่ 2.5 ลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Mcneill and Krajcik (2008) 54
ตารางที่ 2.6 เกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของ คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของ (Mcneill and Krajcik , 2008) 54
ตารางที่ 2.7 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อ้างอิงจากเกณฑ์ ของ Sampson *et al*. (2010) และสันติชัย อนุวรชัย (2553) 57
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามลักษณะสำคัญของกระบวนการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ 63
ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 66
ตารางที่ 3.3 สาระการเรียนรู้และจำนวนคาบที่ใช้ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ 68
ตารางที่ 3.4 วิเคราะห์ข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม 69
ตารางที่ 3.5 ลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Mcneill and Krajcik (2008) 71
ตารางที่ 3.6 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อ้างอิงจากเกณฑ์ ของ Sampson *et al*. (2010) และสันติชัย อนุวรชัย (2553) 72
ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 76
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่องแรง ในชีวิตประจำวัน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 77

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.3 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 78
ตารางที่ 4.4 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 79
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 80
ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 81
ตารางที่ 4.7 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง 82
ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 83
ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนจากข้อคำถามที่ 1 85
ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1 87
ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนจากข้อคำถามที่ 1 89
ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐานโดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนจากข้อคำถามที่ 1 91
ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนจากข้อคำถามที่ 2 93

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2 95
ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2 97
ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2 99

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน 11
ภาพที่ 2.2 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบชี้นำ 12
ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผลในการสร้าง
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 49
ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิค
การเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน 65

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การรู้วิทยาศาสตร์ เป็นเป้าหมายของการจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพัฒนาประชาชนในประเทศให้มีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่สังคมวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพชีวิตที่ดี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) ทำให้มีการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ ซึ่งมีชื่อว่า Programme for International Student Assessment หรือ PISA ที่เป็นที่ยอมรับจากนานาชาติ และได้มีการนำผลการประเมิน PISA นี้ มาเป็นข้อมูลหนึ่งของการกำหนดนโยบายการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2561) และการประเมินของ PISA ยังเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน หรือที่เรียกว่า “ความฉลาดรู้” (Literacy) ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) โดยความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) สำหรับรอบการประเมิน PISA 2018 ผลการประเมินของประเทศไทย มีคะแนนเฉลี่ยในด้านวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) โดยการประเมินการรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในด้านทักษะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การระบุประเด็นทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และการใช้ประจักษ์พยาน/ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2558) ส่วนรอบการประเมิน PISA 2022 ที่กำลังจะจัดสอบนี้ การประเมินการรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้ปรับองค์ประกอบเป็น บริบทความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific

Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

ปัญหาของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของประเทศไทยคือ นักเรียนและครูยังคงให้ความสำคัญกับ การรู้ข้อเท็จจริง การรู้เนื้อหาสาระจากตำรา เน้นการเรียนรู้แบบท่องจำมากกว่าเข้าใจการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ยังขาดการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ตลอดจนการประเมินผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ยังคงเน้นการวัดเพียงความรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือกิจกรรมจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่มีพื้นฐานอยู่บนองค์ความรู้ หรือทฤษฎีจากตำราวิชาการเป็นหลัก โดยปราศจากการวัดและประเมินผลด้านทักษะหรือสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสวนทางกับแนวทางการวัดและประเมินผลในระดับชาติและระดับนานาชาติ ที่เปลี่ยนแปลงไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563) ขณะเดียวกันผลการทดสอบสอบของรายวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชาติ และระดับนานาชาติ ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ที่น่าเป็นห่วงและจากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และผลการประเมินทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติของนักเรียนโรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี ที่ผ่านมายังพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องได้รับการพัฒนา เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างแท้จริงตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางของชาติ ไม่ใช่เพียงเรียนเพื่อท่องจำนำไปสอบ (โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา, 2564) ทั้งนี้ปัญหาทางด้านการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวของนักเรียนเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับปัญหาของครูด้วย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ของครูวิทยาศาสตร์ด้านการส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ คือครูวิทยาศาสตร์ยังขาดทักษะการใช้คำถามเพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนนำข้อมูลที่เป็นหลักฐานจากกิจกรรมสำรวจและค้นหามาสร้างคำอธิบายคำตอบของปัญหาที่สนใจหรือสงสัยที่เป็นคำอธิบายของตัวเอง และเป็นคำอธิบายที่มีการเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2562) โดยครูสามารถนำเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ไปใช้ในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ เพราะครูมีบทบาทที่ต้องให้ความช่วยเหลือนักเรียนให้ใช้กระบวนการสืบเสาะได้อยู่แล้ว จากประสบการณ์ของผู้วิจัยและการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่านักเรียนมีปัญหาในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด จึงสนใจการพัฒนาขั้นการสร้างคำอธิบายเป็นพิเศษ และได้เก็บข้อมูลเพื่อแก้ปัญหานี้โดยเฉพาะ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของภัทรสุดา หาดขุนทด และคณะ (2561) และศศิกานต์ นิ่มดำ และคณะ (2562) ที่ค้นพบว่านักเรียนไม่สามารถใช้การให้เหตุผลในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และในภาพรวมทั้งผลการประเมินในระดับชาติยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานของนักเรียนทั้งหมด (สถาบัน

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ยังสอดคล้องกับการพัฒนานักเรียนในศตวรรษที่ 21 และธรรมชาติของการเรียนรู้ของมนุษย์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งครูสามารถเลือกกลวิธีในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลายตามความเหมาะสมของเนื้อหา เวลา บริบท และปัจจัยอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับการสืบเสาะ (Inquiry) ในกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการเลียนแบบวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561) ส่วนเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้มีจุดเริ่มต้น มาจากทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคมของ Vygotsky ที่กล่าวถึงเรื่องพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development, ZPD) ซึ่งอธิบายไว้ว่านักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้โดยเกิดจากความช่วยเหลือ แนะนำ จากครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือเพื่อน ๆ ทำให้นักเรียนปรับตัวได้จากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องพัฒนานักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถแรียนรู้ด้วยตนเอง (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2561) อาจกล่าวได้ว่าเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ เป็นตัวช่วยเพื่อเสริมสร้างการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนให้สูงขึ้น ๆ ไปได้ตามศักยภาพของแต่ละบุคคล โดยผู้มีศักยภาพสูงกว่าจะเป็นผู้ให้การช่วยเหลือเสริมต่อการเรียนรู้กับผู้ที่มีศักยภาพต่ำกว่าการเสริมต่อนี้จะค่อย ๆ ลดลงในขณะที่การพัฒนาการเรียนรู้จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น และสุดท้ายการเสริมต่อจะยุติลงเมื่อผู้ที่มีศักยภาพต่ำกว่าสามารถกระทำได้ด้วยตนเอง (Wood, Bruner, & Ross, 1976, Vygotsky & Cole, 1978) ถ้าศึกษารายละเอียด ผนวกกับข้อมูลเกี่ยวกับการใช้เทคนิคการเสริมต่อความรู้ จะสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ และจากการศึกษาความหมายและขอบเขตของการใช้เทคนิคการเสริมต่อความรู้ พบว่ามีได้หลายเทคนิคที่จะนำมาใช้ในขั้นตอนต่าง ๆ ของการสืบเสาะได้ ซึ่งแต่ละเทคนิคมีลักษณะเฉพาะที่จะใช้ในบริบทที่ต่างกัน

จากปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี ในด้านความรู้ โดยเฉพาะในระดับความเข้าใจ ซึ่งรวมถึงความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ถือเป็นทักษะสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีงานวิจัยจำนวนมากสนับว่าสามารถพัฒนานักเรียนได้ ทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

เรื่องพลังงานความร้อน (อรชุมา หุ้มไหม, จีระวรรณ เกษสิงห์ และบุญธนา วรรณเลิศ, 2559) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรม (ณัฐวดี บุญรัตน์, 2562) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (พิมชนก เจริญชีพ, วิทัศน์ ฝักเจริญผล และไพรัชน์ จารุจิระวงศ์, 2564) และงานวิจัยที่มีการใช้การสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (อรยา แจ่มใจ, 2557) และการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง (ณัฐวรรณ ศิริธร, เอกภูมิ จันทรขันตี และสุรศักดิ์ เชียงกา, 2560)

ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่ผู้วิจัยพบว่ามีปัญหามากเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่จำเป็นจะต้องได้รับการพัฒนาก่อนกลุ่มอื่น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

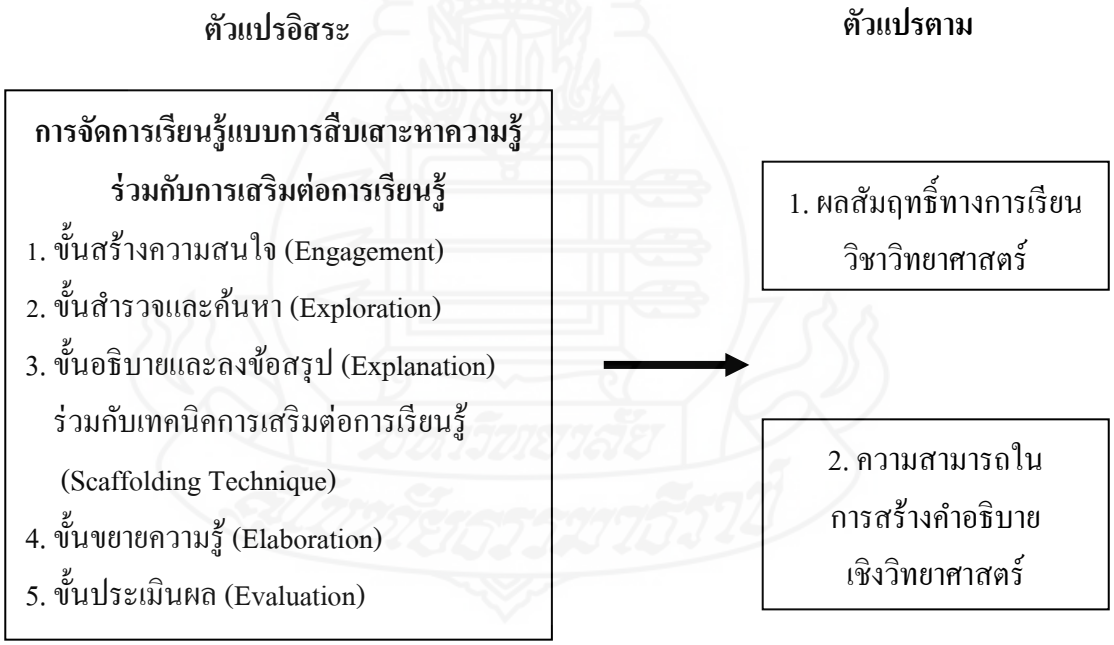
3. คำถามของการวิจัย

3.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติหรือไม่

3.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติหรือไม่

3.3 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



5. สมมติฐานการวิจัย

5.1 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5.2 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

5.3 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ได้แก่ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย และตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

6.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 345 คน และมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

6.1.2 กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 87 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

6.2 ตัวแปร

6.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้

6.2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

6.3 เนื้อหา

เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งประกอบด้วยเรื่องการหาแรงลัพธ์ของวัตถุ แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา แรงเสียดทาน แรงดันในของเหลว แรงพยุง และโมเมนต์ของแรง

6.4 ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ใช้เวลา 8 สัปดาห์ รวม 22 ชั่วโมง โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ 18 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียน 2 ชั่วโมง

7. นิยามศัพท์เฉพาะ

7.1 การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการเพิ่มเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ในขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) โดยใช้การสนับสนุนในการทำงาน (Task support)โดยครูใช้แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดหลังเรียนเพื่อให้นักเรียนฝึกสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning)

7.2 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ โดยมีองค์ประกอบ ดังนี้ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation)

7.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านสติปัญญา รวมทั้งเป็นความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ อันเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่นักเรียนแสดงออกมาและสามารถวัดได้ ซึ่งประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีของ Bloom 4 ด้าน คือ 1. จำ(Remembering) 2. เข้าใจ (Understanding) 3. การประยุกต์ใช้(Applying) และ 4.วิเคราะห์ (Analyzing)

7.4 การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่ใช้สำหรับให้ความหมาย อธิบาย และการกล่าวอ้างในบริบทวิทยาศาสตร์ เป็นคำอธิบายที่สะท้อนผลการสังเกต การทดลอง หรือการสืบค้นอื่น ๆ ที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ นำมาเชื่อมโยงกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับหลักฐาน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ

3 ประการ คือ 1) การใช้ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2) การใช้หลักฐาน (Evidence) และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นแบบเขียนตอบแสดงการตอบสนองกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ครอบคลุมองค์ประกอบทั้ง 3 ของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

8. ประโยชน์ที่ได้รับ

8.1 ครูสามารถนำไปใช้พัฒนาการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8.2 ครูได้แนวทางสำหรับการจัดการเรียนรู้ เรื่องแรงในชีวิตประจำวันที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.1 ความหมายและองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.3 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.4 ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.5 ขั้นตอนการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
   1.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้
   2.1 ความหมายของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้
   2.2 แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้
   2.3 ประเภทของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้
   2.4 การใช้เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
   2.5 ประโยชน์ของการใช้เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
   3.1 ความหมาย และขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์
   3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
   4.1 ความหมายและความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
   4.2 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
   4.3 ตัวบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4.5 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ความหมายและองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Bybee (2009) พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2555) และทิศนา แขมมณี (2560) ได้กล่าวถึงความหมายของการสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องกัน ดังนี้

การสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด จากการลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง หรือสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิด การปฏิบัติ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Imagination) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แปลมาจาก The New England School of English (NESE) ซึ่งได้กล่าวถึงการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการเรียนรู้เพื่อหาคำตอบหรือคำอธิบายในสิ่งที่สนใจ ทั้งโดยส่วนตัวและร่วมกันของกลุ่มที่มีความสนใจเดียวกัน การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นมากกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ แต่เป็นการค้นหาคำตอบจากสิ่งที่สนใจ โดยผ่านการทำงานอย่างเป็นระบบ มีความรอบคอบ มีอิสระ และไม่มีลำดับขั้นที่ตายตัว โดยลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ตามองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1) ตั้งคำถามที่สามารถหาคำตอบหรือสามารถตรวจสอบได้

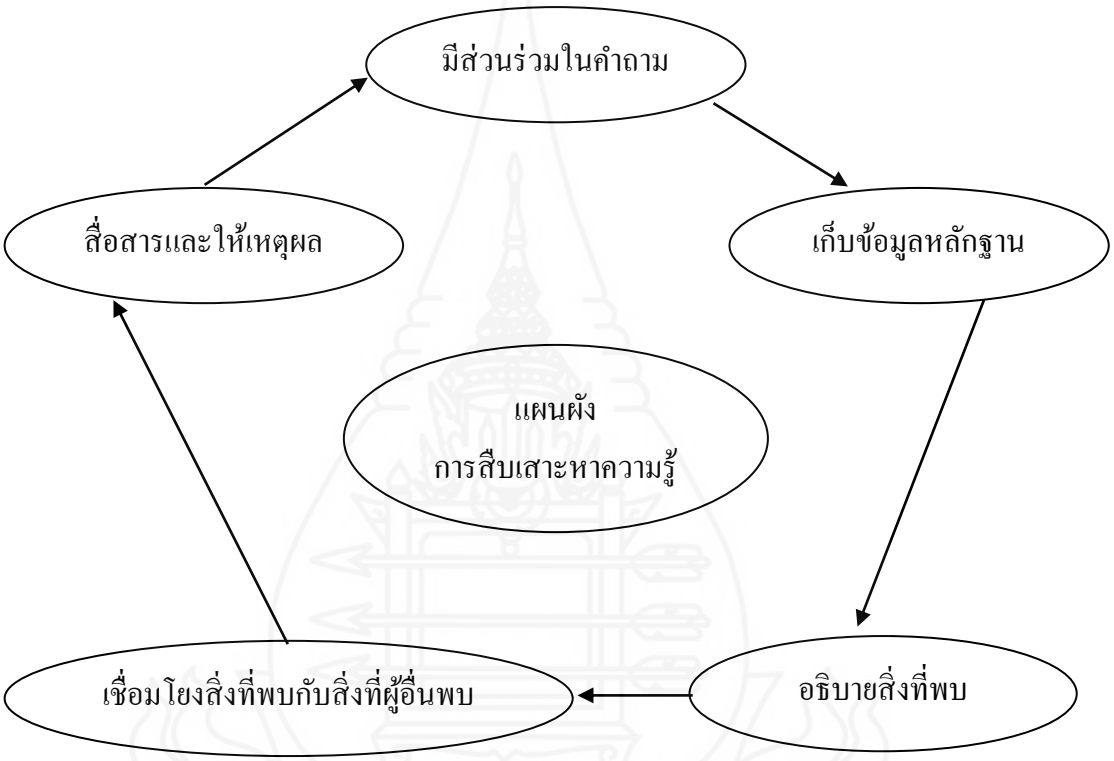
2) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ และข้อมูลจากสิ่งที่ผู้อื่นค้นพบ

3) การทำความเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ การวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แล้วหาความสัมพันธ์ของข้อมูล และนำมาสร้างคำอธิบาย เพื่อตอบคำถามที่สงสัย

4) การเชื่อมโยง และการเปรียบเทียบคำอธิบายของตนเองกับผู้อื่น

5) การสื่อสารคำอธิบายของตนเอง หรือสิ่งที่ตนเองค้นพบให้ผู้อื่นทราบ

ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ตามองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ดังภาพที่ 2.1



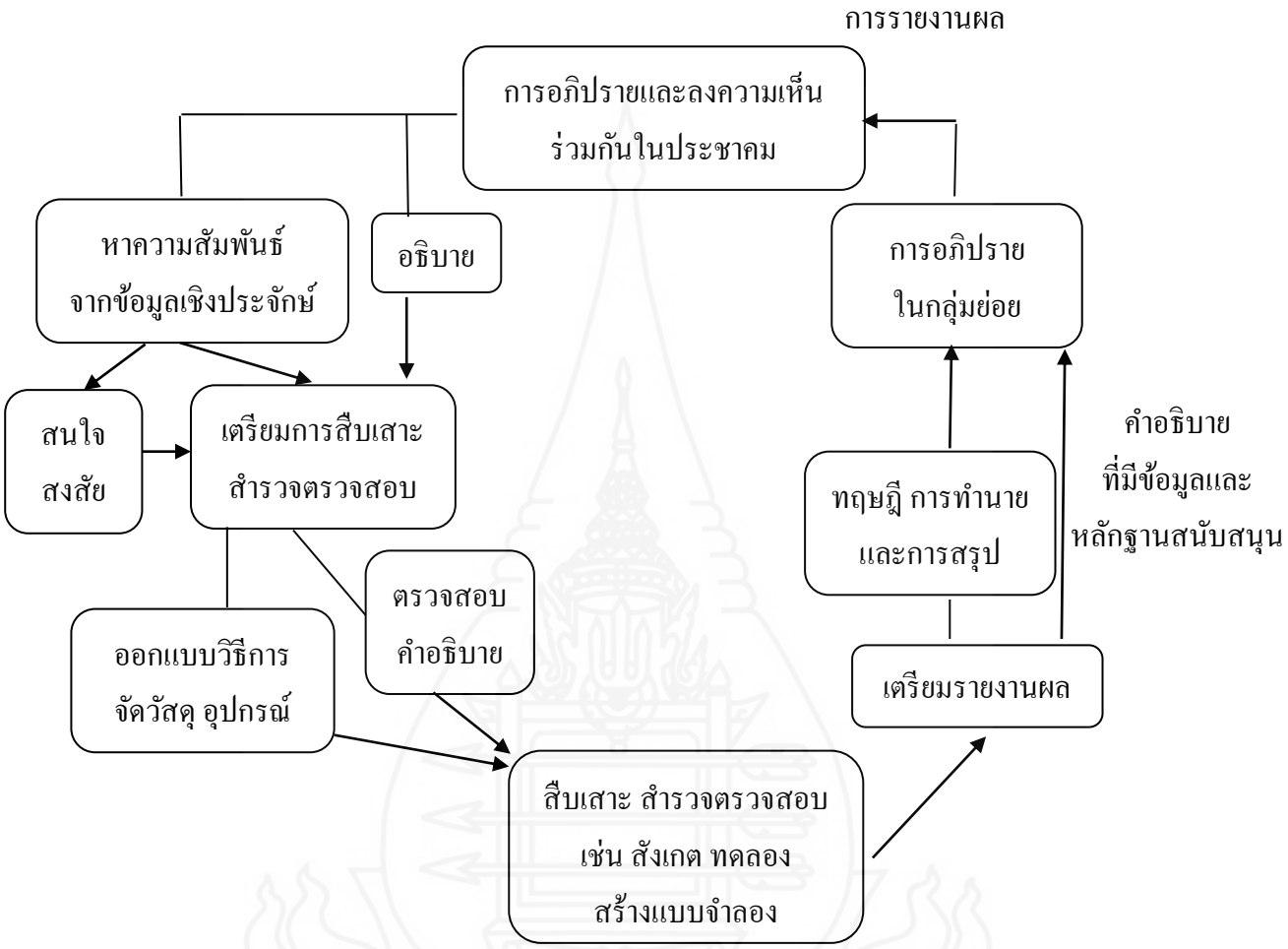
ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561

การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ จะไม่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน หรือสามารถสืบเสาะซ้ำหลายรอบได้ เพื่อตอบคำถาม และอาจตั้งคำถามใหม่ที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป ซึ่งหมุนวนเช่นนี้เป็นวัฏจักรได้ ดังภาพที่ 2.2

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้นำมาเป็นรูปแบบในการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ โดยเรียกว่า กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process)

ซึ่งเสนอเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ที่เรียกว่า วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบชี้นำ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบชี้นำ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561

จากภาพวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบชี้นำ ซึ่งเป็นการอธิบายการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) ว่าประกอบด้วยการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Imagination) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นการค้นหาคำตอบจากสิ่งที่สนใจ โดยการสืบเสาะซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นมากกว่า วิธีการทางวิทยาศาสตร์ หรือ การทดลองทางวิทยาศาสตร์

จากวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจหรือเกิดความสงสัยแล้ว ครูจะมีหน้าที่สนับสนุนนักเรียนโดยการเตรียมการสืบเสาะสำรวจตรวจสอบ โดยการช่วยออกแบบวิธีการ จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ หรือตรวจสอบคำอธิบาย เพื่อให้นักเรียนสามารถสืบเสาะ สำรวจตรวจสอบ เช่นการสังเกต การทดลอง การสร้างแบบจำลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะหรือการสำรวจตรวจสอบมาใช้และเตรียมรายงานผล โดยการนำทฤษฎีการทำนาย และการสรุป รวมทั้งการใช้คำอธิบายที่มีข้อมูลและหลักฐานสนับสนุน การอภิปรายในกลุ่มย่อย การอภิปรายและลงความเห็นร่วมกันในประชาคม จากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีการอธิบายและหาความสัมพันธ์จากข้อมูลเชิงประจักษ์ เมื่อวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบชี้นำสำเร็จตามจุดประสงค์แล้วนั้น ครูจะต้องกำหนดประเด็นใหม่เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจหรือเกิดความสงสัยและเริ่มวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ซ้ำอีกรอบ ดังนั้นวัฏจักรการสืบเสาะสามารถทำซ้ำหลายรอบได้ เพื่อตอบคำถามและอาจตั้งคำถามใหม่ที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบ ซึ่งหมุนวนเช่นนี้เป็นวัฏจักรนั่นเอง

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2562) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ มีหลักการสำคัญ 3 ประการ คือ

1) การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนได้มีโอกาสค้นหาความรู้ด้วยตนเอง จะสามารถเรียนรู้ได้ดีกว่าการได้รับการบอกความรู้

2) การทำให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย โดยครูสร้างสถานการ์ที่ยั่วยุให้นักเรียนอยากรู้ และต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ การสืบค้นด้วยวิธีต่าง ๆ

3) วิธีการนำเสนอ ครูจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงออกตามความคิดของตนเองให้มากที่สุด โดยครูทำหน้าที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดสร้างสรรค์

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สะท้อนลักษณะสำคัญของวิทยาศาสตร์ คือ การใช้กระบวนการต่าง ๆ เพื่อสืบเสาะสำรวจ ทดลอง ด้วยวิธีการที่หลากหลาย เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์ โดยได้เลียนแบบขั้นตอนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และการได้มาซึ่งความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ โดยองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 4 องค์ประกอบ คือ การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Imagination) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity)

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้กล่าวถึงความหมายของวิทยาศาสตร์ (Science) ว่าเป็นความรู้ที่เกิดจากสติปัญญาและความพยายามของมนุษย์ในการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกและในเอกภพ และได้อธิบายถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ โลกในมุมมองแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Worldview) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry) และกิจการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise) โดยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญ คือประกอบด้วยการให้เหตุผลเชิงตรรกะ ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ จินตนาการ และการคิดสร้างสรรค์ เป็นการทำงานเพื่อสืบเสาะหาคำอธิบายสิ่งที่สนใจ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเฉพาะที่ทำให้วิทยาศาสตร์แตกต่างจากศาสตร์อื่น ๆ ดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ต้องการหลักฐาน (Evidence)

2) วิทยาศาสตร์มีการผสมผสานระหว่างตรรกศาสตร์ (Logic) จินตนาการ (Imagination) และการคิดสร้างสรรค์ (Creativity)

3) วิทยาศาสตร์ให้คำอธิบายและการพยากรณ์

4) นักวิทยาศาสตร์พยายามที่จะระบุและหลีกเลี่ยงความลำเอียง

5) วิทยาศาสตร์ไม่ยอมรับการมีอำนาจเหนือบุคคลอื่น

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2562) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาจากปรัชญาการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Learning by doing) ของ John Dewey เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ตามทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructivist Theory) โดยมีคำถามเป็นองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้

Trowbridge and Bybee (1996) ได้สร้างขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) โดยมีขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และ 5) ขั้นประเมิน (Evaluation) ซึ่งเป็นที่ยอมรับและสามารถใช้ได้จริง จึงมีนักการศึกษาหลายท่าน เช่น สุทธิดา จำรัส (2561) และนวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2562) ได้อธิบายขยายความการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ไว้ดังนี้

สุทธิดา จำรัส (2561) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ว่าโดยปกติแล้วการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ไม่ยึดติดรูปแบบหรือขั้นตอน นักวิทยาศาสตร์สามารถปรับ ประยุกต์ ไปตามข้อมูล แนวคิดหรือหลักฐาน โดยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่รับเอาหลักการนี้มาใช้ในการเรียนรู้มีหลายรูปแบบ แต่การจัดการเรียนรู้ที่เป็นที่นิยมใช้มาก คือ การจัดการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ แบบ 5E เนื่องจากการเรียนรู้แบบ 5E เป็นรูปแบบที่มีขั้นตอนชัดเจนทำให้ครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้และกำหนดลำดับของการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้ง่าย เพราะเป็นการลงรายละเอียดของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ปกติที่มักจะมี 3 ขั้น คือ ขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ 5E จะมีขั้นตอนที่ใกล้เคียงกัน แต่กำหนดให้เอื้อต่อการเรียนรู้ โดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น การจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นที่รู้จักในประเทศไทยมานานแล้ว โดยเฉพาะสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 5E ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังพบว่าครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนิยมเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ต่อมา Eisenkraft (2003) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ 5E เป็นแบบ 7E โดยเพิ่มขั้นค้นหาความรู้เดิม/ความรู้พื้นฐาน (Elicit) เข้าไปต่อจากขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เพื่อเน้นการศึกษาความรู้เดิมของนักเรียนเพิ่มจากขั้นการนำเข้าสู่บทเรียน ทั้งนี้การสร้างความเข้าใจและการค้นหาความรู้เดิมหรือความรู้พื้นฐานของนักเรียนสามารถสลับลำดับกันได้ตามความเหมาะสม นอกจากนี้ในการจัดการเรียนการเรียนรู้แบบ 7E ได้เพิ่มขั้นใช้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ (Extension) เข้าไปหลังขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทั่วไป แบบ 5E กับ 7E

วิธีการจัดการเรียนรู้ทั่วไป	**วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5E**	**วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 7E**
ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)
		ขั้นค้นหาความรู้เดิม/ความรู้พื้นฐาน (Elicit)
ขั้นสอน	ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)
	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

วิธีการจัดการเรียนรู้ทั่วไป	วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 5E	วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ 7E
	ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นใช้ความเข้าใจในสถานการณ์ใหม่ (Extension)
ขั้นสรุป	ขั้นประเมิน (Evaluation)	ขั้นประเมิน (Evaluation)

ที่มา: สุทธิดา จำรัส, 2561

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีประโยชน์ คือ ช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งด้านเนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้ ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น เน้นการคิดอย่างมีเหตุผล นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการแสวงหาความรู้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความรู้และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่คงทน และสามารถถ่ายโยงความรู้กับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงได้ดีด้วย

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2562) กล่าวถึง ขั้นตอนสำคัญที่เป็นพื้นฐานที่สุดของการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วย กิจกรรม 3 อย่าง คือ 1) การทำให้นักเรียนเกิดความสนใจจนนำไปใช้ถึงขั้นเกิดความสงสัย 2) การจัดการให้นักเรียนได้รับประสบการณ์เพื่อให้ได้คำตอบของสิ่งที่สนใจ หรือคำตอบของสิ่งที่สงสัย และ 3) การจัดการให้นักเรียนได้ตอบคำถามหรือแสดงข้อมูลของสิ่งที่ตนสนใจ ตามความเข้าใจของตนเอง ถ้านักเรียนได้แสดงออกตามขั้นตอนหลักของกิจกรรม 3 ขั้นนี้แล้วถือว่าครบวงจรของการสืบเสาะหาความรู้ที่เป็นพื้นฐาน แต่ถ้าเรื่องที่เรียนรู้ไปแล้วนั้นมีข้อมูลความรู้อื่นที่เป็นการต่อยอดเพิ่มเติมบนฐานเดียวกันได้ ครูก็จะเพิ่มกิจกรรมในขั้นขยายความรู้ เป็นกิจกรรมที่ 4 เพิ่มขึ้นได้อีก และเมื่อนักเรียนได้มีโอกาสประเมินหรือตัดสินสิ่งใดที่เกี่ยวข้องกับความรู้ที่ค้นพบนั้น นักเรียนก็จะได้ทำกิจกรรมที่ 5 เป็นการประเมิน จึงเป็นที่มาของการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

ดังนั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีความเป็นมาจากปรัชญาการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Learning by doing) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญตามทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructivist Theory) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) จะกำหนดให้เอื้อต่อการเรียนรู้เป็นการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ใช้การจัดการจัดการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ในการอบรมครูวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังพบว่า ครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยนิยมเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

1.3 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Instruction) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยนักเรียนได้ผู้ลงมือกระทำ ได้สำรวจตรวจสอบด้วยตนเองบนพื้นฐานของแนวคิด และทฤษฎีการจัดการเรียนเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและกระบวนการตามลักษณะของวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivist Theory)

1.3.2 ทฤษฎีสนาม (Field Theory)

1.3.3 ทฤษฎีการเรียนรู้คำอย่างมีความหมาย (Theory of Meaningful Verbal)

ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivist Theory)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553) กล่าวถึง ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากก็น้อย และการเรียนรู้เรื่องใหม่ จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้เน้นการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของนักเรียนรู้เอง จากประสบการณ์เดิมของนักเรียนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครูหรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สำรวจ ตรวจสอบ และค้นคว้า ด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมายจึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้น การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการสืบเสาะความรู้ (Inquiry Process)

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2561) และทิศนา แขมมณี (2563) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) มีรากฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มพุทธินิยมหรือสารัตถะนิยม ซึ่งการสร้างสรรค์ความรู้นิยม มีแนวคิดสำคัญคือการที่นักเรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ที่เกิดจากการสัมผัสและมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ตรงโดยตัวนักเรียนเอง โดย Piaget และ Vygotsky เห็นด้วยกับทฤษฎีนี้

1) การสร้างความรู้ของ Piaget กล่าวถึง พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลว่าเกิดจากการรับหรือซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สัมพันธ์กัน จะเกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น (Disequilibrium) เป็นความจำเป็นที่ทำให้บุคคลพยายามปรับเพื่อเข้าสู่ภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) นอกจากประสบการณ์เดิมของบุคคลแล้ว ยังปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม (Social transmission) วุฒิภาวะ (maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุล (Equilibrium)

2) การสร้างความรู้เชิงสังคมของ Vygotsky เพิ่มการให้ความสำคัญกับบริบทของสังคม และวัฒนธรรม รวมทั้งประวัติความเป็นมาของบุคคลที่ทำให้เขาถูกมองว่าเป็นผู้สร้างความเข้าใจบนหลักการของการสร้างความรู้เชิงสังคม ซึ่งสอดคล้องกับ Piaget หลายประเด็นในเรื่องการเรียนรู้ของนักเรียน แต่มีจุดเน้นที่มากกว่าในเรื่องของสังคมและวัฒนธรรมรวมทั้งประวัติความเป็นมาของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ และมีความสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (A Theory of Meaningful Verbal Learning) ของ David Ausubel ซึ่งเชื่อว่า การเรียนรู้จะมีความหมายแก่นักเรียน หากการเรียนรู้นั้นสามารถเชื่อมโยงกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่นักเรียนรู้มาก่อน

1.3.2 ทฤษฎีสนาม (Field Theory) ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ทิศนา แขมมณี (2563) กล่าวถึง ทฤษฎีสนาม (Field Theory) ของ Kurt Lewin คำว่า “Field” มาจากแนวคิดเรื่อง “Field of force” กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของคนมีพลังและทิศทาง สิ่งใดที่อยู่ในความสนใจ และความต้องการของตนจะมีพลังเป็นบวก (+) สิ่งที่นอกเหนือจากความสนใจ จะมีพลังเป็นลบ (–) ในขณะใดขณะหนึ่งคนทุกคนจะมี “โลก” หรือ “อวกาศชีวิต” (Life space) ของตน ซึ่งจะประกอบไปด้วย สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ (Physical environment) อันได้แก่ คน สัตว์ สิ่งของ สถานที่ สิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และสิ่งแวดล้อมทางจิตวิทยา (Psychological environment) ซึ่งได้แก่ แรงขับ (Drive) แรงจูงใจ (Motivation) เป้าหมายหรือจุดหมายปลายทาง (Goal) รวมทั้งความสนใจ (Interest) และการเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีแรงจูงใจหรือแรงขับที่จะกระทำให้ไปสู่จุดหมายปลายทางที่ตนต้องการ

1.3.3 ทฤษฎีการเรียนรู้คำอย่างมีความหมาย (Theory of Meaningful Verbal) ซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ประภาพรรณ เอี่ยมสุภาษิต (2558) และทิศนา แขมมณี (2563) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้คำอย่างมีความหมายของ Ausubel ว่าจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจถึงลักษณะของการเรียนรู้ 4 แบบ ด้วยกัน ได้แก่

1) การเรียนรู้โดยการค้นพบ (Discovery Learning) การเรียนรู้ลักษณะนี้เป็นแนวคิดของ Bruner ที่กล่าวว่าการให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา หาทางเลือกหลาย ๆ ทาง จนกระทั่งได้ข้อสรุปออกมา ซึ่งการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะทำให้นักเรียนสามารถจดจำได้ดี

2) การเรียนรู้แบบให้ข้อสรุป (Reception Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ครูเป็นผู้รวบรวมสรุปแนวคิดต่าง ๆ แล้วบอกกับนักเรียนโดยการบรรยายหรือให้อ่านจากข้อเขียนต่าง ๆ

3) การเรียนรู้แบบนกแก้วนกขุนทอง (Rote Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ไม่มีหลักเกณฑ์ใด ๆ เรียนรู้สิ่งใหม่โดยไม่มีความสัมพันธ์ใด ๆ กับสิ่งที่บุคคลได้เคยเรียนรู้มาแล้วและที่คงอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้น ดังนั้น บุคคลที่เรียนรู้แบบนกแก้วนกขุนทองก็จะต้องพยายามจำสิ่งที่เรียนรู้ใหม่เหล่านั้น ผลก็คือทำให้ไม่สามารถเรียนรู้ได้ดี มีผลทำให้เกิดความคับข้องใจในขณะที่เรียนรู้ด้วย

4) การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) เป็นการเรียนรู้สิ่งใหม่ที่นักเรียนพบว่าสิ่งเหล่านี้มีความสัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกับข้อมูลหรือแนวคิดที่เคยเรียนรู้มาแล้ว และยังคงอยู่ในโครงสร้างทางปัญญาของตน

กล่าวโดยสรุป ทฤษฎีการสร้างความรู้ของนักเรียน หรือ Constructivism จัดเป็นรากฐานสำคัญการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยนักเรียนเกิดการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการ สำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีต่าง ๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้อย่างมีความหมายและสามารถสร้างคำอธิบายจากการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งความรู้ที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเกิดมาจากการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิบัติที่ทำให้นักเรียนได้คิดเชื่อมโยงเป็นความรู้ของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล และค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ทฤษฎีสนาม (Field Theory) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของคนมีพลังและทิศทางสิ่งใดที่อยู่ในความสนใจ และความต้องการของตนจะมีพลังเป็นบวก (+) สิ่งที่นอกเหนือจากความสนใจ จะมีพลังเป็นลบ (–) และการเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อบุคคลมีแรงจูงใจหรือแรงขับที่จะกระทำให้ไปสู่จุดหมายปลายทางที่ตนต้องการ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) ที่นักเรียนเกิดความสนใจ หรือความสงสัย นำไปสู่การตั้งคำถาม และหาคำตอบโดยการสืบเสาะหาความรู้ต่อไป และทฤษฎีการเรียนรู้คำอย่างมีความหมาย (Theory of Meaningful Verbal) จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจถึงลักษณะของการเรียนรู้ 4 แบบ ได้แก่การเรียนรู้โดยการค้นพบ (Discovery Learning) การเรียนรู้แบบให้ข้อสรุป (Reception Learning) และการเรียนรู้อย่างมี

ความหมาย (Meaningful Learning) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Learning) ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการค้นพบความรู้ แล้วสามารถสรุปความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถจดจำได้นานขึ้น เนื่องจากความรู้นั้นเกิดจากการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

1.4 ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) และจุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2562) กล่าวถึงระดับการสืบเสาะ ซึ่งแบ่งตามบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นของการสืบเสาะว่า ลักษณะสำคัญของห้องเรียนวิทยาศาสตร์ตามข้อเสนอแนะของ NSES ว่าการสืบเสาะของนักเรียนมีความคล้ายคลึงกับ การสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ โดยนักวิทยาศาสตร์เริ่มต้นการสืบเสาะหาความรู้จากคำถามที่เกิดจากการสังเกตเห็นสิ่งที่ไม่ปกติ หรือสิ่งที่ต้องการรู้ แล้วนำประเด็นคำถามนั้นมาพิจารณาอย่างรอบคอบ และรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายสิ่งที่ต้องการรู้ นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ยังใช้ความรู้เดิมของตนและการสำรวจตรวจสอบของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ มาพิจารณาเพื่อยืนยันคำอธิบายที่ตนค้นพบก่อนนำเสนอ แต่การเรียนรู้แบบสืบเสาะก็มีความหลากหลาย ซึ่งสามารถแบ่งระดับของการสืบเสาะโดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนในการดำเนินกิจกรรม 3 ขั้นตอน ของการสืบเสาะ ได้แก่การตั้งคำถาม การดำเนินการตรวจสอบ และการสรุป ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับการสืบเสาะแบ่งผู้ที่มีบทบาทกำหนดในแต่ละขั้นของการสืบเสาะ

ระดับ	คำถาม/ปัญหา	กระบวนการตรวจสอบ	การสรุป
0 Confirmation/Verification	ครู	ครู	ครู
1 Structured Inquiry	ครู	ครู	นักเรียน
2 Guided Inquiry	ครู	นักเรียน	นักเรียน
3 Open Inquiry	นักเรียน	นักเรียน	นักเรียน

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในระดับต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ เนื้อหา และบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ สามารถแบ่งได้ ดังนี้

1) ระดับ Confirmation/Verification เป็นการสืบเสาะที่นักเรียนได้รับคำถามและการบอกจากครูว่าจะดำเนินการหาคำตอบนั้นอย่างไร รวมไปถึงการสรุปเป็นสิ่งที่นักเรียนทราบหรือมีแนวคิดในเรื่องนั้นอยู่แล้ว จึงเรียกว่าเป็นการทำเพื่อการยืนยัน หรือพิสูจน์นั่นเอง

2) ระดับ Structured Inquiry เป็นการสืบเสาะที่นักเรียนจะได้รับคำถามและวิธีการตรวจสอบ แต่จะเป็นผู้ที่สรุปจากการตรวจสอบนั้น ๆ ในกิจกรรมนักเรียนมักจะมีโอกาสได้ทำนายผลการตรวจสอบ มีโอกาสวิเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบ เพื่อการสรุปบนหลักฐานที่ตนเองมีอยู่ หรือเพื่อตรวจสอบกับการทำนายที่ตนเองได้ทำนายไว้

3) ระดับ Guided Inquiry เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดคำถาม นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการตรวจสอบและลงข้อสรุปเอง ครูจะมีส่วนในการชี้นำนักเรียนมากกว่า การสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิด

4) ระดับ Open Inquiry เป็นการสืบเสาะหาความรู้แบบปลายเปิดนักเรียนจะเป็นผู้ควบคุมการสืบเสาะตั้งแต่การสร้างคำถาม การตรวจสอบ และอธิบายสิ่งที่ศึกษาโดยใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ การประเมินและเชื่อมโยงความรู้ที่เกี่ยวข้องหรือคำอธิบายอื่นเพื่อปรับปรุงคำอธิบายของตนและนำเสนอต่อผู้อื่น

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แม้จะมีหลายระดับก็จริง แต่ขณะจัดการเรียนรู้ครูควรจะต้องปรับให้นักเรียนในแต่ละ 1 ภาคเรียน ให้มีการเพิ่มระดับการสืบเสาะให้สูงขึ้นเรื่อย ๆ โดยครูจะเริ่มจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะในระดับต่ำก่อน เนื่องจากครูและนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ทั้งนี้เมื่อระดับต่ำผู้เรียนเริ่มคุ้นชินหรือทำได้แล้วจึงค่อยๆ ปรับระดับของการสืบเสาะขึ้น (National Research Council, 2003) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้แปลและอธิบายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน สภาพห้องเรียน ความพร้อมของครูและนักเรียน และบริบทอื่น ๆ การยืดหยุ่นระดับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถอธิบายได้ ดังตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 สรุปบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น

ลักษณะจำเป็น	**ระดับการสืบเสาะหาความรู้**			
1. นักเรียนมีส่วนร่วมในประเด็นคำถามทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนเป็นผู้ถามคำถาม	นักเรียนเลือกคำถามและสร้างคำถามใหม่จากรายการคำถาม	นักเรียนพิจารณาและปรับคำถามที่ครูถามหรือคำถามจากแหล่งอื่น	นักเรียนสนใจคำถามจากสื่อการจัดการเรียนรู้หรือแหล่งอื่น ๆ

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ลักษณะจำเป็น	ระดับการสืบเสาะหาความรู้			
2. นักเรียนให้ความสำคัญกับข้อมูลหลักฐานที่สอดคล้องกับคำถาม	นักเรียนกำหนดข้อมูลที่จำเป็นในการตอบคำถามและรวบรวมข้อมูล	นักเรียนได้รับการชี้นำในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่จำเป็น	นักเรียนได้รับข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์	นักเรียนได้รับข้อมูลและการบอกเล่าเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล
3. นักเรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาจากหลักฐานหรือข้อมูล	นักเรียนอธิบายสิ่งที่ศึกษาหลังจากรวบรวมและสรุปข้อมูล/หลักฐาน	นักเรียนได้รับการชี้แนะในการสร้างคำอธิบายจากข้อมูลพื้นฐาน	นักเรียนได้รับแนวทางที่เป็นไปได้เพื่อสร้างคำอธิบายจากข้อมูลหลักฐาน	นักเรียนได้รับหลักฐานหรือข้อมูล
4. นักเรียนเชื่อมโยงคำอธิบายกับองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนตรวจสอบแหล่งข้อมูลอื่นและเชื่อมโยงกับคำอธิบายที่สร้างไว้	นักเรียนได้รับการชี้นำเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลและขอบเขตความรู้ทางวิทยาศาสตร์	นักเรียนได้รับการแนะนำถึงความเชื่อมโยงที่เป็นไปได้	นักเรียนได้รับการเชื่อมโยงทั้งหมด
5. นักเรียนสื่อสารและให้เหตุผลที่เกี่ยวกับการค้นพบของตน	นักเรียนสร้างข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลและมีหลักการเพื่อสื่อสารคำอธิบาย	นักเรียนได้รับการฝึกฝนในการพัฒนาวิธีการสื่อสาร	นักเรียนได้รับแนวทางกว้าง ๆ สำหรับการสื่อสารที่ชัดเจนตรงประเด็น	นักเรียนได้รับคำแนะนำถึงขั้นตอนและวิธีการสื่อสาร

มาก □□□□□□□ การจัดการเรียนรู้โดยนักเรียน □□□□□□□น้อย

น้อย □□□□□□□ การชี้นำโดยครูหรือสื่อการจัดการเรียนรู้ □□□□□□□ มาก

ดังนั้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า ระดับของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะระดับต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ เนื้อหา และบริบทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ สามารถแบ่งได้ ดังนี้1) ระดับ Confirmation/Verification 2) ระดับ

Structured Inquiry 3) ระดับ Guided Inquiry และ4) ระดับ Open Inquiry โดยครูสามารถออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาที่สอน สภาพห้องเรียน ความพร้อมของครูและนักเรียน และบริบทอื่น ๆ

1.5 ขั้นตอนการเรียนรู้ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

Bybee (2009) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) และสุทธิดา จำรัส (2561) ได้อธิบายกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญสอดคล้องกัน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือ เรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม ซึ่งเป็นการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่โดยใช้กิจกรรมสั้นๆ ที่ช่วยตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและสามารถเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่ โดยครูจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การดำเนินกิจกรรมเพื่อสร้างแนวคิดใหม่ โดยใช้กิจกรรมสั้นๆที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้อยากเห็นและเกิดคำถาม

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นหัวใจของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป โดยนักเรียนได้ใช้ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายรวมทั้งฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายและนำเสนอกับสิ่งที่ได้จากประสบการณ์การเรียนรู้ในขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศที่ได้ มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบาย

สถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น โดยครูช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม โดยลงรายละเอียดในแนวคิดนั้นหรือขยายแนวคิดออกไปเพื่อให้เห็นภาพรวมของสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องได้

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ด้วยรูปแบบและกระบวนการประเมินที่หลากหลายว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด

ทิศนา แขมมณี (2560) ได้กล่าวถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่ชวนให้งุนงงสงสัย โดยใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของนักเรียนเป็นคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนได้

ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้นโดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด อันนำไปสู่ความพยายามเสาะแสวงหาความรู้หรือพิสูจน์ข้อเท็จจริง

ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้อันเป็นกระบวนการฝึกทักษะการสืบสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนดำเนินการแสวงหาความรู้ตามแผนงานที่ได้วางไว้

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอและอภิปรายผล

ขั้นที่ 6 ให้นักเรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป

จากการทำกิจกรรมสืบเสาะแสวงหาความรู้ตามกระบวนการข้างต้นแล้วนั้น นักเรียนอาจพบประเด็นปัญหาที่น่าสนใจอันนำไปสู่การเริ่มต้นวงจรการเรียนรู้ใหม่ตั้งแต่ขั้นที่ 1 เป็นต้นไป กลายเป็นวงจรการเรียนรู้ที่ต่อเนื่อง

จากการศึกษาเอกสารข้างต้นผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นในการดำเนินงานวิจัยเนื่องมีรูปแบบขั้นตอนที่ชัดเจน รวมทั้งเป็นจัดการเรียนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เป็นที่นิยมและมีการใช้กันมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสำรวจตรวจสอบ การศึกษาและค้นคว้าด้วยกระบวนการและวิธีต่าง ๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจอันเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ 5 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้อยากเห็น และเกิดคำถาม เพื่อนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ ตั้งคำถามที่สามารถหาคำตอบหรือสามารถตรวจสอบได้

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นหัวใจของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เป็นการศึกษาค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ โดยการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ และลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ และข้อมูลจากสิ่งที่ผู้อื่นค้นพบ

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ หรือการสืบค้นมาวิเคราะห์ แล้วอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม และนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับองค์ประกอบของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ การทำความเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ การวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แล้วหาความสัมพันธ์ของข้อมูลและนำมาสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามที่สงสัย การสื่อสารคำอธิบายของตนเองหรือสิ่งที่ตนเองค้นพบให้ผู้อื่นทราบ และการเชื่อมโยงและการเปรียบเทียบคำอธิบายของตนเองกับผู้อื่น

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจากกิจกรรมไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียนหรือเชื่อมโยงไปสู่ปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่ เพื่อให้เกิดความรู้ที่กว้างมากขึ้น

5) ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการที่หลากหลายว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างมากน้อยเพียงใด

1.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.6.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) Bybee (2009) พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2555) สุทธิดา จำรัส (2561) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องกัน ดังนี้

ครูมีบทบาทเป็นผู้วางแผน และจัดเตรียมกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย เกิดการตั้งคำถามหรือตั้งปัญหาอันนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ โดยตัวนักเรียนเอง กระตุ้นให้นักเรียนวางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบของคำถามที่นักเรียนสร้างขึ้น ให้การเสริมแรงแก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม เป็น

ผู้ให้คำแนะนำ คอยตอบคำถามเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยตลอดจนให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาอย่างแท้จริง

ทิศนา แขมมณี (2560) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1) สร้างโอกาสให้นักเรียนได้เผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการท้าทายทางความคิดและกระตุ้นความใฝ่รู้ใฝ่เรียน

2) กระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น ตลอดจนกระตุ้นให้เกิดความแตกต่างทางความคิดอันนำไปสู่การศึกษาค้นคว้าและสำรวจตรวจสอบ

3) อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ การทำงานร่วมกันเป็นทีม รวมทั้งคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวางแผนการสำรวจตรวจสอบ แหล่งข้อมูล และการทำงานร่วมกัน

4) อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำให้กับนักเรียนในการดำเนินการแสวงหาความรู้ รวมทั้งติดตามการทำงานของนักเรียน

5) ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล รวมทั้งการอภิปรายและการนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบ

1.6.2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) Bybee (2009) และสุทธิดา จำรัส (2561) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องกันสรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้กำหนดปัญหาในการสำรวจตรวจสอบ วางแผนและออกแบบการศึกษาค้นคว้าและสำรวจตรวจสอบ เป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ การทดลอง อภิปราย และแสดงความคิดเห็นร่วมกัน

ทิศนา แขมมณี (2560) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้ดังนี้

1) ให้ความสนใจกับสถานการณ์หรือปัญหาอันนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ

2) แสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา

3) ร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้ตลอดจนทำงานร่วมกันเป็นทีมในการวางแผนการสำรวจตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้

4) ดำเนินการสำรวจตรวจสอบตามแผนงานที่ได้วางไว้

5) รวบรวมข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบ

6) วิเคราะห์ข้อมูล อภิปรายและนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือช่วยกระตุ้นให้นักเรียนให้เกิดความสนใจ กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้ นักเรียนตั้งคำถาม อำนวยความสะดวกหรือช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สืบค้นข้อมูล มีการแลกเปลี่ยนความรู้ สรุปความรู้ รวมทั้งการเชื่อมโยงความรู้ที่เกิดจากการสืบเสาะหาความรู้กับความรู้ใหม่ หรือกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน และจัดการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการประเมินที่หลากหลาย ส่วนบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือ ตั้งคำถาม/กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ตั้งสมมติฐาน ทดลองหรือสืบค้นข้อมูลในประเด็นที่จะศึกษา อธิบาย นำเสนอข้อมูล แลกเปลี่ยนความรู้ สรุปความรู้ที่ได้จากการสืบเสาะหาความรู้ ประยุกต์ความรู้ที่ได้กับความรู้ใหม่ ตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐาน และ คำอธิบาย และสามารถพูดอธิบายวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของตนเองได้

2. เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้

2.1 ความหมายของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้

Bruner (1974) ได้บัญญัติศัพท์คำว่า scaffolding เพื่ออธิบายการกระทำและการพูดของผู้ใหญ่ที่ใช้เพื่อช่วยพัฒนาการทางภาษาและการพูดของเด็ก ซึ่ง Scaffolding มีรากศัพท์มาจากคำว่า “Scaffold” ความหมายตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 หมายถึง นั่งร้าน

จากแนวคิดเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคาร คือเมื่อสร้างนั่งร้านเป็นโครงสร้างชั่วคราวที่ใช้เพื่อรองรับคนงานและวัสดุเพื่อช่วยในการก่อสร้าง บำรุงรักษา และซ่อมแซมอาคาร (Amanda Rock, 2021) ซึ่งก็เปรียบเสมือนกับเทคนิคนั่งร้านเสริมการเรียนรู้ หรือที่เรียกว่า เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ที่เป็นการช่วยเสริมต่อความสามารถทางการเรียนรู้ให้นักเรียน และ เมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น ครูจึงค่อย ๆ ถอดความช่วยเหลือออกมาให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองมากขึ้น (นพมาศ ปลัดกอง, 2561)

เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding Technique) หมายถึง การช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยนักเรียนจะไม่สามารถเกิดการเรียนรู้ได้สำเร็จหากไม่ได้รับการช่วยเหลือจากครู ครูจะการออกแบบนั่งร้าน หรือ การเสริมต่อการเรียนรู้นั้นเป็นการเรียนรู้ เป็นโครงสร้างชั่วคราว โดยเน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงออกของพฤติกรรมทางสังคมเชิง

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน หรือระหว่างนักเรียนกับนักเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหานั้นได้ และค้นพบคำตอบจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Wood, Bruner, & Ross, 1976, Vygotsky & Cole, 1978) การให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ กับนักเรียนจะต้องค่อย ๆ ถูกถอดความช่วยเหลือออกไปเรื่อย ๆ เมื่อนักเรียนเริ่มเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ จนกระทั่งเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากครูอีก เหมือนกับการถอนนั่งร้านออก เมื่อสร้างตึกเรียบร้อยแล้ว หลักการสำคัญของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ คือ ครูจะต้องประเมินทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านความต้องการของนักเรียนเพื่อนำไปจัดเตรียม หรือเลือกกิจกรรมการช่วยเหลือที่เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียน การจัดเตรียมสิ่งที่เอื้ออำนวยในการให้ความช่วยเหลือขณะที่นักเรียนกำลังเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือกำลังเรียนรู้การแก้ปัญหา หรือกล่าวได้ว่านักเรียนกำลังอยู่ในพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ ทำให้นักเรียนต้องสร้างความรู้ ความเข้าใจเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และช่วยเหลือทั้งทางด้านให้คำปรึกษา หรือด้านวิธีการเพื่อให้นักเรียนเรียนสร้างความรู้ความเข้าใจในตนเอง (Internalization) อาจเป็นความรู้ ความเข้าใจใหม่ที่เกิดขึ้นภายในตนเอง ซึ่งถือได้ว่าเป็นการส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนไปสู่การเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป (นพมาศ ปลัดกอง, 2561)

กล่าวโดยสรุป เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding Technique) หมายถึง การช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่ออกแบบนั่งร้าน หรือ การเสริมต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้เป็นโครงสร้างชั่วคราว ลักษณะเหมือนนั่งร้านที่ใช้ในการก่อสร้างตึกและเมื่อสร้างตึกเสร็จสมบูรณ์ก็จะถอดนั่งร้านออก เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ก็เช่นเดียวกัน เมื่อนักเรียนเริ่มเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ครูจะค่อย ๆ ลดความช่วยเหลือ จนกระทั่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากครูอีก

2.2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้

เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding Technique) เป็นกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ที่มีจุดเริ่มต้นมาจากทฤษฎีสร้างสรรค์นิยมของ Lev Vygotsky's ที่ให้ความสำคัญกับบริบทของสังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งประวัติความเป็นมาของนักเรียนที่เกี่ยวข้องในการเรียนรู้ (Vygotsky, 1978)

แนวคิดที่มีชื่อเสียงสำคัญมากของ Vygotsky คือ เรื่องพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development, ZPD) (Vygotsky, 1978) วีก็อตสกีแสดงความคิดเห็นไว้ว่า การพัฒนาประสบการณ์ของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้ เมื่อนักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแสดงออกของพฤติกรรมทางสังคม ซึ่งเกี่ยวกับเรื่องพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (ZPD) ที่ขึ้นอยู่กับการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมอย่างเต็มรูปแบบ และช่วงวัยของทักษะที่สามารถพัฒนาประสบการณ์ ซึ่งมา

จากคำแนะนำจากผู้ใหญ่ (Tayebeh Fania & Farid Ghaemib, 2011) สอดคล้องกับความคิดเห็นของ Piaget หลายประเด็นที่สำคัญในเรื่องการเรียนรู้ของนักเรียน แต่มีจุดเน้นมากกว่าในเรื่อง ของสังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งประวัติความเป็นมาของนักเรียนที่เกี่ยวข้องในการเรียนรู้ (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2561)

เรื่องพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development, ZPD) ของ Vygotsky มีหลักการสำคัญ ดังนี้

1) สิ่งที่นักเรียนทำได้ในวันนี้จากการให้ความช่วยเหลือ แนะนำ จากครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือเพื่อน ๆ จะเป็นสิ่งที่ทำให้นักเรียนสามารถทำได้ด้วยตนเองในวันถัดไป หรือในอนาคต

2) การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆที่เกิดขึ้นจากผู้อื่นให้ความช่วยเหลือที่อยู่ภายนอกตัวนักเรียนไปสู่การปรับตัวภายในของนักเรียน จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียนด้วย

3) การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคม ที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิด ลงมือปฏิบัติ และเกิดความรู้สึกใหม่ ๆ ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ด้วย

4) การจัดการเรียนรู้จะช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง ดังนั้นการพัฒนาการทางสติปัญญา และพัฒนาการด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จะเกิดจากการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นแรงผลักดันที่สำคัญ

5) ครูมีหน้าที่จะต้องพัฒนานักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนมุ่งสู่อนาคตไม่ใช่ให้เขาอยู่ที่เดิมหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีต (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2561)

กล่าวโดยสรุป แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ที่มีจุดเริ่มต้นมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้เชิงสังคมของ Vygotsky เรื่องพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development, ZPD) ที่อธิบายไว้ว่า นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้โดยเกิดจากความช่วยเหลือ แนะนำ จากครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือเพื่อน ๆ โดยเกิดจาก การปรับตัวของนักเรียน ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องพัฒนานักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.3 ประเภทของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยสามารถสรุปประเภทของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1) การกำหนดแนวทางหรือการตั้งเป้าหมาย (Orientation: communication of expectation) นักเรียนจะได้รับคำอธิบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับสิ่งที่จะต้องเรียนรู้เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์และได้ประสิทธิภาพตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Micheal Hannafin, Susan Land and Kevin Oliver, 1999, Catherine McLoughlin, 2002,)

2) การฝึก (Coaching) เป็นบทบาทของครูยุคใหม่ ที่พัฒนาการมาจากการสอน (teaching) และการเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ มีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การให้ข้อมูลเพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ การตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน การใช้พลังคำถามการให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างสร้างสรรค์ และการให้ข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ต่อยอด ซึ่งแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กัน และเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทักษะการรู้คิดของนักเรียนในปัจจุบัน (Catherine McLoughlin, 2002, วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล, 2561)

3) การสนับสนุนในการทำงาน (Task support) เป็นการจัดโครงสร้างสนับสนุนที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถทำงานได้ สามารถปฏิบัติงานได้ เช่น การวิเคราะห์พฤติกรรมหรือทรัพยากรที่ช่วยในการทำงานได้เกิดการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม (Catherine McLoughlin, 2002, Roni Reingold, Rikki Rimor and Anat Kalay, 2008)

4) การให้คำแนะนำโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert regulation) เป็นการสนับสนุนโดยผู้เชี่ยวชาญหรือที่ปรึกษาจากการยกตัวอย่างและผลการเรียนรู้ที่ต้องการ (Catherine McLoughlin, 2002)

5) การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านแนวคิด (Conceptual scaffolding) เป็นการให้ความช่วยเหลือเมื่อมีการนำเสนอปัญหาหรืองานเพื่อมุ่งเน้นนักเรียนไปสู่การแก้ปัญหา อาจเป็นการตีความหลายอย่าง ซึ่งอาจทำได้ผ่านการนำเสนอสถานการณ์และปัญหาคู่ขนานที่ช่วยให้นักเรียนฝึกทักษะการวิเคราะห์ (Catherine McLoughlin, 2002)

6) การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านอภิปัญญา (Metacognitive scaffolding) โดยองค์ความรู้เกิดจากการใช้เครื่องมือ เพื่อให้นักเรียนสามารถบันทึกได้ความคิด ในขณะที่มีส่วนร่วมกับปัญหาจริงนี้ เป็นการสนับสนุนกระบวนการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้การจัดการและการดำเนินการใหม่ (Catherine McLoughlin, 2002) หรือการแนะนำวิธีคิดระหว่างการเรียนรู้วิธีคิดเกี่ยวกับปัญหาภายใต้การศึกษาและ/หรือกลยุทธ์ที่เป็นไปได้เพื่อพิจารณาบทบาทสำคัญในการค้นหาและกำหนดกรอบปัญหาและบทบาทต่อเนื่องในระหว่างการแก้ไข (Micheal Hannafin, Susan Land and Kevin Oliver, 1999) รวมทั้งการนำเสนอเหตุผลสำหรับงานและกิจกรรมการนำเสนอความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและงาน การเลือกปฏิบัติระหว่างข้อสรุป/

ข้อเท็จจริง/ความคิดเห็น/สมมติฐาน การกำกับดูแลความเข้าใจที่มุ่งเน้นไปที่กระบวนการเรียนรู้และส่งเสริมความสัมพันธ์ในสังคม (Roni Reingold, Rikki Rimor and Anat Kalay,2008)

7) การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านกระบวนการ (Procedural scaffolding) เป็นการแนะนำการใช้เครื่องมือและทรัพยากรต่าง ๆ ที่ช่วยในการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงฐานข้อมูลที่สนับสนุนการเรียนรู้ การทำงานร่วมกัน และการแบ่งปันทรัพยากร (Catherine McLoughlin, 2002) (Micheal Hannafin, Susan Land and Kevin Oliver, 1999) รวมทั้งช่วยในการจัดการข้อมูล การค้นหาข้อมูล การจัดระเบียบข้อมูล และแสดงข้อมูล เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูล (Roni Reingold, Rikki Rimor and Anat Kalay, 2008)

8) การเสริมต่อการเรียนรู้เชิงกลยุทธ์ (Strategic scaffolding) เป็นการเรียนรู้ที่อาจจะนำไปใช้ในบริบทของห้องเรียน การนำเสนอสถานการณ์ เหตุการณ์ และมุมมองต่างๆ ที่ช่วยให้นักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในการวางแผนและการตัดสินใจ (Catherine McLoughlin, 2002) รวมทั้งการให้คำแนะนำในการวิเคราะห์และส่งเสริมการเรียนรู้ หรือการกำหนดปัญหาไว้ตั้งแต่เริ่มต้น หรือปัญหาต่อเนื่อง เพื่อใช้เมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ (Micheal Hannafin, Susan Land and Kevin Oliver, 1999)

กล่าวโดยสรุป ประเภทของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ สามารถแบ่งได้เป็น 8 ประเภท ดังนี้ 1)การกำหนดแนวทางหรือการตั้งเป้าหมาย (Orientation: communication of expectation) 2) การฝึก (Coaching) 3) การสนับสนุนในการทำงาน (Task support) 4) การให้คำแนะนำโดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert regulation) 5) การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านแนวคิด (Conceptual scaffolding) 6) การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านอภิปัญญา (Metacognitive scaffolding) 7) การเสริมต่อการเรียนรู้ด้านกระบวนการ (Procedural scaffolding) และ 8) การเสริมต่อการเรียนรู้เชิงกลยุทธ์ (Strategic scaffolding)

2.4 การใช้เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

หลักการของการเสริมต่อการเรียนรู้ที่ดี ริชาร์ด และรอดเจอร์ (Richards & Rodgers, 2002) (อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ บวรวัฒนเศรษฐ์, 2559) ได้กล่าวไว้ในหนังสือ “Scaffolding Literacy Instruction” ว่า การจัดการเรียนรู้ทั้งหมดไม่ใช่การเสริมต่อการเรียนรู้ แต่การเสริมต่อการเรียนรู้ทั้งหมดคือ การจัดการเรียนรู้ ดังนั้น ครูต้องพยายามคิดหาวิธีที่จะเสริมต่อการเรียนรู้ให้สมบูรณ์แบบที่สุด ซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

1) ก่อนการเสริมต่อการเรียนรู้ ครูจะต้องศึกษาและวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยการสังเกตความต้องการของนักเรียนว่าต้องการความช่วยเหลือหรือไม่ เพื่อครูจะได้วางแผนว่าจะเสริมต่อการเรียนรู้เมื่อไหร่และอย่างไร

2) ตอบสนองในสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ เช่น นักเรียนไม่สามารถทำกิจกรรมหลังการจัดการเรียนรู้ได้ ครูต้องสนับสนุน ช่วยเหลือ และตรวจสอบความเข้าใจจนนักเรียนสามารถทำ ได้ด้วยตนเอง

3) การจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงสภาพปัจจุบันของนักเรียน เพราะพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ ของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ฉะนั้นครูจึงต้องใช้เวลาในการสังเกต วิเคราะห์และสอนในสิ่งที่นักเรียนสามารถทำ ได้ในปัจจุบัน ไม่ใช่สิ่งที่นักเรียนทำ ได้ในอดีต เช่น เมื่อเดือนที่แล้วหรือสัปดาห์ที่แล้ว

4) เลือกสรรเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถและความสนใจของนักเรียน เป็นเรื่องยากในการเลือกเนื้อหาหรือหนังสือให้เหมาะสมกับระดับ ความสามารถของนักเรียนในขณะที่สถานศึกษาได้กำ หนดตำราเรียนอย่างจำ เพาะเจาะจง ครู ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกเนื้อหาบทเรียนที่ไม่ง่ายและไม่ท้าทายจนเกินไป

Berk & Winsler (อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ บวรวัฒนเศรษฐ์, 2559) ได้เสนอผลการวิจัยเกี่ยวกับ ลักษณะของการช่วยเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ไว้ดังนี้

1) การร่วมกันแก้ปัญหา เป็นการให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการแก้ปัญหาที่มีความหมาย โดยผู้มีส่วนร่วมอาจจะเป็นกลุ่มครูกับนักเรียน หรือกลุ่มนักเรียนกับนักเรียน สิ่งที่สำคัญ คือนักเรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กับคนอื่นในขณะที่ร่วมมือกันแก้ปัญหาเพื่อไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

2) การสร้างความเข้าใจให้ตรงกัน เป็นกระบวนการที่ผู้มีส่วนร่วมในกิจกรรมทั้งหลายจะต้องสร้างความเข้าใจให้ตรงกัน ในการที่นักเรียนจะร่วมมือกันทำ งานให้ได้ดี และสื่อสารกันอย่างมีประสิทธิภาพในขณะที่ทำกิจกรรมนั้น มีความจำ เป็นอย่างยิ่งที่ ผู้ร่วมงานต้องมีเป้าหมายร่วมกัน เพราะถ้าผู้ร่วมงานมีความคิดเกี่ยวกับงานที่ทำแตกต่าง ไปจากเพื่อน ก็เป็นเรื่องยากที่จะแนะนำและอธิบายให้เข้าใจตรงกัน

3) มีความกระตือรือร้นและตอบสนองต่อกันในการทำงาน ในการทำงานร่วมกันครูต้องเตรียมกิจกรรมที่ท้าทายเพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ สนุกสนาน และตอบสนองซึ่งกันและกัน

4) การพัฒนาควรอยู่ในขอบเขตของความสามารถในการเรียนรู้ตามศักยภาพสูงสุดของนักเรียน โดยเป้าหมายสำคัญของการเสริมต่อการเรียนรู้ คือ การให้นักเรียนทำงานอยู่ในระดับความสามารถของตน ซึ่งทำ ได้ 2 แนวทาง คือ

(1) การปรับโครงสร้างของงานและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้นักเรียน พบกับความท้าทายอย่างเหมาะสม

(2) การเปลี่ยนแปลงปริมาณการช่วยเหลือให้เหมาะสมกับความต้องการ และความสามารถของนักเรียน

5) การส่งเสริม การกำกับหรือควบคุมตนเอง คือ การทำ ให้นักเรียนเกิด วิธีการกำกับการเรียนรู้ของตนเองโดยการปล่อยให้นักเรียนร่วมกิจกรรมให้มากที่สุด เท่าที่จะมากได้โดยครูจะต้องลดการช่วยเหลือลงทันทีเมื่อนักเรียนสามารถทำ งานได้ตามลำพัง

นอกจากนั้น สริตา บัวเตียว (2559) กล่าวว่า เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ในการจัดการเรียนรู้ ครูสามารถทำให้นักเรียนบรรลุความสำเร็จได้โดยไม่ถูกปล่อยไปตามยถากรรม ซึ่งสามารถทำได้ดังเช่น แบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อย ๆ เล่าเนื้อหาโดยรวมร่วมกันอภิปรายคำศัพท์ที่สำคัญ ๆ ของบทความ การดำเนินกิจกรรมในทำนองนี้แสดงให้เห็นว่าครูดำเนินตามแนวทางของการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้อย่างหลากหลายสถานการณ์ อายุ และระดับชั้นเรียน ซึ่งแนวทางการนำแนวคิดของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นครูควรเตรียมกิจกรรมที่เกินกว่าความสามารถของนักเรียนหนึ่งระดับเพื่อให้นักเรียนพัฒนาขึ้นไปได้โดยการช่วยเหลือ ตามแนวทางของเทคนิคการเสริมต่อ การเรียนรู้ ซึ่งสามารถทำได้อย่างหลากหลาย ได้แก่

1) ลดความสับสนของนักเรียนด้วยการชี้แจงขั้นตอนก่อน-หลัง ทีละขั้น ๆ ให้ชัดเจนเพื่อให้ทำงานสำเร็จลุล่วง

2) ชี้แจงจุดประสงค์ให้กระจ่างแจ้ง ไม่ปล่อยให้นักเรียนสงสัยเป้าหมายหรือความสำคัญของกิจกรรมนั้น ๆ

3) ให้นักเรียนจดจ่อต่องานที่ทำตระหนักต่อเป้าหมายบทเรียนที่ต้องการและนักเรียนสามารถสร้างทางเลือกของตนเองเพื่อไปสู่เป้าหมายนั้น ๆ

4) บอกให้รู้ถึงการประเมินผลเพื่อให้นักเรียนมีความความเข้าใจอย่างชัดเจนว่าจะต้องทำอย่างไร ในการเรียนนี้ครูที่ต้องการนำเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้มาช่วยในการเรียนรู้ต้องมีความชัดเจนในด้านเป้าหมาย ตั้งแต่เริ่มต้นทำกิจกรรมมีตัวอย่าง และเกณฑ์การประเมิน

5) แนะนำนักเรียนถึงแหล่งการเรียนรู้ที่มีคุณค่า หรือเตรียมแหล่งการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน เพื่อลดความสับสน ความกังวล ยุ่งยาก และการเสียเวลา

6) ลดความไม่แน่ใจ สงสัย และความผิดหวัง และต้องทดสอบกิจกรรมที่เตรียมไว้ก่อนนำไปใช้จริง เพื่อลดปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน

7) ดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เวลาน้อยและบรรลุเป้าหมาย

8) บรรยายพร้อมสาธิตให้เห็น หลายคน พูดว่า “เรียนรู้ได้ดีที่สุดจากการได้เห็นมากกว่า การได้ยิน” จึงควรปฏิบัติดังเช่น ทำให้ดูและพูดไปด้วย แสดงให้เห็นผลลัพธ์ก่อนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ

9) แลกเปลี่ยนความรู้เดิมกันก่อนระหว่างนักเรียนหรือครูอาจเสนอประเด็นคำแนะนำ เพื่อเป็นแนวทางให้แก่นักเรียนในการเข้าถึงเรื่องที่ เรียนได้ด้วยตนเอง

10) ให้เวลานักเรียนได้ใช้เวลาสำหรับกระบวนการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ ๆ

11) ถ้ามีค่ายาก ๆ ควรทำความเข้าใจกันก่อน เพื่อไม่ให้นักเรียนท้อถอยด้วยวิธีการใหม่ ๆ เช่น อธิบายเปรียบเทียบ (metaphors) ให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น

12) การเสริมต่อการเรียนรู้ อาจทำได้โดยการจัดการเรียนรู้ให้ช้าลง ซึ่งอาจได้ผลที่ยิ่งใหญ่

13) เลือกงานที่เหมาะสมสอดคล้องกับเป้าหมายหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชา และความต้องการจำเป็นของนักเรียน

14) ให้นักเรียนร่วมวางเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งอาจเพิ่มแรงจูงใจให้นักเรียน

15) วิเคราะห์ความรู้เดิมเพื่อประเมิน พัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียนงานที่ง่ายเกินไปจะท่าให้นักเรียนเบื่อ แต่งานที่ยากเกินไปจะท่าให้นักเรียนลดระดับความสนใจ

16) กระตุ้น ชมเชย ตั้งคำถาม และให้นักเรียนบอกความก้าวหน้าของตนเอง เพื่อช่วยให้นักเรียนมุ่งมั่นสู่เป้าหมาย

17) เฝ้าสังเกตความก้าวหน้าของนักเรียน จากการให้ผลย้อนกลับ (feedback) ให้นักเรียนสรุปว่าอะไรที่ทำลุล่วงแล้ว และอะไรที่ยังไม่สำเร็จ และอะไรที่นักเรียนยังต้องทำต่อไป ซึ่งจะทำให้นักเรียนตระหนักในความก้าวหน้าของตนเอง

18) สร้างบรรยากาศอันอบอุ่น ปลอดภัย ส่งเสริมการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้นำเสนอความคิดเห็นโดยไม่ต้องกลัวว่าความคิดนั้นจะถูกปฏิเสธ รวมทั้งให้นักเรียนได้ใช้ความพยายาม

19) ช่วยนักเรียนลดการพึ่งพาในการทำงาน และกระตุ้นนักเรียนให้ฝึกฝนงานนั้นในบริบทต่าง ๆ

20) ใช้แผนภูมิ (organizers) เพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับหัวข้อนั้น ๆ (topic) ได้แก่ แผนภูมิแบบเวน (Venn diagrams) เพื่อใช้เปรียบเทียบความเหมือนและความต่างของ ข้อมูล แผนภูมิแบบผังงาน (flow charts) เพื่อให้เห็นภาพของขั้นตอนกระบวนการ (process) แผนภูมิแบบการจัดองค์การ (organizational charts) เพื่อให้เห็นการจัดระบบตามลำดับขั้นทำโครงเรื่อง

(outlines) เพื่อนำเสนอเนื้อหา ทำรหัสช่วยจำ (mnemonics) การบรรยาย (statements) เกี่ยวกับภาระงานหรือ เนื้อหาสร้างเกณฑ์การประเมิน (rubrics) ของผลงาน

21) อธิบาย (Explanations) การให้รายละเอียดเพิ่มเติม เพื่อทำให้นักเรียนดำเนินการในภารกิจหรือการคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือหลักการ ซึ่งทำได้โดยการให้คำชี้แนะในการดำเนินงาน หรืออธิบายว่าภาระงานนี้มีกระบวนการอย่างไร

22) แจกเอกสาร (Handouts) เป็นการแจกเอกสารเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ให้กับนักเรียน แต่มีข้อมูลไม่ครบถ้วน เว้นไว้ให้นักเรียนได้บันทึกต่อเติมเองบ้าง

23) บอกใบ้ (Hints) เป็นการให้คำแนะนำ คำชี้แนะ เพื่อให้นักเรียนดำเนินการ ไปตามภารกิจ ได้แก่ ให้ก้าวเท้าหนึ่งมาข้างหน้า ให้ใช้กุญแจนิรภัย หาประธานที่แสดง กริยานั้น หรือเติมน้ำก่อนแล้วเติมกรด แล้วแต่เรื่องราวที่จะเรียนรู้กัน

24) กระตุ้นความจำ (Prompts) ให้คำชี้แนะ คำแนะนำ ด้วยท่าทางหรือภาษาเพื่อให้นักเรียนระลึกถึงความรู้เดิมหรือความรู้ที่คาดไว้ล่วงหน้า ด้านท่าทางได้แก่ การชี้ผงกศีรษะ กระพริบตา ด้านภาษาได้แก่ ค่าพูด การบอก เล่า การตั้งค่าถาม หรือการพูดว่า ท่าเลย หยุดก่อนมันอยู่ตรงนั้น บอกมาเลย ปุ่มไหนที่กด เพื่อหาภาพ บอกมาซิว่าทำไมตัวละครจึงท่าอย่างนั้น

25) สรุปความคิดรวบยอดและแผนที่ความคิด (Concept and mind maps) เป็นแผนที่แสดงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยการทำแผนที่ที่สมบูรณ์หรือบางส่วนแล้วให้นักเรียนเติมต่อข้อมูลความรู้ หรืออาจให้นักเรียนท่าแผนที่ ด้วยตนเองเกี่ยวกับความรู้หรือหลักการ ที่เรียนรู้แล้ว

กล่าวโดยสรุป การใช้เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ครูต้องพยายามคิดหาวิธีที่จะเสริมต่อการเรียนรู้ให้สมบูรณ์แบบที่สุด ซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้ 1) ก่อนการเสริมต่อการเรียนรู้ 2) ตอบสนองในสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ 3) สอนโดยคำนึงถึงสภาพปัจจุบันของนักเรียน และ 4) เลือกสรรเนื้อหาบทเรียนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถและความสนใจของนักเรียน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ ครูสามารถทำให้นักเรียนบรรลุความสำเร็จ โดยจะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และนักเรียนไม่ถูกปล่อยไปตามยถากรรม ครูควรเตรียมกิจกรรมที่เกินกว่าความสามารถของนักเรียนหนึ่งระดับ เพื่อให้นักเรียนพัฒนาขึ้นไปได้โดยการช่วยเหลือ ตามแนวทางของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถทำได้อย่างหลากหลาย เช่น อธิบายขั้นตอนของกิจกรรม ชี้แจงจุดประสงค์ ทำให้นักเรียนตระหนักต่อเป้าหมายบทเรียนที่ต้องการ บอกให้รู้ถึงการประเมินผล แนะนำหรือเตรียมแหล่งการเรียนรู้ การบรรยายพร้อมสาธิต มีการแลกเปลี่ยนความรู้เดิม ให้เวลานักเรียนได้ใช้เวลาสำหรับกระบวนการเรียนรู้ในสิ่งใหม่ ๆ เลือกงานที่เหมาะสมสอดคล้องกับเป้าหมายหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชา และความต้องการจำเป็นของนักเรียน ให้นักเรียนร่วมวางเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้

วิเคราะห์ความรู้เดิมเพื่อประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของนักเรียน งานที่ง่ายเกินไปจะทำให้นักเรียนเบื่อ แต่งานที่ยากเกินไปจะทำให้นักเรียนลดระดับความสนใจ มีการกระตุ้น ชมเชย ตั้งคำถาม และให้นักเรียนบอกความก้าวหน้าของตนเอง เพื่อช่วยให้นักเรียนมุ่งมั่นสู่เป้าหมาย เฝ้าสังเกตความก้าวหน้าของนักเรียน จากการให้ผลย้อนกลับ ให้นักเรียนสรุปว่าอะไรที่ทำลุล่วงแล้ว และอะไรที่ยังไม่สำเร็จ และอะไรที่นักเรียนยังต้องท่าต่อไป ซึ่งจะทำให้นักเรียนตระหนักในความก้าวหน้าของตนเอง มีการสร้างบรรยากาศอันอบอุ่น ปลอดภัย ส่งเสริมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้นำเสนอความ คิดเห็นโดยไม่ต้องกลัวว่าความคิดนั้นจะถูกปฏิเสธ รวมทั้งให้นักเรียนได้ใช้ความพยายามช่วยนักเรียนลดการพึ่งพาในการทำงาน และกระตุ้นนักเรียนให้ฝึกฝนงานนั้นในบริบทต่าง ๆ เช่น การใช้แผนภูมิ อธิบาย แจกเอกสาร บอกใบ้ กระตุ้นความจำ และสรุปความคิดรวบยอดและแผนที่ความคิด

2.5 ประโยชน์ของการใช้เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้

Bruner (1986) (อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ บวรวัฒนเศรษฐ์, 2559) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเสริมต่อการเรียนรู้ว่าเป็นเกณฑ์ที่สำคัญในการสร้างกระบวนการที่มีพลังที่ทำให้เกิดสื่อสารในชั้นเรียน (Classroom-discourse) ได้ และจะทำให้ครูมีบทบาทที่กระตือรือร้นได้มากขึ้นในการช่วยเหลือให้นักเรียนสามารถสร้างเสริมสติปัญญาได้จากการใช้ภาษา ซึ่งกระบวนการเรียนรู้นี้ Bruner สังเกตเห็นจากธรรมชาติของการมีปฏิสัมพันธ์ใน การจัดการเรียนรู้ของครูที่มีต่อเด็ก ๆ โดยทั่วไปการเรียนรู้จะเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่สามารถให้กิจกรรมทางสังคมแก่เด็ก เด็กจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมเหล่านั้นอย่าง สนุกสนานจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของเขาเอง สรุปได้ว่าการเสริมต่อการเรียนรู้มี ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1) นักเรียนจะมีความรู้สึกว่าเรื่องเรียนไม่ใช่เรื่องยาก และสามารถประสบความสำเร็จได้

2) นักเรียนมีกำลังใจในการเรียนรู้เมื่อพวกเขาประสบความสำเร็จในการเรียน มากขึ้นเรื่อย ๆ

3) ครูมีความกระตือรือร้นมากขึ้นในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

4) ครูสามารถรู้ปัญหาที่เกิดขึ้น และสามารถแก้ไขได้ตรงจุด ทำให้ปัญหาใน การจัดการเรียนรู้ซ่อมเสริมก็จะน้อยลง

5) ลดช่องว่างระหว่างครูกับนักเรียน เพิ่มความเป็นกันเองมากขึ้น

6) เกิดความคิดสร้างสรรค์ ความสามัคคีและมีบรรยากาศเป็นประชาธิปไตย ในการทำงานร่วมกัน

สริตา บัวเตียว (2559) กล่าวว่า เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมาก สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ท้าทายนักเรียนในการเรียนรู้และการ ค้นพบเชิงลึก

2) ทำให้นักเรียนมุ่งมั่นอยู่กับการ อภิปราย แสดงความคิดเห็นทั้งกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่

3) กระตุ้นนักเรียนให้กลายเป็นผู้ศึกษา คือผู้ที่รู้จักวิธีการที่จะเรียนรู้

4) เพิ่มความเป็นไปได้ในการบรรลุ จุดประสงค์การเรียนรู้ให้กับนักเรียน

5) จัดเตรียมการจัดการเรียนรู้แบบรายบุคคล ไว้ให้กับนักเรียนโดยเฉพาะในชั้นเรียนขนาดเล็ก

6) ทำให้มีโอกาสสำหรับการเรียนการ สอนแบบเพื่อนช่วยเพื่อน

7) สามารถนำไปใช้ใหม่ในสถานการณ์ การเรียนอื่น ๆ

8) ทำให้มีบรรยากาศการเรียนแบบมี มิตรจิตมิตรใจและห่วงใยต่อกัน

เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ สามารถสร้างความท้าทาย ในการจัดการเรียนการจัดการเรียนรู้ได้เช่นกันดังนี้

1) การวางแผนและการใช้ เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ต้องใช้เวลามากและต้องพิถีพิถัน

2) การเลือกเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ที่หลากหลายและรูปแบบการ เรียนรู้ของนักเรียน

3) การรู้ว่าเมื่อใดที่จะเลิก เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ซึ่งหมายความว่านักเรียนจะเรียนรู้โดยไม่มีการ ช่วยเหลือแล้ว

4) การไม่รู้จักนักเรียนอย่างดีพอใน ด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัย เมื่อต้องเลือกเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม

กล่าวโดยสรุป ประโยชน์ของการใช้เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ในการจัดการเรียนรู้ คือการที่ครูช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง โดยในระยะแรก ๆ ครูจะคอยช่วยเหลือและลดความช่วยเหลือลงเรื่อย ๆ จนนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน เพราะความรู้ที่นักเรียนค้นพบนั้น เป็นการค้นพบด้วยตนเอง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเป็นไปตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การใช้เหตุผลเชิงตรรกะ (Logic) ข้อมูลหลักฐานเชิงประจักษ์ (Empirical Evidence) จินตนาการ (Imagination) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นการค้นหาคำตอบจากสิ่งที่สนใจ โดยการสืบเสาะหาความรู้

ทางวิทยาศาสตร์จะไม่มีลำดับขั้นตอนที่แน่นอน หรือสามารถสืบเสาะซ้ำหลายรอบได้ เพื่อตอบคำถาม และอาจตั้งคำถามใหม่ที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมาย และขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

3.1.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนอันเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความหมายในแนวเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) สมหวัง พิธิยานุวัฒน์ (2537) พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข (2548) และจตุภูมิ เขตจัตุรัส (2555) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ สอดคล้องกัน คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นพฤติกรรมหรือความสามารถของบุคคลอันเป็นผลของการจัดการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยที่เกิดขึ้นมาจากเรียนรู้ของบุคคล โดยพฤติกรรมที่เกิดขึ้นเป็นพฤติกรรมสามารถวัดได้ หรืออาจกล่าวว่าคือลักษณะหรือขนาดที่บ่งบอกถึงความสำเร็จของนักเรียนที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า เป็นพฤติกรรมการเรียนรู้อันพึงประสงค์ด้านสติปัญญารวมทั้งเป็นความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นสามารถทำได้ โดยการประเมินทางด้านพุทธิพิสัยอันเป็นพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียนในด้านความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์และประเมินค่า

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผลที่เกิดจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่ซึ่งส่งผลให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางด้านสติปัญญา รวมทั้งเป็นความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ อันเป็นพฤติกรรมที่พึงประสงค์ที่นักเรียนแสดงออกมาและสามารถวัดได้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีความหมายโดยรวมเป็นแนวเดียวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น ๆ แต่จะมีส่วนที่ต่างกันในด้านขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

3.1.2 ขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Benjamin S.Bloom (อ้างถึงใน วิทวัฒน์ ขัตติยะมาน, ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์, 2548) ได้พัฒนาจุดมุ่งหมายทางการศึกษาขึ้นในช่วงทศวรรษที่ 6 ของศตวรรษที่ 20 (1950 – 1959) เพื่อช่วยครู นักศึกษา และผู้บริหารทางการศึกษาในการจำแนกจุดมุ่งหมายของการศึกษาอย่างเป็นระบบ จุดมุ่งหมายดังกล่าวประกอบด้วยจุดมุ่งหมาย 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย สำหรับจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่ได้มีการปรับปรุงนั้นคือ ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งจะมีลักษณะเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เป็นลำดับขั้นและจะค่อยๆ เพิ่มความซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงขั้นสุดท้ายทั้งหมด 6 ขั้น ดังนี้

1) ความรู้ ความจำ (Knowledge)

2) ความเข้าใจ (Comprehension)

3) การนำไปใช้ (Application)

4) การวิเคราะห์ (Analysis)

5) การสังเคราะห์ (Synthesis)

6) การประเมินค่า (Evaluation)

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ Bloomได้รับการยอมรับและมีการนำไปใช้อย่างกว้างขวาง เช่น การนำไปใช้ในชั้นเรียนในฐานะเครื่องมือ สำหรับวางแผนการจัดการเรียนรู้ การตรวจสอบความสอดคล้องของจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้และการประเมินผล หรือ การนำไปจำแนกความแตกต่างระหว่างความคิดระดับสูงกับความคิดระดับต่ำ เป็นต้น จุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ Bloom ถือได้ว่าเป็นจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่มีความสำคัญที่สุดรูปแบบหนึ่งที่มีการนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในทุกระดับ ของระบบการศึกษาในโรงเรียนและในทุกสาขาวิชา

จุดอ่อนและข้อจำกัดของจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ Bloom ที่ผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา ได้นำจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ Bloom ไปใช้ในระยะเวลาที่ผ่านมาได้พบจุดอ่อนและข้อจำกัดของจุดมุ่งหมายดังกล่าวหลายๆ ประการ เช่น Lorin Anderson ได้นำเสนอข้อค้นพบไว้ว่า จุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ Bloom แบบเดิมซึ่งได้แบ่งออกเป็นกระบวนการทางปัญญาเรียงตามลำดับทั้ง 6 ขั้นนั้น ทำให้เกิดความเข้าใจว่าขั้นตอนดังกล่าวไม่สามารถทับซ้อนหรือเหลื่อมล้ำกันได้ และการที่นักเรียนจะสามารถบรรลุถึงกระบวนการทางปัญญาในระดับที่ซับซ้อนหรือสูงขึ้นได้นั้น จะต้องบรรลุกระบวนการทางปัญญาที่อยู่ในระดับต่ำกว่าทั้งหมดเสียก่อนก็เป็นมาตรฐานที่เข้มงวดเกินไป ซึ่งในเรื่องนี้ Ormell ได้พบว่า บางครั้งสิ่ง ที่ต้องการสำหรับกระบวนการทางปัญญาในขั้นความรู้ ความจำ ยังมีความซับซ้อนมากกว่าสิ่ง ที่ต้องการในกระบวนทางปัญญา

ในขั้นการวิเคราะห์หรือการประเมินค่า นอกจากนี้ Kreitzer ได้อ้างว่า ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างจุดมุ่งหมายทางการศึกษานี้ได้ยอมรับ ว่าพวกเขาไม่สามารถให้คำจำกัดความเพื่อจำแนกความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมในกระบวนการ ทางปัญญาของระดับชั้นต่างๆ ได้อย่างชัดเจน และ Kreitzer เองก็ได้พบว่า กระบวนการทางปัญญาในขั้นการประเมินค่าไม่ได้มีความซับซ้อนกว่ากระบวนการทางปัญญาในขั้นของการสังเคราะห์ และในบางครั้งการสังเคราะห์ก็มีความเกี่ยวเนื่องกับการประเมินค่าด้วย

การปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ Bloomในช่วงระหว่างปี 1990 –1999 David Krathwohl ซึ่งเป็นหนึ่งในคณะที่ได้ร่วมสร้างจุดมุ่งหมายการศึกษาเดิมและ Lorin Anderson ลูกศิษย์คนหนึ่งของ Bloomได้รวบรวมนักจิตวิทยา นักทฤษฎีหลักสูตร นักวิจัยทางด้านการจัดการเรียนรู้ และผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดและ ประเมินผล เพื่อปรับปรุงจุดมุ่งหมายการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ Bloom ส่วนตัวของ Bloom เองนั้น ไม่สามารถเข้ามีส่วนร่วมด้วยเนื่องจากป่วย และได้เสียชีวิตไปก่อนที่จะมีการตีพิมพ์จุดมุ่งหมาย การศึกษาฉบับปรับปรุงไม่นานนักในปี 2001

ผลของการปรับปรุงจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยใหม่นี้ได้เกิดการปรับเปลี่ยนที่สำคัญทั้งในส่วนโครงสร้างและคำศัพท์ที่ใช้เป็นชื่อของกระบวรการทางปัญญา ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับจุดมุ่งหมายฉบับเดิมได้ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบกระบวนการทางปัญญาที่ใช้คำศัพท์เดิมและคำศัพท์ใหม่

คำศัพท์เดิม	คำศัพท์ใหม่
1. ความรู้ (Knowledge)	1. จำ (Remembering)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)	2. เข้าใจ (Understanding)
3. การนำไปใช้ (Application)	3. การประยุกต์ใช้ (Applying)
4. การวิเคราะห์ (Analysis)	4. วิเคราะห์ (Analyzing)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)	5. ประเมินค่า (Evaluating)
6. การประเมินค่า (Evaluation)	6. คิดสร้างสรรค์ (Creating)

ที่มา : วิทวัฒน์ ขัตติยะมาน และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2548). การปรับเปลี่ยนจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของ Revised Bloom's Taxonomy. ม.ป.พ.

ลำดับขั้นของกระบวนการทางปัญญาในจุดมุ่งหมายทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัยของ Bloom ที่ปรับปรุงใหม่ ยังคงมีลำดับขั้น 6 ขั้น ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1) จำ (Remembering) หมายถึง ความสามารถในการระลึกได้ แสดงรายการได้บอกได้ ระบุ บอกชื่อได้ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความหมายของทฤษฎีได้

2) เข้าใจ (Understanding) หมายถึง ความสามารถในการแปลความหมาย ยกตัวอย่างสรุป อ้างอิง ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของทฤษฎีได้

3) การประยุกต์ใช้ (Applying) หมายถึง ความสามารถในการนำไปใช้ประยุกต์ใช้แก้ไข ปัญหา ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในการแก้ไขปัญหาได้

4) วิเคราะห์ (Analyzing) หมายถึง ความสามารถในการเปรียบเทียบ อธิบายลักษณะการจัดการ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถบอกความแตกต่างระหว่าง 2 ทฤษฎีได้

5) ประเมินค่า (Evaluating) หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบวิจารณ์ตัดสิน ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของทฤษฎีได้

6) คิดสร้างสรรค์ (Creating) หมายถึง ความสามารถในการออกแบบ (Design) วางแผน ผลิต ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถนำเสนอทฤษฎีใหม่ที่แตกต่างไปจากทฤษฎีเดิมได้ การเรียนรู้ตามทฤษฎีของ Bloom สามารถสรุปได้ว่า ทฤษฎีของ Bloom ประกอบด้วยจุดมุ่งมาย 3 ด้าน คือ 1. ด้านพุทธิพิสัย 2.ด้านจิตพิสัย 3.ด้านทักษะพิสัย และมี 6 ขั้น คือ 1.จำ 2.เข้าใจ 3. การประยุกต์ใช้ 4.วิเคราะห์ 5.ประเมินค่า และ 6.คิดสร้างสรรค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) กล่าวถึงการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสืบเสาะค้นหา ผ่านการสังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง และวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำข้อมูล สารสนเทศและหลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skills) ประกอบด้วย ทักษะการสังเกต (Observing) ทักษะการวัด (Measuring) ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) ทักษะการจำแนกประเภท (Classifying) ทักษะการหาความสัมพันธ์ของสเปซกับเวลา (Relationship of Space and Time) ทักษะการใช้จำนวน (Using Number) ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Organizing and Communicating Data) ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) ทักษะการทดลอง (Experimenting) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting and Making Conclusion) และการสร้างแบบจำลอง (Formulating Models)

จิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Mind) เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกนึกคิดในทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำ และการแสดงออกทางพฤติกรรมต่อความรู้หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนมีความจำเป็นที่จะต้องสร้างบรรยากาศให้นักเรียนเกิดความชอบ สนใจที่จะเรียนรู้ ตลอดจนมีความรู้สึกที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เพราะจะส่งผลต่อความรู้สึก นึกคิด และทำให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ เห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์และการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเป็นผู้ที่เชื่อมั่น ยึดถือและศรัทธาในการใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ในทางที่สร้างสรรค์ สามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นอย่างมีคุณธรรมและมีคุณค่า โดยจิตวิทยาศาสตร์จะครอบคลุมเกี่ยวกับเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ (Attitudes Towards Sciences) เป็นความรู้สึก ความเชื่อ และการยึดถือบุคคล ในคุณค่าของงานด้านวิทยาศาสตร์ รวมถึงผลกระทบในด้านต่าง ๆ ของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเองและต่อสังคม ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ความรู้สึกดังกว่า เช่น ความสนใจ ความชอบ การเห็นความสำคัญ และคุณค่าของวิทยาศาสตร์

2) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitudes) เป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกี่ยวกับการคิดแบบวิทยาศาสตร์ ความเชื่อเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ หรือการแสดงออกถึงการมีจิตใจที่เป็นวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้วิจารณญาณ ความรอบคอบ ความเชื่อมั่นต่อหลักฐาน ความซื่อสัตย์ วัตถุวิสัย การยอมรับความเห็นต่าง ความใจกว้าง ความอยากรู้อยากเห็น ความมุ่งมั่นอดทน

แนวการประเมินการรู้วิทยาศาสตร์ ว่าในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถภาพด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น รูปแบบการประเมินการรู้ ได้แก่ การประเมินการเรียนรู้ระหว่างเรียน (Formative Assessment) การประเมินการเรียนรู้สรุปรวม (Summative Assessment) และการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง (Authentic Assessment) ซึ่งการเรียนรู้จะบรรลุตามเป้าหมายของการจัดกิจกรรมการรู้ที่วางไว้ได้ ควรมีแนวทางดังนี้

1) ต้องวัดและประเมินทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียน

2) วิธีการวัดและประเมินต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3) ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

4) ผลการวัดและประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

5) การวัดและประเมินต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัด โอกาสของการประเมิน

จากขอบเขตของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า Benjamin S. Bloom ได้พัฒนาจุดมุ่งหมายทางการศึกษาขึ้น โดยเน้นด้านพุทธิพิสัยซึ่งจะมีลักษณะเป็นกระบวนการทางปัญญาที่เป็นลำดับขั้นและจะค่อย ๆ เพิ่มความซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงขั้นสุดท้ายทั้งหมด 6 ขั้น และมีการปรับปรุงอีกรอบจึงเกิดการปรับเปลี่ยนที่สำคัญทั้งในส่วนโครงสร้างและคำศัพท์ที่ใช้เป็นชื่อของกระบวรการทางปัญญา ดังนี้ 1.จำ 2.เข้าใจ 3.การประยุกต์ใช้ 4.วิเคราะห์ 5.ประเมินค่า และ 6.คิดสร้างสรรค์ นอกจากนั้นจะต้องวัดความสามารถ ทักษะกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย และการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสืบเสาะค้นหา ผ่านการสังเกต ทดลอง สร้างแบบจำลอง และวิธีการอื่น ๆ เพื่อนำข้อมูลสารสนเทศและหลักฐานเชิงประจักษ์มาสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับแนวคิดหรือองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งจิตวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นคุณลักษณะหรือลักษณะนิสัยของบุคคลที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกนึกคิดในทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดจากการศึกษาหาความรู้หรือได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อความคิด การตัดสินใจ การกระทำ และการแสดงออกทางพฤติกรรมต่อความรู้หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

3.2 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.1 เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ได้กล่าวถึงเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า การวัดความรู้ความสามารถอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้สามารถวัดได้ โดยใช้แบบทดสอบ ลักษณะของแบบทดสอบต้องมีความเหมาะสมกับสภาพของการวัดผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้กล่าวถึงเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ว่า มีลักษณะเป็นแบบทดสอบที่มีองค์ประกอบสองส่วน ได้แก่ 1) ปัญหาหรือข้อคำถาม และ 2) ตัวเลือกที่มีลักษณะเป็นคำตอบ โดยการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์นั้นเป็นไปตามแนวคิดของ Kolpfer ซึ่งจำแนกระดับพฤติกรรม

การเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือความรู้คิดเป็น 4 ลำดับขั้น ได้แก่ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และ4) การนำความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

จตุภูมิ เขตจัตุรัส (2555) ได้กล่าวถึงเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Learning Achievement) เป็นการวัดความรู้ ความสามารถทางสมองหรือสติปัญญาอันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ของบุคคล วิธีการที่นิยมและใช้กันมากที่สุด คือ การทดสอบ (Testing) ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ คือ แบบทดสอบ (Test) ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวถูกเรียนว่า “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน”

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดผลที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบ คือ 1) ข้อคำถาม และ 2) ตัวเลือก โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แนวทางในการถามเพื่อวัดสมรรถภาพของสมองในด้านพุทธิพิสัยแนวคิดของ Bloom ได้แก่ 1) ความรู้ความจำ 2) ความเข้าใจ 3) การประยุกต์ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมิน และ 6) การสร้างสรรค์

3.2.2 การสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) ศิริชัย กาญจนวาสี (2548) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแนวทางเดียวกัน โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1) กำหนดจุดมุ่งหมายของการสอบ เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าจะนำผลการทดสอบไปใช้อย่างไร

2) การวิเคราะห์หลักสูตร เป็นกระบวนการแยกแยะความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนรู้และการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยสิ่งสำคัญที่ครูต้องคำนึงถึงคือจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างข้อสอบที่ต้องมีความสอดคล้องและสัมพันธ์กัน ทั้งนี้ต้องมีการกำหนดองค์ประกอบดังกล่าวอย่างชัดเจน

3) การออกแบบและการสร้างแบบทดสอบ เป็นการกำหนดรูปแบบขอบเขต และแนวทางการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งมีแนวทาง ดังนี้

(1) วางแผนการทดสอบ เป็นการวางแผนก่อนการวัดผลว่าจะมีการทดสอบเวลาใด ทดสอบกี่ครั้ง

(2) กำหนดรูปแบบการทดสอบ เป็นการกำหนดว่าจะทดสอบอย่างไร เช่น การใช้แบบทดสอบเขียนตอบ การใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เป็นต้น

(3) การสร้างแผนผังการทดสอบ เป็นการกำหนดจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัดและการให้น้ำหนักของเนื้อหาที่ต้องการวัด

(4) สร้างตารางและกำหนดรายละเอียดของแบบทดสอบ เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้กับเนื้อหาที่ต้องการวัด

4) จัดทำข้อสอบ สามารถทำได้โดย

(1) กำหนดแบบแผนข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ พฤติกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาที่ต้องการวัดเพื่อให้มีความสอดคล้องกัน

(2) จัดทำร่างข้อสอบ เป็นกระบวนการร่างข้อสอบตามแบบแผนที่กำหนด

(3) ทบทวนร่างข้อสอบ เป็นการทบทวนข้อคำถาม ตัวเลือกของข้อสอบให้มีความถูกต้องแม่นยำมีความสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้ พฤติกรรมการเรียนรู้และเนื้อหาที่ต้องการวัด

(4) การตรวจสอบและจัดเรียงข้อสอบให้มีประสิทธิภาพ

(5) ทดลองใช้ข้อสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ

(6) นำแบบทดสอบไปใช้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) ได้นำเสนอเกี่ยวกับแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบเลือกตอบ ดังนี้

1) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

2) สร้างข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมที่กำหนดไว้

3) พิจารณาคุณภาพและความถูกต้องของข้อคำถาม และตัวเลือก

4) หาคุณภาพของข้อสอบ ได้แก่ ความเป็นปรนัย ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่าการสร้างเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ต้องมีการกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดแนวทางการสร้างข้อสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และระดับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ จากนั้นทำการสร้างข้อสอบแล้วทำการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ

3.2.3 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2544) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นต้องมีการตรวจสอบและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ความเที่ยง (Reliability) ความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการทดสอบ ไม่ว่าจะทำการทดสอบกี่ครั้งก็ยังคงมีผลเท่าเดิม

2) ความตรง (Validity) เป็นความสามารถของแบบทดสอบในการวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ของผู้ออกแบบทดสอบ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ (1) ความตรงเชิงเนื้อหา (2) ความตรงตามสภาพ (3) ความตรงเชิงพยากรณ์ และ (4) ความตรงเชิงโครงสร้าง

3) ความยากง่าย (Difficulty) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพควรมีความยากง่ายพอเหมาะ

4) อำนาจจำแนก (Discrimination) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพควรสามารถจำแนกนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนได้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวถึงการหาคุณภาพเครื่องมือวัดผลทางการศึกษาโดยมีแนวทางการพิจารณาคุณภาพของแบบวัดผล ดังนี้

1) ความเที่ยง (Reliability) เป็นความคงที่ของคะแนนที่ได้จากการสอบนักเรียนคนเดียวกันหลายครั้งในแบบทดสอบชุดเดิม ค่าความเที่ยงมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ซึ่งแบบทดสอบที่มีคุณภาพคือมีค่าความเที่ยง มากกว่า 0.70

2) ความตรง (Validity) เป็นความถูกต้องที่ข้อสอบสามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดหรือความถูกต้องของข้อสอบในการวัดตามจุดประสงค์ที่วางไว้ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

(1) ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นความสามารถของข้อสอบที่จะวัดตัวแทนของเนื้อหาที่เรียนและวัดตัวแทนของจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้ ความตรงตามเนื้อหามีความสำคัญต่อแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความตรงตามเนื้อหา สามารถทำได้โดยการให้ผู้เชี่ยวชาญทางสาขาวิชาพิจารณาว่าข้อสอบในแบบทดสอบมีความตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่

(2) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ

(3) ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) เป็นคุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น

3) ความยาก (Difficulty) เป็นค่าที่ใช้บอกคุณลักษณะของข้อสอบว่ายากหรือง่ายพร้อมทั้งสามารถของกลุ่มผู้สอบได้อีกด้วย ค่าความยากง่ายมีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง 1 ข้อสอบที่มีคุณภาพควรมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 หากค่าความยากมีค่าเกิน 0.80 หมายถึงข้อสอบนั้นมีความง่ายมากเกินไป แต่หากค่าความยากมีค่าน้อยกว่า 0.20 หมายถึงข้อสอบนั้นยากเกินไป

4) อำนาจจำแนก (Discrimination) เมื่อกล่าวถึงอำนาจจำแนกสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อนำข้อสอบข้อเดียวกันไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน เด็กกลุ่มเก่งจะสามารถตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้องมากกว่าเด็กกลุ่มอ่อน ค่าอำนาจจำแนกมีช่วงอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพ ได้แก่ ความเที่ยง ความตรง ความยากง่าย และอำนาจจำแนก โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่มีคุณภาพต้องมีความเที่ยงมีความตรง มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

4. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายและความสำคัญของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Mcneill and Krajcik (2008) Bayer and Davis (2008) สภาการวิจัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council) (อ้างถึงใน สันติชัยอนุวรชัย, 2553) Allen and Meredith (2015) และนวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2562) ได้กล่าวถึงความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สอดคล้องกัน ดังนี้

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึงการให้ความหมายหรือการอธิบายหรือการบรรยายถึงเหตุผลของปรากฏการณ์ โดยการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบคำถามที่เป็นจุดเริ่มต้นของการจัดกิจกรรมการสืบเสาะจากการเชื่อมโยงกับหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้มาจากการสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูล รวมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้อง คำอธิบายและข้อกล่าวอ้างในบริบททางวิทยาศาสตร์ เป็นคำอธิบายที่สะท้อนผลจากการสังเกต การทดลองหรือการสืบค้นอื่น ๆ ที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ นำมาเชื่อมโยงกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับหลักฐาน

ผู้วิจัยสรุปเกี่ยวกับความหมายของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) หมายถึง การสร้างข้อความที่แสดงถึงคำตอบของคำถามที่เป็น

จุดเริ่มต้นของการจัดกิจกรรมการสืบเสาะ โดยการสร้างคำอธิบาย ข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเชื่อมโยงไปกับหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองหรือการสืบค้นอื่น ๆ

4.2 องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Mcneill and Krajcik (2008) Sampson and Clark (2009) สันติชัย อนุวรชัย (2557) Allen and Meredith (2015) และนวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2562) ได้พัฒนาและกำหนดกรอบแนวคิดขององค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีความสอดคล้องกัน ดังนี้

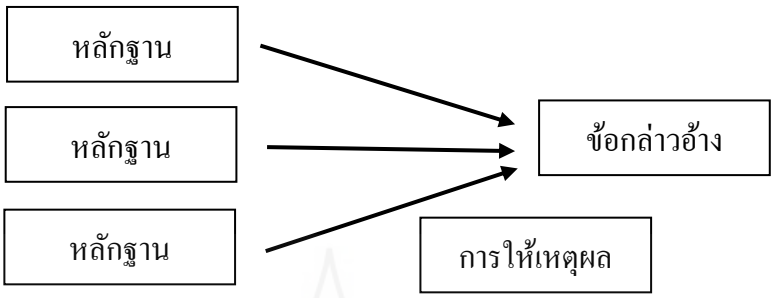
คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ Claim (ข้อกล่าวอ้าง) Evidence (หลักฐาน) และ Reasoning (การให้เหตุผล) หรือเรียกว่า กรอบแนวคิด ซีอีอาร์ (CER Framework) โดยแต่ละองค์ประกอบมีลักษณะสำคัญ คือ

1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นการข้อความที่เป็นคำตอบหรือข้อสรุปจากคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่นักเรียนสนใจ

2) หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุป จากคำถาม ซึ่งได้มาจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ โดยการสังเกต รวบรวมข้อมูลรวมทั้งการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ อาจเป็นได้ทั้งข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นข้อมูลที่ใช้ในการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยกล่าวถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รวมถึงการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน

นอกจากนี้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นต้องมีองค์ประกอบครบ ทั้ง 3 ส่วน เนื่องจากแต่ละองค์ประกอบนั้นมีความสัมพันธ์กัน โดยเริ่มจากการสร้างข้อกล่าวอ้างขึ้นมาแล้วให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ได้สร้างขึ้น ซึ่งในการให้เหตุผลประกอบ ข้อกล่าวอ้างนั้นจำเป็นต้องมีการอ้างอิงหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์ของทั้ง 3 องค์ประกอบ ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ดังภาพที่ 2.5 นอกจากนี้ในการสร้างเกณฑ์ในการประเมินความสามารถการการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้นก็จำเป็นต้องมีการประเมินครบทั้ง 3 องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เช่นกัน



ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล
ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ที่มา: ณัฐกฤษ ทองน้อย, 2560

ดังนั้น สรุปได้ว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 ประการ ซึ่งผู้วิจัยสรุปได้ ดังนี้

1) Claim (ข้อกล่าวอ้าง) เป็นข้อความที่เป็นคำตอบของคำถามหรือปัญหา

2) Evidence (หลักฐาน) ข้อมูลที่ได้จากกิจกรรมสำรวจ การทดลองการตรวจสอบและการศึกษาค้นคว้าหาความรู้

3) Reasoning (การให้เหตุผล) ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

4.3 ตัวบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

คุณสมบัติของผู้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

National Research Council (2000) ระบุว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะสำคัญ เป็นความสามารถพื้นฐานและความเข้าใจเบื้องต้นของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยระบุความสามารถของนักเรียนที่พึงมีเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประการ ดังนี้

1) สามารถระบุหลักฐานได้ ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาและประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากคำถามสำคัญ

2) สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ จากการใช้หลักฐานที่รวบรวมมาเพื่อตอบคำถามสำคัญ

3) สามารถสร้างและปรับปรุงสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ หรือสามารถสร้างแบบจำลองประเภทต่าง ๆ ที่สร้างโดยใช้เหตุผลและหลักฐาน

4) สามารถเข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงให้ความสำคัญกับหลักฐาน ผ่านกระบวนการคิดไต่ตรองด้วยเหตุผล และสามารถเชื่อมโยงกับหลักการแบบจำลอง และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ได้

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นลักษณะของบุคคลที่จะยอมรับหรือตอบคำถามต่าง ๆ โดยมีหลักฐาน และการให้เหตุผลสนับสนุน การฝึกให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จึงควรใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีตัวบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ตรงนี้มีข้อความที่จะเขียนต่อขาดหายไปหรือเปล่า

Ruiz-Primo, Li, Tsai and Schneider (2010) กล่าวว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถและความเข้าใจพื้นฐานของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนต้องมีพฤติกรรม ดังนี้

1) ให้ความสำคัญกับหลักฐาน

2) สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากหลักฐานที่มีความสอดคล้องกับคำถาม

3) สร้างและปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ตรรกะและหลักฐานที่เป็นที่ยอมรับ

4) สามารถโต้แย้งโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ แนวคิด หรือทฤษฎี

Woody (2015) กล่าวถึง ลักษณะของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนที่ส่งเสริมกระบวนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน และระบุพฤติกรรมของนักเรียนที่จะต้องแสดงในห้องเรียน ดังนี้

1) มีการพูดคุยกันอย่างเปิดเผย มีการแลกเปลี่ยนความคิดของตนเองภายในกลุ่มย่อย

2) ภายในกลุ่มควรมีสมาชิกที่มีความสามารถและทักษะความรู้ที่แตกต่างกัน เพื่อร่วมกันสร้างและตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น

3) มีกลุ่มของคำอธิบายตัวอย่างที่สร้าง เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่มย่อย

4) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการอธิบายปรากฏการณ์ซ้ำไปซ้ำมามากกว่าคำอธิบายใหม่

5) กิจกรรมการสร้างและแลกเปลี่ยนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป ตัวบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมการแสดงออกของนักเรียน เกี่ยวกับการให้ความสำคัญกับหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบ วิเคราะห์ ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล และความเหมาะสมของหลักฐานและสามารถโต้แย้งโดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ แนวคิด หรือทฤษฎี

4.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

Mcneill and Krajcik (2008) กล่าวถึงแนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) สร้างกรอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน

2) กำหนดแนวทางในการสร้างแบบจำลองของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) ให้คำแนะนำในการสร้างคำอธิบายอย่างมีเหตุผล

4) เชื่อมโยงสู่คำอธิบายในชีวิตประจำวัน

5) ประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน

นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงแนวทางการออกแบบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ระบุและกำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับเนื้อหา เป็นกระบวนการระบุมาตรฐานการเรียนรู้และคัดเลือกมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนให้มีความชัดเจน

2) กำหนดกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นกระบวนการคัดเลือกกิจกรรมสืบเสาะหาความรู้หรือการสำรวจตรวจสอบ โดยการกำหนดกรอบที่ต้องการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือการกำหนดกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบให้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและมาตรฐานการจัดการเรียนรู้

3) กำหนดการปฏิบัติงาน เป็นการกำหนดภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติหลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบแล้ว โดยทางการออกแบบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นการกำหนดภาระงานจึงเป็นการกำหนดให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4) ออกแบบภาระงานที่ต้องการประเมิน เป็นการสร้างหรือออกแบบคำถามหรือสถานการณ์ที่มีลักษณะเป็นปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนมีแนวทางในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำข้อมูลและหลักฐานที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

5) ทบทวนภาระงานที่ต้องการประเมิน เป็นการทบทวนภาระงานที่กำหนดให้นักเรียนปฏิบัติหลังจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว

6) พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะ เป็นการพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความจำเพาะต่อการประเมินคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

สันติชัย อนุวรชัย (2557) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ และเนื้อหาที่ต้องการจัดการเรียนรู้

2) ออกแบบภาระงานและกิจกรรมการเรียนรู้ มีแนวทางการออกแบบ คือ

(1) ระบุและคัดเลือกมาตรฐานที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะจัดการเรียนรู้

(2) คัดเลือกและออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้มีการสืบสอบ รวมถึงกำหนดสื่อการเรียนรู้

(3) กำหนดภาระงาน คือกำหนดให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(4) กำหนดหรือสร้างสถานการณ์และข้อคำถามที่สอดคล้องกับกิจกรรมที่กำหนด

(5) ทบทวนภาระงาน สถานการณ์และข้อคำถามที่กำหนดไว้อีกครั้งเพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์

(6) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบจำเพาะต่อเนื้อหาที่จัดการเรียนรู้

3) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามที่ออกแบบไว้

4) วัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้

ดังนั้น สรุปได้ว่าการออกแบบกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีแนวทางดังนี้ เริ่มต้นจากการเลือกมาตรฐานการเรียนรู้ และกำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ชัดเจน กำหนดกรอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ออกแบบกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบ โดยใช้คำถามหรือสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง ที่นำไปสู่การเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐาน และการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน กำหนดภาระงานให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และสร้างเกณฑ์ในการประเมินผลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4.5 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4.5.1 การสร้างเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Mcneill and Krajcik (2008) ได้กล่าวถึงการสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะการประเมินการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงาน (Learning Performance) และใช้วิธีการประเมินโดยการทดสอบ (Testing) ด้วยแบบสอบความเรียง (Essay Test) ซึ่งมีลักษณะของข้อคำถามเป็นข้อคำถามแบบปลายเปิด (The Open-Ended Explanation Items) โดยมีองค์ประกอบของการวัดและการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ส่วน ได้แก่ 1) แบบทดสอบ และ 2) เกณฑ์การให้คะแนน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบทดสอบหรือแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อคำถามที่มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

(1) ข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่กำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถอยู่ในรูปของข้อความบรรยาย กราฟ ตาราง ภาพการทดลอง ฯลฯ ตามความสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้นักเรียนใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิงหรือเป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(3) คำสั่งหรือข้อความที่กำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยระบุว่าต้องการให้นักเรียนสร้างคำอธิบายในเรื่องใดหรือเกี่ยวกับเรื่องอะไร ส่วนจำนวนข้อสอบในแบบทดสอบและเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบนั้นแตกต่างไปขึ้นอยู่กับครู

แนวทางในการส่งเสริมให้นักเรียนเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) สร้างกรอบในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ชัดเจน

2) กำหนดแนวทางในการสร้างแบบจำลองของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) ให้คำแนะนำในการสร้างคำอธิบายอย่างมีเหตุผล

4) เชื่อมโยงสู่คำอธิบายในชีวิตประจำวัน

5) ประเมินและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน

ตารางที่ 2.5 ลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Mcneill and Krajcik (2008)

องค์ประกอบ	ลักษณะสำคัญ
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	ข้อสรุปจากคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ
หลักฐาน (Evidence)	การสนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปจากคำถามโดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมาจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์การสังเกต รวบรวมข้อมูลรวมทั้งการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
การให้เหตุผล(Reasoning)	การเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยกล่าวถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง รวมถึงการนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

2) เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring rubrics) ในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ Harris et al. (2006) และ McNeill and Krajcik (2008) ได้สร้างเกณฑ์การประเมินแบบแยกประเด็น โดยเรียกเกณฑ์การประเมินนี้ว่า “Base Explanation Rubrics” โดยพิจารณาแยกตามองค์ประกอบของคำอธิบาย ได้แก่ ข้อกล่าวอ้างหลักฐาน และการให้เหตุผล ซึ่งนำมาใช้เป็นการตรวจให้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้นจะใช้มาตรประมาณค่า ซึ่งเกณฑ์การประเมินดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 เกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวความคิดของ (Mcneill and Krajcik , 2008)

องค์ประกอบ	คะแนน		
	2	1	0
ข้อกล่าวอ้าง (Claim) ข้อความที่แสดงถึงคำตอบของคำถาม	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือ เขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

องค์ประกอบ	คะแนน		
	2	1	0
หลักฐาน (Evidence) ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
การให้เหตุผล (Reasoning) ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานอยู่บนพื้นฐานของหลักการวิทยาศาสตร์	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมเพียงพอ	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ	ไม่มีการแสดงเหตุผล หรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม

Nitko and Brookhart (2007) ได้อธิบายว่า การประเมินการปฏิบัติงานของนักเรียน (Performance Assessment) ว่าเป็นการประเมินที่กำหนดให้มีภาระงานที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติ และมีการประเมินผลโดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน ซึ่งการประเมินปฏิบัติงานดังกล่าวประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ 1) ภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ (Performance Task) คือ การประเมินกิจกรรมที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติ เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะตามที่เป้าหมายของการจัดการเรียนรู้กำหนด อาจเป็นการประเมินผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้นหรือกระบวนการที่นักเรียนใช้ในการสร้างผลงานสำเร็จ ซึ่งขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนด 2) เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) คือ เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการปฏิบัติงานของนักเรียน เป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นอย่าง มีความสอดคล้องกับภาระงานที่ต้องการให้นักเรียนปฏิบัติอยู่ในรูปแบบของการประเมินแบบมาตรประมาณค่าหรือแบบตรวจสอบรายการ

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้ทำการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัด ดังนี้

1) ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อกำหนดกรอบหรือขอบข่ายของการสร้างเครื่องมือวัด

2) กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) สร้างข้อสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยข้อสอบ 1 ข้อ ประกอบด้วย (1) สถานการณ์ (2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ ได้แก่ ตารางข้อมูลและแผนภาพ (3) ข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4) ตรวจสอบความถูกต้อง และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด

5) นำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่า การสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างแบบวัดลักษณะเป็นแบบทดสอบความเรียง มีแนวทางในการสร้าง โดยการศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดวิทยาศาสตร์ กำหนดขอบข่ายและโครงสร้างของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด กำหนดโครงสร้างของแบบวัด สร้างแบบวัดที่มีข้อคำถามที่มีองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ (1) สถานการณ์ (2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ และ (3) ข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สร้างเกณฑ์การประเมินแบบจำเพาะตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และข้อสรุป ตรวจสอบความถูกต้องของแบบวัด หาคุณภาพของแบบวัด และนำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.5.2 การหาคุณภาพเครื่องมือวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบทดสอบความเรียง (Essay Test) มีแนวทางการหาคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

สันติชัย อนุวรชัย (2553) ใช้แนวทางการหาคุณภาพของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญระหว่างข้อคำถามในแบบวัดกับนิยามเชิงปฏิบัติการของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาร์ค

3) สอบถามนักเรียนที่ทดสอบเพิ่มเติมเกี่ยวกับความชัดเจนของภาษาและความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลที่ใช้ประกอบในข้อคำถามแต่ละข้อ

Sampson *et al*. (2010) และสันติชัย อนุวรชัย (2553) ได้กำหนดการแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ทำให้ได้เกณฑ์การแปลผลคะแนน ดังนี้

ตารางที่ 2.7 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อ้างอิงจากเกณฑ์ของ Sampson *et al*. (2010) และสันติชัย อนุวรชัย (2553)

ช่วงคะแนน	ระดับความสามารถ
17-24	ดีมาก
9-16	ดี
0-8	ปรับปรุง

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) จตุภูมิ เขตจัตุรัส (2555) กล่าวถึงตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ว่าเป็นความสามารถของข้อสอบที่จะวัดตัวแทนของเนื้อหาที่เรียนและวัดตัวแทนของจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้ ข้อสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหาจะสามารถเป็นตัวแทนของเนื้อหาที่เรียนได้ เมื่อข้อสอบที่สร้างขึ้นมีความตรงเชิงเนื้อหาจึงสามารถวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย นักเรียนทำการตอบคำถามโดยการเขียนตอบแบบความเรียง ในการหาคุณภาพเครื่องมือจึงมีแนวทางทางโดยการใช้การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาร์ค (Cronbach's Alpha Coefficient)

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

จงกล บุญรอด และอลิศรา ชูชาติ (2558) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง MORE ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนทุ่งใหญ่วิทยาคม จังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 2 ห้องเรียน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 37 คน และกลุ่มควบคุม 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ตามลำดับ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 (2) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียน กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (3) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 (4) นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละของความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ, เอกภูมิ จันทรขันตี และสุรศักดิ์ เชียงกา (2561) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้น เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบวงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้ คือ แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น โดยคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นไปอยู่ในระดับ ดี และ ดีมาก

ภัทรสุดา หาดขุนทด นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา (2561) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ (1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และ (2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ (2.1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ (2.2) แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (2.3) แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ (2.4) บันทึกหลังสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า (1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ (3) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิกานต์ นิ่มดำ นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา (2562) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสหวิทยาเขตชุมพร 2 จังหวัดชุมพร กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนพะโต๊ะวิทยา จังหวัดชุมพร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัย 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าว หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบดังกล่าว หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 15.97 ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

รัชกร เวชวรนันท์, เอกรัตน์ทานาค, ชาตรี ฝ่ายคำตา และสุรเดช ศรีทา (2562) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 22 คนของโรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ผ่านการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือแบบวัดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 2 ชุด ซึ่งครอบคลุม เนื้อหา เรื่องฮอร์โมนพืชและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของ

พืช โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการหาค่าเฉลี่ยร้อยละและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในแต่ละองค์ประกอบของทักษะ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสร้างข้อกล่าวอ้างการเลือกใช้หลักฐาน และการให้เหตุผลผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นปานกลาง (ร้อยละ38.62) นอกจากนี้ ยังพบว่านักเรียนมีทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พัฒนาขึ้นจากการเรียนรู้ ในเรื่องที่ 1 ไปเรื่องที่ 2 ทั้ง 3 องค์ประกอบจากระดับต่ำ (1.55) เป็นระดับปานกลาง (2.11) และยังพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานส่งผลนักเรียนมีทักษะการเลือกใช้หลักฐานและการให้เหตุผลพัฒนาควบคู่กัน

นพมาศ ปลัดกอง ปิยดา สมบัติวัฒนา และนริสรา พึ่งโพธิ์สภ (2562) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้ ด้วยการนำตนเองของนักเรียนในระบบการศึกษาทางไกล โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาการจัดการธุรกิจการค้าสมัยใหม่ คณะบริหารธุรกิจ ในระบบการศึกษาทางไกลสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งหนึ่ง ด้วยการนำตนเอง 3 ด้าน ได้แก่ ความพร้อม ความสามารถ และพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้วยการนำตนเอง สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ(Repeated-measures analysis of variance)

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Mcneill and Krajcik (2006) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเสริมศักยภาพที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง คือ นักเรียนระดับเกรด 7 จำนวน 331 ในการดำเนินงานวิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มที่เรียนแบบโครงงาน ด้วยการเสริมศักยภาพต่อเนื่อง และกลุ่มที่เรียนแบบโครงงานด้วยการลดการเสริมศักยภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่อง สารและสมบัติของสาร และเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี ซึ่งใช้ระยะเวลาในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ 8 สัปดาห์ โดยครูจำนวน 6 คน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนแบบโครงงานด้วยการเสริมศักยภาพต่อเนื่องกับนักเรียนที่เรียนแบบโครงงานด้วยการลดการเสริมศักยภาพมีคะแนนข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลสูงขึ้น นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนทดสอบหลังเรียนไม่แตกต่างกัน โดยจากองค์ประกอบทั้งสามองค์ประกอบนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยด้านการให้เหตุผลต่ำที่สุด

Peker and Wallace (2009) ทำการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับเกรด 10 ที่เรียนวิชาปฏิบัติการชีววิทยา จำนวน 16 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ รายงานปฏิบัติการ จำนวน 51 เล่ม ผลการวิจัยพบว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น นักเรียนใช้ความรู้พื้นฐานที่ได้ จากการทำปฏิบัติการในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ขาดการเขียนเชื่อมโยงไปยังหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่พบในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ นักเรียน มีคะแนนการให้เหตุผลต่ำกว่าคะแนนข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน แสดงให้เห็นถึงนักเรียนประสบปัญหาในการเขียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานและประสบปัญหาในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อน

Sampson et al. (2010) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาที่เรียนวิชาเคมี จำนวน 18 คน ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งในการจัดการเรียนรู้ปฏิบัติการเคมี ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งนักเรียนมีพัฒนาการในการเขียนเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือกระทำการสำรวจตรวจสอบ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้พัฒนาให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อผนวกด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เช่น เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย นักเรียนได้รับการพัฒนาทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 8 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 345 คน และมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 87 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง และอีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอนำเสนอในหัวข้อ ดังนี้

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผน ใช้เวลาสอน 18 ชั่วโมง ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งนำมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) โดยเพิ่มเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เพื่อการสนับสนุนในการทำงาน (Task support) โดยครูใช้แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดหลังเรียนเพื่อให้นักเรียนฝึกสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่ออกแบบนั่งร้านหรือการเสริมต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้เป็นโครงสร้างชั่วคราว ลักษณะเหมือนนั่งร้านที่ใช้ในการก่อสร้างตึกและเมื่อสร้างตึกเสร็จสมบูรณ์ก็จะถอดนั่งร้านออก เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ก็เช่นเดียวกัน เมื่อนักเรียนเริ่มเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ครูจะค่อย ๆ ลดความช่วยเหลือ จนกระทั่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากครูอีก ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

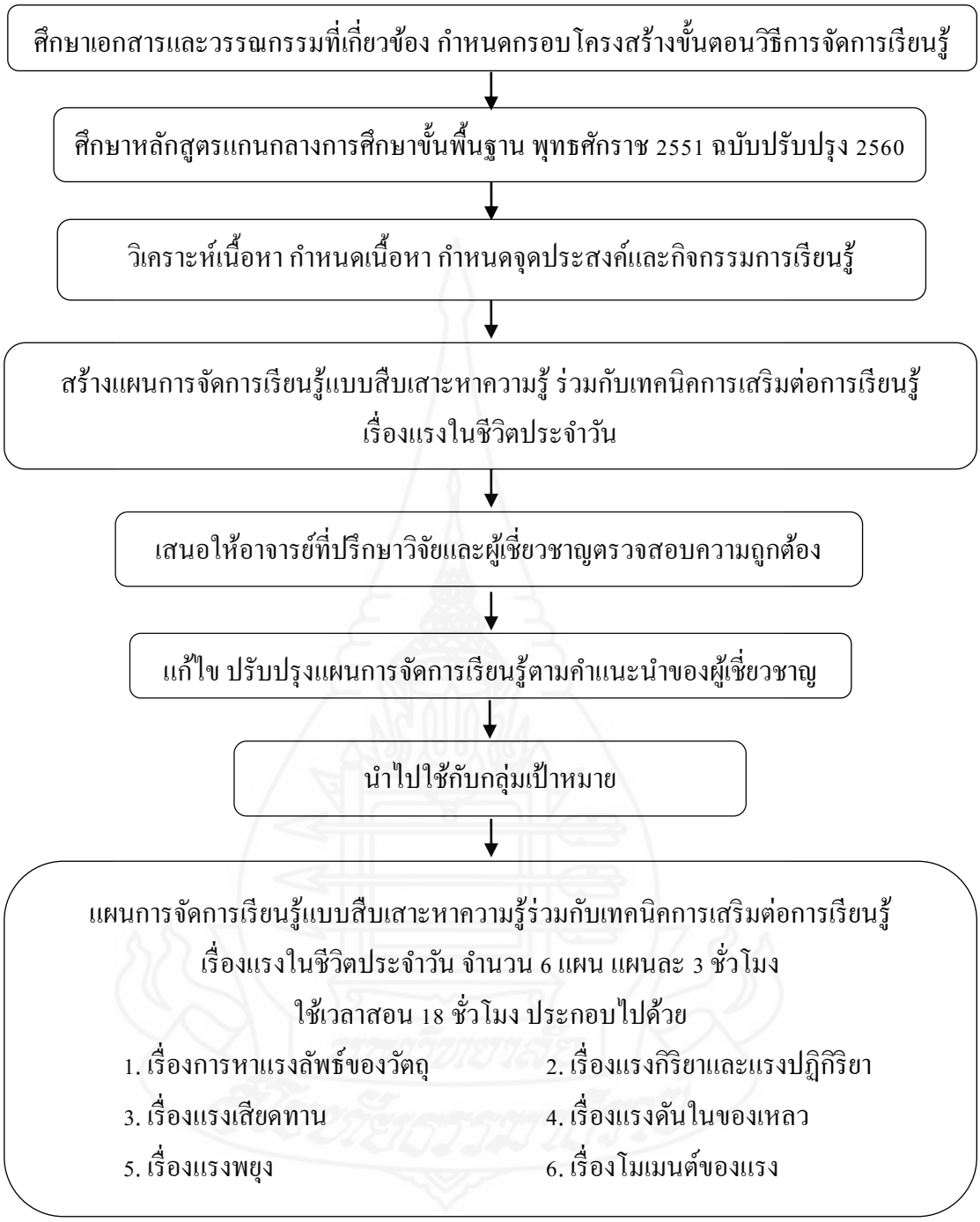
ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามลักษณะสำคัญของกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้
1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย โดยครูใช้คำถามหรือสถานการณ์ปัญหา
2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)	ครูและนักเรียนทำความเข้าใจ แล้วช่วยกันวางแผนการสำรวจตรวจสอบ จากนั้นนักเรียนลงมือปฏิบัติ สืบค้นข้อมูล หรือทดลอง

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	ลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding Technique)	เมื่อนักเรียนได้หลักฐานหรือข้อมูลอย่างเพียงพอแล้วจากการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผล โดยเมื่อนักเรียนเริ่มการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ครูจะให้ความช่วยเหลือโดยการใช้คำถามนำทาง การใช้ใบกิจกรรม และการใช้แบบฝึกหัด จนกระทั่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้เอง ครูจะค่อย ๆ ลดการให้ความช่วยเหลือลง จนหมดเมื่อนักเรียนไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากครูอีก ทั้งนี้ครูจะถอดนั่งร้านการเรียนรู้ออกเมื่อนักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ครูจึงจะถอดนั่งร้านการเรียนรู้ออก ทั้งนี้หากในแต่ละแผนยังไม่สามารถถอดนั่งร้านการเรียนรู้ออกได้ ก็จะไม่ถอดนั่งร้านการเรียนรู้ออก
4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับหรือสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสมและเปิดโอกาสให้นักเรียนกลับไปแก้ไขคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างไว้ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
5) ขั้นประเมิน (Evaluation)	นักเรียนประเมินการเรียนรู้โดยการประเมินตนเอง และครูประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัดหลังเรียนของแต่ละแผนการเรียนรู้

จากขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปเป็นแผนภาพขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ได้ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน

2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผน ใช้เวลาสอน 18 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างดังนี้

ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยดำเนินการแบบเดียวกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ที่ใช้กับกลุ่มทดลอง แต่แตกต่างกันที่ขั้นตอนของการสืบเสาะเป็นแบบการสืบเสาะระดับที่ต่ำกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับกลุ่มทดลอง คือการสืบเสาะที่ใช้กับนักเรียนกลุ่มควบคุมเป็นการสืบเสาะระดับ 1 Structured Inquiry ส่วนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ที่ใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง เป็น การสืบเสาะระดับ 2 Guided Inquiry

จากการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน และการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สามารถเปรียบเทียบความแตกต่าง ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้	**รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ**
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย โดยครูใช้คำถามหรือสถานการณ์ปัญหา	**ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** ครูนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสงสัย โดยครูใช้คำถามหรือสถานการณ์ปัญหา
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษา วางแผนการสำรวจตรวจสอบทำกิจกรรมสำรวจตรวจ เพื่อให้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ	**ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษา วางแผนการสำรวจตรวจสอบทำกิจกรรมสำรวจตรวจ เพื่อให้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding Technique) เมื่อนักเรียนได้หลักฐานหรือข้อมูลอย่างเพียงพอแล้วจากการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสถานการณ์คำถามที่นำเข้าสู่บทเรียนตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนเริ่มเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ครูจะค่อย ๆ ลดความช่วยเหลือ โดยการใช้คำถามนำทาง การใช้ใบกิจกรรม และการใช้แบบฝึกหัด จนกระทั่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากครูอีก	**ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลอย่างเพียงพอแล้วจากการสำรวจตรวจสอบ นักเรียนนำข้อมูลหรือหลักฐานที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับหรือสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่	**ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** นักเรียนนำความรู้ที่ได้รับหรือสร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือความคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) นักเรียนประเมินการเรียนรู้โดยการประเมินตนเอง และครูประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัดหลังเรียนของแต่ละแผนการเรียนรู้	**ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)** นักเรียนประเมินการเรียนรู้โดยการประเมินตนเอง และครูประเมินนักเรียนจากแบบฝึกหัดหลังเรียนของแต่ละแผนการเรียนรู้

จากการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน จำนวน 6 แผน จำนวนชั่วโมง 18 ชั่วโมง โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มาใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผนวกแนวทางการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยในขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ประเมินการเรียนรู้ด้วยสถานการณ์ปัญหาหรือคำถามที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ตารางที่ 3.3 สาระการเรียนรู้และจำนวนคาบที่ใช้ของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	**สาระการเรียนรู้**	**เวลาที่ใช้ (คาบ)**	**คำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ช่วยในเทคนิคการเสริมต่อความรู้**
1	การหาแรงลัพธ์ของวัตถุ	3	“ถ้าให้นักเรียนออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวเดียวกันขนาดของแรงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร”
2	แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา	3	“ถ้าให้นักเรียนออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวเดียวกันในทิศทางตรงกันข้ามกันขนาดของแรงเท่ากันหรือไม่ อย่างไร”
3	แรงเสียดทาน	3	“ถ้าลากถุงทรายที่วางบนแผ่นไม้ด้วยเครื่องชั่งสปริง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร”
4	แรงดันในของเหลว	3	“ถ้าจุ่มถุงพลาติกที่บรรจุผักหรือผลไม้ลงในน้ำจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร”
5	แรงพยุงของของเหลว	3	“ดินน้ำมันที่ในชั่งในอากาศกับดินน้ำมันชั่งในน้ำจะมีน้ำหนักเท่ากันหรือไม่ อย่างไร”
6	โมเมนต์ของแรง	3	“ผลคูณระหว่างขนาดของแรง และระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุนของถุงทราย (ฝั่งซ้าย) กับผลคูณระหว่างขนาดของแรง และระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุนของเครื่องชั่งสปริง (ฝั่งขวา) ของแต่ละการทดลองจะมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร”

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ(2) แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือดังนี้

2.2.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1) ศึกษาเนื้อหา ความหมาย ขอบเขต และจุดประสงค์การเรียนรู้ กำหนดผังวิเคราะห์ข้อสอบ

2) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียน 30 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน 30 ข้อ ดังตารางที่ 3.4 ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม พบว่า ระดับความเข้าใจ จะมีจำนวนข้อสอบ 46 ข้อ จากจำนวน 60 ข้อ เนื่องจากจุดประสงค์กับระดับพฤติกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน ส่วนใหญ่จะเป็นอธิบายยกตัวอย่าง และเขียนแผนภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ได้วิเคราะห์มาจากมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา และหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ตารางที่ 3.4 วิเคราะห์ข้อสอบแยกตามระดับพฤติกรรม

ระดับพฤติกรรม	จำนวนข้อสอบ
ความจำ	4
ความเข้าใจ	46
การประยุกต์	8
การวิเคราะห์	2
การประเมิน	-
การสร้างสรรค์	-
รวม	60

3) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 3 ท่าน ดังรายนามผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในภาคผนวก ก ซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ ที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตร ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

(ศษ.ม.) วิทยาศาสตร์ศึกษา และมีความเชี่ยวชาญในการสอนวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

4) นำผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องคัดเลือกให้ได้ข้อสอบวัดให้ครบทุกรายจุดประสงค์

5) ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำว่า ให้ตรวจสอบระดับพฤติกรรมแต่ละข้อว่าถูกต้องหรือไม่ แล้วผู้วิจัยได้ปรับแก้โดยการตรวจสอบระดับพฤติกรรมแต่ละข้ออีกครั้งตามความหมาย และคำกริยาที่บ่งบอกถึงการกระทำ เช่น ระดับความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการแปลความ ขยายความ และเข้าใจสิ่งที่ได้เรียนรู้มา จะมีคำกริยาที่บ่งบอกถึงการกระทำ เช่น แปลความหมาย เปลี่ยนแปลงใหม่ แสดง ยกตัวอย่าง อธิบาย อ้างอิง แปลความหมาย สรุป บอก รายงาน บรรยาย กำหนดขอบเขต ฯลฯ ซึ่งผู้วิจัยได้ตรวจสอบและแก้ไขตามคำแนะนำแล้ว

6) นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี จำนวน 30 คน ที่เคยศึกษาเนื้อหาเรื่องแรงในชีวิตประจำวัน มาแล้ว

7) ตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อสอบ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากง่ายของแต่ละข้อ ผลการตรวจสอบคุณภาพพบว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีข้อสอบเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.70 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.68 และค่าความเที่ยงของข้อสอบ เท่ากับ 0.59

8) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงในชีวิตประจำวันที่ได้ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย

2.2.2 แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1) กำหนดกรอบโครงสร้างของแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย ข้อกล่าวอ้าง (claim) คะแนนเต็ม 2 คะแนน หลักฐาน (evidence) คะแนนเต็ม 2 คะแนน และการให้เหตุผล (reasoning) คะแนนเต็ม 4 คะแนน คิดเป็นคะแนนเต็ม 8 คะแนน โดย ข้อกล่าวอ้าง (claim) : หลักฐาน (evidence) : การให้เหตุผล (reasoning) มีอัตราส่วนคะแนน

เป็น 1 : 1 : 2. รายละเอียดของการสร้างแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มี 3 ชุด และการให้คะแนน พร้อมเฉลย

2) เขียนข้อสอบตามกรอบโครงสร้าง

3) สร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นก่อนเรียน จำนวน 3 ข้อ และหลังเรียน จำนวน 3 ข้อ โดยแต่ละข้อประกอบด้วย

(1) สถานการณ์

(2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์

(3) ข้อคำถามแบบปลายเปิด

ตารางที่ 3.5 ลักษณะของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของ Mcneill and Krajcik (2008)

องค์ประกอบ	**ลักษณะสำคัญ**
ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	ข้อสรุปจากคำถามหรือปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ
หลักฐาน (Evidence)	ข้อมูลที่ค้นพบนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือข้อสรุปจากคำถาม โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมาจากการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์การสังเกต รวบรวมข้อมูลรวมทั้งการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ
การให้เหตุผล (Reasoning)	การนำหลักการ หรือข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการสนับสนุนความสัมพันธ์ของข้อกล่าวอ้าง กับหลักฐานที่ค้นพบ เป็นการส่งเสริมข้อกล่าวอ้างให้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

กำหนดและสร้างเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยศึกษาจากงานวิจัยของ Mcneill and Krajcik (2008) โดยเกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ข้อกล่าวอ้าง 2) หลักฐานหรือข้อมูล และ 3) การให้เหตุผล โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินและให้คะแนนเป็นคะแนนแบบรูบริกส์ คะแนน 3 ระดับ ได้แก่ 0 1 และ 2 โดยคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-12 คะแนน จากนั้นกำหนดการแปลผลคะแนนระดับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ของ Sampson *et al*. (2010) และสันติชัย อนุวรชัย (2553) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ได้แก่ ระดับปรังปรุง ระดับดี และระดับดีมาก ทำให้ได้เกณฑ์การแปลผลคะแนน ผู้วิจัยนำคะแนนมาหาค่าพิสัยและกำหนดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ ดังนี้

ตารางที่ 3.6 ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อ้างอิงจากเกณฑ์ของ Sampson *et al*. (2010) และสันติชัย อนุวรชัย (2553)

ช่วงคะแนน	**ระดับความสามารถ**
17-24	ดีมาก
9-16	ดี
0-8	ปรับปรุง

4) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังรายนามผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในภาคผนวก ก ซึ่งเป็นครูวิทยาศาสตร์ ที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตร ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.) วิทยาศาสตร์ศึกษา และมีความเชี่ยวชาญในการสอนวิทยาศาสตร์ ตรวจความถูกต้องของเนื้อหา ภาษาที่ใช้ และความเหมาะสมของข้อคำถาม แล้วนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไข โดยผู้เชี่ยวชาญ เสนอว่าในภาพรวมเป็นแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดี สามารถนำไปใช้ได้ แต่ขอให้ผู้วิจัยตรวจสอบคำผิด/การสะกดก่อนนำไปใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้ตรวจสอบและแก้ไขตามคำแนะนำแล้ว

5) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน ที่เคยเรียนเนื้อหาเรื่องแรงในชีวิตประจำวัน มาแล้ว ได้ผลการทดสอบมาหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนที่ผู้วิจัยสร้างมีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.77 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ในช่วง 0.30 – 0.37 และค่าความยาก อยู่ในช่วง 0.54 – 0.75 และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.85 ค่าอำนาจจำแนก อยู่ในช่วง 0.31 – 0.50 และค่าความยาก อยู่ในช่วง 0.51 – 0.70

3. การเก็บรวมรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.1 ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับกลุ่มทดลอง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มควบคุม ตามแผนการจัดการเรียนรู้

3.3 ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบหลังเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (กลุ่มทดลอง) กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มควบคุม) ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1.1 หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.1.2 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1) แปลผลคำตอบของนักเรียนให้อยู่ในรูปของคะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน แล้วนำคะแนนมาจำแนกเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับปรับปรุง ระดับดี และระดับดีมาก

2) หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยทำการวิเคราะห์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

3) ทดสอบความแตกต่างของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้การเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบค่าที (t – test dependent for sample)

4.2.2 วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี โดยผู้วิจัยตอบคำถามของการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

1.นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติหรือไม่

2. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติหรือไม่

3.นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามหัวข้อ ดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ กับนักเรียนที่ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คะแนน	กลุ่มทดลอง (n = 45)		กลุ่มควบคุม (n = 42)		t	Sig
	M	***SD***	***M***	***SD***		
ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน	9.13	2.825	9.52	3.006	0.430	0.382

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 9.13 และ 9.52 ตามลำดับ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียน เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คะแนน	กลุ่มทดลอง (n = 45)		กลุ่มควบคุม (n = 42)		t	Sig
	M	***SD***	***M***	***SD***		
ผลสัมฤทธิ์ทางเรียน	25.73	4.202	19.90	4.316	5.835*	0.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีค่าสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.73 และ 19.90 ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนกลุ่มทดลองที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น เป็นผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะนำเสนอการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนใน 2 ลักษณะ คือ การเปรียบเทียบคะแนน และการเปรียบเทียบระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4.3 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์					
	กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง
ความถี่	13	25	7	18	17	7
ร้อยละ	28.89	55.56	15.55	42.86	40.47	16.67

จากตารางที่ 4.3 เมื่อศึกษาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ จำนวน 45 คน มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 13 คน ระดับดี จำนวน 25 คน และระดับปรับปรุง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 28.89, 55.56 และ 15.55 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 42 คน มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 18 คน ระดับดี จำนวน 17 คน และระดับปรับปรุง จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86, 40.47 และ 16.67 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.4 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	**ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์**					
	กลุ่มทดลอง			**กลุ่มควบคุม**		
	ดีมาก	**ดี**	**ปรับปรุง**	**ดีมาก**	**ดี**	**ปรับปรุง**
ความถี่	44	1	0	10	30	2
ร้อยละ	97.78	2.22	0.00	23.81	71.43	4.76

จากตารางที่ 4.4 เมื่อศึกษาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ของนักเรียนโดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ จำนวน 45 คน มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 44 คน และระดับดี จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 97.78 และ 2.22 ตามลำดับ ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 42 คน มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก จำนวน 10 คน ระดับดี จำนวน 30 คน และระดับปรับปรุง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 23.81, 71.43 และ 4.76 ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่จำแนกตามความถี่ และร้อยละ พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม ดังนั้น จึงสามรถสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้นกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	Sig
	M	*SD*	*M*	*SD*		
ข้อกล่าวอ้าง (เต็ม 6 คะแนน)	4.31	1.474	4.52	1.254	0.254	0.211
หลักฐาน (เต็ม 6 คะแนน)	3.00	1.382	3.10	1.650	0.362	0.313
การให้เหตุผล (เต็ม 12 คะแนน)	6.78	2.131	6.45	2.297	1.482	0.241
คะแนนรวม (เต็ม 24 คะแนน)	14.09	4.139	14.07	4.491	0.900	0.470

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และคะแนนรวม มีค่าเท่ากับ 4.31, 3.00, 6.78 และ 14.09 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และคะแนนรวม มีค่าเท่ากับ 4.52, 3.10, 6.45 และ 14.07 ตามลำดับ คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์กับคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุมทุกองค์ประกอบ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการ	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		t	Sig
	M	*SD*	*M*	*SD*		
ข้อกล่าวอ้าง (เต็ม 6 คะแนน)	5.80	0.405	5.12	0.968	4.069*	0.000
หลักฐาน (เต็ม 6 คะแนน)	5.62	0.684	2.48	1.042	15.921*	0.000
การให้เหตุผล (เต็ม 12 คะแนน)	11.64	0.679	6.45	2.222	13.596*	0.000
คะแนนรวม (เต็ม 24 คะแนน)	23.07	1.232	14.05	3.385	13.249*	0.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลอง จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และคะแนนรวม มีค่าเท่ากับ 5.80, 5.62, 11.64 และ 23.07 ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มควบคุม จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และคะแนนรวม มีค่าเท่ากับ 5.12, 2.48, 6.45 และ 14.05 ตามลำดับ ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ที่จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนทุกองค์ประกอบ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่คะแนนความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนที่จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมทุกองค์ประกอบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น จึงสามารถสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้นกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยเป็น 2 ส่วน คือ ผลการวิจัยเชิงปริมาณ และผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

1. ผลการวิจัยเชิงปริมาณ

การวิเคราะห์การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน ประกอบด้วย ข้อคำถาม จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน และแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน ประกอบด้วยข้อคำถาม จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน โดยประเมินให้คะแนนตามเกณฑ์องค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (claim) หลักฐาน (evidence) การให้เหตุผล (reasoning) และคะแนนรวม ดังตารางที่ 4.7 ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ความถี่และร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์					
	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง	ดีมาก	ดี	ปรับปรุง
ความถี่	13	25	7	44	1	0
ร้อยละ	28.89	55.56	15.55	97.78	2.22	0.00

จากตารางที่ 4.7 เมื่อศึกษาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ โดยใช้แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนเรียนนั้น นักเรียนจำนวน 13 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก นักเรียนจำนวน 25 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี และนักเรียนจำนวน 7 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 28.89,

55.56 และ 15.55 ตามลำดับ ขณะที่หลังเรียนพบว่า นักเรียนจำนวน 44 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และนักเรียนจำนวน 1 คน มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 97.78 และ 2.22 ตามลำดับ

ทั้งนี้ ในการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

รายการ	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig
	M	***SD***	***M***	***SD***		
ข้อกล่าวอ้าง (เต็ม 6 คะแนน)	4.31	1.474	5.80	0.405	6.281*	0.000
หลักฐาน (เต็ม 6 คะแนน)	3.00	1.382	5.62	0.684	12.687*	0.000
การให้เหตุผล (เต็ม 12 คะแนน)	6.78	2.131	11.64	0.64	14.762*	0.000
คะแนนรวม (เต็ม 24 คะแนน)	14.09	4.139	23.07	1.232	14.133*	0.000

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง ที่จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และคะแนนรวม มีค่าเท่ากับ 4.31, 3.00, 6.78 และ 14.09 ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง ที่จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล และคะแนนรวม มีค่าเท่ากับ 5.80, 5.62, 11.64 และ 23.07 ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนในทุกองค์ประกอบอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้น จึงสามรถสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ดีขึ้นกว่าก่อนเรียน

2. ผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

จากผลการวิเคราะห์เนื้อหา ตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 2 ข้อ โดยนำเสนอจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) โดยกำหนดรหัสของนักเรียน จำนวน 45 คน ในกลุ่มทดลองตามหมายเลขประจำตัวเป็นนักเรียน 01 ถึง นักเรียน 45 โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังนี้

2.1 ผลจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน

คำถามข้อที่ 1 จงใช้ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยโครงกระดูกของมนุษย์โบราณปลายยุคก่อนประวัติศาสตร์ กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

การศึกษาวิจัยโครงกระดูกของมนุษย์โบราณปลายยุคก่อนประวัติศาสตร์

จากข้อมูลการขุดพบโครงสร้างโครงกระดูกมนุษย์โบราณ 2 โครง บริเวณถ้ำแห่งหนึ่งในประเทศไทย มีผู้สนใจเข้าชมเพื่อศึกษาข้อมูลของประวัติศาสตร์ มีข้อมูลจากการทดสอบหาอายุโดยใช้ คาร์บอน-14 พบว่า โครงกระดูกทั้ง 2 โครงนั้น มีอายุอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน แต่มีข้อมูลขนาดของชิ้นส่วนโครงกระดูกเชิงกราน (Bony pelvis) มีความกว้างต่างกันโดยโครงกระดูกที่ 1 มีความกว้าง 89 เซนติเมตร และโครงกระดูกที่ 2 มีความกว้าง 77 เซนติเมตร นักโบราณคดีสรุปว่า โครงกระดูกที่ 1 เป็นโครงกระดูกของผู้หญิง ส่วนโครงกระดูกที่ 2 เป็นโครงกระดูกของผู้ชาย เพราะผู้หญิงต้องมีกระดูกเชิงกราน (Bony pelvis) ที่กว้างกว่าผู้ชาย โดยธรรมชาติที่ต้องทำหน้าที่ตั้งครรภ์และให้กำเนิดลูก

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของโครงกระดูกกับการแสดงเพศของมนุษย์ที่เป็นเจ้าของกระดูก

1.2 ระบุหลักฐานของคำตอบข้อ 1.1 จากข้อมูลที่กำหนดให้

1.3 ระบุเหตุผลที่ใช้สนับสนุนคำตอบข้อ 1.1 จากความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

1.4 นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของนักโบราณคดีหรือไม่ เพราะอะไร (ให้นำคำตอบจากข้อ 1.1 – 1.3 มาในการตอบด้วย)

จากข้อคำถามที่ 1 สามารถนำเสนอตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ได้ดังตารางที่ 4.9, 4.10 , 4.11 และ 4.12 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนข้อกล่าวอ้าง	**ตัวอย่างข้อกล่าวอ้างของนักเรียน**
ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและชัดเจน (2 คะแนน)	นักเรียน 01: “ขนาดของกระดูกเชิงกรานของทั้งสองโครงมีขนาดแตกต่างกันและกระดูกเชิงกรานนั้นสามารถบอกเพศได้ โดยเพศหญิงจะมีขนาดใหญ่กว่าเพศชาย” นักเรียน 28: จากการตรวจสอบพบว่าโครงกระดูกที่ 1 เป็นผู้หญิงและโครงกระดูกที่ 2 เป็นผู้ชายตรวจสอบจากกระดูกเชิงกรานที่กว้างไม่เท่ากัน
ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน (1 คะแนน)	นักเรียน 19: “ขนาดของกระดูกเชิงกรานของทั้งสองเพศมีขนาดไม่เท่ากัน” นักเรียน 28: “ขนาดของกระดูกเชิงกรานมีขนาดที่ต่างกัน ขนาดของกระดูกเชิงกรานสามารถระบุเพศได้”
ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (0 คะแนน)	นักเรียน 12: “โครงกระดูกใช้ค้ำจุนร่างกายให้คงรูป ป้องกันส่วนอ่อนนุ่ม ช่วยเคลื่อนไหวของร่างกายช่วย การแสดงเพศเป็นการแบ่งเพศอย่างชัดเจน” นักเรียน 14: “ความสัมพันธ์คือ โครงกระดูกเป็นโครงสร้างใช้ค้ำจุนร่างกายให้คงรูป ป้องกันส่วนอ่อนนุ่มช่วยเคลื่อนไหวของร่างกาย”

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน คือ เขียนคำตอบของคำถามหรือเขียนข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ที่แสดงให้เห็นว่า “ขนาดกระดูกเชิงกรานของเพศชายและหญิงมีขนาดต่างกัน ใช้ระบุเพศของเจ้าของกระดูกได้ หรือโครงกระดูกเชิงกรานของผู้หญิงกว้างกว่าผู้ชาย” ส่วนนักเรียนที่เขียนคำตอบหรือข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน คือ “ขนาดของกระดูกเชิงกรานมีขนาดที่ต่างกัน ขนาดของกระดูกเชิงกรานสามารถระบุเพศได้” ซึ่งเป็นคำตอบที่ยังไม่ครบสมบูรณ์ตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ และนักเรียนที่ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง คือ “โครงกระดูกใช้ค้ำจุนร่างกายให้คงรูป ป้องกันส่วนอ่อนนุ่ม ช่วยเคลื่อนไหวของร่างกายช่วยการแสดงเพศเป็นการแบ่งเพศอย่างชัดเจน”

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนหลักฐาน	**ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานของนักเรียน**
แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (2 คะแนน)	นักเรียน 03: “มีข้อมูลจากการทดสอบหาอายุโดยใช้คาร์บอน -14 พบว่าโครงกระดูกทั้ง 2 โครงนั้นมีอายุอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน แต่มีข้อมูลขนาดของชิ้นส่วนโครงกระดูกเชิงกราน มีความกว้างต่างกันโดยโครงกระดูกที่ 1 มีความกว้าง 89 เซนติเมตรและโครงกระดูกที่ 2 มีความกว้าง 77 เซนติเมตร” นักเรียน 22 : “โครงกระดูกที่ 1 มีความกว้าง 89 เซนติเมตรและโครงกระดูกที่ 2 มีความกว้าง 77 เซนติเมตร ซึ่งโครงกระดูกที่ 1 มีความกว้างมากกว่าจึงแสดงให้เห็นว่ามนุษย์ที่เป็นเจ้าของโครงกระดูกที่ 1 มีเพศเป็นเพศหญิง”
แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง หรือมีหลักฐานบางประการไม่เหมาะสม (1 คะแนน)	นักเรียน 08: “เพศหญิงจะมีโครงกระดูกเชิงกรานที่กว้างกว่าเพศชายเพราะใช้สำหรับเอาไว้ตั้งครรภ์และให้กำเนิดเด็กทารก” นักเรียน 43: “เพราะกระดูกชิ้นที่1 มีกระดูกเชิงกรานกว้างกว่าผู้ชาย ต้องทำหน้าที่ตั้งครรภ์และให้กำเนิดลูก”
ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (0 คะแนน)	นักเรียน 39: “การใช้คาร์บอน-14” นักเรียน 39: “หาได้จากร่างกายของเราและสิ่งแวดล้อมตัวเรา”

จากตารางที่ 4.10 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ นักเรียนที่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และข้อมูลจากประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยเขียนแสดงหลักฐาน คือ “ข้อมูลตัวเลขขนาดความกว้างของกระดูกเชิงกรานผู้หญิงและผู้ชาย และข้อมูลที่ระบุว่าโครงกระดูกทั้งสองมีอายุในช่วงเวลาเดียวกัน” ส่วนนักเรียนที่แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอหรือมีหลักฐานที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย คือ นักเรียนที่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และข้อมูลจากประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เพียงบางส่วน โดยเขียนแสดงหลักฐาน คือ “เพศหญิงจะมีโครงกระดูกเชิงกรานที่กว้างกว่าเพศชาย เพราะต้องทำหน้าที่ตั้งครรภ์และให้กำเนิดลูก” และนักเรียนที่ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ “การใช้คาร์บอน-14” และ “หาได้จากร่างกายของเราและสิ่งแวดล้อมตัวเรา”

ตารางที่ 4.11 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผล	**ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียน**
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ (2 คะแนน)	นักเรียน 18: “เวลาตั้งท้องกระดูกเชิงกรานสำคัญเพราะจะช่วยยืดขยายทำให้ช่องคลอดกว้างและคลอดออกมา” นักเรียน 29: “เคยศึกษาตามหนังสือที่เกี่ยวกับร่างกายมนุษย์พบว่า โครงกระดูกเชิงกรานของเพศหญิงใหญ่กว่าเพศชายเพราะใช้สำหรับการคลอดลูก” นักเรียน 33: “เพราะผู้หญิงต้องมีกระดูกเชิงกรานที่กว้างกว่าผู้ชาย โดยธรรมชาติ ที่ต้องทำหน้าที่ตั้งครรภ์และให้กำเนิดลูก”
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ (1 คะแนน)	นักเรียน 04: “กระดูกบางชิ้นของแต่ละเพศจะไม่เหมือนกัน” นักเรียน 30: “เพราะขนาดของกระดูกมนุษย์ในส่วนต่างไปจะแสดงถึงการทำงานในร่างกายมนุษย์ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์จากการทำงานในส่วนกระดูกนั้นๆในการระบุเพศได้”
ไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (0 คะแนน)	นักเรียน 19: “ ศึกษาในอินเตอร์เน็ต และหนังสือ” นักเรียน 32: “เพราะลักษณะส่วนความกว้าง” นักเรียน 38: “ข้อมูลจากการวิจัยโครงการกระดูกของมนุษย์โบราณปลายยุคก่อนประวัติศาสตร์”

จากตารางที่ 4.11 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ คือ นักเรียนที่เขียนแสดงหลักฐานเชื่อมโยงไปสู่ไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมหรือเพียงพอ โดยเขียนให้เหตุผลที่ชัดเจนที่ประกอบด้วย การกล่าวถึง “การอ้างอิงสรีระร่างกายและหน้าที่โดยธรรมชาติของผู้หญิงอย่างชัดเจน” ส่วนนักเรียนที่แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่เพียงพอ กล่าวได้อย่างใดอย่างหนึ่ง รวมทั้งกล่าวได้ถูกต้องหนึ่งหลักการแต่คลาดเคลื่อนหนึ่งหลักการ คือ นักเรียนที่สามารถกล่าวถึง “เพราะขนาดของกระดูกมนุษย์ในส่วนต่างไป จะแสดงถึงการทำงานในร่างกายมนุษย์ซึ่งจะสามารถวิเคราะห์จากการทำงานในส่วนกระดูกนั้น ๆในการระบุเพศได้” และนักเรียนที่ไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างคือ “ศึกษาในอินเตอร์เน็ต และหนังสือ ข้อมูลจากการวิจัยโครงการกระดูกของมนุษย์โบราณปลายยุคก่อนประวัติศาสตร์”

ตารางที่ 4.12 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 1

เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผล	ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียน
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ (2 คะแนน)	นักเรียน 07: “เห็นด้วย เพราะโครงกระดูกเชิงกราน (Bony pelvis) ขนาดของกระดูกเชิงกรานสามารถบอกเพศของเจ้าของได้ กระดูกเชิงกรานของเพศหญิงจะกว้างมากกว่าของเพศชาย เพราะโดยธรรมชาติที่ต้องทำหน้าที่ตั้งครรภ์และให้กำเนิดลูก และนักโบราณคดีมีความรู้ด้านโครงสร้างของกระดูกมนุษย์ทำให้เรารู้ว่าโครงกระดูกชิ้นนี้เป็นส่วนใด” นักเรียน 29: “เห็นด้วยเพราะ ขนาดของกระดูกเชิงกรานมีขนาดที่ต่างกัน ขนาดของกระดูกเชิงกรานสามารถระบุเพศได้และ โดยธรรมชาติแล้วผู้หญิงจะมีกระดูกเชิงกรานที่กว้างกว่าของผู้ชาย เมื่อได้ลองทำการศึกษาพบว่า โครงกระดูกเชิงกรานของเพศหญิงใหญ่กว่าเพศชายเพราะใช้สำหรับการคลอดลูก จึงคิดว่าข้อสรุปของนักโบราณคดีนี้อาจจะถูกต้อง” นักเรียน 45: “เห็นด้วย เพราะผู้หญิงจะต้องมีกระดูกเชิงกรานที่กว้างกว่าผู้ชายเพื่อรองรับการตั้งครรภ์”
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ (1 คะแนน)	นักเรียน 01: “เห็นด้วย เพราะข้อสรุปที่ได้จากการวิจัยของนักโบราณคดีและการทดสอบหาอายุด้วย” นักเรียน 19: “เห็นด้วยเพราะ เป็นข้อเท็จจริงและสามารถพิสูจน์ได้ เพราะมาจากการวิจัย 1.ขนาดของกระดูกเชิงกรานของทั้งสองเพศมีขนาดไม่เท่ากัน 2.การใช้คาร์บอน-14 3.ศึกษาในอินเตอร์เน็ต และ หนังสือ” นักเรียน 41: “เห็นด้วย เพราะ มีหลักฐานที่ชัดเจนแล้วสามารถพิสูจน์”

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผล	ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียน
ไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (0 คะแนน)	-

จากตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ คือ นักเรียนที่เขียนแสดงหลักฐานเชื่อมโยงไปสู่ไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมหรือเพียงพอ โดยเขียนให้เหตุผลที่ชัดเจนที่ประกอบด้วย การกล่าวถึง “เห็นด้วย เพราะโครงกระดูกที่1 มีขนาดกระดูกเชิงกรานกว้างกว่าโครงกระดูกที่ 2 ตามหลักฐานที่ปรากฏ และมีเหตุผลสอดคล้องกับธรรมชาติร่างกายและหน้าที่ของเพศหญิง” ส่วนนักเรียนที่แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ กล่าวได้อย่างใดอย่างหนึ่ง รวมทั้งกล่าวได้ถูกต้องหนึ่งหลักการแต่คลาดเคลื่อนหนึ่งหลักการคือ “เห็นด้วย เพราะข้อสรุปที่ได้จากการวิจัยของนักโบราณคดีและการทดสอบหาอายุด้วย” “เห็นด้วยเพราะ เป็นข้อเท็จจริงและสามารถพิสูจน์ได้ เพราะมาจากการวิจัย

1. ขนาดของกระดูกเชิงกรานของทั้งสองเพศมีขนาดไม่เท่ากัน
2. การใช้คาร์บอน-14
3. ศึกษาในอินเตอร์เน็ต และ หนังสือ”

2. ผลจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียน

คำถามข้อที่ 2 จงใช้ข้อมูล “รายงานการคาดหมายลักษณะอากาศ เดือนเมษายน 2564 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาลพบุรี” กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

“สภาวะอากาศทั่วไป บริเวณจังหวัดลพบุรียังคงมีอากาศร้อนอบอ้าวเกือบทั่วไปกับมีอากาศร้อนจัดในบางช่วง อุณหภูมิสูงที่สุดจะสูงถึง 41-42 องศาเซลเซียส แต่จะมีฝนฟ้าคะนองในบางช่วง ซึ่งช่วยคลายความร้อนลงได้บ้าง ทั้งนี้เนื่องจากหย่อมความกดอากาศต่ำ เนื่องจากความร้อนยังคงปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบนในบางช่วง ประกอบกับลมใต้หรือลมตะวันออกเฉียงใต้ยังคงพัดปกคลุมประเทศไทยตอนบน

อนึ่ง เดือนนี้ มักจะมีพายุฤดูร้อน โดยจะมีลักษณะพายุฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรงและอาจมีลูกเห็บตกในบางแห่ง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนและพื้นที่เกษตรได้ ขอให้ประชาชน จึงควรติดตามข่าวพยากรณ์อากาศประจำวันจากกรมอุตุนิยมวิทยาต่อไปด้วย" แหล่งข้อมูล : https://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG210330155155604 สืบค้นวันที่ 15 เมษายน 2564

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างอากาศร้อนอบอ้าวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองหรือพายุฤดูร้อน

2.2 ระบุหลักฐานของคำตอบข้อ 2.1 จากข้อมูลที่กำหนดให้

2.3 ระบุเหตุผลที่ใช้สนับสนุนคำตอบข้อ 2.1 จากความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

2.4 นักเรียนเห็นด้วยกับการคาดหมายลักษณะอากาศ เดือนเมษายน 2564 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาลพบุรีหรือไม่ เพราะอะไร

จากข้อคำถามที่ 2 สามารถนำเสนอตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ได้ดังตารางที่ 4.13, 4.14, 4.15 และ 4.16 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างการเขียนข้อกล่าวอ้างของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2

เกณฑ์การให้คะแนนข้อกล่าวอ้าง	ตัวอย่างข้อกล่าวอ้างของนักเรียน
ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องและชัดเจน (2 คะแนน)	นักเรียน 04: "อากาศร้อนทำให้เกิดไอน้ำถ้ายิ่งร้อนจัดจะทำให้ไอน้ำจับตัวกันเป็นก้อนเมฆขนาดใหญ่และอาจเกิดพายุฝนฟ้าคะนองได้"

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนนข้อกล่าวอ้าง	ตัวอย่างข้อกล่าวอ้างของนักเรียน
	นักเรียน 11: “อากาศเดือนเมษายน 2564 สถานีอุตุนิยมวิทยาลพบุรีกำหนดให้ สภาวะอากาศทั่วไปจังหวัดลพบุรีมีอากาศร้อนอบอ้าวจัดถึง 41-42 องศาเซลเซียส มีฝนฟ้าคะนองบางส่วนหย่อมอากาศต่ำความร้อนยังคมปกคลุมประเทศไทยตอนบนบางช่วง กับลมตะวันออกเฉียงใต้มักมีพายุฤดูร้อน ลมกระโชกลูกเห็บตกก่อความเสียหายอาคารบ้านเรือนเกษตร ขอให้ประชาชนติดตามข่าวอากาศประจำกรมอุตุนิยมวิทยาต่อไปด้วย” นักเรียน 30: “ที่จังหวัดลพบุรียังคงจะมีอากาศร้อนอบอ้าวและอากาศร้อนจัดแต่ในบางพื้นที่จะมีฝนฟ้าคะนองจะช่วงให้ลดความร้อนได้”
ข้อกล่าวอ้างที่ถูกต้องแต่ไม่ชัดเจน (1 คะแนน)	-
ไม่เขียนข้อกล่าวอ้างหรือข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (0 คะแนน)	-

จากตารางที่ 4.13 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถเขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน คือ เขียนคำตอบของคำถามหรือเขียนข้อกล่าวอ้างจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ที่แสดงให้เห็นว่า “ก่อนจะมีฝนตกมักจะมีอากาศร้อนอบอ้าว ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูร้อนหรือเรียกว่าพายุฤดูร้อนจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนเมษายนหรือในช่วงก่อนเริ่มต้นฤดูฝน”

ตารางที่ 4.14 ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้างของนักเรียน จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2

เกณฑ์การให้คะแนนหลักฐาน	ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานของนักเรียน
แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและเพียงพอต่อการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (2 คะแนน)	นักเรียน 02: “เนื่องจากเดือนนี้มีพายุฤดูร้อนบ่อย มีลักษณะพายุฝนฟ้าคะนองลมกระโชกแรงและลูกเห็บตก เกิดจากอากาศร้อนจัดอุณหภูมิ 41-42 องศาเซลเซียส” นักเรียน 07 : “อากาศร้อนจัดอุณหภูมิ 41-42 องศาเซลเซียส” นักเรียน 40: “อากาศเมษายน 2564 สถานีอุตุนิยมวิทยาลพบุรีกำหนดให้ สภาวะอากาศทั่วไปจังหวัดลพบุรีมีอากาศร้อนอบอ้าวจัดถึง 41-42 องศาเซลเซียส มีฝนฟ้าคะนองบางส่วน หย่อมอากาศต่ำความร้อนยังคงปกคลุมประเทศไทยตอนบนบางช่วง ลมตะวันออกเฉียงใต้ มักมีพายุฤดูร้อน ลมกระโชกลูกเห็บตก ก่อความเสียหาย ขอให้ประชาชนติดตามข่าวอากาศประจำกรมอุตุนิยมวิทยา”
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ (1 คะแนน)	นักเรียน 05: “จากข้อความที่ให้มาพบว่าที่มีฝนฟ้าคะนองเกิดจากตอนนี้อยู่ในช่วงหน้าร้อนซึ่งจะมีพายุฤดูร้อนในรูปแบบฝนฟ้าคะนอง” นักเรียน 14: “เนื่องจากความร้อนยังคงปกคลุมบริเวณประเทศไทย ตอนบนในบางช่วงประกอบกับลมใต้หรือลมตะวันออกเฉียงใต้ยังคงพัดปกคลุมประเทศไทยตอนบน” นักเรียน 36: “เนื่องจากมีอากาศที่ร้อน น้ำในลำคลองหรือทะเลจึงระเหยกลายเป็นเมฆและได้มีฝนตกลงมาในปริมาณมาก”

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนนหลักฐาน	ตัวอย่างการให้ข้อมูลหรือหลักฐานของนักเรียน
ไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (0 คะแนน)	-

จากตารางที่ 4.14 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ นักเรียนที่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และข้อมูลจากประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยเขียนแสดงหลักฐาน คือ “อากาศร้อนจัดอุณหภูมิสูงที่สุดจะสูงถึง 41-42 องศาเซลเซียส” ส่วนนักเรียนที่แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอหรือมีหลักฐานที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย คือ นักเรียนที่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และข้อมูลจากประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้เพียงบางส่วน โดยเขียนแสดงหลักฐาน คือ “จากข้อความที่ให้มาพบว่าที่มีฝนฟ้าคะนองเกิดจากตอนนี้อยู่ในช่วงหน้าร้อนซึ่งจะมีพายุฤดูร้อนในรูปแบบฝนฟ้าคะนอง” หรือ “เนื่องจากความร้อนยังคงปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบนในบางช่วง ประกอบกับลมใต้หรือลมตะวันออกเฉียงใต้ยังคงพัดปกคลุมประเทศไทยตอนบน” และ “เนื่องจากมีอากาศ ที่ร้อน น้ำในลำคลองหรือทะเลจึงระเหยกลายเป็นเมฆและได้มีฝนตกลงมาในปริมาณมาก”

ตารางที่ 4.15 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2

เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผล	ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียน
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ (2 คะแนน)	นักเรียน 01: “จะมีอากาศร้อนอบอ้าว ซึ่งจะมีสาเหตุอยู่ 2 สาเหตุ 1.ความชื้นสูง 2.อากาศร้อน” นักเรียน 28: “ก่อนที่จะฝนตกจะมีอากาศร้อนอบอ้าวมีสาเหตุหลักได้แก่ 1.ความชื้นในอากาศ 2. อากาศร้อนจัด 2 สาเหตุที่ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง” นักเรียน 41: “พายุฤดูร้อนจะเกิดในช่วงที่มีอากาศร้อนอบอ้าวติดต่อกันหลายวัน แล้วมีมวลอากาศเย็น หรือที่เรียกว่าความกดอากาศสูงพัดมาปะทะกับมวลอากาศร้อน หรือความกดอากาศต่ำ การที่อากาศสองกระแสมากระทบกันจะส่งผลให้อากาศในบริเวณนั้นแปรปรวนเกิดความรุนแรงจนกลายเป็นพายุฝนฟ้าคะนองขึ้น”
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ (1 คะแนน)	นักเรียน 11: “ควรติดตามข่าวตลอดและรู้วิธีป้องกันตนเองและผู้อื่น และควรป้องกันไว้ล่วงหน้าเพื่อความปลอดภัยชั่ววูบอย่างรวดเร็ว” นักเรียน 17: “ในบางแห่งซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนและพื้นที่เกษตร” นักเรียน 34: “เดือนนี้ มักจะมีพายุฤดูร้อนโดยจะมีลักษณะพายุฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรงและอาจมีลูกเห็บตก ในบางแห่งซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนและพื้นที่เกษตรได้”
ไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (0 คะแนน)	-

จากตารางที่ 4.15 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ คือ นักเรียนที่เขียนแสดงหลักฐานเชื่อมโยงไปสู่ไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมหรือเพียงพอ โดยเขียนให้เหตุผลที่ชัดเจนที่ประกอบด้วย การกล่าวถึง “จะมีอากาศร้อนอบอ้าว ซึ่งจะมีสาเหตุอยู่ 2 สาเหตุ 1.ความชื้นสูง 2.อากาศร้อน” หรือ “ก่อนที่จะฝนตกจะมีอากาศร้อน อบอ้าวมีสาเหตุหลักได้แก่ 1.ความชื้นในอากาศ 2. อากาศร้อนจัด 2 สาเหตุที่ทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนอง” และ “พายุฤดูร้อนจะเกิดในช่วงที่มีอากาศร้อนอบอ้าวติดต่อกันหลายวัน แล้วมีมวลอากาศเย็น หรือที่เรียกว่าความกดอากาศสูงพัดมาปะทะกับมวลอากาศร้อน หรือความกดอากาศต่ำ การที่อากาศสองกระแสมากระทบกัน จะส่งผลให้อากาศในบริเวณนั้นแปรปรวนเกิดความรุนแรงจนกลายเป็นพายุฝนฟ้าคะนองขึ้น” ส่วนนักเรียนที่แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ คือ นักเรียนที่สามารถกล่าวถึง “ควรติดตามข่าวตลอดและรู้วิธีป้องกันตนเองและผู้อื่น และควรป้องกันไว้ล่วงหน้าเพื่อความปลอดภัยชั่ววูบอย่างรวดเร็ว” หรือ “ในบางแห่งซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนและพื้นที่เกษตร” และ “เดือนนี้ มักจะมีพายุฤดูร้อน โดยจะมีลักษณะพายุฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรงและอาจมีลูกเห็บตก ในบางแห่งซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนและพื้นที่เกษตรได้” กล่าวได้อย่างใดอย่างหนึ่ง รวมทั้งกล่าวได้ถูกต้องหนึ่งหลักการแต่คลาดเคลื่อนหนึ่งหลักการ

ตารางที่ 4.16 ตัวอย่างการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับข้อมูลหรือหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนน จากข้อคำถามที่ 2

เกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผล	**ตัวอย่างการให้เหตุผลของนักเรียน**
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ (2 คะแนน)	นักเรียน 07 : “เห็นด้วยเพราะเกิดพายุฤดูร้อนหรือพายุฝนฟ้าคะนองเกิดในช่วงอุณหภูมิร้อนอบอ้าวและความกดอากาศสูง” นักเรียน 10: “เห็นด้วย เพราะประเทศไทยตั้งอยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตรเลยทำให้อากาศร้อนอบอ้าวและพัดพายุฤดูร้อนเข้ามา” นักเรียน 30: “เห็นด้วย เพราะในบริเวณพื้นที่มีความกดอากาศต่ำ มีความร้อน และลม” นักเรียน 35: “เห็นด้วย เพราะว่าการที่เกิดฝนฟ้าคะนองหรือว่าพายุฤดูร้อนจะเกิดจากอากาศที่ร้อนอบอ้าวก่อนจากอุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำมาเจอกันจะทำให้เกิดพายุฤดูร้อน”
แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ (1 คะแนน)	นักเรียน 06: “เห็นด้วย เพราะพยากรณ์ให้รู้ให้ระวัง”
ไม่แสดงเหตุผลหรือเหตุผลไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง (0 คะแนน)	-

จากตารางที่ 4.16 จะเห็นได้ว่า นักเรียนที่สามารถแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและเพียงพอ คือ นักเรียนที่เขียนแสดงหลักฐานเชื่อมโยงไปสู่ไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักการหรือความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมหรือเพียงพอ โดยเขียนให้เหตุผลที่ชัดเจนที่ประกอบด้วย การกล่าวถึง “เห็นด้วย เพราะ พายุฤดูร้อนจะเกิดในช่วงที่มีอากาศร้อนอบอ้าวติดต่อกันหลายวัน แล้วมีมวลอากาศเย็น หรือที่ เรียกว่าความกดอากาศสูงพัดมาปะทะกับมวลอากาศร้อน หรือความกดอากาศต่ำ การที่อากาศสองกระแสมา กระทบกัน จะส่งผลให้อากาศในบริเวณนั้นแปรปรวนเกิดความรุนแรงจนกลายเป็นพายุฝนฟ้าคะนองขึ้น” ส่วนนักเรียน ที่แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่มีการใช้หลักฐานซ้ำ หรือมีการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์แต่ไม่เพียงพอ คือ นักเรียนที่สามารถกล่าวถึง “เห็นด้วย เพราะพยากรณ์ให้รู้ให้ระวัง” กล่าวได้อย่างใดอย่างหนึ่ง รวมทั้งกล่าวได้ถูกต้องหนึ่งหลักการแต่คลาดเคลื่อนหนึ่งหลักการ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจากข้อมูลข้างต้น มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงปริมาณ เนื่องจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียน นักเรียนสามารถนำเสนอข้อมูลได้ชัดเจนและตรงประเด็นมากขึ้น นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ นักเรียนที่สามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานที่มีอยู่จากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้และข้อมูลจากประสบการณ์หรือองค์ความรู้เดิมที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมในการสนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ โดยเขียนแสดงหลักฐาน คือ “อากาศร้อนจัดอุณหภูมิสูงที่สุดจะสูงถึง 41-42 องศาเซลเซียส” ทำให้เห็นพัฒนาการของนักเรียนอย่างชัดเจน และเมื่อเปรียบเทียบกับแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีนักเรียนที่ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือหลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง คือ “การใช้คาร์บอน-14” และ “หาได้จากร่างกายของเราและสิ่งแวดล้อมตัวเรา” ซึ่งเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

บทที่ 5
สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

1. สรุปการวิจัย

การวิจัยผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค การเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

1.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี จำนวน 345 คน 8 ห้องเรียน และมีการจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ

2) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดา - มาตุวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วจับฉลากให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ จำนวน 45 คน และอีกกลุ่มเป็นกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 42 คน

1.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน และ (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

(1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน

(2) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2) ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับกลุ่มทดลอง และจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติกับกลุ่มควบคุมตามแผนการจัดการเรียนรู้

3) ให้นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน

1.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

(1) หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

(2) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบค่าที (t – test dependent for sample)

2) การวิเคราะห์ข้อมูลการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

(1) หาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยทำการวิเคราะห์ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(2) ทดสอบความแตกต่างของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม และเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุมโดยใช้การทดสอบค่าที (t – test dependent for sample)

1.3 ผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1.3.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีค่าสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ พบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวที่ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีค่าสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.3.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าคะแนนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี จากผลการวิจัย สามารถอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จากผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้กับนักเรียนที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความรู้ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียน เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีค่าสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เนื่องจากในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ของการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ ได้เพิ่มเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Vygotsky & Cole, 1978) โดยเป็นการสนับสนุนในการทำงาน (Task support) (Catherine McLoughlin, 2002, Roni Reingold, Rikki Rimor and Anat Kalay, 2008) โดยครูใช้แบบฝึกหัด ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัดหลังเรียน ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการคิดมากขึ้น นักเรียนได้ทำซ้ำแล้วซ้ำอีก เกิดการเชื่อมโยงหลักฐานมากขึ้น สิ่งนี้จึงทำให้นักเรียนเกิดเป็นทักษะ ซึ่งมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้แบบปกติ ดังกฎแห่งการฝึก (Law of Exercise) ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Thorndike ที่เชื่อว่าการที่นักเรียนได้ฝึกหรือได้กระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร หากต้องการให้นักเรียนมีทักษะหรือความสามารถในด้านใดครูจะต้องช่วยได้มีโอกาสในการฝึกฝนโดยกระทำสิ่งนั้นบ่อยๆ (ทิศนา แขมมณี, 2564) เช่นเดียวกันกับผลการศึกษาของนพมาศ ปลัดกอง ปิยดา สมบัติวัฒนา และนริสรา พึ่งโพธิ์สภ (2562) ที่ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้

ด้วยการนำตนเองของนักเรียนในระบบการศึกษาทางไกล โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้ ซึ่งพบว่าเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้มีผลช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

2.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนดังกล่าวที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

จากผลการวิจัยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ที่จำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนทุกองค์ประกอบ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีค่าสูงกว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ได้รับการฝึกประสบการณ์ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการเรียนรู้ คือ ในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้เพิ่มเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding Technique) ซึ่งเป็นกลยุทธ์การสอนที่มีจุดเริ่มต้นมาจากทฤษฎีสร้างสรรค์นิยมของ Vygotsky เรื่องพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development, ZPD) ที่อธิบายไว้ว่า นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้โดยเกิดจากความช่วยเหลือ แนะนำ จากครูโดยเกิดจากการปรับตัวของนักเรียน เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องพัฒนานักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Vygotsky, 1978) ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเภทของเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ คือ การสนับสนุนในการทำงาน (Task support) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ครูได้ตั้งคำถามย่อย ๆ โดยเริ่มจากให้นักเรียนตอบคำถามโดยใช้ข้อมูลจากตารางบันทึกผลการทดลอง เพื่อนำไปสู่คำตอบที่เป็นสาระสำคัญ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนตอบคำถามที่เป็นสาระสำคัญได้แล้ว ครูจะใช้คำถามเชื่อมโยงกับคำถามหรือประเด็นที่นักเรียนสงสัย และใช้คำถามนำทางให้นักเรียนบอกสาระสำคัญ เพื่อให้นักเรียนฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ Claim (ข้อกล่าวอ้าง) Evidence (หลักฐาน) และ Reasoning (การให้เหตุผล) ที่ผู้วิจัยได้ใส่กระบวนนี้นี้เข้าไปในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

(Explanation) จึงไม่เป็นสิ่งที่แปลกในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เช่นเดียวกันกับผลการศึกษาของภัทรสุดา หาดขุนทด นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา (2561) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จึงทำให้มีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และผลการศึกษาของศศิกานต์ นิ่มดำ, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา (2562) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จึงทำให้มีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ อย่างไรก็ตามงานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีการใส่องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ Claim (ข้อกล่าวอ้าง) Evidence (หลักฐาน) และ Reasoning (การให้เหตุผล) จะทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการเขียน ซึ่งการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก็จะวัดผ่านการเขียนด้วยเช่นกัน และเมื่อนักเรียนสามารถเขียนองค์ประกอบสำคัญนี้ได้ จะทำให้พัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

2.3 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนดังกล่าวที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) เป็นการสร้างข้อความที่แสดงถึงคำตอบของคำถามที่เป็นจุดเริ่มต้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการสร้างคำอธิบาย ข้อกล่าวอ้าง และการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเชื่อมโยงไปกับหลักฐานหรือข้อมูลที่ได้มาจากการทดลองหรือการสืบค้นอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim), หลักฐาน (Evidence) และ การให้เหตุผล (Reasoning) หรือเรียกว่า กรอบแนวคิดซีอีอาร์

(CER Framework) (Mcneill and Krajcik, 2008, สันติชัย อนุวรชัย, 2557, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, 2562) ซึ่งนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบการสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ได้เพิ่มเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding Technique) โดยครูได้ตั้งคำถามย่อย ๆ โดยเริ่มจากให้นักเรียนตอบคำถาม โดยใช้ข้อมูลจากตารางบันทึกผลการทดลอง เพื่อนำไปสู่คำตอบที่เป็นสาระสำคัญ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อนักเรียนตอบคำถามที่เป็นสาระสำคัญได้แล้ว ครูจะใช้คำถามเชื่อมโยงกับคำถามหรือประเด็นที่นักเรียนสงสัย จากนั้น ครูอธิบายความรู้เพิ่มเติม และใช้คำถามนำทางให้นักเรียนบอกสาระสำคัญ เพื่อให้นักเรียนฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ Claim (ข้อกล่าวอ้าง) Evidence (หลักฐาน) และ Reasoning (การให้เหตุผล) (Mcneill and Krajcik, 2008, สันติชัย อนุวรชัย, 2557) เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วน ที่ประกอบไปด้วยข้อกล่าวอ้าง (Claim), หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ดังนั้นนักเรียนจึงเรียนรู้วิธีการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากข้อมูลที่ผู้วิจัยวิเคราะห์ตัวอย่างการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากใบงานและแบบฝึกหัดหลังเรียน ในแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน ซึ่งจำแนกตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง (Claim) หลักฐาน (Evidence) และการให้เหตุผล (Reasoning) ซึ่งผู้วิจัยสังเกตจากการตอบคำถามการแสดงความคิดเห็น และการให้ความร่วมมือระหว่างการจัดการเรียนรู้ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ในแต่ละแผน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แผนที่ 1 นักเรียนไม่สามารถเขียนข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลได้ถูกต้อง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 - 4 นักเรียนสามารถพัฒนาการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้นเรื่อย ๆ ตามลำดับ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 - 6 นี้ นักเรียนสามารถพัฒนาการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้นกว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาอย่างเห็นได้ชัดเจน โดยไม่ต้องได้รับความช่วยเหลือจากครูเลย ซึ่งเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding Technique) เป็นการช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีหน้าที่ออกแบบนั่งร้าน หรือ การเสริมต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการเรียนรู้เป็นโครงสร้างชั่วคราว ลักษณะเหมือนนั่งร้านที่ใช้ในการก่อสร้างตึกและเมื่อสร้างตึกเสร็จสมบูรณ์ก็จะถอดนั่งร้านออก เทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ก็เช่นเดียวกัน เมื่อนักเรียนเริ่มเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ครูจะค่อย ๆ ลดความช่วยเหลือ จนกระทั่งนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากครูอีก

(Vygotsky, 1978) สอดคล้องกับทฤษฎีสร้างสรรค์นิยมของ Vygotsky เรื่องพื้นที่รอยต่อของพัฒนาการ (Zone of Proximal Development, ZPD) ที่อธิบายไว้ว่า นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้โดยเกิดจากความช่วยเหลือ แนะนำ จากครู พ่อแม่ ผู้ปกครอง หรือเพื่อน ๆ โดยเกิดจากการปรับตัวของนักเรียน เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องพัฒนานักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง (กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2561) จะเห็นได้ว่านักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้แบบสะสมจากจุดเริ่มต้นเมื่อพัฒนาได้ดีขึ้น ครูก็ค่อย ๆ ลดความช่วยเหลือทำให้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของเขมรัฐ จุฑานฤปกิจ, เอกภูมิ จันทรขันตี และสุรศักดิ์ เชียงกา (2561) ที่ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้น เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม ซึ่งมีการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จึงทำให้มีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น โดยคะแนนในแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นเช่นกัน และผลการศึกษาของศศิกานต์ นิ่มดำ, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา (2562) ที่ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการศึกษาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จึงทำให้มีการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ไปใช้ ครูจะต้องเตรียมกิจกรรมสำรวจตรวจสอบที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ ตลอดจนสามารถช่วยให้นักเรียนทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและหลักฐานได้อย่างเพียงพอ พร้อมทั้งกำหนดแนวทางการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างชัดเจนและครอบคลุม

3.1.2 ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ครูควรทำความเข้าในใจกับนักเรียนให้ทราบถึงองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล

3.1.3 จากการดำเนินงานวิจัยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้านหลักฐานยังมีคะแนนน้อยกว่าการสร้างข้อกล่าวอ้างและการให้เหตุผล จึงควรออกแบบกิจกรรมที่สามารถช่วยส่งเสริมด้านหลักฐานของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งควรปรับปรุงการเก็บข้อมูลในขั้นสำรวจและค้นหา เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ในการสร้างแบบบันทึกผลการทดลอง ซึ่งอาจจะไม่ละเอียดพอที่จะเก็บหลักฐานที่สำคัญ รวมทั้งการแปลผลจากการบันทึกข้อมูลที่อาจจะยังไม่ชัดเจน

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 ในการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ ครูควรมีคำถามย่อยจากคำถามหลักเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าถึงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

3.2.2 ในการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้ สามารถช่วยพัฒนานักเรียนด้านสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) ตามกรอบ PISA ได้

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). *5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (5 Essential features of inquiry)*. เอกสารประกอบการสอน ศูนย์วิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ PDF). สืบค้นจากhttp://sciedcenter.swu.ac.th/Portals/25/Documents/News/5 Essential features of inquiry_Kamonwan.pdf?timestamp=1434440007462.

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์. (2561). พื้นฐานทางจิตวิทยาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 6-10, น. 6-116). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

เขมรัฐ จุฑานฤปกิจ, เอกภูมิ จันทรขันตี และสุรศักดิ์ เชียงกา. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5 ขั้น เพื่อพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในวิชาฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13 ปีการศึกษา 2561*, 1741-1753.

จงกล บุญรอด และอลิศรา ชูชาติ. (2558). ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบจำลอง MORE ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา,* 10(2), 238-438.

จตุภูมิ เขตจัตุรัส. (2555). การสร้างเครื่องมือวัดด้านพุทธิพิสัย. ใน *เอกสารประกอบการสอนการวัดและประเมินผลการศึกษา*. (น. 108-137). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2561). การรู้วิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะวิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 1 - 5, น.4-10). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ชัยวัฒน์ บวรวัฒนเศรษฐ์. (2559). ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎี การเสริมต่อการเรียนรู้. *วารสารวิชาการแพรวากาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*. 3(2), 154-179.

ณัฐกฤษ ทองน้อย. (2560). *การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องระบบนิเวศ ด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐวดี บุญรัตน์. (2562). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรม* (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ณัฐวรรณ ศิริธร, เอกภูมิ จันทรขันตี และสุรศักดิ์ เชียงกา. (2560). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง. *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55*, 55(3), 9-16.

ทิศนา แขมมณี. (2564). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.* (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพมาศ ปลัดกอง. (2561). เทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้: องค์ความรู้และการประยุกต์ใช้กับบริบทอุดมศึกษาไทย. *สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี*. 24(1), 117-128.

นพมาศ ปลัดกอง, ปิยดา สมบัติวัฒนา และนริสรา พึ่งโพธิ์สภ. (2562). การศึกษาการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคนั่งร้านเสริมเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของผู้เรียนในระบบการศึกษาทางไกล. *วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว,* 14(2), 130-141.

นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์. (2562). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ*., 12(1), 40-54.

_____. (2562). *เพื่อนคู่คิดครูวิทยาศาสตร์มืออาชีพ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และการเรียน แผนการจัดการเรียนรู้.* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประภาพรรณ เอี่ยมสุภาษิต. (2558). การเรียนรู้กับการเรียนการสอน. ใน *ประมวลสาระชุดสัมมนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 1-5, น. 2-28) นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2530). *การสร้างแบบพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พิมชนก เจริญชีพ, วิทัศน์ ฝักเจริญผล และไพรัชน์ จารุจิระวงศ์. (2564). *วารสารศาสตร์การศึกษาและการพัฒนามนุษย์*, 5(1), 26-39.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). *การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีการ เทคนิคการสอน 2*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

_____. (2555). *สอนเขียนแผนบูรณาการบนพื้นฐานเด็กเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2548). *วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.

ภัทรสุดา หาดขุนทด, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 35(1), 113-122.

รัชกร เวชวรนันท์, เอกรัตน์ทานาค, ชาตรี ฝ่ายคำตา และสุรเดช ศรีทา. (2562). การพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 1664-1674.

โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา. (2564). *รายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปีการศึกษา 2564*. ปทุมธานี: โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา.

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). *การวัดด้านจิตพิสัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล. (2561). *ขอบฟ้าใหม่แห่งการเรียนรู้สู่การสร้างสรรค์อนาคต*. กรุงเทพฯ: จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์.

วิทวัฒน์ ขัตติยะมาน และฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์. (2548). การปรับเปลี่ยนจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม. *วารสารปาริชาต*, 18(2), 34-42.

ศศิกานต์ นิ่มดำ, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ และดวงเดือน สุวรรณจินดา. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสหวิทยาเขตชุมพร 2 จังหวัดชุมพร. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 35(2), 96-108.

ศิริชัย กาญจนาวาสี. (2548). *ทฤษฎีการสอนแบบดั้งเดิม*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *คู่มือการใช้หลักสูตรชีวภาพชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น*. กรุงเทพฯ: คุรุสภาลาดพร้าว.

_____. (2562). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018*. สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th/news-12.

_____. (2563). *ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์*. สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy.

สมหวัง พิธิยานุวัฒน์. (2537). *รวมบทความทางการประเมินโครงการ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สริตา บัวเตียว. (2559). Scaffolding ช่วยเสริมสร้างการพัฒนาการเรียนรู้อย่างไร. *วารสารมนุษยสังคมปริทัศน์*, 18(1), 1-15.

สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

_____. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์. *ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช,* 7(2), 1-14.

สุทธิดา จำรัส. (2561). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 1. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะวิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 6-10, น. 8-5). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุวิมล เชี้ยวแก้ว. (2540). มาช่วยกันสร้างรอยยิ้มในห้องเรียนวิทยาศาสตร์. *สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 25(97), 18-19.

อรชุมา หุ้มไหม, จีระวรรณ เกษสิงห์ และบุญธนา วรรณเลิศ. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่องพลังงานความร้อน. *การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54*, 54(3), 58-55.

อรยา แจ่มใจ. (2557). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง* (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Allen J. and Meredith P.K. (2015). *Formulating Scientific Explanations Using the Claim, Evidence, and Reasoning (CER) Framework*. Retrieve https://www.questia.com/library/journal/.

Amanda Rock. (2021). *What Is Scaffolding in Early Childhood Education?*. Retrieve https://www.verywellfamily.com/education-scaffolding-preschoolers-2764951.

Beyer, C. J. and Davis, E.A. (2008). Fostering Second Graders' Scientific Explanation: A Beginning Elementary Teacher's Knowledge, Beliefs, and Practice. *The journal of the Learning Science*. 17, 381-414.

Bybee R. W. (2009). *The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skill*. Retrieved https://sites.nationalacademies.org/.

Catherine McLoughlin. (2002). Learner Support in Distance and Networked Learning Environments: Ten Dimensions for Successful Design. *Distance Education*. 23(2), 149-162.

Eisenkraft, A. (2003). *September. "Expanding the 5E model." The Science Teacher.* 56-59.

Harris et al. (2006). Usable Assessments for Teaching Science Content and Inquiry Standards. *Assessment in Science: Practical Experiences and Education Research*. Virginia: NSTA Press, 67-87.

Mcneill, K. L. and Krajcik J.S. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*. 45(1), 53-78.

Mcneill, K. L. and Krajcik J.S. (2008). *Inquiry and Scientific Explanations: Helping Students Use Evidence and Reasoning*. Retrieve https://www.researchgate.net/publication/.

Micheal Hannafin, Susan Land and Kevin Oliver. (1999). *Open Learning Environments: Foundations, methods, and models. Retrieve* https://www.researchgate.net/publication/237035032_Open_Learning_Environments_Foundations_methods_and_models.

National Research Council. (2000). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

_____. (2003). *High Emotional Arousal Enables Subliminal Detection of Concealed Information* Washington, DC: National Academy Press.

Nitko, A.J. and S.M. Brookhart. (2007). *Educational Assessment of Students*. 5th ed. New Jersey: Pearson Mewill Prentic Hall.

Peker D. and Wallace C.S. (2009). *Characterizing High School Students' written Explanations in Biology Laboratories*. Retrieve https://link.springer.com/article/.

Roni Reingold, Rikki Rimor and Anat Kalay. (2008). Instructor's Scaffolding in Support of Student's Metacognition through a Teacher Education Online Course — A Case Study. *Journal of Interactive Online Learning*. 7(2), 139-151.

Ruiz-Primo, Li, Tsai and Schneider. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching.* 47(5), 583-608.

Sampson V. and Clark D. B. (2009). *The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation*. Retrieve https://www.researchgate.net/publication/.

Sampson V. and Gerbino F. (2010). Two Instructional Models That Teachers Can Use to Promote & Support Scientific Argumentation in the Biology Classroom. *The American Biology Teacher.* 72(7): 427-431.

Sampson V. et al. (2010). *Argument - Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study.* Retrieve https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/.

Trowbridge and Bybee. (1996). *Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy. 6 th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice – Hall, Inc*. A Simon & Schuster.

Vygotsky, L. (1978). Mind in Society: The developmental of Higher Psychological process. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wood, D.; Bruner, J.; & Ross, G. (1976). The Role of Tutoring in Problem Solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89-100.

Woody, A.L. (2015). Re-orienting discussions of scientific explanation: A functional perspective. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 52(1), 79-87.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. นายณัฐชา พัฒนา	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.) วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครูโรงเรียนปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา
2. นางสาวศศิกานต์ นิ่มดำ	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.) วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครูโรงเรียนควนพระสาคริน์ทร์ จังหวัดพัทลุง
3. นางสาวภัทรสุดา หาดขุนทด	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศษ.ม.) วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครูโรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้
เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 รหัสวิชา ว 22102 ชื่อรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่และแรง แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของวัตถุ เวลา 3 ชั่วโมง ครูผู้สอน นายศรารักษ์ เกลือนสิน

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.2/2 เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.) อธิบายความหมายของแรงลัพธ์ได้ (K)

2.) ทดลองเกี่ยวกับการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ได้ (P)

3.) เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ได้ (K)

4.) คำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้ (K)

5.) ยกตัวอย่างประโยชน์ของแรงลัพธ์ได้ (K)

6.) การใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา (A)

3. สาระการเรียนรู้

3.1 สาระการเรียนรู้แกนกลาง

แรงลัพธ์ คือ แรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง โดยผลของแรงลัพธ์ที่เป็นศูนย์จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

การคำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้

- แรงที่อยู่ในทิศทางเดียวกัน ให้นำขนาดของแรงมาบวกกัน และทิศทางเหมือนเดิม

- แรงที่อยู่ในทิศทางตรงกันข้าม ให้นำขนาดของแรงมาลบกัน และทิศทางไปทางแรงที่มีค่ามาก

ถ้าขนาดเท่ากัน แรงลัพธ์เท่ากับ 0 วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

ประโยชน์แรงลัพธ์ เช่น การสร้างสะพานแขวน การปั่นจักรยานพ่วง การใช้สุนัขหลาย ๆ ตัวลากเลื่อน

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แรงลัพธ์ คือ แรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง โดยผลของแรงลัพธ์ที่เป็นศูนย์จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
    1) ทักษะการสังเกต
    2) ทักษะการทดลอง
    3.) ทักษะการวัด
    4.) ทักษะการคำนวณ
    5.) ทักษะการแก้ปัญหาโจทย์
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

5.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

การใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา

6. กิจกรรมการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ : การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคการเสริมต่อการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

1.) ให้ตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าห้อง ทั้งหมด 10 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 ทีม ทีมละ 5 คน แล้วให้แข่งขันชักกะเย่อ

2.) ก่อนจะเริ่มการแข่งขันชักกะเย่อ ครูให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบว่าทีมไหนจะชนะ และให้แสดงเหตุผลประกอบคำตอบ

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)

1.) ครูอธิบาย พร้อมทั้งแนะนำวิธีการใช้เครื่องชั่งสปริง และข้อควรระวังในการใช้ และให้นักเรียนศึกษา วิธีการหาขนาดของแรง และการวัดขนาดของแรงโดยใช้แผ่นวัดขนาดของแรง แล้วร่วมกันสรุปสาระสำคัญ

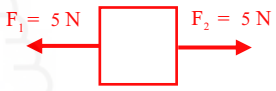
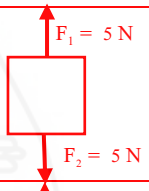
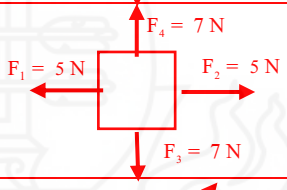
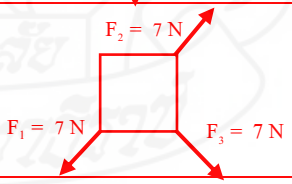
2.) ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน อธิบายรายละเอียดของกิจกรรม โดยครูได้เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ คือ เครื่องชั่งสปริง แผ่นวัดขนาดของแรง เพื่อให้นักเรียน แต่ละกลุ่มได้นำไปใช้ในการทดลอง เรื่องแรงลัพธ์ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1.) ครูตั้งคำถามให้นักเรียนตอบโดยใช้ข้อมูลจากตารางบันทึกผลการทดลอง ดังนี้

1.1) การทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ขนาดของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากันหรือไม่ และมีทิศทางอย่างไร ให้นักเรียนเขียนเส้นแสดงทิศทางการเกิดแรง

(แนวคำตอบ การทดลองที่ 1 และการทดลองที่ 2 ขนาดของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน คือ 5 นิวตัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกัน)

การทดลองที่	แผนภาพแรง
1	
2	
3	
4	

1.2) การทดลองที่ 3 ขนาดของแรง F_1, F_2, F_3 และ F_4 มีค่าเท่ากันหรือไม่

(แนวคำตอบ การทดลองที่ 3 ขนาดของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน คือ 5 นิวตัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกัน ส่วน F_3 และ F_4 มีค่าเท่ากัน คือ 7 นิวตัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกันเช่นกัน)

1.3) การทดลองที่ 4 ขนาดของแรง F_1 , F_2 และ F_3 มีค่าเท่ากันหรือไม่

(แนวคำตอบ การทดลองที่ 4 ขนาดของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน คือ 5 นิวตัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกัน ส่วน F_3 มีขนาดของแรง 7 นิวตัน ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้)

1.4) การทดลองทั้ง 4 การทดลอง ทำให้แผ่นวัดขนาดของแรง (วัตถุ) เคลื่อนที่หรือไม่

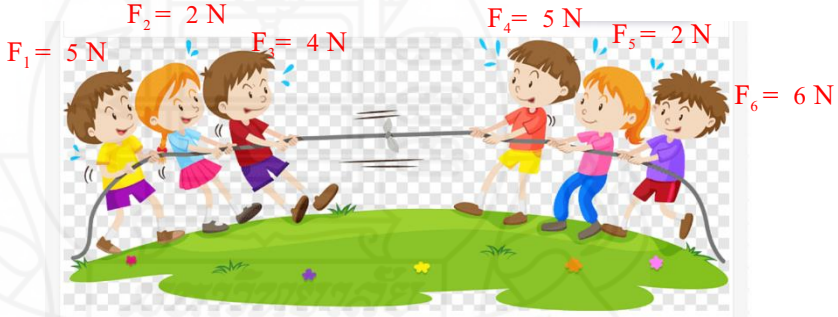
(แนวคำตอบ การทดลองที่ 1, การทดลองที่ 2 และ การทดลองที่ 3 ทำให้แผ่นวัดขนาดของแรง (วัตถุ) อยู่นิ่ง ส่วนการทดลองที่ 4 ทำให้แผ่นวัดขนาดของแรง (วัตถุ) เคลื่อนที่ไปตามแนวแรง F_3 ซึ่งมีขนาดของแรง 7 นิวตัน ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้)

1.5) นักเรียนค้นพบอะไรบ้าง จากการคำนวณหาแรงลัพธ์

(แนวคำตอบ ถ้ามีแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงโดยผลของแรงลัพธ์ที่เป็นศูนย์จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่)

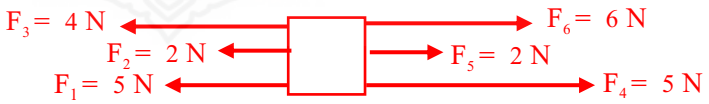
1.6) ครูเชื่อมโยงเรื่องแรงลัพธ์กับกิจกรรมการแข่งขันชักกะเย่อ ซึ่งครูให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบว่าทีมไหนจะชนะ และให้แสดงเหตุผลประกอบคำตอบ

(แนวคำตอบ แรงลัพธ์จากกิจกรรมการแข่งขันชักกะเย่อ คือ ขนาดของแรงลัพธ์จะหาได้จากผลต่างของขนาดของแรงทั้ง 2 ทีม ซึ่งมีทิศทางต่างกัน โดยทีมที่จะชนะการแข่งขันชักกะเย่อ คือทีมที่ออกแรงมากกว่า และมีทิศทางไปหาทีมที่ชนะนั่นเอง ยกตัวอย่างเช่น จากการแข่งขันชักกะเย่อ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 ทีม ทีมละ 3 คน แล้วให้แข่งขันชักกะเย่อ พบว่าแต่ละคนออกแรงดึงเชือก ดังนี้

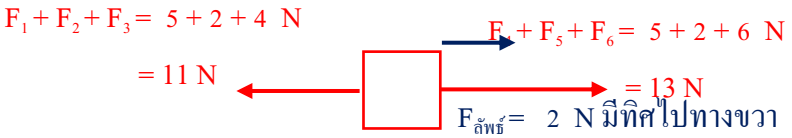


ที่มา https://www.pngegg.com/th/png-bltud

เมื่อนำมาเขียนเส้นแรงจากสถานการณ์ข้างต้น จะได้แผนภาพดังนี้



และเมื่อหาขนาดของแรงลัพธ์จะได้แผนภาพดังนี้



จากภาพการแข่งขันชักกะเย่อ พบว่า มีแรง F_1 มีขนาด 5 นิวตัน, F_2 มีขนาด 2 นิวตัน และ F_3 มีขนาด 4 นิวตัน ซึ่งทั้ง 3 แรงมีผลรวมของแรง เท่ากับ 11 นิวตัน มีทิศไปทางซ้าย ส่วนอีกฝั่งพบว่า มีแรง F_4 มีขนาด 5 นิวตัน, F_5 มีขนาด 2 นิวตัน และ F_5 มีขนาด 6 นิวตัน ซึ่งทั้ง 3 แรงมีผลรวมของแรง เท่ากับ 13 นิวตัน มีทิศไปทางขวา ดังนั้น แรงลัพธ์ของการแข่งขันชักกะเย่อ มีค่าเท่ากับ 2 นิวตัน มีทิศไปทางขวา)

2.) ครูอธิบายวิธีการคำนวณ หาแรงลัพธ์ ดังนี้

การคำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้

- แรงที่อยู่ในทิศทางเดียวกัน ให้นำขนาดของแรงมาบวกกัน และทิศทางเหมือนเดิม

- แรงที่อยู่ในทิศทางตรงกันข้าม ให้นำขนาดของแรงมาลบกัน และทิศทางไปทางแรงที่มีค่ามาก

*** ถ้าขนาดเท่ากัน แรงลัพธ์เท่ากับ 0 วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

3.) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการหาแรงลัพธ์ แล้วครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบ

4.) ครูใช้คำถามนำทางให้นักเรียนบอกความหมายของแรงลัพธ์ และสรุปวิธีการคำนวณหาแรงลัพธ์

5.) นักเรียนเขียนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ลงในแบบฝึกหัดหลังเรียน เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของวัตถุ โดยกำหนดไว้ 3 ส่วนดังนี้

1.) ได้ข้อกล่าวอ้าง (C) - แรงลัพธ์ คือ แรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง โดยผลของแรงลัพธ์ที่เป็นศูนย์จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

2.) พบหลักฐาน (E) - จากตารางบันทึกผลการทดลอง พบว่า ถ้ามีแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน ขนาดของแรงจะมีค่าเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามกัน และจะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

3.) ฝึกการให้เหตุผล (R) - ใช้หลักเหตุผลตามกฎการบวก ลบจำนวนทางพีชคณิต

จากนั้นครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องความหมายของแรงลัพธ์

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

1.) ครูสอนให้นักเรียนคำนวณโดยใช้โจทย์ปัญหา แล้วให้นักเรียนฝึกการเขียนเส้นแรง จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการเขียนเส้นแรง แล้วครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบ

2.) ครูอธิบายเพื่อเชื่อมโยงเพื่อให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างประโยชน์แรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน

(แนวคำตอบ ประโยชน์แรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การสร้างสะพานแขวน การปั่นจักรยานพ่วง การใช้สุนัขหลาย ๆ ตัวลากเลื่อน)

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)

1.) ครูให้นักเรียนบอกเล่าถึงวิธีการที่ทำให้ตนเองเข้าใจความหมายของแรงลัพธ์ การเขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ และวิธีคำนวณหาแรงลัพธ์

2.) นักเรียนทำแบบฝึกหัดแรงลัพธ์ และยกตัวอย่างประโยชน์แรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	สิ่งที่ต้องการวัด
1. <u>ด้านความรู้ (Knowledge)</u>			
1.1) อธิบายความหมายของแรงลัพธ์ได้	- การตอบคำถาม	- คำถาม	- นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
1.2) เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ได้	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
1.3) คำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
1.4) ยกตัวอย่างประโยชน์ของแรงลัพธ์ได้	- การตอบคำถาม	- คำถาม	- นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. <u>ด้านทักษะและกระบวนการ (Skill/Process)</u>			
2.1) ทดลองเกี่ยวกับการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ได้	- การสังเกต	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- นักเรียนมีผลการประเมินการนำเสนอผลงานอยู่ในระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	สิ่งที่ต้องการวัด
3. <u>ด้านเจตคติ (Attitude)</u> 3.1) การใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา	- การสังเกต	- แบบประเมินการใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา	- นักเรียนร้อยละ 80 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

1) หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

2) PowerPoint เรื่อง แรงลัพธ์

3) วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ คือ เครื่องชั่งสปริง และแผ่นวัดขนาดของแรง

4) สมุดประจำตัวนักเรียน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

1) ห้องเรียน

2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้ที่มีต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

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

2. ปัญหา/อุปสรรค

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

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายศรารักษ์ เกลือนสิน)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

รายวิชา ว22102 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 **ภาคเรียนที่ 2/2564**

เรื่อง ..... **วันที่** .....

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนลงในรายการที่นักเรียนปฏิบัติได้

เกณฑ์การให้คะแนน : 3 = ปฏิบัติตลอดเวลาที่ทำกิจกรรม 2 = ปฏิบัติบ้าง 1 = ปฏิบัติน้อยมาก

รายการประเมิน	**คะแนน**	**กลุ่มที่**							
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1. รูปแบบ/เทคนิคการนำเสนอ	3								
2. ความร่วมมือภายในกลุ่ม	3								
3. สื่อ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการรายงาน	3								
4. สาระที่ได้จากการรายงาน	3								
รวม	12								

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นายศรารักษ์ เกลือนสิน)

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

ระดับคุณภาพ

คะแนน 10 – 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 7 – 9 หมายถึง ดี

คะแนน 4 - 6 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 3 หมายถึง ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน

- มีนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีขึ้นไปทั้งหมด.....กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ.....ของจำนวนกลุ่มทั้งหมด
- มีนักเรียนอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ดีทั้งหมด.....กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ.....ของจำนวนกลุ่มทั้งหมด

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

แบบประเมิน การใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา

รายวิชา ว22102 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 **ภาคเรียนที่ 2/2564**

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนสังเกตการทำงานรายกลุ่มของนักเรียนแล้วบันทึกระดับของพฤติกรรมให้ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	กลุ่ม							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ								
2. มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน								
3. การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น								
4. การแบ่งงานกันทำ								
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม								
รวม								

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
8-12	ดี
5-7	พอใช้

*หมายเหตุ : นักเรียนมีพฤติกรรมในระดับ ดีขึ้นไป คือ ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ใบกิจกรรม
เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของวัตถุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลลงในช่องว่างที่กำหนดให้

คำถาม : ถ้าให้นักเรียนออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวเดียวกันขนาดของแรงเท่ากันหรือไม่อย่างไร

ข้อกล่าวอ้าง (C) :

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

หลักฐาน (E) :

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

การให้เหตุผล (R) :

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

คำอธิบายตอบคำถามจากการทดลอง

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

แบบฝึกหัดหลังเรียน
เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของวัตถุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเรื่อง แรงลัพธ์ โดยกำหนดให้โครงสร้างของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (C) : ให้นักเรียนเขียนข้อความสรุปคำตอบของคำถาม

2) หลักฐาน (E) : ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและทดลองมาใช้เพื่ออธิบายคำตอบ

3) การให้เหตุผล (R) : ให้นักเรียนนำความรู้ ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของคำถาม (ข้อกล่าวอ้าง) กับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและทดลอง (หลักฐาน)

คำถาม : “แรงลัพธ์คืออะไร และมีวิธีหาแรงลัพธ์ได้อย่างไร”

ข้อกล่าวอ้าง (C) :

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

หลักฐาน (E) :

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

การให้เหตุผล (R) :

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

แบบฝึกหัด
เรื่อง การเขียนเส้นแรง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนเส้นแรงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และหาขนาดของแรงลัพธ์

1. มีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุชิ้นเดียวกัน โดยแรงที่ 1 มีขนาดของแรง 25 นิวตัน ไปทางทิศตะวันออก และแรงที่ 2 มีขนาดของแรง 20 นิวตัน ไปทางทิศตะวันตก

2. ครูขอช่วยให้นักเรียน ม.2 ช่วยเลื่อนตู้หนังสือ โดยให้นักเรียน 3 คน ผลักตู้ไปข้างหน้า ขนาดของแรงที่ออก คนละ 100 นิวตัน และนักเรียนอีก 2 คน ใช้เชือกผูกกับตู้หนังสือและดึงตู้ไปข้างหน้า ขนาดของแรงที่ออก คนละ 70 นิวตัน

เฉลย ใบกิจกรรม

เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของวัตถุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนบันทึกข้อมูลลงในช่องว่างที่กำหนดให้

คำถาม : ถ้าให้นักเรียนออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวเดียวกันขนาดของแรงเท่ากันหรือไม่อย่างไร

ข้อกล่าวอ้าง (C) :

ระบุว่า หากนักเรียนออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวเดียวกันขนาดของแรงจะเท่ากัน

หลักฐาน (E) :

จากตารางบันทึกผลการทดลอง พบว่า การทดลองที่ 1, 2 และ3 หากนักเรียนออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวเดียวกันขนาดของแรงจะเท่ากัน

การให้เหตุผล (R) :

ถ้ามีแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง โดยผลของแรงลัพธ์ที่เป็นศูนย์จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

คำอธิบายตอบคำถามจากการทดลอง

การทดลองที่ 3 ขนาดของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน คือ 5 นิวตัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกัน ส่วน F_3 และ F_4 มีค่าเท่ากัน คือ 7 นิวตัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกันเช่นกัน) ส่วนการทดลองที่ 4 ขนาดของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน คือ 5 นิวตัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกัน ส่วน F_3 มีขนาดของแรง 7 นิวตัน ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

เฉลย แบบฝึกหัดหลังเรียน
เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของวัตถุ

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเรื่อง แรงลัพธ์ โดยกำหนดให้โครงสร้างของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง (C) : ให้นักเรียนเขียนข้อความสรุปคำตอบของคำถาม

2) หลักฐาน (E) : ให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและทดลองมาใช้เพื่ออธิบายคำตอบ

3) การให้เหตุผล (R) : ให้นักเรียนนำความรู้ ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของคำถาม (ข้อกล่าวอ้าง) กับข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าและทดลอง (หลักฐาน)

คำถาม : “แรงลัพธ์คืออะไร และมีวิธีหาแรงลัพธ์ได้อย่างไร”

ข้อกล่าวอ้าง (C) :

แรงลัพธ์ คือ แรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง โดยผลของแรงลัพธ์ที่เป็นศูนย์จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

หลักฐาน (E) :

จากตารางบันทึกผลการทดลอง พบว่า ถ้ามีแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน ขนาดของแรงจะมีค่าเท่ากัน แต่ทิศทางตรงกันข้ามกัน และจะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

การให้เหตุผล (R) :

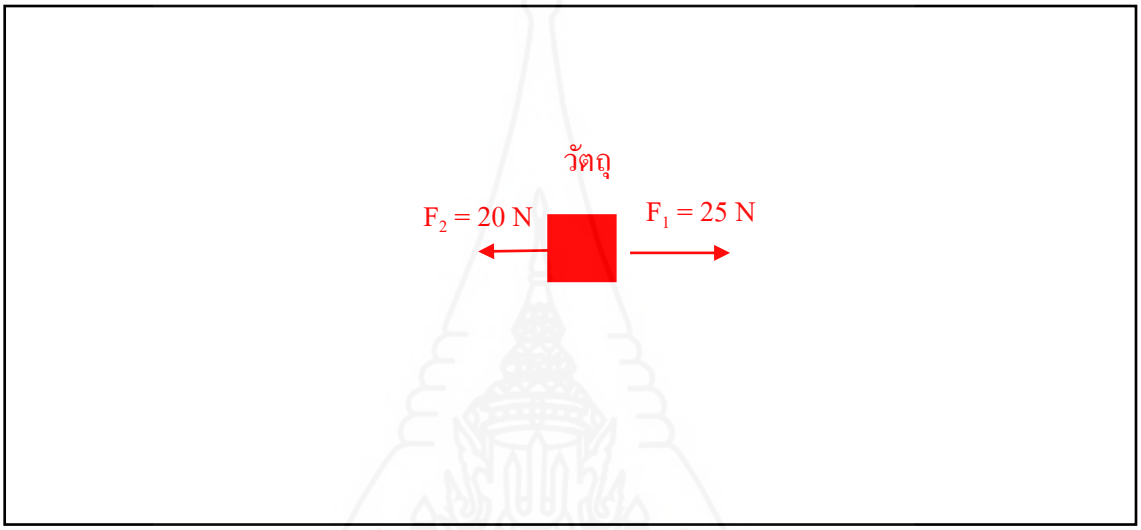
ใช้หลักเหตุผลตามกฎการบวก ลบจำนวนทางพีชคณิต

เฉลย แบบฝึกหัด

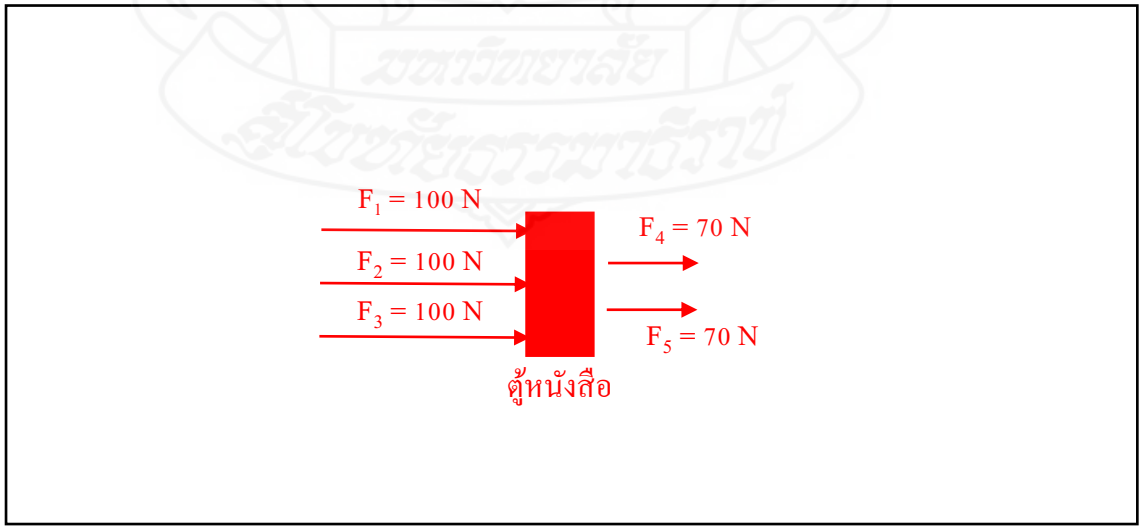
เรื่อง การเขียนเส้นแรง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนเส้นแรงจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และหาขนาดของแรงลัพธ์

1. มีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุชิ้นเดียวกัน โดยแรงที่ 1 มีขนาดของแรง 25 นิวตัน ไปทางทิศตะวันออก และแรงที่ 2 มีขนาดของแรง 20 นิวตัน ไปทางทิศตะวันตก



2. ครูขอช่วยให้นักเรียน ม.2 ช่วยเลื่อนตู้หนังสือ โดยให้นักเรียน 3 คน ผลักตู้ไปข้างหน้า ขนาดของแรงที่ออก คนละ 100 นิวตัน และนักเรียนอีก 2 คน ใช้เชือกผูกกับตู้หนังสือและดึงตู้ไปข้างหน้า ขนาดของแรงที่ออก คนละ 70 นิวตัน



ภาคผนวก ค

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 รหัสวิชา ว 22102 ชื่อรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเคลื่อนที่และแรง แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของวัตถุ เวลา 3 ชั่วโมง ครูผู้สอน นายศรารักษ์ เกลือนสิน

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตัวชี้วัด

ว 2.2 ม.2/2 เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1.) อธิบายความหมายของแรงลัพธ์ได้ (K)

2.) ทดลองเกี่ยวกับการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ได้ (P)

3.) เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ได้ (K)

4.) คำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้ (K)

5.) ยกตัวอย่างประโยชน์ของแรงลัพธ์ได้ (K)

6.) การใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา (A)

3. สาระการเรียนรู้

3.1 สาระการเรียนรู้แกนกลาง

แรงลัพธ์ คือ แรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง โดยผลของแรงลัพธ์ที่เป็นศูนย์จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

การคำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้

- แรงที่อยู่ในทิศทางเดียวกัน ให้นำขนาดของแรงมาบวกกัน และทิศทางเหมือนเดิม
- แรงที่อยู่ในทิศทางตรงกันข้าม ให้นำขนาดของแรงมาลบกัน และทิศทางไปทางแรงที่มีค่ามาก

ถ้าขนาดเท่ากัน แรงลัพธ์เท่ากับ 0 วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

ประโยชน์แรงลัพธ์ เช่น การสร้างสะพานแขวน การปั่นจักรยานพ่วง การใช้สุนัขหลาย ๆ ตัวลากเลื่อน

4. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

แรงลัพธ์ คือ แรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรง โดยผลของแรงลัพธ์ที่เป็นศูนย์จะทำให้วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์

5.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
    1) ทักษะการสังเกต
    2) ทักษะการทดลอง
    3.) ทักษะการวัด
    4.) ทักษะการคำนวณ
    5.) ทักษะการแก้ปัญหาโจทย์
3. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

5.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

การใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา

6. กิจกรรมการเรียนรู้

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ : การสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

1.) ตัวแทนนักเรียนออกมาหน้าห้อง ทั้งหมด 10 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 ทีม ทีมละ 5 คน แล้วให้แข่งขันชักกะเย่อ

2.) ก่อนจะเริ่มการแข่งขันชักกะเย่อ ครูให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบว่าทีมไหนจะชนะ และให้แสดงเหตุผลประกอบคำตอบ

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)

1.) ครูอธิบาย พร้อมทั้งแนะนำวิธีการใช้เครื่องชั่งสปริง และข้อควรระวังในการใช้ และให้นักเรียนศึกษา วิธีการหาขนาดของแรง และการวัดขนาดของแรงโดยใช้แผ่นวัดขนาดของแรง แล้วร่วมกันสรุปสาระสำคัญ

2.) ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน อธิบายรายละเอียดของกิจกรรม โดยครูได้เตรียมวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ คือ เครื่องชั่งสปริง แผ่นวัดขนาดของแรง เพื่อให้นักเรียน แต่ละกลุ่มได้นำไปใช้ในการทดลอง เรื่องแรงลัพธ์ พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในตารางบันทึกผลการทดลอง

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1.) นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการศึกษาหน้าชั้นเรียน ในระหว่างที่นักเรียนนำเสนอครูคอยให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง

2.) ครูอธิบายวิธีการคำนวณ หาแรงลัพธ์ ดังนี้

การคำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้

- แรงที่อยู่ในทิศทางเดียวกัน ให้นำขนาดของแรงมาบวกกัน และทิศทางเหมือนเดิม

- แรงที่อยู่ในทิศทางตรงกันข้าม ให้นำขนาดของแรงมาลบกัน และทิศทางไปทางแรงที่มีค่ามาก

*** ถ้าขนาดเท่ากัน แรงลัพธ์เท่ากับ 0 วัตถุหยุดนิ่งอยู่กับที่

3.) ครูกำหนดโจทย์ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการหาแรงลัพธ์ แล้วครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบ

4.) ครูใช้คำถามนำทางให้นักเรียนบอกความหมายของแรงลัพธ์ และสรุปวิธีการคำนวณหาแรงลัพธ์

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

1.) ครูสอนให้นักเรียนคำนวณโดยใช้โจทย์ปัญหา แล้วให้นักเรียนฝึกการเขียนเส้นแรง จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการเขียนเส้นแรง แล้วครูและนักเรียนช่วยกันเฉลยคำตอบ

2.) ครูอธิบายเพื่อเชื่อมโยงเพื่อให้นักเรียนช่วยกันยกตัวอย่างประโยชน์แรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน

(แนวคำตอบ ประโยชน์แรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การสร้างสะพานแขวน การปั่นจักรยานพ่วง การใช้สุนัขหลาย ๆ ตัวลากเลื่อน)

ขั้นที่ 5 ประเมินผล (Evaluation)

1.) ครูให้นักเรียนบอกเล่าถึงวิธีการที่ทำให้ตนเองเข้าใจความหมายของแรงลัพธ์ การเขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ และวิธีคำนวณหาแรงลัพธ์

2.) นักเรียนทำแบบฝึกหัดแรงลัพธ์ และยกตัวอย่างประโยชน์แรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือที่ใช้	สิ่งที่ต้องการวัด
1. <u>ด้านความรู้ (Knowledge)</u>			
1.1) อธิบายความหมายของแรงลัพธ์ได้	- การตอบคำถาม	- คำถาม	- นักเรียนสามารถเขียนคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้
1.2) เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ได้	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
1.3) คำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้	- ตรวจแบบฝึกหัด	- แบบฝึกหัด	- นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
1.4) ยกตัวอย่างประโยชน์ของแรงลัพธ์ได้	- การตอบคำถาม	- คำถาม	- นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้องร้อยละ 80 ขึ้นไป
2. <u>ด้านทักษะและกระบวนการ (Skill/Process)</u>			
2.1) ทดลองเกี่ยวกับการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ได้	- การสังเกต	- แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	- นักเรียนมีผลการประเมินการนำเสนอผลงานอยู่ในระดับดีขึ้นไป
3. <u>ด้านเจตคติ (Attitude)</u>			
3.1) การใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา	- การสังเกต	- แบบประเมินการใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา	- นักเรียนร้อยละ 80 มีผลการประเมินอยู่ในระดับดีขึ้นไปถือว่าผ่านเกณฑ์

8. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

1) หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ม.2 เล่ม 1 หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

2) PowerPoint เรื่อง แรงลัพธ์

3) วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ คือ เครื่องชั่งสปริง และแผ่นวัดขนาดของแรง

4) สมุดประจำตัวนักเรียน

8.2 แหล่งการเรียนรู้

1) ห้องเรียน

2) แหล่งข้อมูลสารสนเทศ

บันทึกผลหลังการสอน

1. ผลการจัดการเรียนรู้

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

2. ปัญหา/อุปสรรค

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

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นายศรารักษ์ เกลือนสิน)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

รายวิชา ว22102 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 **ภาคเรียนที่ 2/2564**

เรื่อง ..... **วันที่** .....

คำชี้แจง: ให้ครูผู้สอนบันทึกคะแนนลงในรายการที่นักเรียนปฏิบัติได้

เกณฑ์การให้คะแนน : 3 = ปฏิบัติตลอดเวลาที่ทำกิจกรรม 2 = ปฏิบัติบ้าง 1 = ปฏิบัติน้อยมาก

รายการประเมิน	**คะแนน**	**กลุ่มที่**							
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1. รูปแบบ/เทคนิคการนำเสนอ	3								
2. ความร่วมมือภายในกลุ่ม	3								
3. สื่อ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการรายงาน	3								
4. สาระที่ได้จากการรายงาน	3								
รวม	12								

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก

(นายศรารักษ์ เกลือนสิน)

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

ระดับคุณภาพ

คะแนน 10 – 12 หมายถึง ดีมาก

คะแนน 7 – 9 หมายถึง ดี

คะแนน 4 - 6 หมายถึง พอใช้

คะแนน 1 - 3 หมายถึง ปรับปรุง

สรุปผลการประเมิน

- มีนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ดีขึ้นไปทั้งหมด.....กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ.....ของจำนวนกลุ่มทั้งหมด
- มีนักเรียนอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ดีทั้งหมด.....กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ.....ของจำนวนกลุ่มทั้งหมด

☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

แบบประเมิน การใช้หลักเหตุผลในการแก้ปัญหา

รายวิชา ว22102 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 4 **ภาคเรียนที่ 2/2564**

คำชี้แจง : ให้ครูผู้สอนสังเกตการทำงานรายกลุ่มของนักเรียนแล้วบันทึกระดับของพฤติกรรมให้ตรงกับความเป็นจริง

พฤติกรรมที่สังเกต	กลุ่ม							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. มีขั้นตอนในการทำงานอย่างเป็นระบบ								
2. มีการวางแผนการทำงานร่วมกัน								
3. การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น								
4. การแบ่งงานกันทำ								
5. ใช้เวลาในการทำงานอย่างเหมาะสม								
รวม								

เกณฑ์การให้คะแนน

พฤติกรรมที่ทำเป็นประจำ ให้ 3 คะแนน
พฤติกรรมที่ทำเป็นบางครั้ง ให้ 2 คะแนน
พฤติกรรมที่ทำน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก
8-12	ดี
5-7	พอใช้

*หมายเหตุ : นักเรียนมีพฤติกรรมในระดับ ดีขึ้นไป คือ ผ่านเกณฑ์การประเมิน

ภาคผนวก ง

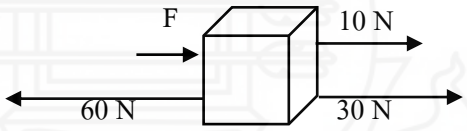
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

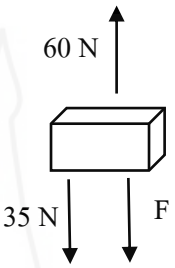
แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายความหมายของแรงลัพธ์ได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	1. ชายสองคนออกแรงผลักตู้ไม้ที่หยุดนิ่งบนพื้นเรียบลื่น โดยชายคนที่ 1 ออกแรง F_1 ผลักตู้ไม้ด้วยแรงขนาด 50 นิวตัน ชายคนที่สองออกแรง F_2 ผลักตู้ไม้ด้วยแรงจำนวนหนึ่งทำให้ตู้หยุดนิ่งอยู่กับที่ ดังภาพ จากเหตุการณ์ข้างต้น ข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ตามความหมายของแรง ก. ชายคนที่สองออกแรงมากกว่า 50 นิวตัน ตู้จะเคลื่อนที่ไปทางคนที่สอง ข. ชายคนที่หนึ่งออกแรงมากกว่า 50 นิวตัน ตู้จะเคลื่อนที่ไปทางคนที่หนึ่ง ค. ชายคนที่สอง ต้องออกแรงมากกว่า 50 นิวตัน ง. *<u>ชายคนที่สอง ออกแรง 50 นิวตัน พอดี</u>*

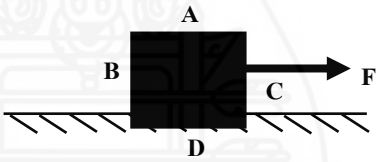
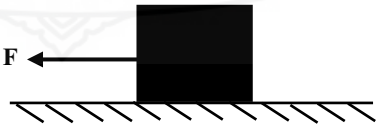
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายความหมายของแรงลัพธ์ได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	2. ชายสองคนออกแรงผลักตู้ไม้ที่หยุดนิ่งบนพื้นเรียบลื่น โดยชายคนที่ 1 ออกแรง F_1 ผลักตู้ไม้ด้วยแรงขนาด 80 นิวตัน ชายคนที่สองออกแรง F ผลักตู้ไม้ด้วยแรงจำนวนหนึ่งทำให้ตู้เคลื่อนที่ไปทางขวา ดังภาพ จากเหตุการณ์ข้างต้น ข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ตามความหมายของแรง ก. ชายคนที่สองออกแรงมากกว่า 80 นิวตัน ตู้จะเคลื่อนที่ไปทางคนที่สอง ข. ชายคนที่หนึ่งออกแรงมากกว่า 80 นิวตัน ตู้จะเคลื่อนที่ไปทางคนที่หนึ่ง *ค. <u>ชายคนที่สอง ต้องออกแรงมากกว่า 80 นิวตัน</u>* ง. ชายคนที่สอง ออกแรง 80 นิวตัน พอดี

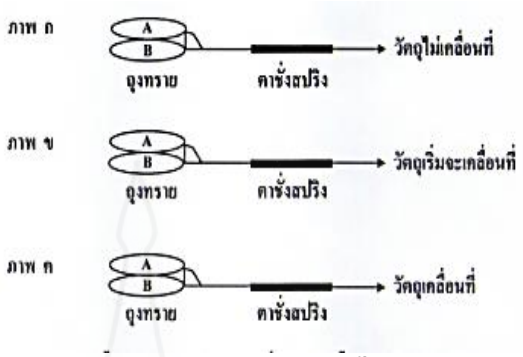
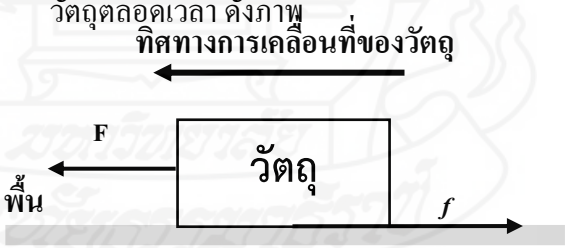
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	3. ถ้าแรง F_1 มีขนาด 6 นิวตัน มีทิศทางไปทางขวา แรง F_2 มีขนาด 3 นิวตัน มีทิศทางไปทางซ้าย กระทำต่อกล่องใบเดียวกัน ข้อใดเขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ได้ถูกต้อง ก. $F_1 = 6$ N $F_2 = 3$ N *<u>แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 3 นิวตัน กล่องเคลื่อนที่ไปทางขวา</u>* ข. $F_1 = 3$ N $F_2 = 6$ N แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 3 นิวตัน กล่องเคลื่อนที่ไปทางซ้าย ค. $F_1 = 6$ N $F_2 = 3$ N แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 9 นิวตัน กล่องเคลื่อนที่ไปทางขวา ง. $F_1 = 3$ N $F_2 = 6$ N แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 9 นิวตัน กล่องเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
เขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงลัพธ์ได้ **ระดับพฤติกรรม :** ความเข้าใจ	4. พิจารณาภาพด้านล่างแล้วตอบคำถาม จากภาพ แรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับกล่องมีขนาดเท่าใด และกล่องจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางใด ก. แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 13 นิวตัน กล่องเคลื่อนที่ไปทางขวา ข. แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 13 นิวตัน กล่องเคลื่อนที่ไปทางซ้าย *ค. <u>แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 7 นิวตัน กล่องเคลื่อนที่ไปทางขวา</u>* ง. แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับ 7 นิวตัน กล่องเคลื่อนที่ไปทางซ้าย
คำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** การประยุกต์	5. เมื่อออกแรง 4 แรงกระทำต่อวัตถุดังภาพ ขนาดของแรงลัพธ์เท่ากับ 120 N จงหาขนาดของแรง F มีค่าเท่าใด  ก. 120 N *ข. <u>140 N</u>* ค. 160 N ง. 180 N

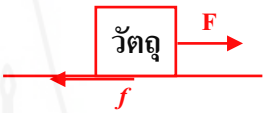
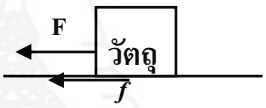
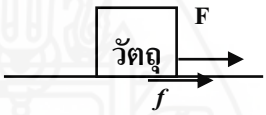
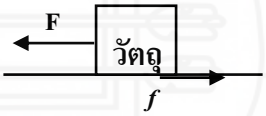
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
คำนวณหาแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** การประยุกต์	6. เมื่อออกแรง 3 แรงกระทำต่อวัตถุดังภาพ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ลงและมีขนาดแรงลัพธ์เท่ากับ 10 N จงหาขนาดของแรง F มีค่าเท่าใด  ก. 30 N *ข. <u>35 N</u>* ค. 40 N ง. 45 N
ยกตัวอย่างประโยชน์ของแรงลัพธ์ได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	7. ข้อใดต่อไปนี้ <u>ไม่ใช่</u> ประโยชน์ของแรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน ก. การใช้สุนัขหลาย ๆ ตัวหลากเลื่อน ข. การสร้างสะพานแขวน ค. การปั่นจักรยานพ่วง *ง. <u>การหมุนของลูกข่าง</u>*
ยกตัวอย่างประโยชน์ของแรงลัพธ์ได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	8. ข้อใดต่อไปนี้ <u>ไม่ใช่</u> ประโยชน์ของแรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน ก. สะพานแขวน ข. การเล่นชักเย่อ *ค. <u>การเดินขึ้นบันได</u>* ง. การใช้ควายลากเกวียน

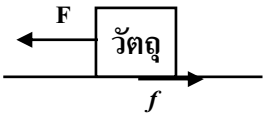
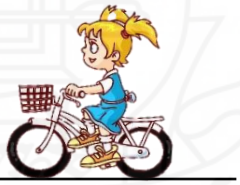
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายความหมายของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	9. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาเมื่อนักเรียนปั่นจักรยาน ก. แรงกิริยาคือแรงที่ออกแรงปั่นและแรงปฏิกิริยาคือรถจักรยานเคลื่อนที่ไปข้างหน้า *ข. <u>แรงกิริยาคือแรงที่ออกแรงปั่นและแรงปฏิกิริยาคือรถจักรยานเคลื่อนที่ไปข้างหลัง</u>* ค. แรงกิริยาคือแรงที่กดลงพื้นและแรงปฏิกิริยาคือรถจักรยานเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ง. แรงกิริยาคือแรงที่กดลงพื้นและแรงปฏิกิริยาคือรถจักรยานเคลื่อนที่ไปข้างหน้า
อธิบายความหมายของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	10. สาเหตุใดเมื่อพายเรือไปข้างหลังเรือจึงเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ก. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีทิศทางตั้งฉากกัน ข. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีทิศทางเดียวกัน *ค. <u>แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีทิศทางตรงกันข้ามกัน</u>* ง. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยามีทิศทางไม่แน่นอน
บอกลักษณะสำคัญของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความจำ	11. ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ใช่</u>ลักษณะสำคัญของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา *ก. <u>มีขนาดไม่เท่ากัน</u>* ข. มีทิศทางตรงข้ามกัน ค. เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันเสมอ กระทำต่อวัตถุคนละก้อน
บอกลักษณะสำคัญของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความจำ	12. ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ใช่</u>ลักษณะสำคัญของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา ก. มีขนาดเท่ากัน *ข. <u>มีทิศทางตรงเดียวกัน</u>* ค. เกิดขึ้นพร้อมๆ กันเสมอ ง. กระทำต่อวัตถุคนละก้อน

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
ยกตัวอย่างแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	13. ข้อใดที่มีทิศทางของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาเหมือนกับบั้งไฟ ก. การเคลื่อนที่ของรถไฟ ข. การผลักตู้ไปข้างหน้า *ค. <u>การส่งจรวด</u>* ง. คนพายเรือ
ยกตัวอย่างแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	14. ถ้าปล่อยลูกปิงปองให้กระเด้งลงสู่พื้น ข้อใดต่อไปนี้คือแรงกิริยา ก. แรงเสียดทานระหว่างอากาศกับผิวของลูกปิงปอง *ข. <u>แรงโน้มถ่วงที่ทำให้ลูกปิงปองตก</u>* ค. แรงที่พื้นกระทำต่อลูกปิงปอง ง. แรงต้านอากาศ
อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	15. จากภาพ แรงเสียดทานเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด  ก. ตำแหน่ง A ข. ตำแหน่ง B ค. ตำแหน่ง C *ง. <u>ตำแหน่ง D</u>*
อธิบายความหมายของแรงเสียดทานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	16. จากภาพ แรงเสียดทานเกิดขึ้นมีทิศทางอย่างไร  *ก. <u>ไปทางขวา</u>* ข. ไปทางซ้าย ค. มีทิศขึ้น ง. มีทิศลง

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายความแตกต่างของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	17. พิจารณาภาพต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม  **ถุงทรายทั้ง 3 ภาพ** **วางอยู่บนโต๊ะที่มีลักษณะพื้นผิวเหมือนกัน** ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง ก. ภาพ ก มีแรงเสียดทานสถิตสูงที่สุด ข. *<u>ภาพ ข มีแรงเสียดทานสถิตสูงที่สุด</u>* ค. ภาพ ค มีแรงเสียดทานสถิตสูงที่สุด ง. ภาพ ก และ ข มีแรงเสียดทานสถิตสูงที่สุด
อธิบายความแตกต่างของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	18. วัตถุกำลังเคลื่อนที่บนพื้นโดยการลากด้วยแรง F ขณะวัตถุเคลื่อนที่ เกิดแรงเสียดทาน *f* กระทำต่อวัตถุตลอดเวลา ดังภาพ  แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเป็นแรงเสียดทานประเภทใด และการกระทำใดที่ทำให้แรงเสียดทานมีค่าเพิ่มขึ้น ตามลำดับ ก. แรงเสียดทานสถิต เพิ่มมวลของวัตถุ ข. *<u>แรงเสียดทานจลน์ เพิ่มมวลของวัตถุ</u>* ค. แรงเสียดทานจลน์ เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุ ง. แรงเสียดทานสถิต เพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของวัตถุ

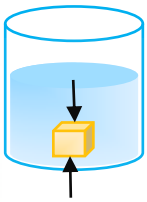
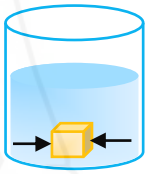
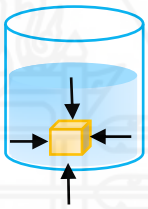
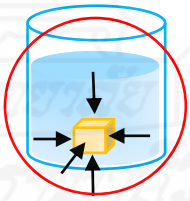
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
คำนวณหาแรงเสียดทานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : การประยุกต์	19. ชายคนหนึ่งออกแรงลากกล่องไม้หนัก 550 นิวตัน ไปบนพื้นในแนวระดับ โดยสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างกล่องไม้กับพื้นมีค่าเป็น 0.5 จงคำนวณหาขนาดของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น ก. 2,750 นิวตัน ข. 1,100 นิวตัน ค. 550 นิวตัน *ง. 275 นิวตัน*
คำนวณหาแรงเสียดทานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : การประยุกต์	20. รถบรรทุกหนัก 7,500 นิวตัน จอดติดไฟแดงสี่แยกปทุมวิไล โดยมีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตระหว่างล้อกับถนนเท่ากับ 0.4 อยากทราบว่า แรงเสียดทานสถิตสูงสุดที่เกิดขึ้นเมื่อรถบรรทุกจะเริ่มเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด ก. 30,000 นิวตัน ข. 18,750 นิวตัน *ค. 3,000 นิวตัน* ง. 1,875 นิวตัน

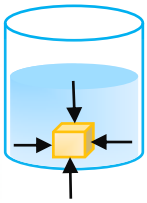
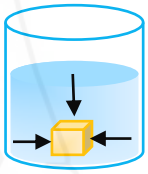
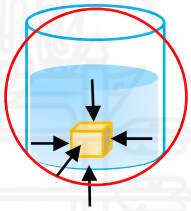
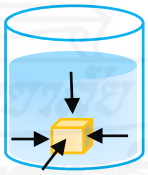
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	21. จากภาพข้างต้น ข้อใดเขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุได้ถูกต้อง ก.  ข.  ค.  ง. 

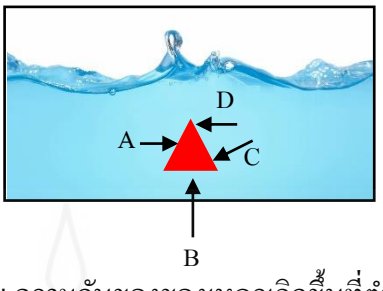
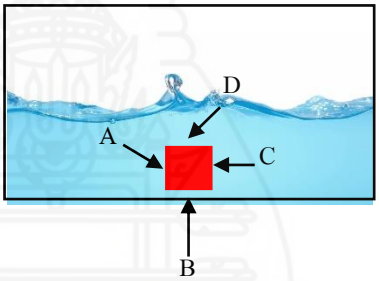
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	22.  จากภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงอื่น ๆ ที่กระทำต่อวัตถุข้างต้น ข้อใดต่อไปนี้แทนเหตุการณ์ได้ถูกต้อง ก. ข. ค. ง. 
อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	23. วัตถุชนิดใดที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานกับพื้นน้อยที่สุด ก. ลังกระดาษ ข. *<u>ลูกแก้ว</u>* ค. แก้วน้ำ ง. เหรียญบาท

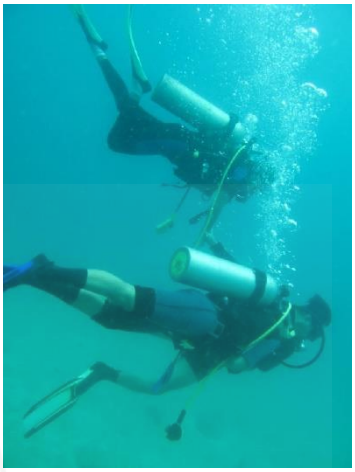
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	24. พื้นผิวประเภทใดที่ทำให้เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด ก. *<u>พื้นหญ้า</u>* ข. พื้นคอนกรีต ค. พื้นยางกันลื่น ง. พื้นถนนลาดยาง
อธิบายการนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	25. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับประโยชน์ของแรงเสียดทาน ก. การสวมรองเท้าที่มีพื้นรองเท้าเรียบจะเกิดปลอดภัยมากที่สุด ข. *<u>การผลิตล้อรถยนต์ควรมีดอกยางเพื่อให้ล้อยึดเกาะถนนได้ดี</u>* ค. พื้นห้องน้ำที่ดีควรมีพื้นผิวที่เรียบและไม่มีลวดลาย ง. การใช้สารหล่อลื่น เช่น จาระบี เป็นการเพิ่มแรงเสียดทาน
อธิบายการนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	26. ข้อใดกล่าว<u>ไม่ถูกต้อง</u>เกี่ยวกับประโยชน์ของแรงเสียดทาน ก. การสวมรองเท้าสตั๊ดในการเตะฟุตบอลเป็นการเพิ่มแรงเสียดทาน ข. พื้นห้องน้ำที่ดีควรมีพื้นผิวที่ขรุขระเป็นการเพิ่มแรงเสียดทาน ค. การใช้สารหล่อลื่น เช่น น้ำมันเป็นการลดแรงเสียดทาน ง. *<u>ยางรถยนต์ที่มีลวดลายและผิวขรุขระเป็นการลดแรงเสียดทาน</u>*

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายความหมายของแรงดันในของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	27. ทำการทดลองโดยนำขวด 1 ใบ มาเจาะรูเล็ก ๆ ขนาดเท่ากันที่ด้านข้างของขวด โดยเจาะให้อยู่ในแนวดิ่ง จำนวน 3 รู และแต่ละรูสูงจากก้นขวดไม่เท่า ๆ กัน จากนั้นปิดรูแต่ละรูไว้ด้วยเทป แล้วเทน้ำใส่ขวดจนเต็มขวด เมื่อดึงเทปที่ปิดรูไว้ออกพร้อม ๆ กัน ทั้ง 3 รู พบว่า น้ำในขวด จากรูที่ 2 พุ่งออกไปในแนวระดับได้ไกลที่สุด ถัดมาคือ รูที่ 3 และ รูที่ 1 ตามลำดับ จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดเปรียบเทียบระดับความสูงของรูที่เจาะข้างขวด ก่อนที่จะดึงเทปออกได้ถูกต้อง (เรียงจากสูงไปต่ำ) ก. 3 > 1 > 2 ข. *<u>2 > 3 > 1</u>* ค. 1 > 3 > 2 ง. 2 > 1 > 3
อธิบายขั้นตอนการพยากรณ์อากาศได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	28. ทำการทดลองโดยนำขวดที่เหมือนกัน 3 ใบ คือ ขวด A, B และ C มาเจาะรูเล็ก ๆ ขนาดเท่ากันที่ด้านข้างของขวด ขวดละ 1 รู และแต่ละรูสูงจากก้นขวดเท่า ๆ กัน จากนั้นปิดรูแต่ละรูไว้ด้วยเทป แล้วเทน้ำใส่ขวดแต่ละใบจนท่วมตำแหน่งที่เจาะรูไว้ทั้ง 3 ขวด โดยมีระดับความสูงของน้ำที่อยู่ในขวดไม่เท่ากัน แล้ววางขวดทั้ง 3 ใบไว้ที่ระดับเดียวกัน เมื่อดึงเทปที่ปิดรูไว้ออกพร้อม ๆ กัน ทั้ง 3 รู พบว่า น้ำในขวด B พุ่งออกไปในแนวระดับได้ไกลที่สุด ถัดมาคือ C และ A ตามลำดับ จากข้อมูลข้างต้น ข้อใดเปรียบเทียบระดับความสูงของน้ำในขวดก่อนที่จะดึงเทปออกได้ถูกต้อง (เรียงจากสูงไปต่ำ) ก. C > A > B ข. *<u>B > C > A</u>* ค. A > C > B ง. B > A > C

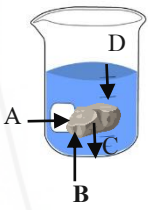
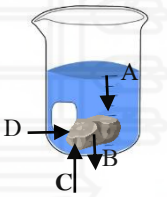
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
เขียนแผนภาพแสดงแรงที่ของเหลวกระทำต่อผิวของวัตถุได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	29. ข้อใดต่อไปนี้ เขียนแผนภาพแสดงแรงที่ของเหลวกระทำต่อผิวของวัตถุได้ถูกต้อง ก.  ข.  ค.  ง. 

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
เขียนแผนภาพแสดงแรงที่ของเหลวกระทำต่อผิวของวัตถุได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	30. ข้อใดต่อไปนี้ เขียนแผนภาพแสดงแรงที่ของเหลวกระทำต่อผิวของวัตถุได้ถูกต้อง ก.  ข.  ค.  ง. 

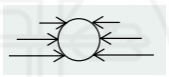
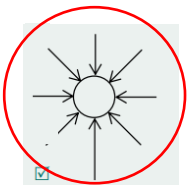
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายความหมายของความดันของของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	31.  จากภาพ ความดันของของเหลวเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด ก. ตำแหน่ง A กับ ตำแหน่ง B ข. *<u>ตำแหน่ง B กับ ตำแหน่ง C</u>* ค. ตำแหน่ง C กับ ตำแหน่ง D ง. ตำแหน่ง D กับ ตำแหน่ง A
อธิบายความหมายของความดันของของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	32.  จากภาพ ความดันของของเหลวเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด ก. ตำแหน่ง A กับ ตำแหน่ง B ข. *<u>ตำแหน่ง B กับ ตำแหน่ง C</u>* ค. ตำแหน่ง C กับ ตำแหน่ง D ง. ตำแหน่ง D กับ ตำแหน่ง A

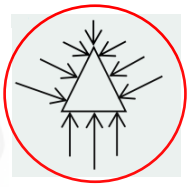
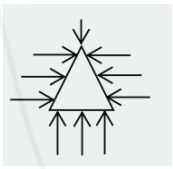
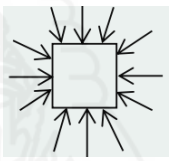
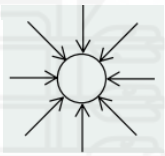
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	33.  **ภาพ ฟองอากาศที่ออกมาจากผู้ดำน้ำ** จากภาพข้างต้น ข้อใดกล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลวได้ถูกต้อง ก. *<u>เมื่อระดับความลึกมากขึ้น ความดันของของเหลวจะเพิ่มขึ้น</u>* ข. เมื่อระดับความลึกมากขึ้น ความดันของของเหลวจะลดลง ค. เมื่อระดับความลึกมากขึ้น ความดันของของเหลวจะไม่เปลี่ยนแปลง ง. ระดับความลึกไม่มีความสัมพันธ์กับความดันของของเหลว

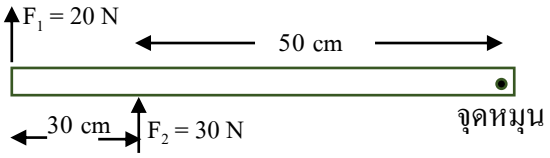
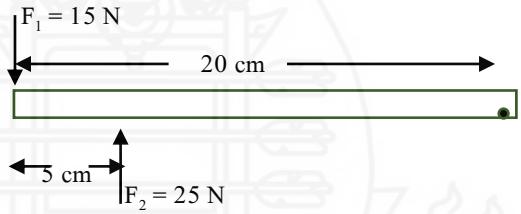
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	34. **ภาพ ความหนาแน่นของของเหลว** จากภาพข้างต้น ข้อใดกล่าวถึงปัจจัยที่มีผลต่อความดันของของเหลวได้ถูกต้อง ก. น้ำมันพืช มีความดันของของเหลวมากกว่าน้ำยาล้างจาน ข. น้ำเปล่า มีความดันของของเหลวมากกว่าน้ำเชื่อม ค. น้ำยาล้างจาน มีความดันของของเหลวมากกว่า น้ำผึ้ง ง. *<u>น้ำผึ้ง มีความดันของของเหลวมากกว่าน้ำเปล่า</u>*
ยกตัวอย่างประโยชน์ของความดันของของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	35. ข้อใดใช้ประโยชน์จากความดันของของเหลว ก. เสื้อชูชีพ ข. เรือดำน้ำ ค. ลูกดอกยาง ง. *<u>การหมุนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า</u>*

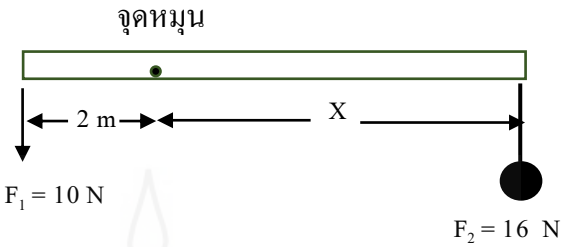
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
ยกตัวอย่างประโยชน์ของความดันของของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	36. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>ประโยชน์จากความดันของของเหลว ก. ถุงเก็บผักสุญญากาศ ข. *<u>เสื้อชูชีพ</u>* ค. หอส่งน้ำ ง. เขื่อน
อธิบายความหมายของแรงพยุงได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	37.  จากภาพ แรงพยุงเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด ก. ตำแหน่ง A ข. *<u>ตำแหน่ง B</u>* ค. ตำแหน่ง C ง. ตำแหน่ง D
อธิบายความหมายของแรงพยุงได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	38.  จากภาพ แรงพยุงเกิดขึ้นที่ตำแหน่งใด ก. ตำแหน่ง A ข. ตำแหน่ง B ค. *<u>ตำแหน่ง C</u>* ง. ตำแหน่ง D

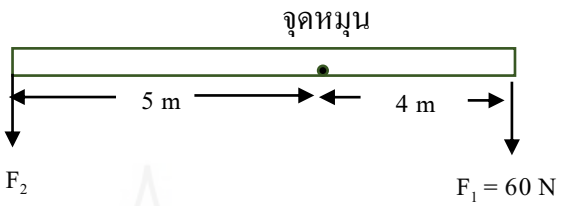
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
คำนวณหาแรงพยุงได้ **ระดับพฤติกรรม :** การประยุกต์	39. ชั่งวัตถุ B ในอากาศหนัก 60 นิวตัน ถ้านำวัตถุ B ไปชั่งในน้ำ วัตถุ B ในน้ำจะหนัก 20 นิวตัน แรงพยุงของน้ำมีค่าเท่าไร ก. 20 นิวตัน ข. 30 นิวตัน ค. *40 นิวตัน* ง. 50 นิวตัน
คำนวณหาแรงพยุงได้ **ระดับพฤติกรรม :** การประยุกต์	40. เมื่อชั่งวัตถุ A ในน้ำหนัก 40 นิวตัน อยากทราบว่าน้ำหนักของวัตถุ A ที่ชั่งในอากาศมีค่าเท่าไร เมื่อกำหนดให้แรงพยุงของน้ำมีค่า 30 นิวตัน ก. 40 นิวตัน ข. 50 นิวตัน ค. 60 นิวตัน ง. *70 นิวตัน*
บอกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุงได้ **ระดับพฤติกรรม :** ความจำ	41. ข้อใดเป็นสาเหตุซึ่งทำให้วัตถุลอยน้ำได้ ก. *น้ำหนักของวัตถุมีค่าน้อยกว่าแรงพยุง* ข. น้ำหนักของวัตถุมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของน้ำ ค. น้ำหนักของวัตถุมีค่ามากกว่าปริมาตรของน้ำ ง. น้ำหนักของวัตถุมีค่ามากกว่าความหนาแน่นของน้ำ
บอกปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับแรงพยุงได้ **ระดับพฤติกรรม :** ความจำ	42. ข้อใดเป็นสาเหตุซึ่งทำให้วัตถุลอยน้ำมันได้ ก. น้ำหนักของวัตถุมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักของน้ำมัน ข. น้ำหนักของวัตถุมีค่ามากกว่าปริมาตรของน้ำมัน ค. *ความหนาแน่นของวัตถุมีค่าน้อยกว่าความหนาแน่นของน้ำมัน* ง. ความหนาแน่นของวัตถุมีค่ามากกว่าความหนาแน่นของน้ำมัน

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายลักษณะการจมและลอยของวัตถุในของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	43. ถ้าหากนำวัตถุที่มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำไปวางลงในน้ำผลจะเป็นอย่างไร ก. *<u>วัตถุจะจมในน้ำ</u>* ข. วัตถุจะลอยในน้ำ ค. วัตถุจะลอยแล้วค่อย ๆ จมลงในน้ำ ง. วัตถุจะค่อย ๆ จมลงในน้ำ แล้วลอยกลับขึ้นมาบนผิวน้ำ
อธิบายลักษณะการจมและลอยของวัตถุในของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	44. ถ้าหากนำวัตถุที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำไปวางลงในน้ำผลจะเป็นอย่างไร ก. วัตถุจะจมในน้ำ ข. *<u>วัตถุจะลอยในน้ำ</u>* ค. วัตถุจะลอยแล้วค่อย ๆ จมลงในน้ำ ง. วัตถุจะค่อย ๆ จมลงในน้ำ แล้วลอยกลับขึ้นมาบนผิวน้ำ
เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลวได้ **ระดับพฤติกรรม :** ความเข้าใจ	45. แผนภาพในข้อใดแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลวได้ถูกต้อง ก.  ข. ค. ง. 

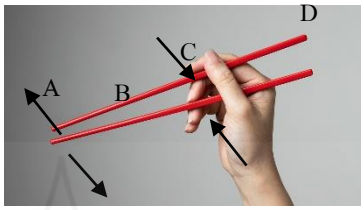
จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลวได้ **ระดับพฤติกรรม :** ความเข้าใจ	46. แผนภาพในข้อใดแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุในของเหลวได้ถูกต้อง ก.  ข.  ค.  ง. 
ยกตัวอย่างประโยชน์ของแรงพยุงของของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	47. ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ใช่</u>ประโยชน์จากแรงพยุงของของเหลว ก. แพ ข. เสื้อชูชีพ ค. *<u>หอส่งน้ำ</u>* ง. ทุ่นลอยน้ำ
ยกตัวอย่างประโยชน์ของแรงพยุงของของเหลวได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	48. ข้อใดต่อไปนี้<u>ไม่ใช่</u>ประโยชน์จากแรงพยุงของของเหลว ก. เรือ ข. *<u>เขื่อน</u>* ค. ห่วงยาง ง. เสื้อชูชีพ

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายความหมายของโมเมนต์ของแรงได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	 เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่งที่มีน้ำหนักน้อยมาก ดังภาพ ข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องตามความหมายของโมเมนต์ของแรง *ก.* *<u>โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าไม่เท่ากันวัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา</u>* *ข.* โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา *ค.* โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าไม่เท่ากัน วัตถุหมุนในทิศทางตามทวนนาฬิกา *ง.* โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
อธิบายความหมายของโมเมนต์ของแรงได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	50.  เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่งที่มีน้ำหนักน้อยมาก ดังภาพ ข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องตามความหมายของโมเมนต์ของแรง *ก.* โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา *ข.* โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา *ค.* *<u>โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าไม่เท่ากัน วัตถุหมุนในทิศทางตามทวนนาฬิกา</u>* *ง.* โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าไม่เท่ากัน วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายหลักการของโมเมนต์ได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	51.  แรง F_1 กระทำบนวัตถุที่มีน้ำหนักน้อยมาก ดังภาพ ข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องตามหลักการของโมเมนต์ ก. โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าไม่เท่ากัน แรง F_1 วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา แรง F_2 วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทำให้คานนั้นสมดุล ข. โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน แรง F_1 วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา แรง F_2 วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ทำให้คานนั้นสมดุล ค. โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีไม่ค่าเท่ากัน แรง F_1 วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา แรง F_2 วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทำให้คานนั้นสมดุล ง. *<u>โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน แรง F_1 วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา แรง F_2 วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทำให้คานนั้นสมดุล</u>*

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายหลักการของโมเมนต์ได้ **<u>ระดับพฤติกรรม :</u>** ความเข้าใจ	52.  แรง F_1 กระทำบนวัตถุที่มีน้ำหนักน้อยมาก ดังภาพ ข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องตามหลักการของโมเมนต์ ก. โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าไม่เท่ากัน แรง F_1 วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา แรง F_2 วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทำให้คานนั้นสมดุล ข. โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน แรง F_1 วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา แรง F_2 วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ทำให้คานนั้นสมดุล ค. โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีไม่ค่าเท่ากัน แรง F_1 วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา แรง F_2 วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทำให้คานนั้นสมดุล ง. *<u>โมเมนต์ของแรง F_1 และ F_2 มีค่าเท่ากัน แรง F_1 วัตถุหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา แรง F_2 วัตถุหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทำให้คานนั้นสมดุล</u>*

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
คำนวณโดยใช้สมการ M = Fl **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : การประยุกต์	53. คานยาว 3 เมตร นำเชือกผูกปลายคานด้านซ้าย 1 เมตร แขวนติดกับเพดาน มีวัตถุ 10 กิโลกรัม แขวนที่ปลายด้านซ้าย ถ้าต้องการให้คานสมดุลจะต้องใช้วัตถุกี่กิโลกรัมแขวนที่ปลายด้านขวา (คานเบาไม่คิดน้ำหนัก) ก. 1 กิโลกรัม ข. 3 กิโลกรัม ค. *<u>5 กิโลกรัม</u>* ง. 7 กิโลกรัม
คำนวณโดยใช้สมการ M = Fl **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : การประยุกต์	54. คานอันหนึ่งเบามากมีวัตถุน้ำหนัก 30 นิวตัน แขวนที่ปลายคานข้างหนึ่ง และอยู่ห่างจากจุดหมุน 5 เมตร จงหาว่าจะต้องแขวนน้ำหนัก 15 นิวตัน ไว้อีกด้านหนึ่งของคานห่างจากจุดหมุนกี่เมตร คานจึงจะสมดุล ก. 5 เมตร ข. *<u>10 เมตร</u>* ค. 15 เมตร ง. 20 เมตร
อธิบายความหมายของคานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u>** : ความเข้าใจ	55. จากภาพ ข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของคาน ก. *<u>คาน เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้ดีดงัดวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน คือ ตำแหน่ง A</u>* ข. คาน เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้ดีดงัดวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน คือ ตำแหน่ง B ค. คาน เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้ดีดงัดวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน คือ ตำแหน่ง C ง. คาน เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้ดีดงัดวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน คือ ตำแหน่ง D

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
อธิบายความหมายของคานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	56.  จากภาพ ข้อใดเป็นคำตอบที่ถูกต้องเกี่ยวกับความหมายของคาน ก. คาน เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้ดีดงัดวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน คือ ตำแหน่ง A ข. คาน เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้ดีดงัดวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน คือ ตำแหน่ง B ค. คาน เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้ดีดงัดวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน คือ ตำแหน่ง C ง. *<u>คาน เป็นเครื่องกลชนิดหนึ่งที่ใช้ดีดงัดวัตถุให้เคลื่อนที่รอบจุดหมุน คือ ตำแหน่ง D</u>*
จำแนกประเภทของคานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** การวิเคราะห์	57. เครื่องมือชนิดใดที่มีการทำงานแบบเดียวกับที่ตัดกระดาษ ก. กระดานหก ข. *<u>เครื่องหนีบกล้วยทับ</u>* ค. กรรไกรตัดกระดาษ ง. ที่คีบน้ำแข็ง
จำแนกประเภทของคานได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** การวิเคราะห์	58. เครื่องมือชนิดใดที่มีการทำงานแบบเดียวกับกรรไกรตัดกิ่งไม้ ก. ที่เปิดขวดน้ำอัดลม ข. เครื่องตัดกระดาษ ค. ตะเกียบคีบอาหาร ง. *<u>ค้อนถอนตะปู</u>*

จุดประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ
ยกตัวอย่างคานประเภทต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	59. ข้อใดต่อไปนี้ใช้ความรู้เรื่องคานคานประเภทต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน *ก.* พื้นเอียงสำหรับเข็นรถเข็นผู้ป่วย *ข.* รอกของรถเครน *ค.* *<u>ชะแลงงัดวัตถุ</u>* ง. เครื่องทำน้ำแข็งใส
ยกตัวอย่างคานประเภทต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ **<u>ระดับพฤติกรรม</u> :** ความเข้าใจ	60. ข้อใด<u>ไม่ใช่</u>ความรู้เรื่องคานคานประเภทต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ก. *<u>ชิงช้าสวรรค์</u>* ข. รถเข็นทราย ค. แหนบถอน ง. คนกวาดขยะ

แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

ชื่อ ..... นามสกุล ..... ชั้น ม. 2/ ..... เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน

2 เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

3. ให้ตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดให้ในแบบวัด โดยให้ผู้ตอบแบบวัดเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างละเอียด

1. จงใช้ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยโครงกระดูกของมนุษย์โบราณปลายยุคก่อนประวัติศาสตร์ กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

การศึกษาวิจัยโครงกระดูกของมนุษย์โบราณปลายยุคก่อนประวัติศาสตร์

จากข้อมูลการขุดพบโครงสร้างโครงกระดูกมนุษย์โบราณ 2 โครง บริเวณถ้ำแห่งหนึ่งในประเทศไทย มีผู้สนใจเข้าชมเพื่อศึกษาข้อมูลของประวัติศาสตร์ มีข้อมูลจากการทดสอบหาอายุโดยใช้ คาร์บอน-14 พบว่า โครงกระดูกทั้ง 2 โครงนั้น มีอายุอยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน แต่มีข้อมูลขนาดของชิ้นส่วนโครงกระดูกเชิงกราน (Bony pelvis) มีความกว้างต่างกัน โดยโครงกระดูกที่ 1 มีความกว้าง 89 เซนติเมตร และโครงกระดูกที่ 2 มีความกว้าง 77 เซนติเมตร นักโบราณคดีสรุปว่าโครงกระดูกที่ 1 เป็นโครงกระดูกของผู้หญิง ส่วนโครงกระดูกที่ 2 เป็นโครงกระดูกของผู้ชาย เพราะผู้หญิงต้องมีกระดูกเชิงกราน (Bony pelvis) ที่กว้างกว่าผู้ชาย โดยธรรมชาติที่ต้องทำหน้าที่ตั้งครรภ์และให้กำเนิดลูก

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของโครงกระดูกกับการแสดงเพศของมนุษย์ที่เป็นเจ้าของกระดูก

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 ระบุหลักฐานของคำตอบข้อ 1.1 จากข้อมูลที่กำหนดให้

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 ระบุเหตุผลที่ใช้สนับสนุนคำตอบข้อ 1.1 จากความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปของนักโบราณคดีหรือไม่ เพราะอะไร (ให้นำคำตอบจากข้อ 1.1 – 1.3 มาในการตอบด้วย)

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	**1**	**0**
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อ 1)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (ระบุขนาดกระดูกเชิงกรานของเพศชายและหญิงมีขนาดต่างกัน ใช้ระบุเพศของเจ้าของกระดูกได้ หรือโครงกระดูกเชิงกรานของผู้หญิงกว้างกว่าผู้ชาย)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)
หลักฐาน (ข้อ 2)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (หลักฐานคือข้อมูลตัวเลขขนาดความกว้างของกระดูกเชิงกรานผู้หญิงและผู้ชาย และข้อมูลที่ระบุว่าโครงกระดูกทั้งสองมีอายุในช่วงเวลาเดียวกัน)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)
การให้เหตุผล (ข้อ 3)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (การอ้างอิงสรีระร่างกายและหน้าที่โดยธรรมชาติของผู้หญิงอย่างชัดเจน)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผล (ข้อ 4)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (เห็นด้วย เพราะ โครงกระดูกที่1 มีขนาดกระดูกเชิงกรานกว้างกว่าโครงกระดูกที่ 2 ตามหลักฐานที่ปรากฏและมีเหตุผลสอดคล้องกับธรรมชาติร่างกายและหน้าที่ของเพศหญิง)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

2. จงใช้ข้อมูลจากข่าวรถติดแก๊สไฟไหม้ กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

นายธานี สืบฤกษ์ ผู้อำนวยการสำนักวิศวกรรมยานยนต์ กรมการขนส่งทางบก กล่าวถึงสาเหตุการเกิดไฟลุกท่วม กรณีเบนซ์ชนฟอร์ดให้ฟังว่า สาเหตุของการเกิดไฟลุกไหม้โดยส่วนใหญ่นั้น เกิดจาก 3 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ 1.ตัวเชื้อเพลิง 2.ประกายไฟ และ 3.ออกซิเจนหรืออากาศที่จะเป็นตัวช่วยให้เกิดการติดไฟได้เร็วขึ้น ซึ่งจากกรณีของรถเบนซ์ชนรถฟอร์ด จนเกิดไฟลุกท่วมนั้น กรณีดังกล่าว เกิดจากความรุนแรงของการชน เนื่องจากรถเบนซ์ที่ชนค่อนข้างใช้ความเร็วที่สูงมาก ประกอบกับรถฟอร์ดมีลักษณะท้ายสั้น ฉะนั้นเมื่อเกิดการชนจึงสามารถถึงตัวถังแก๊สได้ง่าย และเป็นสาเหตุให้ถังเชื้อเพลิงหรือท่อแก๊สแตกจนเกิดการรั่วไหลออกมานอกตัวรถอย่างรวดเร็ว กระทั่งเกิดการลุกไหม้ขึ้น

สำหรับรถติดแก๊ส ไม่ว่าจะเป็นแก๊ส LPG หรือ NGV ก็ตาม เมื่อเกิดอุบัติเหตุ มีโอกาสที่จะเกิดไฟลุกไหม้ทุกคันหรือไม่ นายธานี ไขข้อข้องใจให้ฟังว่า รถที่ติดแก๊ส ไม่ว่าจะเป็นแก๊สชนิดใดก็ตาม เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น โอกาสที่จะเกิดความเสี่ยงให้ไฟลุกไหม้ค่อนข้างสูงอยู่แล้ว เนื่องจากคุณสมบัติของแก๊สจะมีความไวต่อการติดไฟได้ง่าย และรวดเร็ว ฉะนั้น เมื่อไรที่เชื้อเพลิงมีการรั่วไหล โอกาสเกิดการลุกไหม้สามารถเกิดขึ้นได้ตลอด

แต่ทั้งนี้ หากเปรียบเทียบแก๊ส LPG กับ NGV ค่อนข้างมีความแตกต่างกัน เนื่องจากแก๊ส LPG (แก๊สปิโตรเลียมเหลว) จะมีคุณสมบัติหนักกว่าอากาศ เพราะฉะนั้นเมื่อแก๊สเกิดการรั่วไหลจะกระจายตัวลงสู่ข้างล่าง และหากปริมาณความเข้มข้นของแก๊สมากพอ ก็พร้อมที่จะติดไฟได้ตลอดเวลา ขณะที่แก๊ส NGV มีคุณสมบัติเบากว่าอากาศมาก ซึ่งเมื่อแก๊สเกิดการรั่วไหล จะกระจายตัวและลอยตัวสู่อากาศอย่างรวดเร็ว ดังนั้น แก๊ส LPG จึงมีความเสี่ยงต่อการติดไฟง่ายและรวดเร็วกว่าแก๊ส NGV

แหล่งข้อมูล : https://www.ancbroker.com/blog สืบค้นวันที่ 15 เมษายน 2564

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 สรุปสาเหตุที่ทำให้รถยนต์ที่ติดแก๊สไฟไหม้รุนแรงก่อนที่จะมีการระเบิดเกิดจากการติดแก๊สชนิดใด

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 ระบุหลักฐานของคำตอบข้อ 2.1 จากข้อมูลที่กำหนดให้

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 ระบุเหตุผลที่ใช้สนับสนุนคำตอบข้อ 2.1 จากความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 นักเรียนเห็นด้วยกับการที่รถยนต์ติดแก๊ส LPG หรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	**1**	**0**
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อ 1)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (ระบุว่าเกิดจากรถยนต์ติดตั้งแก๊สหุงต้ม (Liquefied Petroleum Gas) มีชื่อทางการว่าแก๊สปิโตรเลียมเหลว หรือแก๊สแอลพีจี)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)
หลักฐาน (ข้อ 2)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (หลักฐานคือ กรณีเบนซ์ชนฟอร์ด แล้วการเกิดไฟลุกไหม้ ซึ่งเกิดจากความรุนแรงของ การชน เนื่องจากรถเบนซ์ที่ชนค่อนข้างใช้ความเร็วที่สูงมาก ประกอบกับรถฟอร์ดมีลักษณะท้ายสั้น ฉะนั้นเมื่อเกิดการชนจึงสามารถถึงตัวถังแก๊สได้ง่าย และเป็นสาเหตุให้ถังเชื้อเพลิงหรือท่อแก๊สแตกจนเกิดการรั่วไหลออกมานอกตัวรถอย่างรวดเร็ว กระทั่งเกิดการลุกไหม้ขึ้น)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

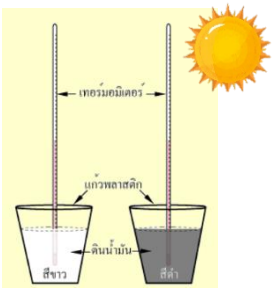
องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผล (ข้อ 3)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (แก๊สหุงต้ม (LPG) มาจากแก๊สอีเทนกับโพรเพนผสมกัน แก๊ส LPG ใช้เป็นแก๊สหุงต้ม มีลักษณะดังนี้ - ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แต่ผู้ผลิตเติมสารซึ่งมีกลิ่นฉุนแทนเพื่อใช้เตือนภัยเมื่อเกิดแก๊สรั่ว) - LPG หนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดก๊าซรั่ว จะลอยต่ำลงสู่พื้น - ติดไฟง่าย มีอุณหภูมิของเปลวไฟสูง ประมาณ 1,900 °C เป็นเชื้อเพลิงที่ดี	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผล (ข้อ 4)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (ไม่เห็นด้วย เพราะ แก๊สหุงต้ม (LPG) หนักกว่าอากาศ เมื่อเกิดก๊าซรั่ว จะลอยต่ำลงสู่พื้นติดไฟง่าย มีอุณหภูมิของ เปลวไฟสูง ประมาณ 1,900 °C เป็นเชื้อเพลิงที่ดี ควรติดแก๊ส NGV หรือ แก๊สธรรมชาติ (Natural Gas) เพราะเป็นเชื้อเพลิงสำหรับรถยนต์ มีส่วนประกอบหลักๆ คือ แก๊สมีเทน ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นแก๊สที่เบากว่าอากาศ ทำให้มีความปลอดภัยในการใช้งาน)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

3. จงใช้ข้อมูลจากบทความเสื้อสีอะไรใส่แล้วร้อน กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

เก็จกานต์ และเก็จขวัญ ซึ่งเป็นฝาแฝด ที่กำลังศึกษาอยู่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เมื่อวันอาทิตย์ที่ผ่านมาทั้ง 2 คน ไปเที่ยวที่หาดเติมรัก ช่วงตอนเที่ยงที่มีแสงแดดจร้า และยืนอยู่กลางแดดเหมือนกัน แล้วทั้ง 2 คน เกิดข้อสงสัยว่าทำไมเก็จกานต์ที่ใส่เสื้อสีดำจึงรู้สึกร้อนมากกว่าเก็จขวัญที่ใส่เสื้อสีขาว โดยสังเกตจากเหงื่อที่ออกมีมากกว่า ในคาบวิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง 2 คน จึงนำข้อสงสัยมาถามครูวิทยาศาสตร์ ครูไม่ยอมบอกคำตอบตรง ๆ แต่บอกนักเรียนว่าคาบพักกลางวัน หลังจากกินข้าวเสร็จ ให้นักเรียนไปเจอครูที่สนามบาสเกตบอล โดยครูเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ในการทดลองการดูดกลืนพลังงานความร้อน ประกอบด้วย 1. ดินน้ำมันสีขาว 1 ก้อน 2. ดินน้ำมันสีดำ 1 ก้อน 3. ถ้วยพลาสติก 2 อัน และ 4. เทอร์มอมิเตอร์ 3 อัน และทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1. นวดดินน้ำมันแต่ละสีและปั้นเป็นก้อนกลม
2. นำดินน้ำมันที่ปั้นเป็นก้อนกลมมาบรรจุลงในถ้วยพลาสติก
3. นำเทอร์มอมิเตอร์มาเสียบลงในดินน้ำมันที่บรรจุในถ้วยพลาสติก ระวังอย่าให้ปลายเทอร์มอมิเตอร์สัมผัสกับถ้วยพลาสติก เพราะอาจทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้
4. นำถ้วยพลาสติกทั้ง 2 ไปวางในบริเวณกลางแจ้ง
5. นำเทอร์มอมิเตอร์ที่เหลือมาวัดอุณหภูมิปกติ



ภาพ การดูดกลืนพลังงานความร้อน

จากการทดลองพบว่า อุณหภูมิของอากาศวัดได้ 37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของดินน้ำมันสีดำวัดได้ 40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของดินน้ำมันสีขาววัดได้ 36 องศาเซลเซียส

การที่เราเห็นวัตถุต่าง ๆ มีสีสันนั้น เกิดจากการที่วัตถุสะท้อนแสงสีนั้นออกมา กล่าวคือ วัตถุ มีความสามารถในการดูดกลืนแสงและสะท้อนแสงต่างกัน หากวัตถุที่เราเห็นมีแดง นั่นหมายความว่า เมื่อแสงสีขาวตกกระทบกับวัตถุชนิดนั้น วัตถุจะดูดกลืนแสงสีส้ม สีเหลือง สีเขียว สีฟ้า สีน้ำเงิน และสีม่วง ส่วนแสงสีแดงจะถูกสะท้อนออกมาเข้าสู่ตาของเรา ทำให้เราเห็นวัตถุนั้นมีสีแดงนั้นเอง

วัตถุทุกชนิดสามารถดูดกลืนพลังงานรังสี การดูดกลืนพลังงานรังสีของวัตถุเรียกว่า "การดูดกลืนความร้อน" จากการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์พบว่า วัตถุที่มีผิวนอกสีดำทึบหรือสีเข้มจะดูดกลืนความร้อนได้ดี วัตถุที่มีผิวนอกสีขาวหรือสีอ่อน จะดูดกลืนความร้อนได้ไม่ดี ในทำนองตรงกันข้าม วัตถุที่มีความร้อน ทุกชนิดสามารถคายความร้อนได้เช่นกัน โดยวัตถุที่มีผิวนอกสีดำจะคายความร้อนได้ดี และวัตถุที่มีผิวนอกขาวจะคายความร้อนได้ไม่ดี ในชีวิตประจำวันใช้ประโยชน์จากสมบัติของการดูดกลืนความร้อนและการคายความ ร้อนของวัตถุในการเลือก

สีทาอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ เช่น ชุดนักดับเพลิงมีสีสว่างและแวววาว เพื่อไม่ให้รับพลังงานความร้อนมากเกินไป บ้านเรือนที่อยู่อาศัยในเขตร้อนนิยมทำด้วยสีขาว เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างสีของเสื้อที่มีผลต่อการดูดกลืนแสงทำให้คนที่ใส่รู้สึกร้อน

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 ระบุหลักฐานของคำตอบข้อ 3.1 จากข้อมูลที่กำหนดให้

.....

.....

.....

.....

.....

3.3 ระบุเหตุผลที่ใช้สนับสนุนคำตอบข้อ 3.1 จากความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 นักเรียนเห็นด้วยกับข้อสรุปที่ว่าการใส่เสื้อสีดำทำให้รู้สึกร้อนกว่าเสื้อสีขาวในสภาพแวดล้อมเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	**1**	**0**
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อ 1)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (การใส่เสื้อสีดำ จะมีการดูดซับพลังงานความร้อนที่มาจากแสงแดด ทำให้รู้สึกร้อนกว่าเสื้อสีขาว)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)
หลักฐาน (ข้อ 2)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (หลักฐาน คือ การที่เราใส่เสื้อสีขาวยืนกลางแดดจะรู้สึกร้อนน้อยกว่าใส่เสื้อสีดำ สังเกตจากเหงื่อที่ออกมีมากกว่า และข้อมูลจากการทดลองพบว่าดินน้ำมันสีดำมีอุณหภูมิสูงกว่าดินน้ำมันสีขาว)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผล (ข้อ 3)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (วัตถุทุกชนิดสามารถดูดกลืนพลังงานรังสี การดูดกลืนพลังงานรังสีของวัตถุเรียกว่า "การดูดกลืนความร้อน" จากการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์พบว่า วัตถุที่มีผิวนอกสีดำทึบหรือสีเข้ม จะดูดกลืนความร้อนได้ดี วัตถุที่มีผิวนอกสีขาวหรือสีอ่อน จะดูดกลืนความร้อนได้ไม่ดี ในทำนองตรงกันข้าม วัตถุที่มีความร้อนทุกชนิดสามารถคายความร้อนได้เช่นกัน โดยวัตถุที่มีผิวนอกสีดำจะคายความร้อนได้ดี และวัตถุที่มีผิวนอกขาวจะคายความร้อนได้ไม่ดี ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การใส่เสื้อสีดำจะมีการดูดซับพลังงานความร้อนที่มาจากแสงแดด ทำให้รู้สึกร้อนกว่าเสื้อสีขาว)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผล (ข้อ 4)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (เห็นด้วย เพราะเสื้อสีดำจะดูดกลืนความร้อนและคายความร้อนได้ดีกว่าเสื้อสีขาวที่จะดูดกลืนความร้อนได้ไม่ดีและคายความร้อนได้ไม่ดี ด้วยเหตุผลนี้ทำให้การใส่เสื้อสีดำทำให้รู้สึกร้อนกว่าเสื้อสีขาวในสภาพแวดล้อมเดียวกัน)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน

ชื่อ ..... นามสกุล ..... ชั้น ม. 2/ ..... เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบวัดฉบับนี้เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 3 ข้อ คะแนนเต็ม 24 คะแนน

2 เวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบ 60 นาที

3. ให้ตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดให้ในแบบวัด โดยให้ผู้ตอบแบบวัดเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ตามองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างละเอียด

1. จงใช้ข้อมูลจาก กรมควบคุมโรค เตือนช่วงนี้อากาศร้อนระวังป่วยอาหารเป็นพิษ ขอให้ยึดหลักกินของสุกร้อน และสะอาด กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

กรมควบคุมโรค พยากรณ์โรคฯ ฉบับที่ 10/2564 “เตือนประชาชนช่วงนี้ระวังป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษ เนื่องจากอากาศที่ร้อนขึ้น อาจทำให้อาหารบูดหรือเน่าเสียได้ง่าย ขอให้ยึดหลักกิน “สุก ร้อน สะอาด”

วันที่ 7 มี.ค.2564 กรมควบคุมโรค “พยากรณ์โรคและภัยสุขภาพรายสัปดาห์” ฉบับที่ 10/2564 ประจำสัปดาห์ที่ 10 (วันที่ 7 – 13 มี.ค.2564) “เตือนประชาชนช่วงนี้ระวังป่วยด้วยโรคอาหารเป็นพิษ เนื่องจากอากาศที่ร้อนขึ้น อาจทำให้อาหารบูด หรือเน่าเสียได้ง่าย”

จากการเฝ้าระวังของกรมควบคุมโรค สถานการณ์โรคอาหารเป็นพิษในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ที่ผ่านมามีรายงานการพบผู้ป่วยโรคอาหารเป็นพิษแบบกลุ่มก้อน 7 เหตุการณ์ มีผู้ป่วยรวม 347 ราย โดยการระบาดที่มีผู้ป่วยมากที่สุด อยู่ในจังหวัดปัตตานี จำนวน 175 คน (ร้อยละ 50.4) ไม่มีผู้เสียชีวิต เกิดจากการรับประทานอาหารกลางวันของโรงเรียน อาหารสงสัยที่เป็นสาเหตุ ได้แก่ แกงส้มปลา ข้าวหมกไก่ ข้าวผัดไก่ และในสัปดาห์ที่ผ่านมา มีรายงานพบ ผู้ป่วยโรคอาหารเป็นพิษแบบเป็นกลุ่มก้อน 1 เหตุการณ์ ในจังหวัดยโสธร มีผู้ป่วย 44 ราย ไม่มีผู้เสียชีวิต ส่วนใหญ่ พบว่ารับประทานอาหารจากงานศพ และงานบุญของหมู่บ้าน อาหารสงสัยที่เป็นสาเหตุ คือ เนื้อหมูดิบ ลาบวัวสุก ต้มจืด และสาคู”

จากการพยากรณ์โรคและภัยสุขภาพของสัปดาห์นี้ คาดว่า ในช่วงนี้มีโอกาสพบ ผู้ป่วยโรคอาหารเป็นพิษเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากประเทศไทยมีอุณหภูมิสูงขึ้น อาจทำให้อาหารบูดหรือเน่าเสียได้ง่าย ประกอบกับพฤติกรรมการทำอาหารที่อาจสุกไม่ทั่วถึง และไม่สะอาดเพียงพอ หรือการรับประทานอาหารที่ทิ้งไว้นอกตู้เย็นเป็นเวลานาน หรือทิ้งค้างไว้หลังปรุงเสร็จเป็นเวลานาน โดยไม่ได้อุ่นร้อนหลังจาก 2 ชั่วโมง

แหล่งข้อมูล : https://workpointtoday.com/070321-2/ สืบค้นวันที่ 15 เมษายน 2564

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 สรุปสาเหตุที่สำคัญของโรคอาหารเป็นพิษ

.....

.....

.....

.....

.....

1.2 ระบุหลักฐานของคำตอบข้อ 1.1 จากข้อมูลที่กำหนดให้

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 ระบุเหตุผลที่ใช้สนับสนุนคำตอบข้อ 1.1 จากความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 นักเรียนเห็นด้วยกับการพยากรณ์โรคและภัยสุขภาพของกรมควบคุมโรค หรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	**1**	**0**
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อ 1)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (ระบุว่าอากาศที่ร้อนขึ้นทำให้อาหารบูดหรือเน่าเสียได้ง่าย)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)
หลักฐาน (ข้อ 2)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (หลักฐานคือ พบผู้ป่วยโรคอาหารเป็นพิษแบบกลุ่มก้อน ซึ่งเกิดจากการกินอาหารจากแหล่งเดียวกัน)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)
การให้เหตุผล (ข้อ 3)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (สาเหตุที่ทำให้อาหารเน่าเสียมาจากแบคทีเรียซึ่งเป็นจุลินทรีย์ โดยแบคทีเรียบางชนิดที่เจริญได้ดีที่อุณหภูมิสูง (Thermophilic bacteria) แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษส่วนใหญ่และอาหารที่มีกะทิเป็น	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
	ส่วนประกอบมักเสียได้ง่าย ที่อากาศร้อนเช่น B. cereus เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่ม mesophile สามารถเจริญได้ดีที่ช่วงอุณหภูมิ 30 -45 องศาเซลเซียส ดังนั้นประเทศไทยจึงมีโอกาสเสี่ยงต่อปัญหาของจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าว)		
การให้เหตุผล (ข้อ 4)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (เห็นด้วย เพราะถ้าประเทศไทยมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น ทำให้แบคทีเรียบางชนิดที่เจริญได้ดี ส่งผลให้อาหารเน่าเสียง่าย และมีโอกาสพบ ผู้ป่วยโรคอาหารเป็นพิษเพิ่มมากขึ้น การกินอาหารโดยยึดหลัก “สุก ร้อน สะอาด” จะช่วยป้องกัน โรคอาหารเป็นพิษได้)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

2. จงใช้ข้อมูล “รายงานการคาดหมายลักษณะอากาศ เดือนเมษายน 2564 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาลพบุรี” กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

สภาวะอากาศทั่วไป บริเวณจังหวัดลพบุรียังคงมีอากาศร้อนอบอ้าวเกือบทั่วไปกับมีอากาศร้อนจัดในบางช่วง อุณหภูมิสูงที่สุดจะสูงถึง 41-42 องศาเซลเซียส แต่จะมีฝนฟ้าคะนองในบางช่วง ซึ่งช่วยคลายความร้อนลงได้บ้าง ทั้งนี้เนื่องจากหย่อมความกดอากาศต่ำ เนื่องจากความร้อนยังคงปกคลุมบริเวณประเทศไทยตอนบนในบางช่วง ประกอบกับลมใต้หรือลมตะวันออกเฉียงใต้ยังคงพัดปกคลุมประเทศไทยตอนบน

อนึ่ง เดือนนี้ มักจะมีพายุฤดูร้อน โดยจะมีลักษณะพายุฝนฟ้าคะนอง ลมกระโชกแรงและอาจมีลูกเห็บตกในบางแห่ง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนและพื้นที่เกษตรได้ ขอให้ประชาชนจึงควรติดตามข่าวพยากรณ์อากาศประจำวันจากกรมอุตุนิยมวิทยาต่อไปด้วย

แหล่งข้อมูล : https://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG210330155155604 สืบค้นวันที่ 15 เมษายน 2564

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างอากาศร้อนอบอ้าวกับการเกิดพายุฝนฟ้าคะนองหรือพายุฤดูร้อน

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 ระบุหลักฐานของคำตอบข้อ 2.1 จากข้อมูลที่กำหนดให้

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 ระบุเหตุผลที่ใช้สนับสนุนคำตอบข้อ 2.1 จากความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 นักเรียนเห็นด้วยกับการคาดหมายลักษณะอากาศ เดือนเมษายน 2564 ของสถานีอุตุนิยมวิทยาลพบุรีหรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	**1**	**0**
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อ 1)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (ระบุว่าก่อนจะมีฝนตกมักจะมีอากาศร้อนอบอ้าว ทำให้เกิดพายุฟ้าคะนองที่เกิดขึ้นในฤดูร้อนหรือเรียกว่าพายุฤดูร้อนจะเกิดขึ้นในช่วงเดือนเมษายนหรือในช่วงก่อนเริ่มต้นฤดูฝน)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือเขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)
หลักฐาน (ข้อ 2)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อการสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (หลักฐานคือ อากาศร้อนจัดอุณหภูมิสูงที่สุดจะสูงถึง 41-42 องศาเซลเซียส)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงหลักฐานหรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)
การให้เหตุผล (ข้อ 3)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (อากาศร้อนอบอ้าวก่อนฝนตกเกิดจากสองสาเหตุคือความชื้นสูง และลักษณะอากาศร้อนจัด	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
	เนื่องจากก่อนที่เมฆจะกลั่นตัวเป็นฝน เมฆต้องคายความร้อนออกมา ทำให้เกิดความร้อนคั่งอยู่ระหว่างเมฆกับพื้นดิน ความชื้นทำให้เราไม่สามารถระบายความร้อนผ่านเหงื่อทางรูขุมขน ทำให้เรายิ่งรู้สึกร้อนอบอ้าว ซึ่งมักติดต่อกันหลาย ๆ วัน หรือเกิดจากความชื้นในอากาศสูงจนรู้สึกเหนียวตัว พายุฟ้าคะนองหรือพายุฤดูร้อนจะเกิดขึ้นช่วงที่ลมค่อนข้างสงบ ท้องฟ้าขมุกขมัว และมีเมฆมาก เมฆจะสูงและมีสีเทาเข้ม ต่อมาลมจะพัดแรงขึ้นไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง ก่อนที่เมฆจะก่อตัวหนาแน่น อย่างรวดเร็ว จนเกิดฟ้าแลบ และฝนฟ้าคะนองในระยะไกล สุดท้ายแล้วจะกลายเป็นพายุฝนฟ้าคะนองตามมา ประมาณ 1ชั่วโมง เมื่อพายุสลายไปแล้ว อากาศจะเย็นลง รู้สึกสดชื่นขึ้น ท้องฟ้าแจ่มใส ทัศนวิสัยชัดเจน		

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผล (ข้อ 4)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (เห็นด้วย เพราะ พายุฤดูร้อนจะเกิดในช่วงที่มีอากาศร้อนอบอ้าวติดต่อกันหลายวัน แล้วมีมวลอากาศเย็น หรือที่เรียกว่าความกดอากาศสูงพัดมาปะทะกับมวลอากาศร้อน หรือความกดอากาศต่ำ การที่อากาศสองกระแสมากระทบกัน จะส่งผลให้อากาศในบริเวณนั้นแปรปรวนเกิดความรุนแรงจนกลายเป็นพายุฝนฟ้าคะนองขึ้น)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผลหรือแสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือไม่มีคำตอบ)

3. จงใช้ข้อมูลจากบทความมนต์เสน่ห์สมุทรสาคร กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

จังหวัดสมุทรสาครมีภูมิประเทศติดกับทะเล จึงมีการทำอาชีพทำนาเกลือมากที่สุดของประเทศไทย นาเกลือเป็นอาชีพดั้งเดิมของคนไทยที่สืบทอดกันมายาวนาน เป็นภูมิปัญญาของมนุษย์ที่สืบทอดกันมาตั้งแต่โบราณ ซึ่งควรค่าแก่การรักษาภูมิปัญญานี้ไว้ไม่ให้สูญหายไป

การทำนาเกลือไม่ได้ทำตลอดปี จะใช้ระยะเวลาประมาณ 6-7 เดือน โดยเริ่มในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่ต้นเดือนพฤศจิกายน ถึงกลางเดือนพฤษภาคมของปีถัดไป

พบว่าเกลือในวันที่ 16 มกราคม ขณะที่ชาวนากำลังจะเก็บเกลือที่กองไว้อยู่นั้นมีฝนหลงฤดูมาทำให้ไม่สามารถเก็บเกลือได้ทัน ฝนตกลงมาเพียงไม่กี่นาที ก็สามารถทำให้กองเกลือที่กำลังเตรียมเก็บขายกลายเป็นน้ำในพริบตา และไม่สามารถนำน้ำเกลือนั้นมาตกผลึกได้อีก ซึ่งส่งผลกระทบเป็นอย่างมมากทำให้ชาวนาไม่สามารถขายเกลือได้

จากเหตุการณ์ข้างต้น มีนักเรียนตั้งข้อสงสัยว่า ถ้านำเกลือแกงมาผสมกับลูกเหม็นแล้วจะสามารถแยกเกลือแกงออกจากลูกเหม็นได้หรือไม่ จากนั้นมีนักเรียนคนหนึ่งเสนอว่าให้ทำการทดลองดังนี้

1. นำเกลือแกง จำนวน 20 กรัม ผสมกับลูกเหม็น จำนวน 20 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์

2. เติมน้ำลงในบีกเกอร์ จำนวน 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. แล้วใช้แท่งแก้วคน คนเรื่อย ๆ จนเกลือละลายจนหมด

4. พับกระดาษกรอง ใส่ในกรวยแก้ว และวางบนขวดรูปชมพู่ จากนั้นค่อย ๆ รินสารลงในกระดาษกรอง

5. นำกระดาษกรองออก และวางไว้บนโต๊ะ ส่วนสารละลายในขวดรูปชมพู่ ค่อย ๆ เทใส่ชามระเหยแห้ง ให้ความร้อนด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ จนน้ำระเหยออกไปจนหมด

จากการทดลองพบว่า เกลือสามารถละลายในน้ำได้ดีกว่าลูกเหม็น และสามารถแยกเกลือแกงที่ผสมกับลูกเหม็นออกจากกันโดยการนำมาละลายน้ำ แล้วใช้วิธีการกรองแยกลูกเหม็นออกจากสารละลายน้ำเกลือ และ ใช้วิธีการระเหยแห้งแยกเกลือแกงออกจากน้ำ

การที่เกลือแกงกับลูกเหม็นละลายได้ในน้ำต่างกัน เกี่ยวข้องกับสภาพละลายได้ หมายถึงความสามารถในการละลายได้ของตัวละลายในตัวทำละลายจนเป็นสารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ การละลายของตัวละลายในตัวทำละลายขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ชนิดของตัวทำละลาย ตัวทำละลายแต่ละชนิดสามารถละลาย ตัวละลายแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าเกลือแกงละลายในน้ำได้ดี แต่ลูกเหม็นไม่ละลายในน้ำ

จากข้อมูลข้างต้นให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

3.1 สรุปเหตุผลที่ทำให้เกลือเปลี่ยนแปลงกลับเป็นน้ำทะเลอีกครั้ง

.....

.....

.....

.....

.....

3.2 ระบุหลักฐานของคำตอบข้อ 3.1 จากข้อมูลที่กำหนดให้

.....

.....

.....

.....

.....

3.3 ระบุเหตุผลที่ใช้สนับสนุนคำตอบข้อ 3.1 จากความรู้/ประสบการณ์เดิมของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

3.4 นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่กับคำพูดที่ว่าเราจะสามารถแยกของผสมระหว่างเกลือแกงกับลูกเหม็นออกจากกันได้ พร้อมให้เหตุผลประกอบคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	**1**	**0**
ข้อกล่าวอ้าง (ข้อ 1)	เขียนข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและชัดเจน (เมื่อฝนตกทำให้เกลือที่กองไว้กลายเป็นน้ำ)	เขียนข้อกล่าวอ้างถูกต้องแต่ไม่ชัดเจนหรือไม่ครบถ้วน (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่เขียนข้อกล่าวอ้าง หรือ เขียนข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือ ไม่มีคำตอบ)
หลักฐาน (ข้อ 2)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสมและมีจำนวนเพียงพอต่อ การสนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (หลักฐาน คือ วันที่ 16 ม.ค.ขณะที่ชาวนากำลังจะเก็บเกลือที่กองไว้อยู่นั้นมีฝนหลงฤดูมาทำให้ ไม่สามารถเก็บเกลือได้ทัน ฝนตกลงมาเพียงไม่กี่นาที ก็สามารถทำให้กองเกลือที่กำลังเตรียมเก็บขายกลายเป็นน้ำในพริบตา และไม่สามารถนำน้ำเกลือนั้นมาตกผลึกได้อีก ซึ่งส่งผลกระทบเป็นอย่างมมากทำให้ชาวนาไม่สามารถขายเกลือได้ และจากการทดลองพบว่าเกลือแกงละลายในน้ำได้ดีกว่าลูกเหม็น)	แสดงหลักฐานได้เหมาะสม แต่ไม่เพียงพอ มีหลักฐานบางประการที่ไม่เหมาะสมอยู่ด้วย (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงหลักฐาน หรือแสดงหลักฐานที่ไม่เหมาะสม หลักฐานไม่สนับสนุน ข้อกล่าวอ้าง (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือ ไม่มีคำตอบ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	2	1	0
การให้เหตุผล (ข้อ 3)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เพียงพอ (การที่เกลือแกงกับลูกเหม็นละลายได้ในน้ำต่างกัน เกี่ยวข้องกับสภาพละลายได้ หมายถึง ความสามารถใน การละลายได้ของตัวละลายในตัวทำละลายจนเป็นสารละลายอิ่มตัว ณ อุณหภูมิหนึ่ง ๆ การละลายของตัวละลายใน ตัวทำละลายขึ้นอยู่กับปัจจัย ต่าง ๆ เช่น ชนิดของ ตัวทำละลาย ตัวทำละลายแต่ละชนิดสามารถละลาย ตัวละลายแต่ละชนิดได้แตกต่างกัน ซึ่งพบว่าเกลือแกงละลายในน้ำได้ดี แต่ลูกเหม็นไม่ละลาย ในน้ำ)	มีการแสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับข้อกล่าวอ้าง แต่ไม่เพียงพอ (คำตอบที่มีความใกล้เคียง)	ไม่มีการแสดงเหตุผล หรือ แสดงเหตุผลที่ไม่เชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง มีการให้เหตุผลที่ไม่เหมาะสม (ไม่มีคำตอบที่ถูกต้อง หรือ ไม่มีคำตอบ)

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน
	2
การให้เหตุผล (ข้อ 4)	แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงหลักฐานไปสู่ข้อกล่าวอ้าง รวมถึงใช้หลักฐานเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะส เพียงพอ (เห็นด้วย เพราะ เกลือสามารถละลายในน้ำได้ดีกว่าลูกเหม็น และสามารถแยกเกลือแกงที่ผสมกับลูกเ ออกจากกันโดยการนำมาละลายน้ำ แล้วใช้วิธีการกรองแยกลูกเหม็นออกจากสารละลายน้ำเกลือ และ วิธีการระเหยแห้งแยกเกลือแกงออกจากน้ำ)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายศรารักษ์ เกลือนสิน
วัน เดือน ปี เกิด	14 มกราคม 2537
สถานที่เกิด	จังหวัดพังงา
ประวัติการศึกษา	การศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) วิทยาศาสตร์-เคมี มหาวิทยาลัยทักษิณ ปี พ.ศ. 2560
	ศิลปศาสตรบัณฑิต (ศศ.บ.) ไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ปี พ.ศ. 2561
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนวรราชาทินัดดามาตุวิทยา จังหวัดปทุมธานี
ตำแหน่งปัจจุบัน	ครู ค.ศ. 1