การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

THE DEVELOPMENT OF A GUIDED INQUIRY-BASED ACTIVITY PACKAGE FOR PROMOTING THE INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS

สุรัตนา วงศ์ปุ๋ย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2566

การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สุรัตนา วงศ์ปุ่ย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE DEVELOPMENT OF A GUIDED INQUIRY-BASED ACTIVITY PACKAGE FOR PROMOTING THE INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS AND SCIENTIFIC REASONING OF GRADE FIVE STUDENTS

SURATTANA WONGPUI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF EDUCATION

(Educational Science & Learning Management)

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง
เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ของ
สุรัตนา วงศ์ปุ่ย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....
(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม)

..... ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงใจ สีเขียว)

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	สุรัตนา วงศ์ปุ่ย
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุธาวัลย์ หาญขจรสุข
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วันเพ็ญ ประทุมทอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 2) ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเอกชนในกรุงเทพมหานคร จำนวน 46 คน ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบการทดลองขั้นต้น (Pre-Experiment Design) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางนี้ประกอบด้วยชุดกิจกรรมสำหรับครูและสำหรับนักเรียน แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง และแบบทดสอบเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วย t-test for Dependent Sample และ t-test for One-Sample ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในระดับเหมาะสมมากที่สุด 2) นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวมและรายด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้ชุดกิจกรรมต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรมการเรียนรู้, การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง, ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์, การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

Title	THE DEVELOPMENT OF A GUIDED INQUIRY-BASED ACTIVITY PACKAGE FOR PROMOTING THE INTEGRATED SCIENCE PROCESS SKILLS AND SCIENTIFIC REASONING OF GRADE FIVE STUDENTS
Author	SURATTANA WONGPUI
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Suthawan Harnkajornsuk
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Wanphen Pratoomtong

The objectives of this research article areas follows: (1) to develop the Guided Inquiry-Based Activity Pack for promoting science process skills, scientific reasoning, and the learning achievement of Prathomsuksa Five students; and (2) to study the results of using the activity package. The sample group were 46 Prathomsuksa Five students at a private school in Bangkok through cluster random sampling. The pre-experimental research was used in this research. The Inquiry-Based Activity Package included a booklet for teachers and students, five lesson plans about “Change of Substance” concept and tests. The statistics used in the study were percentage, the mean and standard deviation, a t-test for the dependent sample and a t-test for One-Sample was used in hypothesis testing. The results revealed the following: (1) all components of the developed Inquiry-Based Activity Package were of high quality and based on the assessment of the experts at the most appropriate level; (2) the science process skills, scientific reasoning, and learning achievement mean scores of the students, overall and each component, after implementing the activity package were higher than the ability before implementation with a statistical significance of .01. When compared to the scores after implementing the activity set with the criteria at 70%, only the science achievement scores passed the criteria with statistical significance at a .01 level, while the science process skills and scientific reasoning scores of the students were less than the determined criteria with a statistical significance of .01.

Keyword : Activity package, Guided inquiry, Science process skills, Scientific reasoning

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เป็นเพราะผู้วิจัยได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำปริญญานิพนธ์ทุกขั้นตอนตลอดจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาท เนืองเฉลิม ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นประธานในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงใจ สีเขียว ที่ให้ความกรุณาเป็นกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน คือ อาจารย์ ดร. สุวิชา วันสุดล อาจารย์เนาวรัตน์ ฉิมปรี อาจารย์ปัญญา แจ้งสว่าง อาจารย์สุกัญญา ถาวรวรรณ์ และอาจารย์พรรณิภา สังข์สีแก้ว ที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการสร้างเครื่องมือวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ นิสิตปริญญาโท สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และคอยให้คำแนะนำที่ดีเสมอมา

ขอขอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียลทุกๆคนที่ให้ความร่วมมือและตั้งใจในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องและทุกๆท่านที่ไม่ได้กล่าวนามที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ สนับสนุนและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุรัตนา วงศ์ปุ่ย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูปภาพ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ 13
ภูมิหลัง 13
ความมุ่งหมายของงานวิจัย 17
ความสำคัญของการวิจัย 18
ขอบเขตของการวิจัย 18
นิยามศัพท์เฉพาะ 19
กรอบแนวคิดในการวิจัย 26
สมมติฐานในการวิจัย 27
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 28
1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม 30
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 41
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 65
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 69
5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ 78
6.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ 85

7.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 89
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 97
การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 97
การกำหนดแบบแผนการวิจัย 97
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 98
การดำเนินการวิจัย 116
การวิเคราะห์ข้อมูล 117
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 119
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร 120
ตอนที่ 2 ผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร 131
ตอนที่ 3 ผลของการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร 136
ตอนที่ 4 ผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร 138
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 140
ความมุ่งหมายของการวิจัย 140
สมมติฐานของการวิจัย 141
วิธีดำเนินการวิจัย 141
สรุปผลการวิจัย 143
การอภิปรายผลงานวิจัย 144
ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย 149

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 149

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป..... 150

บรรณานุกรม..... 151

ภาคผนวก..... 160

ประวัติผู้เขียน..... 246

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 67

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest–Posttest design..... 98

ตาราง 3 แสดงชุดกิจกรรมเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร..... 100

ตาราง 4 แสดงความสัมพันธ์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5..... 103

ตาราง 5 แสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 106

ตาราง 6 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยสำหรับสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร . 113

ตาราง 7 ผลการประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรม..... 122

ตาราง 8 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม 123

ตาราง 9 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม 126

ตาราง 10 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ของชุดกิจกรรม..... 129

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 131

ตาราง 12 ผลการทดสอบหลังเรียนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70 132

ตาราง 13 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนจากแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 133

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน... 137

ตาราง 15 ผลการทดสอบหลังเรียนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70..... 138

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 138

ตาราง 17 ผลการทดสอบหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70 139

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 27

ภาพประกอบ 2 กราฟคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการของนักเรียนในแต่ละชุดกิจกรรม 136

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ปัจจุบันนี้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อการปรับหลักสูตรและแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีให้สอดคล้องกับความก้าวหน้านี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเตรียมความพร้อมพลเมืองในอนาคตของชาติ สำหรับการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตในสังคมโลกแห่งศตวรรษที่ 21 โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดวิทยาศาสตร์ควบคู่กับการพัฒนาความคิดระดับสูง ทั้งการคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา ด้วยการทำกิจกรรมและปฏิบัติการต่าง ๆ ผ่านกระบวนการเรียนรู้และสืบเสาะหาความรู้เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 จนเกิดสมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตได้อย่างเป็นระบบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น. 4) ซึ่งจะเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 ในหมวดที่ 4 มาตรา 23 วรรค 2 ได้กล่าวว่า แนวการจัดการศึกษา ต้องเน้นความสำคัญในด้านความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ให้ความสำคัญกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังจะเห็นได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้มีการปรับมาตรฐานและตัวชี้วัดใหม่ให้มีความสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความมุ่งหวังให้นักเรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย อีกทั้งให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560, น.3)

จากการศึกษางานวิจัยของนักการศึกษาหลายๆท่านพบว่า สาเหตุสำคัญที่งานวิจัยหลายชิ้นได้ระบุตรงกันส่วนใหญ่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยยังมีเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐานมาก โดยได้กล่าวถึงระบบการศึกษาที่ยังไม่เอื้อให้นักเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่มักใช้วิธีให้นักเรียนเรียนรู้ข้อเท็จจริงตามทฤษฎี หรือจากกิจกรรมสำเร็จรูป จนทำให้นักเรียนไม่ต้องคิดอะไรเพิ่มเติม โดยเฉพาะการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้การทดลอง สืบค้น สำรวจหลักฐาน และใช้หลักเหตุผลมาสรุป เพื่อให้ได้คำตอบ

ด้วยตนเอง (ชุลีพร บุตรโคตร, 2555, ออนไลน์) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับงานที่ผู้วิจัยให้ความสนใจ คือในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้มีข้อค้นพบปัญหาคือนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่ถามได้ แต่นักเรียนไม่สามารถสื่อสารออกมาเพื่ออธิบายเหตุผลในการตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์โดยการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ทราบได้จากการตอบคำถามภายในห้องเรียน การทำข้อสอบกลางภาคแบบอัตนัยมีนักเรียนอีกร้อยละ 30 ยังทำคะแนนไม่ดีเท่าที่ควรเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด การทำข้อสอบอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียนสื่อความ มีนักเรียนอีกร้อยละ 28 ยังมีคะแนนไม่ดีเท่าที่ควรเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนด รวมถึงการสังเกตนักเรียนเวลาทำการทดลอง นักเรียนกำหนดและควบคุมตัวแปร ตั้งสมมติฐาน ออกแบบ ปฏิบัติการทดลอง บันทึกผลการทดลอง การสรุปตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปยังได้ไม่ดี โดยทราบได้จากการสอบปฏิบัติการทดลอง และเนื่องจากการเรียนการสอนในปัจจุบันได้ใช้หนังสือแบบเรียน บางกิจกรรมยังไม่หลากหลาย และยังไม่เหมาะสมกับบริบทของนักเรียน จากการสังเกตปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งชุดกิจกรรมนั้นจัดเป็นสื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม และมีการปรับเปลี่ยนกิจกรรมที่หลากหลายทำให้นักเรียนสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียน เป็นการฝึกให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองถือเป็นสื่อที่เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้มากขึ้น (ตวงแสง ณ นคร, 2555, น. 228; บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, น. 110-111; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2561, น. 31-32; สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2560, น. 57)และจากการศึกษางานวิจัยของ อริสรา รัชพันธ์ (2562a) เรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ได้แต่ต้องหาทางให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งครูจำเป็นต้องฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดกับนักเรียน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2562, น.14) ได้แบ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 14 ทักษะ คือ ทักษะขั้นพื้นฐาน 8 ทักษะ และทักษะขั้นบูรณาการ 6 ทักษะ

อันได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดและการปฏิบัติอย่างชำนาญ สามารถใช้แก้ปัญหา และสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ (สิริมา ภู่สวัสดิ์, 2561, น.44) จึงถือว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สามารถช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อัญชนา ภักดีวงษ์ (2564, น.113-126) พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊กสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งจะเห็นได้ว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในปัจจุบันครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่มีการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based learning) เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก สอดคล้องกับการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่เน้นทั้งความรู้และกระบวนการหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2548, น. 75)โดยมีจุดประสงค์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดอย่างเป็นระบบและเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และในการจัดการศึกษาทุกระดับนั้น วิทยาศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกผังพัฒนาให้เกิดกับนักเรียน เนื่องจากทักษะทางวิทยาศาสตร์สามารถแสดงถึงการมีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้นได้ (กุลิสรา จิตรชญาวณิช และ เกศราพรรณ พันธุ์ศรีเกตุ คงเจริญ, 2563, น. 47) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้โดยต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างเป็นระบบโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, น. 161)

การจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมาผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ประเภท Structure inquiry ครูมีบทบาทในระดับสูง โดยเป็นผู้แนะนำนักเรียนในตลอดขั้นตอนของการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง โดยนักเรียนจะมีบทบาทในการหาคำตอบ แต่นักเรียนก็ยังให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบของตนเองได้ไม่ดีเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงสนใจนำการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ประเภท Guided Inquiry ซึ่งเป็นการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูจะลดระดับบทบาทของการมีส่วนร่วมลงและนักเรียนมีบทบาทในการเรียนเพิ่มขึ้น กล่าวคือมีการกำหนดปัญหาหรือ

คำถามทางวิทยาศาสตร์ให้แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง (กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์, 2558) จะส่งผลให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถจัดระบบความคิดที่ซับซ้อนได้มากขึ้น สร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทน ช่างสังเกต มีเหตุผล มีความเชื่อมั่นในตนเอง เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (พันธ์ ทองชุมนุม, 2544, น. 57; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2548, น. 78; วีระ ไทยพานิช, 2555, น. 131-132; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2562, น. 80) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรภา บางสาลี (2559)ทำการวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ผลการวิจัยคือความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เมื่อได้รับการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ จรินทร จันทร์เพ็ง (2556) ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาการของเด็กในวัยต่าง ๆ ของ Piaget นักจิตวิทยาชาวสวิส ที่กล่าวไว้ว่า พัฒนาการของเด็กแรกเกิดจนสู่วัยผู้ใหญ่ ในระยะที่คิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete operational stag) คือในช่วงอายุ 7-11 ปี คือเด็กช่วงนี้จะมีพัฒนาการทางสมองมากขึ้น สามารถเรียนรู้และจำแนกสิ่งต่างๆที่เป็นรูปธรรมได้ แต่จะยังไม่สามารถสร้างจินตนาการกับเรื่องราวที่นามธรรมได้ (นันทิยา บุญเคลือบ, 2540, น.13) จากความสามารถของเด็กที่เปลี่ยนไปตามวัยของอายุนี้จะมีประโยชน์ต่อครูวิทยาศาสตร์ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือในชั้นระดับประถมศึกษานั้นควรจัดการเรียนการสอนโดยอาศัยประสบการณ์รูปธรรมเป็นหลัก เพราะเด็กสามารถเรียนรู้ได้ดีและสามารถคิดได้จากประสบการณ์ตรง (สุวัฒก์ นิยมค้า, 2531, น. 424) และในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ประกอบไปด้วยการตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน และการประเมินหลักฐานและลงข้อสรุป ดังนั้นถ้าผู้วิจัยนำชุดกิจกรรมมาใช้ร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะแบบแนะแนวทาง ก็จะทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เมษา นวลศรี (2565, น.452-466) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การปรากฏของดวงจันทร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากสภาพที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อีกทั้งสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในระดับชั้นอื่น ๆ ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอนที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์กับนักเรียน ซึ่งผลการวิจัยจะได้นำเสนอในลำดับต่อไป

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1.เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางในประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

2.3 เปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.4 เปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

2.5 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.6 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

ความสำคัญของการวิจัย

ผลการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ได้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการนำไปจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมในระดับชั้นอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกัน สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมดังกล่าวจะได้รับการพัฒนาให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว 15101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 9 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 404 คน ซึ่งแต่ละห้องเรียนมีการคละความสามารถของนักเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว 15101) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 46 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้หน่วยการสุ่มแบบห้องเรียน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยใช้ระยะเวลา 4 สัปดาห์ เวลา 16 คาบ คาบละ 50 นาที (ไม่รวมการทดสอบก่อนเรียน 3 คาบ และการทดสอบหลังเรียน 3 คาบ)

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว15101) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยใช้สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและ

ธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ประกอบด้วย

1.การเปลี่ยนสถานะของสาร

2.การระเหิดและการระเหิดกลับ

3.การละลายของสารในน้ำ

4.การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

5.การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

ตัวแปรที่ศึกษา

1.ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

2.ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

2.2 การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1) ชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการสอนชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม (Multi-Media) ที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดให้ จัดทำขึ้นสำหรับครูใช้ประกอบการสอนและให้นักเรียนประกอบการเรียน มีการจัดกิจกรรมหลากหลาย ในบางขั้นตอนครูอาจใช้วิธีการสอนประกอบการบรรยายโดยใช้สื่อ บางขั้นตอนนักเรียนอาจศึกษาจากใบความรู้ด้วยตนเองและจากกระบวนการการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายนี้สามารถทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยชุดกิจกรรมแต่ละชุดประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม ใบความรู้ ใบงาน/ใบกิจกรรม สื่อการเรียน วัสดุอุปกรณ์ แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ

2) การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (Guided inquiry) หมายถึง วิธีการสอนที่ครูมีการวางแผนอย่างละเอียด ครูเป็นผู้ตั้งประเด็นคำถาม ครูทำการสอนแนะแนวทางและให้คำปรึกษากับนักเรียน โดยมีการจัดกิจกรรมเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง โดยมีปัญหาหรือสถานการณ์เป็นฐานในการสร้างความรู้ นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต สำรวจ ตั้งคำถาม สร้างข้อความคาดการณ์จนค้นพบความรู้ใหม่ และสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและใช้คำถามแนะแนวทาง

3) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง หมายถึง สื่อการสอนชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม (Multi-Media) สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ โดยครูมีการวางแผนอย่างละเอียด เป็นผู้ตั้งประเด็นคำถาม ลักษณะของคำถามที่ครูใช้ถามเป็นลักษณะของคำถามเพื่อนำไปสู่การสังเกต คำถามนำไปสู่คำอธิบาย คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน คำถามนำไปสู่การออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้า และคำถามที่นำไปสู่การนำไปใช้ ครูทำการสอนแนะแนวทางและให้คำปรึกษากับนักเรียน โดยมีการจัดกิจกรรมเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง โดยมีปัญหาหรือสถานการณ์เป็นฐานในการสร้างความรู้ นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต สำรวจ ตั้งคำถาม สร้างข้อความคาดการณ์จนค้นพบความรู้ใหม่ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและใช้คำถามแนะแนวทาง มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นระหว่างการดำเนินกิจกรรม รวมถึงนักเรียนสามารถสรุปผล แปลผลในการเรียนหรือทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและความรู้ที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายและตามแนวทางของตนเองและสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

โดยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางที่สร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางสำหรับนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมและมีครูเป็นผู้แนะแนวทาง โดยชุดกิจกรรมประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม ใบความรู้ ใบกิจกรรม สื่อการเรียน และแบบฝึกหัด ประกอบด้วย 5 ชุดกิจกรรมย่อย ได้แก่ ชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสาร ชุดกิจกรรมที่ 2 การระเหิดและการระเหิดกลับ ชุดกิจกรรมที่ 3 การละลายของสารในน้ำ ชุดกิจกรรมที่ 4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และชุดกิจกรรมที่ 5 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

2) คู่มือครูในการใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยมีส่วนประกอบเหมือนกับชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน แต่มีแนวทางในการใช้คำถามและแนวคำตอบสำหรับครู

4) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

การจัดการเรียนรู้โดยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมเป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยครูสร้างความสนใจในบทเรียนให้กับนักเรียนด้วยการสร้างตั้งคำถามเพื่อกระตุ้น เป็นผู้แนะนำให้นักเรียนคิดอย่างถูกต้อง รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล เสริมแรงให้กับนักเรียนเมื่อนักเรียนได้ร่วมทำกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นผู้วางแผนการจัดการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้และนักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้ สำหรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ผนวกขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางกับการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น (5E) ร่วมกันทุกขั้นตอนดังนี้

1.ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)

เป็นการสร้างความสนใจให้กับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน โดยครูจะใช้สื่อจากชุดกิจกรรมร่วมกับการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสังเกต ส่วนนักเรียนจะคิดและตอบคำถามโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน

2.ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)

เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนักเรียนเป็นผู้วางแผน หรือกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้ช่วยให้คำแนะนำ และคอยอำนวยความสะดวก จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน และใช้คำถามเพื่อแนะนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน และถามถึงแนวทางการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของตนเอง โดยมีการให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ และใบกิจกรรมในชุดกิจกรรม

3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)

เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ แปลผล และสรุปผล โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบและแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง โดยใช้คำถามและใบบันทึกผลการทดลองในชุดกิจกรรม ส่วนนักเรียนสามารถอธิบายหรือหาคำตอบที่เป็นไปได้ ยอมรับฟังคำอธิบายของคนอื่น รู้จักถามคำถามอย่างสร้างสรรค์ และสามารถตอบคำถามโดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้

4.ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)

เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม โดยครูส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำถามหรือกิจกรรมเสริมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในชุดกิจกรรมและส่งเสริมให้นักเรียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิมได้และสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้เมื่อเจอสถานการณ์ใหม่ๆ

5.ขั้นประเมินความรู้ (Evaluate)

เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ โดยใช้กิจกรรมในชุดกิจกรรม ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ตามมาตรฐานการเรียนรู้ โดยครูจัดกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียนโดยใช้กิจกรรมในชุดกิจกรรม ส่วนนักเรียนร่วมทำกิจกรรมโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้เรียนมา

5) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ การฝึกฝนจนเกิดความชำนาญในการแก้ปัญหา และการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

1.ทักษะการตั้งสมมติฐาน หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานที่คิดไว้ล่วงหน้าที่ยังไม่รู้มาก่อน โดยเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ก็ได้

2.ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่และให้สอดคล้องกับสมมติฐานของการทดลองที่กำหนดไว้

3.ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐานหรือที่เกี่ยวข้องกับการทดลองให้เข้าใจตรงกัน เพื่อให้สามารถสังเกตและวัดได้

4.ทักษะการทดลอง หมายถึง การหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การออกแบบ การปฏิบัติ และการบันทึกผลการทดลอง

5.ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หมายถึง การแปลความหมายข้อมูลที่รวบรวมได้ รวมถึงสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดได้ เพื่อสร้างคำอธิบายหรือลงข้อสรุปในการตอบคำถามที่สำรวจตรวจสอบ

โดยผู้วิจัยมีเครื่องมือในการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 2 ชนิด ได้แก่ 1) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแบบคู่ขนาน และ 2) แบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการตามแนวคิดของวรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542, น. 107-108) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ จำนวนทั้งหมด 15 ข้อ พัฒนาขึ้นมาจากสิริมา ภู่สวัสดิ์ (2561, น. 159-163) เดชา จันทร์น้ำใส (2561, น. 163-188) และ จรินทร จันทร์เพ็ง (2556, น. 84-92) โดยสร้างแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแบบประเภทตรวจสอบรายการ (check list) ซึ่งมีการกำหนดรายการพฤติกรรมบ่งชี้จากนิยามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เพื่อบันทึกพฤติกรรมที่สังเกตพบ โดยมีประสาทสัมผัสของผู้สังเกต โดยเฉพาะตา และหู เพื่อติดตามศึกษาพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกได้ทุกด้านที่ต้องการสังเกต ซึ่งบันทึกโดยครูผู้สอนและครูผู้ช่วย

6) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดของมนุษย์ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลโดยใช้การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อให้สามารถสร้างข้อสรุปที่เชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 4 ประเภท ตามแนวคิดของ Lawson (Lawson (2010 อ้างถึงใน พิชญา ศิลาม่อม, 2561, น. 15) ได้แก่ 1) การให้เหตุผลแบบสมมตินัย เป็นการให้เหตุผลจากการสร้างสมมติฐาน ที่ใช้อธิบายสิ่งที่ได้มาจากการสังเกตปัญหา หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการให้เหตุผลจากการสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือการประเมินคำอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น ที่มีมาจากสิ่งที่รู้มาจากก่อนหน้านี้ได้ 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลจากการนำหลักการใหญ่ไปจำแนกเป็นหลักการย่อย ๆ โดยเป็นการสร้าง

คำพยากรณ์ที่มาจากการเก็บข้อมูลในอนาคต เพื่อยืนยันไปยังสมมติฐานหรือคำตอบให้เหมาะสมหรือน่าเชื่อถือมากขึ้น และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลจากการนำข้อสรุปย่อย ๆ ไปสู่การสรุปโดยหลักการโดยทั่วไป โดยเป็นการเปรียบเทียบคำพยากรณ์กับข้อมูลใหม่ที่ได้เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจค้นคว้าทดลอง หรือสังเคราะห์เอกสารหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป การพยากรณ์หรือการคาดการณ์ล่วงหน้า 2) ความสามารถในการสร้างข้อสรุป หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผล สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดดคล้องกับหลักฐานที่มีหรือไม่ และ 3) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการบรรยายตีความหมายหรือคาดการณ์ปรากฏการณ์โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จะมีแนวทางการวัดและประเมินผล โดยสร้างแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ซึ่งใช้ลักษณะของแบบทดสอบ แบบคำถาม 2 ชั้น (two – tiers) มีจำนวน 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 8 ข้อ ซึ่งใน 1 สถานการณ์จะประกอบด้วยการให้เหตุผล 4 ประเภท ดังนี้ 1) การให้เหตุผลแบบสมมตินัย 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ข้อ ส่วนที่ 2 เป็นแบบเขียนตอบเพื่อให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ การสร้างข้อสรุป และการอธิบายปรากฏการณ์ โดยแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์พัฒนามาจากสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555, น. 76) และธนพล คลังพหล (2562, น. 73-78)

7) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาด้านความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการประเมิน ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยสร้างแบบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Bloom's Revised Taxonomy เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน โดยข้อสอบครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัดดังนี้

1. ด้านความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำนิยาม หลักเกณฑ์ และทฤษฎี

2.ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ความสัมพันธ์ และความรู้ ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิดทั้งหมดที่เรียน

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการหาคำตอบและ แก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

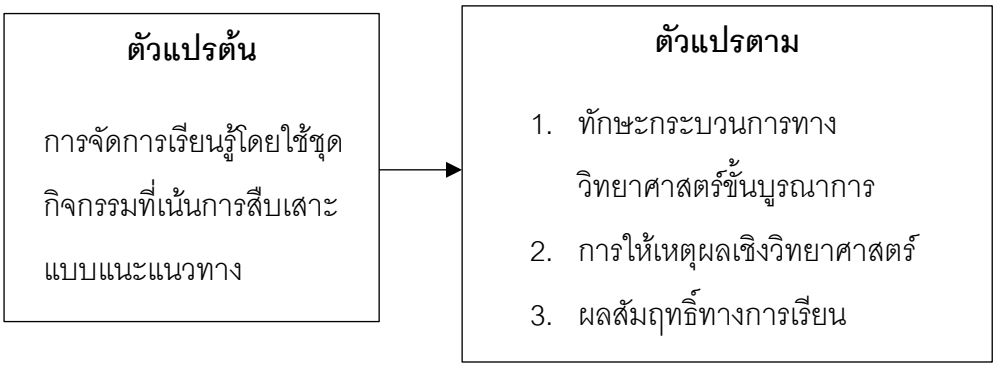
4. ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในแยกแยะพิจารณาดูรายละเอียดของสิ่ง ต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่าสิ่งใดสำคัญที่สุด เป็นการใช้วิจารณญาณเพื่อการไตร่ตรอง

5. ด้านการประเมิน หมายถึง ความสามารถในการสรุปตัดสินคุณค่าของกิจกรรมการกระทำหรือปรากฏการณ์ใดๆตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนด

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้นำพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Bloom's Revised Taxonomy ด้านสร้างสรรค์มาใช้ในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้วพบว่าตัวชี้วัด เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้กำหนดไว้ไม่สอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสร้างสรรค์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านสร้างสรรค์

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้สื่อประสม ในชุดกิจกรรมจะมีการปรับเปลี่ยนกิจกรรมที่หลากหลายทำให้นักเรียนสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียน เป็นการฝึกให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ถือเป็นสื่อที่เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนให้มากขึ้น (ตวงแสง ณ นคร, 2555, น. 228; บุญเกื้อ ควรหาเวช , 2542, น. 110-111; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2561, น. 31-32; สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2560, น. 57) ในชุดกิจกรรมประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม ใบความรู้ ใบกิจกรรม สื่อการเรียน แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปราณี จงอนุรักษ์ (2561, น.81-82) เรื่องผลการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง บรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางผนวกกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้นตอน (5E) ทุกขั้นตอน ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอนคือ 1.ขั้นสร้างความสนใจ 2. ขั้นสำรวจและค้นหา 3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4. ขั้นขยายความรู้ และ 5 ขั้นประเมินความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีระบบการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น (ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 156) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวรภา บางสาลี (2559) เรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านวังพรม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ผลการวิจัยคือความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อได้รับการจัดการเรียนเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง จะส่งเสริมให้นักเรียนแสดงพฤติกรรมบ่งชี้ประกอบไปด้วยการตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐาน การประเมินหลักฐานและลงข้อสรุปและช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (เอกรัตน์ ทานาค, 2563, น. 74) อันจะนำไปสู่การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานในการวิจัย

1.นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2.นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

3.นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4.นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง มีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

5.นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6.นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้เรียบเรียงไว้ตามหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม
    1.1 ความหมายของชุดกิจกรรม
    1.2 ประเภทของชุดกิจกรรม
    1.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม
    1.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม
    1.5 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม
    1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของชุดกิจกรรม
        1.6.1 ข้อดีของชุดกิจกรรม
        1.6.2 ข้อจำกัดของชุดกิจกรรม
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.1 ทฤษฎีและแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.4 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
        2.6.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
        2.6.2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    2.7 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
        2.7.1 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
        2.7.2 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง
    3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง
    3.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง
    3.3 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

3.4.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

3.4.2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.3 พฤติกรรมที่แสดงการเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.4 การเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.5 การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.2 องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.3 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.4 การเสริมสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.5 การวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.2 องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.3 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

7.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม

1.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดการสอนหรือชุดการเรียน มาจากคำว่า Instructional Package หรือ Learning Package เดิมเรียกว่าชุดการสอน เพราะเป็นสื่อที่ครูใช้ประกอบการสอน ต่อมาแนวคิดในการยึดเด็กเป็นศูนย์กลางในการเรียนได้เข้ามามีอิทธิพลมากขึ้น และเน้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จึงนิยมเรียกชุดการสอนว่า ชุดการเรียนหรือชุดการเรียนการสอน สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า ชุดกิจกรรม ซึ่งได้ให้ความหมายไว้ว่า สื่อการเรียนการสอนชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ เนื้อหา และประสบการณ์ ในหน่วยการเรียนแต่ละหน่วย และเป็นสื่อที่ครูใช้ประกอบการสอน โดยมีวัตถุประสงค์ให้ครูสอนเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ และชุดกิจกรรมนี้เป็นสื่อที่จัดทำขึ้นสำหรับครูใช้ประกอบการสอนและให้นักเรียนประกอบการเรียน โดยในชุดกิจกรรมแต่ละชุดประกอบด้วย วัตถุประสงค์ ใบความรู้ ใบงาน วัสดุอุปกรณ์ สื่อ และแบบวัดผลประเมินผล โดยจะถูกจัดไว้เป็นชุด ๆ บรรจุในซอง กล่อง หรือกระเป๋า แล้วแต่ผู้สร้างจะทำขึ้น (กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524b, น. 117; ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520, น. 7; ดวงเดือน เทศวานิช, 2530, น. 176; บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2545, น. 91; รัตนะ บัวสนธ์, 2562, น. 22; วีระ ไทยพานิช, 2555น. 117; สิริมา ภู่สวัสดิ์, 2561, น. 15; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2562, น. 23; สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2545, น. 51; อรนุช ลิมตศิริ, 2556, น. 164)

จากความหมายของชุดกิจกรรมที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม หมายถึง สื่อการสอนชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม (Multi-Media) ที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดให้ โดยชุดกิจกรรมแต่ละชุดประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม ใบความรู้ ใบกิจกรรม สื่อการเรียน และแบบฝึกหัด

1.2 ประเภทของชุดกิจกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของชุดกิจกรรมไว้คล้ายคลึงและแตกต่างกันดังนี้

กาญจนา เกียรติประวัติ (2524a, น. 117) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ชุดกิจกรรมสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมกลุ่ม เช่น ในวิธีการของศูนย์การเรียนหรือบทเรียนโมดูล

2. ชุดกิจกรรมรายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนด้วยตนเองตามลำพัง เพื่อพัฒนาความรับผิดชอบของนักเรียนและความก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถในเวลาที่แตกต่างกัน นักเรียนสามารถทดสอบเพื่อทราบผลความก้าวหน้าของตนเองได้ทุกเวลาและตรวจสอบคำตอบได้ทันที

ต่อมามีนักการศึกษาที่ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมเป็น 3 ประเภท (ชาญชัย อินทรสุนานนท์, 2538, น. 41-42; บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2542, น. 94-95; สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2560, น. 52-55) ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย เป็นชุดกิจกรรมที่ผลิตขึ้นสำหรับครูใช้สอนนักเรียนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้นักเรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจในเวลาเดียวกัน สื่อนี้จะช่วยให้ครูผู้สอนลดการพูดให้น้อยลง และใช้สื่อที่มีอยู่ในชุดกิจกรรมในการสอนให้มากขึ้น ทำให้นักเรียนมีเวลาในการปฏิบัติมากขึ้น สื่อที่ใช้อาจได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ สไลด์ ฟิล์มสตริป ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง หรือกิจกรรมที่กำหนดไว้ เป็นต้น

2. ชุดกิจกรรมสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมที่จัดขึ้นสำหรับสอนกิจกรรมกลุ่ม มีชุดกิจกรรมย่อยสำหรับกิจกรรมกลุ่ม โดยมีสื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุด มุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียน และให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน ชุดกิจกรรมนี้มักจะใช้สอนแบบกลุ่ม เช่น การสอนแบบศูนย์การเรียน การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดกิจกรรมรายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมที่นักเรียนเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล คือนักเรียนจะเรียนตามคำแนะนำที่อยู่ในชุดกิจกรรมและจะเรียนไปตามลำดับขั้นตอนของชุดกิจกรรม โดยนักเรียนจะต้องศึกษาตามความเข้าใจหรือความสนใจของตนเอง อาจเรียนที่โรงเรียนหรือเรียนที่บ้านก็ได้ ชุดกิจกรรมนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนทำความเข้าใจเนื้อหาเพิ่มเติม และนักเรียนยังสามารถทำแบบฝึกหัดเพื่อประเมินผลการเรียนได้ด้วยตนเอง

นอกจากนี้ สุคนธ์ สินธพานนท์ (2554, น. 16-17) ได้แบ่งชุดกิจกรรมเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1.ชุดกิจกรรมสำหรับครูผู้สอน เป็นชุดกิจกรรมที่ครูใช้ประกอบการสอน ประกอบด้วยคู่มือครู สื่อการเรียนการสอนที่หลากหลาย มีการจัดกิจกรรมและสื่อการสอนประกอบการบรรยายของครูผู้สอน ชุดกิจกรรมนี้มีเนื้อหาสาระเพียงหน่วยเดียว และใช้กับนักเรียนทั้งชั้น แบ่งเป็นหัวข้อที่จะบรรยาย มีการกำหนดกิจกรรมตามลำดับขั้น

2.ชุดกิจกรรมสำหรับกิจกรรมกลุ่ม เป็นชุดกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้ร่วมกัน โดยปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรมหรืออาจจะเรียนรู้ชุดกิจกรรมในศูนย์การเรียน กล่าวคือในแต่ละศูนย์การเรียนจะมีชุดกิจกรรมในแต่ละหัวข้อย่อยของหน่วยการเรียนรู้ให้นักเรียนศึกษา นักเรียนแต่ละกลุ่มจะหมุนเวียนศึกษาความรู้และทำกิจกรรมของชุดกิจกรรมจนครบทุกศูนย์การเรียน

3. ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล เป็นชุดกิจกรรมที่ให้นักเรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในชุดกิจกรรม ซึ่งสามารถศึกษาได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เมื่อศึกษาจนครบตามขั้นตอนแล้วนักเรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ด้วยตนเอง

4.ชุดกิจกรรมแบบผสม เป็นชุดกิจกรรมที่มีการจัดกิจกรรมหลากหลาย ในบางขั้นตอนครูผู้สอนอาจใช้วิธีการบรรยายประกอบการใช้สื่อ บางขั้นตอนครูผู้สอนอาจให้นักเรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล และบางขั้นตอนอาจให้นักเรียนศึกษาความรู้จากชุดกิจกรรมโดยใช้กิจกรรมกลุ่ม เป็นต้น

จากประเภทของชุดกิจกรรมที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย ชุดกิจกรรมสำหรับกิจกรรมกลุ่ม ชุดกิจกรรมการสอนรายบุคคล และชุดกิจกรรมแบบผสม ทั้งนี้ถ้าผู้วิจัยจะเลือกใช้ชุดกิจกรรมประเภทใดจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนมากที่สุด ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ชุดกิจกรรมประเภท “ชุดกิจกรรมแบบผสม” เพราะเป็นชุดกิจกรรมที่มีการจัดกิจกรรมหลากหลาย ในบางขั้นตอนครูอาจใช้วิธีการสอนประกอบการบรรยายโดยใช้สื่อ บางขั้นตอนนักเรียนอาจศึกษาจากใบความรู้ด้วยตนเองและจากกระบวนการการทำกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายนี้สามารถทำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

1.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของชุดกิจกรรมไว้คล้ายคลึง (ดวงแสง ณ นคร, 2555, น. 227; รัตนะ บัวสนธ์, 2562, น. 22-23; สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ , 2560, น. 52) ดังต่อไปนี้

1. คู่มือการใช้ชุดกิจกรรมสำหรับครูและนักเรียน
2. บัตรคำสั่งหรือเอกสารที่กำหนดให้นักเรียนทำกิจกรรมตามขั้นตอนที่กำหนดไว้
3. ใบความรู้ที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียนและสื่อประกอบการสอนชนิดต่าง ๆ
4. แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่ใช้ประเมินตนเอง

นอกจากนี้สุคนธ์ สินธพานนท์ (2561, น. 29) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของชุดกิจกรรม คือ

1.คำชี้แจงในการใช้ชุดกิจกรรม เป็นคำชี้แจงให้นักเรียนทราบจุดประสงค์ของการศึกษาชุดกิจกรรม และส่วนประกอบของชุดกิจกรรม เช่น ประกอบด้วยบัตรคำสั่ง บัตรปฏิบัติการ บัตรเนื้อหา บัตรฝึกหัดและบัตรเฉลย บัตรปฏิบัติการและบัตรเฉลย บัตรทดสอบ และบัตรเฉลยบัตรทดสอบ

2.บัตรคำสั่ง เป็นการชี้แจงรายละเอียดของการศึกษาชุดกิจกรรมนั้นว่าต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างไร

3.บัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ บางชุดกิจกรรมอาจออกแบบให้มีบัตรกิจกรรมหรือบัตรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นบัตรที่บอกให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ

4.บัตรเนื้อหา เป็นบัตรที่บอกเนื้อหาที่นักเรียนศึกษา สิ่งที่ควรมีในบัตรเนื้อหา คือ หัวเรื่อง สูตร นิยาม และคำอธิบาย

5.แบบฝึกหัดหรือบัตรงาน เป็นแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำหลังจากได้ทำกิจกรรมแล้วศึกษาเนื้อหาจนเข้าใจ

6.บัตรเฉลยบัตรแบบฝึกหัด เมื่อนักเรียนทำแบบฝึกหัดเสร็จแล้ว สามารถตรวจสอบความถูกต้องจากบัตรเฉลยแบบฝึกหัด

7.บัตรทดสอบ เมื่อนักเรียนได้ทำบัตรแบบฝึกหัดแล้ว นักเรียนจะมีความรู้ในหัวข้อที่เรียนนั้น ๆ ต่อจากนั้นจึงให้นักเรียนทำบัตรทดสอบ

8.บัตรเฉลยบัตรทดสอบ เป็นบัตรที่มีคำเฉลยของบัตรทดสอบที่นักเรียนได้ทำไปแล้วเป็นการตรวจสอบหรือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการศึกษาชุดกิจกรรมนั้น

จากองค์ประกอบของชุดกิจกรรมที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า มีบางองค์ประกอบเหมือนกันและบางองค์ประกอบแตกต่างกัน ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปองค์ประกอบของชุดกิจกรรมไว้ 5 องค์ประกอบ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรม ดังนี้

1.คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม

2.ใบความรู้

3. ใบกิจกรรม

4. สื่อการเรียน

5. แบบฝึกหัด

1.4 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอขั้นตอนในการสร้างชุดกิจกรรมไว้ 10 ขั้นตอน (กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524b, น. 118-119; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2561, น. 458-459; ชาญชัย อินทรสุนานนท์, 2538, น. 43-44; สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2560, น. 123) ดังนี้

1.กำหนดเรื่องเพื่อทำชุดกิจกรรม กำหนดตามเรื่องในหลักสูตรหรือเรื่องที่ทำให้รู้สึกว่ามีปัญหาในการสอนด้วยวิธีอื่น ๆ

2.กำหนดหน่วยการสอน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยการสอน จะแบ่งกี่หน่วย และหน่วยหนึ่งๆ จะใช้เวลานานเท่าใด ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน

3.กำหนดหัวเรื่อง จัดแบ่งหน่วยการสอนเป็นหัวข้อย่อย ๆ เพื่อสะดวกแก่การเรียนรู้ แต่ละหน่วยควรประกอบด้วยหัวข้อย่อยหรือประสบการณ์ในการเรียนรู้ประมาณ 4-6 หัวข้อ

4.กำหนดมโนทัศน์และหลักการ โดยมโนทัศน์หรือหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่อง

5.กำหนดวัตถุประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง โดยเขียนเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไป วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเกณฑ์การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไว้ทุกครั้ง

6.กำหนดกิจกรรมการเรียน ต้องกำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นแนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน

7.กำหนดแบบวัดและประเมินผล โดยจะต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

8.การเลือกและผลิตสื่อการเรียนการสอนโดยจะถือว่าวัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนแล้วก็จัดสื่อการเรียน

การสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องหรือในซองที่เตรียมไว้ ก่อนนำไปทดลองและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

9.สร้างข้อทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย การสร้างข้อสอบเพื่อทดสอบก่อนและหลังเรียนควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ และเมื่อสร้างเสร็จแล้วควรทำเฉลยไว้พร้อมก่อนส่งไปหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

10.การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เมื่อสร้างชุดกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องนำชุดกิจกรรมนั้น ๆ ไปทดสอบโดยวิธีการต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริง เช่น ทดลองเพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความครอบคลุม และความตรงของเนื้อหา เป็นต้น

1.5 การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโดยมีวิธีในการหาทั้งหมด 2 วิธี ได้แก่ การหาประสิทธิภาพโดยการกำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า และการหาประสิทธิภาพโดยใช้แบบประเมิน ดังนี้

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520, น. 123) ได้กล่าวไว้ว่า การหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เป็นการประกันว่าชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพในการสอนผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ล่วงหน้า โดยคำนึงถึงหลักการที่ว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการเพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนให้บรรลุผลตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์จึงต้องคำนึงถึง กระบวนการ และผลลัพธ์ โดยกำหนดตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยมีค่าเป็น E_1 / E_2

E_1 คือ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการทำงานคิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดและการประกอบกิจกรรม E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละของคะแนนหลังเรียน การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสม แต่โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ที่ 80/80 , 85/85 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น การทดลองใช้เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม เป็นการทดลองรายบุคคลเพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของชุดกิจกรรม แล้วนำไปทดลองกลุ่มเล็กประมาณ 6-10 คน เพื่อหาประสิทธิภาพเบื้องต้นและปรับปรุงชุดกิจกรรมให้สมบูรณ์ขึ้น แล้วจึงนำไปทดลองภาคสนามโดยนำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้ในชั้นเรียนที่มีนักเรียน

ตั้งแต่ 30-100 คน หากการสอนภาคสนามได้ค่า E_1 และ E_2 ไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้จะต้องปรับปรุงการสอนและทำการทดสอบหาประสิทธิภาพซ้ำอีก อาจเนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของนักเรียน บทบาทและความชำนาญในการใช้ชุดกิจกรรมของครู เป็นต้น ซึ่งอนุโลมให้มีค่าระดับความผิดพลาดได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5–5 % ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้นกำหนดไว้ 3 ระดับ คือ

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้มีค่าเกิน 2.5 %

2. เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเท่ากันหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้แต่ไม่เกิน 2.5 %

3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 % ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

นอกจากนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2546a, น. 25-29) ได้จำแนกวิธีการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมเป็น 2 วิธี คือ

1.การหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญหรือครูโดยจะใช้แบบประเมินผลให้ผู้เชี่ยวชาญ หรือครูพิจารณาทั้งด้านคุณภาพ เนื้อหาสาระ และเทคนิคการทำสื่อนั้น ๆ แบบประเมินอาจเป็นมาตรประเมินค่า (Rating Scale) หรือเป็นแบบเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย สรุปเป็นความถี่แล้วอาจทดสอบความแตกต่างระหว่างความถี่ด้วย Scale

2.การหาประสิทธิภาพโดยนักเรียน มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ แต่เน้นการรับรู้คุณค่าที่ได้จากการเรียนเป็นสำคัญ ประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่มีความเที่ยงตรงที่จะต้องพิสูจน์คุณภาพ และคุณค่าของสื่อการสอนนั้น ๆ โดยจะวัดว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง เป็นการวัดเฉพาะผลที่เป็นจุดประสงค์ของการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมนั้นอาจจำแนกได้ 2 วิธี

2.1) กำหนดเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำไว้ เช่น 80/80 หรือ 90/90

2.2) ไม่ได้กำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้าแต่พิจารณาการเปรียบเทียบผลการสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่หรือเปรียบว่าผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมนั้นสูงกว่าหรือเท่ากับสื่อ หรือเทคนิคการสอนอย่างอื่นหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test)

จากการศึกษาเอกสารการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมก่อนนำชุดกิจกรรมไปใช้ จะช่วยให้ได้ชุดกิจกรรมที่มีคุณภาพและทำให้การสอนบรรลุความสำเร็จตามที่มุ่งหวังไว้ ซึ่งการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมมี 2 วิธี ดังนี้ คือการหาประสิทธิภาพโดยการกำหนดเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า และการหาประสิทธิภาพโดยใช้แบบประเมิน ซึ่งงานครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้การหาประสิทธิภาพโดยใช้แบบประเมิน ซึ่งเป็นวิธีการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาทั้งด้านคุณภาพ เนื้อหาสาระและเทคนิคการทำสื่อนั้นๆ แบบประเมินจะเป็นแบบมาตรประเมินค่า (Rating Scale)

1.6 ข้อดีและข้อจำกัดของชุดกิจกรรม

1.6.1 ข้อดีของชุดกิจกรรม

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงข้อดีของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, น. 110-111) ได้กล่าวถึงข้อดีของชุดกิจกรรมดังนี้

1.ส่งเสริมการเรียนแบบรายบุคคล นักเรียนเรียนได้ตามความสามารถความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

2.ช่วยขจัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดกิจกรรมจะช่วยให้นักเรียนเรียนได้ด้วยตนเองหรือต้องการความช่วยเหลือจากครูเล็กน้อย

3.ช่วยในการศึกษานอกระบบโรงเรียน เพราะนักเรียนสามารถนำเอาชุดกิจกรรมไปใช้ได้ทุกสถานที่และทุกเวลา

4.ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ครู เพราะชุดกิจกรรมผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที

5.เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

6.ช่วยให้ครูวัดผลนักเรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย

7.เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

8.ช่วยให้นักเรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ

9.ช่วยให้นักเรียนรู้จักเคารพ นับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

วีระ ไทยพานิช (2555, น. 120) ได้กล่าวถึงข้อดีของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

1. เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ และรู้จักทำงานร่วมกัน

2. เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกวัสดุการเรียนและกิจกรรมที่นักเรียนชอบ

3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ก้าวหน้าไปตามศักยภาพความสามารถของแต่ละคน

4. เป็นการเรียนที่สนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล

5. มีการวัดผลตัวเองบ่อย ๆ ทำให้นักเรียนรู้การกระทำของตนเองและสร้างแรงจูงใจ

6. นักเรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริง

7. เป็นการเรียนรู้ชนิดที่มีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วม

8. นักเรียนจะเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ ตามความพอใจของนักเรียน

9. สามารถปรับปรุงการสื่อความหมายระหว่างนักเรียนและครู

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2560, น. 57) ข้อดีของการใช้ชุดกิจกรรมมีดังนี้

1.ส่งเสริมการเรียนเป็นรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละบุคคล

2.แก้ปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดกิจกรรมช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง และต้องการความช่วยเหลือของครูไม่มากนัก

3.ส่งเสริมการจัดการศึกษานอกโรงเรียนและจัดการศึกษาตลอดชีวิต เพราะนักเรียนสามารถนำชุดกิจกรรมไปเรียนรู้ได้ในทุกสถานที่และทุกเวลาไม่จำกัดชั้นเรียน

4.สร้างความมั่นใจและช่วยลดภาระของครู เพราะการผลิตชุดกิจกรรมเตรียมไว้ครบจำนวนหน่วยการเรียนรู้ และจัดไว้เป็นหมวดหมู่ทำให้นักเรียนสามารถนำไปใช้ได้ทันที

5.นักเรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง มีโอกาสฝึกการตัดสินใจและการทำงานร่วมกับกลุ่ม

6.ช่วยให้นักเรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2561, น. 31-32) ได้กล่าวถึงข้อดีของชุดกิจกรรม ดังนี้

1.นักเรียนได้ใช้ความสามารถในการศึกษาความรู้ในชุดกิจกรรมด้วยตนเอง เป็นการฝึกทักษะในการแสวงหาความรู้ ทักษะการอ่าน และสรุปความรู้อย่างเป็นระบบ

2.การทำแบบฝึกหัด แบบทักษะการเรียนรู้ และแบบฝึกทักษะการคิดท้ายชุดกิจกรรม ทำให้นักเรียนรู้จักคิดเป็นแก้ปัญหาเป็น โดยใช้ทักษะการคิดแก้ปัญหา คิดอย่างมีวิจารญาณ และคิดสร้างสรรค์

3.นักเรียนมีวินัยในตนเอง จากการที่นักเรียนทำตามคำสั่งในขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดในชุดกิจกรรม การตรวจแบบฝึกหัด แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ หรือใบงานด้วยตนเองนั้นทำให้นักเรียนรู้จักฝึกตนเองให้ทำตามกติกา

4.นักเรียนรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่นรับฟังความคิดเห็นของกันและกัน เป็นการฝึกความเป็นประชาธิปไตย และเป็นการฝึกทักษะการเรียนรู้ต่าง ๆ จัดเป็นส่วนหนึ่งของการฝึกทักษะนักเรียนในศตวรรษที่ 21

5.การใช้ชุดกิจกรรมนั้นสามารถศึกษานอกเวลาเรียนได้ ขึ้นอยู่กับการออกแบบของครูที่เอื้อต่อการศึกษาด้วยตนเอง

6.ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู เพราะนักเรียนสามารถศึกษาชุดกิจกรรมได้ด้วยตนเอง นอกจากนั้นในเวลาที่ครูประจำวิชาไม่มาครูคนอื่นสามารถสอนแทนโดยใช้ชุดกิจกรรม

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปข้อดีของชุดกิจกรรมได้ว่า ชุดกิจกรรมเป็นสื่อที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน โดยในชุดกิจกรรมมีกิจกรรมที่หลากลายทำให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียนตลอดเวลา นักเรียนมีความรับผิดชอบในการเรียน นักเรียนเคารพและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งถือเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนและเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการสอนของครู ซึ่งการใช้ชุดกิจกรรมจะมีการลดบทบาทของครูโดยเปลี่ยนจากครูเป็นผู้บรรยายมาเป็นผู้แนะนำ และเป็นการสร้างความพร้อม ความมั่นใจให้กับครู เพราะชุดกิจกรรมมีสื่อและกิจกรรมที่หลากหลาย จะช่วยให้ครูวัดผลนักเรียนได้ตรงตามวัตถุประสงค์ในการเรียนตามหน่วยการเรียนในชุดกิจกรรมนั้น ๆ

1.6.2 **ข้อจำกัดของชุดกิจกรรม**

วีระ ไทยพานิช (2555, น. 120) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของชุดกิจกรรมไว้ ดังนี้

1. อาจเป็นการยากที่ครูจะต้องเปลี่ยนบทบาทผู้สอนมาเป็นผู้ประสานงาน

2. ครูต้องมีเทคนิคในการทำงานกับนักเรียนทั้งในลักษณะกลุ่มและรายบุคคล

3. ครูต้องรู้จักสภาพของนักเรียนเป็นอย่างดี เพื่อที่จะให้ความช่วยเหลือได้ถูกหรือจัดชุดกิจกรรมได้เหมาะกับนักเรียนแต่ละคน

4. การเขียนชุดกิจกรรมเป็นการใช้เวลามากและอาจเป็นสิ่งยากกับบางคนเพราะขาดความรู้และประสบการณ์

5. วัสดุการเรียนต่าง ๆ อาจไม่สามารถปรับให้เข้ากับการเรียนด้วยตนเอง

6. การสร้างชุดกิจกรรมให้พอเพียงกับนักเรียนอาจมีราคาสูง

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2560, น. 57) ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของชุดกิจกรรม ดังนี้

1.การออกแบบและการผลิตชุดกิจกรรมต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ด้านเทคโนโลยี ด้านการศึกษา ด้านศิลปะการทำงานร่วมกัน

2.ครูต้องเป็นกัลยาณมิตร รวมทั้งมีความกระตือรือร้น สนใจใฝ่รู้วิทยาการใหม่ ๆ อยู่เสมอ

3.ต้องใช้เวลาพอสมควรในการเตรียมชุดกิจกรรมพร้อมสื่ออุปกรณ์ให้ครบถ้วน

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2561, น. 32)ได้กล่าวถึง ข้อจำกัดของชุดกิจกรรม ดังนี้

1.ครูต้องนำวิธีการสอนหรือเทคนิคการสอนมาใช้ก่อนเริ่มบทเรียน หรือระหว่างการศึกษาบทเรียนมิฉะนั้นแล้วนักเรียนจะไม่บรรลุเป้าหมายที่กำหนด

2.เรื่องที่ให้นักเรียนศึกษาความรู้ด้วยตนเอง ควรเป็นเรื่องที่มีเนื้อหาสาระที่ง่ายสำหรับนักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองได้

3.การให้นักเรียนศึกษาชุดกิจกรรมนั้น ต้องมีบัตรงาน / ใบงาน / แบบฝึกหัด / แบบฝึกทักษะการเรียนรู้ที่ฝึกนักเรียนให้รู้จักคิดวิเคราะห์ และควรมีเฉลยให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเอง ซึ่งถ้าเป็นกรณีคำถามปลายเปิดหรือฝึกทักษะการคิดจะไม่มีเฉลยที่ชัดเจนลงไป จึงต้องมีแบบเฉลยที่หลากหลาย

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปข้อจำกัดของชุดกิจกรรมได้ว่า ชุดกิจกรรมเป็นสื่อที่ครูใช้ประกอบการเรียนการสอน โดยครูต้องนำวิธีการสอนและเทคนิคการสอน มาใช้ควบคู่กับชุดกิจกรรม การเลือกเรื่องหรือเนื้อหาต้องเลือกให้เหมาะสมกับนักเรียน ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป ในชุดกิจกรรมควรต้องมีเฉลยแบบฝึกหัดให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ และการออกแบบในการสร้างชุดกิจกรรม อาจใช้เวลาในการสร้างมาก เนื่องจากต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านเทคโนโลยี ด้านการศึกษา และด้านการทำงานร่วมกันมาเป็นผู้พิจารณาชุดกิจกรรมด้วย

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.1 ทฤษฎีและแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง มีทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) โดยมีรากฐานสำคัญมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และ Vygotsky ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตัคติวิสท์ (Constructivism) เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ มุ่งจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมาจากแนวคิดทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และ Vygotsky โดย Piaget เชื่อว่าทุกคนมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในการปรับเข้าสู่สภาพสมดุลระหว่างประสบการณ์และสิ่งแวดล้อม โดยมีกระบวนการดังนี้ 1) การดูดซึม (Assimilation) เป็นการเพิ่มหรือการขยายโครงสร้างทางปัญญาจากการรับข้อมูลสารสนเทศใหม่ จากสิ่งแวดล้อมที่มีความสอดคล้องกับโครงสร้างทางปัญญาเดิมหรือความรู้เดิม เพื่อเชื่อมความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ ถ้านักเรียนมีพัฒนาการทางโครงสร้างการรับรู้สูงขึ้น ก็สามารถนำความรู้เดิมไปรับความรู้ใหม่ได้ดียิ่งขึ้น 2) การปรับโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) เป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่เพื่อรับความรู้ใหม่ ๆ และนำมาสัมพันธ์กับโครงสร้างใหม่ โดยการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมกับข้อมูลหรือสารสนเทศใหม่กับสิ่งแวดล้อมที่มีความแตกต่างกับโครงสร้างทางปัญญาเดิม ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุงโครงสร้างเดิม ก็ไม่สามารถรับความรู้ใหม่ได้ จึงจำเป็นต้องปรับโครงสร้างใหม่ ส่วน Vygotsky ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมากจึงมีความเชื่อว่าการ

ให้ความช่วยเหลือชี้แนะแก่เด็กซึ่งอยู่ในลักษณะของ “assisted learning” หรือ “scaffolding” เป็นสิ่งสำคัญมากเพราะสามารถช่วยพัฒนาเด็กให้ไปถึงศักยภาพของเด็กได้ Vygotsky ได้เน้นเกี่ยวกับบริบทการเรียนรู้ทางสังคม โดยเชื่อว่าวัฒนธรรมเป็นเครื่องมือทางปัญญาที่จำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบและคุณภาพของเครื่องมือ โดยเชื่อว่าพ่อแม่และครูจะเป็นท่อนำสำหรับเครื่องมือทางวัฒนธรรมรวมถึงภาษา เครื่องมือทางวัฒนธรรมดังกล่าวได้แก่ ประวัติศาสตร์วัฒนธรรม บริบททางสังคมและภาษา รวมถึงการเข้าถึงข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ครูควรมีบทบาทหน้าที่ในการสร้างและส่งเสริมกิจกรรมที่น่าสนใจให้แก่นักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติงานกลุ่ม ควรเป็นผู้แนะนำเมื่อนักเรียนประสบปัญหา การเรียนรู้ในทุกชั้นเรียนกลยุทธ์ทางการเรียนรู้สอดคล้องกับ Social Constructivism ของ Vygotsky รูปแบบการจัดกิจกรรมแต่ละชั้นเรียนอาจไม่เหมือนกัน สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม (กาญจนา เกียรติประวัติ, 2524a, น. 128; ทิศนา แขมมณี, 2563, น. 90-90; พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544, น. 6-7; สุมาลี ชัยเจริญ, 2554, น. 106-107; 2557, น. 131-138; ไสว ฟักขาว, 2542, น. 19) ดังนั้นจากทฤษฎีและแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ความหมายของจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักการศึกษาเรียกชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น วิธีสืบสอบ การสืบเสาะ การสืบเสาะหาความรู้ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้คล้ายคลึงกัน ดังนี้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2537, น. 119) ได้กล่าวถึงความหมายของการสืบเสาะหาความรู้คือการสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงมีความจำเป็นต้องเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้

พันธ์ ทองชุมนุม (2547, น. 54) ได้กล่าวถึงความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึงวิธีสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้สืบเสาะความรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมสำคัญของการสอนวิธีนี้คือ การอภิปรายผลและการทดลอง

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 147) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การจัดกระบวนการเรียนรู้โดยให้นักเรียนค้นหาความจริงโดยการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ใหม่สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง ความรู้ที่ได้จะคงทนถาวรอยู่ในความทรงจำระยะยาว ครูไม่สามารถสร้างได้แต่ครูเป็นเพียงผู้จัดการให้เกิดประสบการณ์เรียนรู้

กุลิสรา จิตรชญาวณิช และ เกศราพรรณ พันธุ์ศรีเกตุ คงเจริญ (2563, น. 51) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าหมายถึง วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนเกิดการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

ทิศนา แขมมณี (2563, น. 141) ได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอนโดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ครูช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ โดยมุ่งส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิดหาเหตุผล ลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบ และแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้พบความรู้ ความจริงต่างๆ โดยเป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ และมีครูเป็นเพียงผู้แนะนำ เพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมายในการเรียน ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า หมายถึง การสอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ ทำให้เกิดทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ สามารถสร้างความรู้ใหม่ และให้นักเรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยมีครูเป็นผู้แนะแนวทาง เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ที่คงทนและเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

2.3 ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548, น. 75) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของวิธีสืบสอบ คือ วิธีการที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก เพื่อให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันที่เน้นทั้งความรู้และกระบวนการหาความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง

ประสาท เนืองเฉลิม (2558, น. 137-138) ได้กล่าวถึงลักษณะสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1.การสืบเสาะหาความรู้เป็นส่วนหนึ่งของการสอนวิทยาศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทั้งทางด้านอารมณ์ สังคม สติปัญญา และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.นักเรียนได้รับการพัฒนาคุณลักษณะอย่างนักวิทยาศาสตร์ ค้นคว้าหาความรู้โดยเกิดจากความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์

3.นักเรียนได้ใช้ทักษะที่จำเป็นในการสร้างความรู้ใหม่ๆด้วยตนเอง

4.นักเรียนได้เรียนรู้การสื่อสารอย่างเป็นวิทยาศาสตร์และสามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.นักเรียนได้รับโอกาสในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นตามความเข้าใจและความรู้สึกของตน จนทำให้เกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

6.การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นเทคนิคการสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การหาความสัมพันธ์ของคำถามที่มาจากประสบการณ์ส่วนบุคคล

7.การเรียนการสอนแบบนี้ช่วยส่งเสริมศักยภาพการทำงานของสมอง

8.นักเรียนเกิดความเข้าใจที่แท้จริงในสิ่งที่เรียนไม่ใช่แค่การท่องจำอย่างเดียว

9.ความรู้ที่ได้จากการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมเข้ากับประสบการณ์ใหม่จนเกิดเป็นความเข้าใจที่คงทน

10.นักเรียนคือผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถและความพร้อมทางการเรียนของแต่ละคน

11.นักเรียนเรียนจากการลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีชีวิตชีวา

12.นักเรียนจะเกิดการรู้คิด จากกระบวนการการทำงานร่วมกัน

13.นักเรียนได้ใช้เครื่องมือในการเรียนรู้อย่างหลากหลาย

14.นักเรียนได้รับการส่งเสริมการเป็นประชาธิปไตย

15.การเรียนการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ

กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช (2550, น. 37) ได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ครูเป็นผู้จัดสถานการณ์สิ่งแวดล้อมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนเป็นผู้ตอบเป็นส่วนใหญ่ในตอนเริ่มต้นแล้วครูจะลดบทบาทลงให้นักเรียนบทบาทเพิ่มขึ้นจนสามารถกำหนดปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาได้

3. ครูจะต้องยอมรับฟังคำถามความคิดเห็นของนักเรียน

4. ถ้าปัญหาใดยากเกินไปนักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาได้ครูอาจร่วมอภิปรายให้ข้อมูลสารสนเทศแก่นักเรียนและร่วมกันหาทางแก้ปัญหาต่อไป

จากลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือวิธีการที่ทำให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการสร้างความรู้ใหม่ ทำให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เกิดความเข้าใจที่คงทน และมีครูเป็นผู้แนะนำแนวทาง คอยช่วยเหลือนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูจะต้องมีทักษะการตั้งคำถามเพื่อถามนักเรียน และต้องสอนนักเรียนให้รู้จักคิดก่อนที่จะตอบคำถาม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียน คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คือวิธีการที่สอนที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้คอยแนะนำโดยการตั้งคำถามถามนักเรียน เพื่อกระตุ้นและส่งเสริมให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหาต่าง ๆได้

2.4 ประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้คล้ายคลึงและแตกต่างกัน ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548, น. 75-76) ได้แบ่งวิธีการสืบเสาะหาความรู้เป็น 3 ประเภท โดยใช้บทบาทของครูและนักเรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. วิธีให้นักเรียนทำงานหรือปฏิบัติการทดลอง (guided inquiry) เป็นวิธีการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหาวางแผนการทดลองเตรียมอุปกรณ์เครื่องมือไว้เรียบร้อย นักเรียนมีหน้าที่ปฏิบัติการทดลองตามแนวทางที่กำหนดไว้ ลำดับขั้นตอนการสอนของวิธีนี้ คือ

1.ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ครูเป็นผู้นำอภิปรายโดยตั้งปัญหาเป็นอันดับแรก

2.ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง อาจเป็นการตั้งสมมติฐาน ครูอธิบายหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองว่ามีวิธีการใช้อย่างไร จึงจะไม่เกิดอันตรายและมีข้อควรระวังในการทดลองแต่ละครั้งอย่างไรบ้าง

3.ขั้นทำการทดลอง นักเรียนเป็นผู้ลงมือกระทำการทดลองเองพร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง

4.ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง เป็นขั้นของการนำเสนอข้อมูลและสรุปผลการทดลองในตอนนี้ครูต้องนำการอภิปรายโดยใช้คำถาม เพื่อนำนักเรียนไปสู่ข้อสรุป เพื่อให้ได้แนวคิดหรือหลักเกณฑ์ที่สำคัญของบทเรียน

2. วิธีสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้วางแผนให้(less guided inquiry)เป็นวิธีสืบเสาะหาความรู้ที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แต่ให้นักเรียนหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเริ่มตั้งแต่การตั้งสมมติฐาน วางแผนการทดลอง ทำการทดลองจนถึงสรุปผลการทดลอง โดยมีครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ลำดับขั้นตอนของการสอนวิธีนี้คือ

1.สร้างสถานการณ์หรือปัญหาซึ่งอาจทำโดยการใช้คำถาม ใช้สถานการณ์จริงโดยการสาธิต เพื่อเสนอปัญหาใช้ภาพปริศนาหรือภาพยนตร์เพื่อเสนอปัญหา

2.นักเรียนวางแผนแก้ปัญหาโดยครูเป็นผู้แนะแนวทางระบุแหล่งความรู้

3.นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้

4.รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแลร่วมในการอภิปรายเพื่อให้ได้ความรู้ที่ถูกต้องสมบูรณ์

3. วิธีสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้วางแผนเอง (free inquiry) เป็นวิธีการที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาเองวางแผนการทดลองเองดำเนินการทดลองตลอดจนสรุปผล

ด้วยตัวนักเรียนเอง วิธีนี้นักเรียนมีอิสระเต็มที่ในการศึกษาตามความสนใจครูเป็นเพียงผู้กระตุ้นเท่านั้น วิธีนี้ครูอาจใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาด้วยตัวเอง เมื่อนักเรียนกำหนดปัญหาได้ตามความสนใจของตนเองแล้ว นักเรียนจึงทำการวางแผนเพื่อแก้ปัญหา แล้วดำเนินการแก้ปัญหา ตลอดจนสรุปผลด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มก็ได้

Tofoya (อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น.149) ได้เสนอรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะที่เน้นการปฏิบัติการทดลอง และการคิด โดยให้นักเรียนลงมือเก็บรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูล แปลความหมายและลงข้อสรุป ซึ่งทำให้นักเรียนมีทั้งทักษะในด้านปฏิบัติการ (Process of Doing หรือ Manual Skills) และกระบวนการคิด (Process of Thinking หรือ Thinking Skills) การสืบเสาะแบบนี้แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การสืบเสาะสำเร็จรูป (Structured Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูเป็นผู้กำหนดปัญหา นักเรียนกำหนดขั้นตอนในการทดลองและการจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมาย

2. การสืบเสาะแบบแนะนำ (Guided Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่ครูให้คำปรึกษาหารือ หรือแนะนำวิธีการทดลองและการจัดกระทำข้อมูลนักเรียน นักเรียนเป็นผู้แปลความหมาย และสรุปด้วยตนเอง

3. การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง (Open Inquiry) เป็นการสืบเสาะที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา วิธีการแก้ปัญหา การจัดกระทำข้อมูล ตลอดจนการแปลความหมายและสรุปด้วยตนเอง

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) ได้กล่าวถึง การจัดประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ว่าการจัดประเภทของการสืบเสาะหาความรู้จะพิจารณาได้จาก 1) ระดับของบทบาทและการมีส่วนร่วมของครู และ 2) ระดับของบทบาทและความท้าทายของกิจกรรมที่จัดให้แก่นักเรียน ในที่นี้จะแบ่งได้ออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. Structure Inquiry คือการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูมีบทบาทในระดับสูง โดยครูเป็นผู้แนะนำนักเรียนในตลอดขั้นตอนการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง มีการให้ปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้แนวคิดและขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง โดยนักเรียนจะมีบทบาทในการหาคำตอบ ซึ่งการสืบเสาะประเภท Structure inquiry นี้จะเหมาะกับห้องเรียนขนาดใหญ่ หรือนักเรียนที่ยังมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับเริ่มต้น

2. Guided Inquiry คือการสืบเสาะหาความรู้ที่ครูจะลดระดับบทบาทของการมีส่วนร่วมลงและนักเรียนมีบทบาทในการเรียนเพิ่มขึ้น กล่าวคือมีการกำหนดปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ให้ แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง

3. Collaborative Inquiry คือการสืบเสาะหาความรู้ที่ทั้งครูและนักเรียนมีบทบาทร่วมกัน ในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ในทุกขั้นตอน วิธีการนี้เหมาะสำหรับกลุ่มนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้มากขึ้น

4. Open Inquiry คือ การสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนสร้างคำถามด้วยตนเอง ออกแบบวิธีการ และนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทในด้านการให้คำปรึกษา และจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับนักเรียนในระดับสูง เช่น นักศึกษาปริญญาโทหรือปริญญาเอก

จากการศึกษาประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้เป็น 4 ประเภท ได้ดังนี้

1.การสืบเสาะหาความรู้แบบสำเร็จรูป (Structure Inquiry) คือการจัดการเรียนรู้ที่ครูมีบทบาทในระดับสูง โดยครูเป็นผู้กำหนดปัญหา แนะนำนักเรียนตลอดขั้นตอนของการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง มีการให้ปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ให้แนวคิดและขั้นตอนในการสำรวจตรวจสอบหรือทดลอง โดยนักเรียนจะมีบทบาทในการหาคำตอบ การสืบเสาะประเภทนี้เหมาะกับห้องเรียนขนาดใหญ่ หรือนักเรียนที่ยังมีประสบการณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ในระดับเริ่มต้น

2.การสืบเสาะหาความรู้แบบแนะแนวทาง (Guided inquiry) คือการจัดการเรียนรู้ที่ครูจะลดระดับบทบาทของการมีส่วนร่วมลงและนักเรียนมีบทบาทในการเรียนเพิ่มขึ้น กล่าวคือมีการกำหนดปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ให้ โดยครูจะเป็นผู้ตั้งประเด็นคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิด มีการวางแผน เตรียมอุปกรณ์ ให้ข้อมูล คอยแนะนำและให้คำปรึกษากับนักเรียน แต่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง ให้นักเรียนแปรผลและสรุปผล จนนักเรียนได้คำตอบด้วยตนเอง

3. Collaborative Inquiry คือการจัดการเรียนรู้ที่ทั้งครูและนักเรียนมีบทบาทร่วมกัน ในการสืบเสาะหาความรู้ใหม่ในทุกขั้นตอน วิธีการนี้เหมาะสำหรับกลุ่มนักเรียนที่มีประสบการณ์ในการสืบเสาะมากขึ้น

4. Open Inquiry คือการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนสร้างคำถามด้วยตนเอง ออกแบบวิธีการ และนำเสนอผลการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทในด้านการให้คำปรึกษา และจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เท่านั้น ซึ่งวิธีการนี้เหมาะสำหรับนักเรียนในระดับสูง

จากข้อมูลมีการจัดประเภทของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็น 4 ประเภท ได้แก่การสืบเสาะแบบสำเร็จรูป (Structure Inquiry) การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (Guided inquiry) การสืบเสาะแบบ Collaborative Inquiry และการสืบเสาะแบบ Open Inquiry ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะเลือกใช้การสืบเสาะแบบแนะแนวทางในการดำเนินการวิจัย เนื่องจากแนวการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ที่ผ่านมาเป็นแบบ Structure Inquiry ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูมีบทบาทในระดับสูงแนะนำนักเรียนตลอดขั้นตอนของการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองส่วนนักเรียนจะมีบทบาทในการหาคำตอบ การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวนั้นยังทำให้นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การสืบเสาะแบบแนะแนวทางซึ่งมีการจัดการเรียนรู้ที่ลดบทบาทของครูลง ให้ครูเป็นเพียงผู้ชี้แนะ และให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนเพิ่มขึ้น โดยนักเรียนออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดที่เป็นระบบที่มีความซับซ้อนมากขึ้น โดยมีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายและการใช้คำถามในการสืบเสาะแบบแนะแนวทางดังนี้

ความหมายของการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการสืบเสาะแบบแนะแนวทางไว้คล้ายคลึงและแตกต่างกันดังนี้

David M. Hanson (2006 อ้างถึงใน ปุณฑริกา เภสัชชา (2562, น. 21) ได้ให้นิยามว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะแบบแนะแนวทาง ว่าเป็นหลักการทางปรัชญาและยุทธศาสตร์สำหรับใช้ในการเรียนการสอน โดยถือว่าเป็นหลักปรัชญา เพราะเป็นกระบวนการที่มีพื้นฐานหลักการธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้และผลลัพธ์ที่คาดหวังไว้ ยุทธศาสตร์ด้านการเรียนการสอนเพราะเป็นศาสตร์ที่แสดงถึงวิธีการที่เฉพาะเจาะจงและโครงการกระบวนการที่เป็นวิธีทางที่นักเรียนสามารถออกแบบผลการเรียนรู้ที่ตนเองคาดหวังได้

เสาวรัตน์ รามแก้ว (2552, น.20) ได้กล่าวว่า การสืบสอบแบบแนะแนวทาง หมายถึง กระบวนการจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายและตามแนวทางของตนเอง โดยมีปัญหาหรือ

สถานการณ์ปัญหาเป็นฐานในการสร้างความรู้ผ่านการอภิปรายร่วมกันของนักเรียน นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต สำรวจ ตั้งคำถาม สร้างข้อความคาดการณ์และตรวจสอบข้อความคาดการณ์จนค้นพบเป็นความรู้ใหม่ และสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและใช้คำถามแนะแนวทาง

จากการศึกษาความหมายของการสืบเสาะแบบแนวทางที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง หมายถึง วิธีการสอนที่ครูมีการวางแผนอย่างละเอียด ครูเป็นผู้ตั้งประเด็นคำถาม ครูทำการสอนแนะแนวทางและให้คำปรึกษากับนักเรียน โดยมีการจัดกิจกรรมเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง โดยมีปัญหาหรือสถานการณ์เป็นฐานในการสร้างความรู้ นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต สำรวจ ตั้งคำถาม สร้างข้อความคาดการณ์จนค้นพบความรู้ใหม่ และสามารถนำความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและใช้คำถามแนะแนวทาง

การใช้คำถามตามแนวการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

คำถามเป็นหัวใจสำคัญในการจัดกิจกรรมโดยใช้การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เพราะครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน ดังนั้นครูต้องฝึกทักษะการตั้งคำถามจนเกิดความชำนาญ จึงทำให้นักเรียนเกิดควาคิดที่จะสืบเสาะหาคำตอบและสร้างข้อสรุปได้ด้วยตนเอง มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงการใช้คำถามในการจัดกิจกรรมโดยใช้การสืบเสาะแบบแนะแนวทางดังนี้

Carin และ Sund (1971, p.3) กล่าวถึงการใช้คำถามในการจัดกิจกรรมโดยใช้การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง สรุปได้ว่าการใช้คำถามช่วยกระตุ้นการคิดของนักเรียน มีความสำคัญต่อการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง ซึ่งถ้าครูใช้คำถามที่ดีจะเป็นสิ่งเร้าและจูงใจให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สนใจค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2545, น. 198-199) จำแนกการใช้คำถามในการสืบสอบโดยแบ่งเป็น 5 ประเภท ดังนี้

1.คำถามเพื่อนำไปสู่การสังเกต เป็นคำถามที่ต้องการให้นักเรียนตอบโดยใช้ประสาทสัมผัสในการเรียนรู้และตอบปัญหาหรือเป็นการรวบรวมข้อมูล เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหา

2.คำถามนำไปสู่การอธิบาย เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบใช้เหตุผลประกอบกับข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมจากการสังเกตข้อมูลและจากความรู้เดิม ซึ่งเป็นคำถามที่

ส่งเสริมนักเรียนให้เกิดทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป รวมทั้งทักษะในการสื่อความหมายมักใช้คำว่า “เหตุใด” “อย่างไร”

3.คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน เป็นคำถามที่ช่วยให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบหรือทำนายคำตอบ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว่า และความรู้เดิมที่มีอยู่ในการคาดคะเนหรือทำนายคำตอบล่วงหน้ามักใช้คำว่า “ถ้า”

4.คำถามที่นำไปสู่การออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้าหรือออกแบบการทดลองเป็นคำถามที่ให้นักเรียนอธิบายเพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการศึกษาหาความรู้ ส่วนใหญ่มักใช้คำว่า “เหตุใด” “ทำไม” “อย่างไร”

5.คำถามที่นำไปสู่การนำไปใช้เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำกฎเกณฑ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ เป็นคำถามที่มุ่งให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545, น. 137) จำแนกการใช้คำถามในการสืบสอบ โดยแบ่งเป็น 5 ประเภท สรุปได้ ดังนี้

1.คำถามประเภทสังกัปแนวหน้า (สน) มักจะขึ้นต้นหรือลงท้ายคำว่า “เกี่ยวข้องอย่างไร” สิ่งนี้หรือความรู้ข้อนี้เกี่ยวข้องกันอย่างไร” ซึ่งเป็นคำถามที่มุ่งเน้นดึงประสบการณ์เดิมให้มาสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับประสบการณ์ใหม่ หรือคำถามที่ว่า “ความรู้ข้อนี้มีอะไรเป็นพื้นฐาน” ซึ่งเป็นคำถามที่อาจนำไปสู่การสำรวจว่านักเรียนมีความรู้พื้นฐานเพียงพอหรือไม่ และถ้าหาพบว่านักเรียนยังขาดความรู้พื้นฐานสำหรับที่จะเรียนรู้ความรู้สูงขึ้นต่อไป ครูก็อาจใช้คำถามให้นักเรียนไปค้นพบมโนทัศน์และหลักการใหม่ๆ ที่จำเป็นสำหรับเป็นบันไดขั้นต้นในการที่จะก้าวขึ้นไปสู่ความรู้ขั้นสูงต่อไป

2.คำถามประเภทสังเกตมักจะขึ้นต้นหรือลงท้ายด้วยคำว่า “อะไร” “ใคร” “ที่ไหน” “อย่างไร” เป็นคำถามที่นักเรียนใช้สำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหาและความต้องการของปรากฏการณ์ต่าง ๆ มักจะเป็นคำถามเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ลักษณะสมบัติ ธรรมชาติ โครงสร้าง และกระบวนการ เหตุการณ์ของสิ่งต่าง ๆ เป็นคำถามที่ขึ้นต้นหรือลงท้ายประโยคด้วยคำว่าอะไร

3.คำถามประเภทอธิบาย มักขึ้นต้นประโยคด้วยคำว่า “เพราะเหตุ” “อะไรคือสาเหตุ” “เหตุใด” “หรือ” “อะไรเป็นเหตุปัจจัย” คำถามประเภทอธิบายเป็นคำถามที่แสวงหาสาเหตุต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

4.คำถามประเภททำนาย มักจะขึ้นต้นด้วยคำว่า “ถ้า” “หาก” “แม้ว่า” และลงท้ายประโยคด้วยคำว่า “ใช่ไหม” “หรือ” “อะไรจะเกิดขึ้นบ้าง” คำถามประเภทนี้เป็นการ

คาดการณ์ล่วงหน้าและมักเป็นคำถามในรูปของสมมติฐานเชิงทำนายผลในเมื่อเราแปรเปลี่ยนเหตุการณ์อีกความหมายหนึ่ง คำถามประเภททำนายนี้ใช้ในโอกาสที่เรานำกฎที่ค้นพบมาเป็นแนวทางในการทำนายปรากฏการณ์ใหม่ ๆ

5.คำถามประเภทควบคุมความคิดสร้างสรรค์มักจะลงท้ายด้วยคำว่า “ได้อย่างไร” “ได้หรือไม่” คำถามประเภทนี้มักเป็นคำถามในกรณีนำเอาหลักการ และกฎเกณฑ์ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งอาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าเป็นคำถามแบบประยุกต์วิทยาที่มุ่งจะควบคุมตัวสาเหตุเพื่อให้เกิดผลตามที่เราต้องการ และเป็นคำถามที่กระตุ้นให้เกิดความคิดที่จะแก้ปัญหาในลักษณะริเริ่มสร้างสรรค์

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปการใช้คำถามตามแนวการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง กล่าวคือการใช้คำถามช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียน ถ้าใช้คำถามดีนักเรียนจะเกิดความสนใจในการเรียน โดยลักษณะของคำถามที่เหมาะสมกับการสืบเสาะแบบแนะแนวทางควรเป็นคำถามเพื่อคำถามเพื่อนำไปสู่การสังเกต คำถามเพื่อนำไปสู่คำอธิบาย คำถามเพื่อไปสู่การสร้างสมมติฐาน คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลอง และคำถามเพื่อนำไปสู่การนำไปใช้ ซึ่งคำถามลักษณะต่างๆเหล่านี้เป็นคำถามเพื่อชี้แนะให้นักเรียนมีความคิดอย่างเป็นระบบ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 119-200) ได้กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่ามีขั้นตอนการจัดกิจกรรมที่สำคัญในการสอนตามแนวการสอนของสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี(สสวท.) 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.การอภิปรายเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง ขั้นนี้เป็นการเริ่มต้นเพื่อนำไปสู่การกำหนดปัญหาเป็นการช่วยฝึกให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง ได้ออกแบบการทดลองตั้งสมมติฐานและหาวิธีทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.การทดลอง ขั้นนี้สำคัญเนื่องจากเป็นการนำไปสู่การฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้แก่นักเรียนและให้นักเรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ครูเป็นผู้ใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนให้รู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่าสถานการณ์หรือปัญหาที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลอง

3.การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง ในขั้นนี้ครูจะต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์ที่สร้างขึ้นกับเรื่องที่จะทดลองและข้อมูลที่ได้

จากการทดลองกับผลสรุป ในการอธิบายซักถามนั้นนักเรียนอาจใช้คำถามถามครูหรือนักเรียนด้วยกันเองได้

สุพินธ์ บุญชูวงศ์ (2530, น. 62) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดย ดร. วีรยุทธ วิเชียรโชติ ได้นำมาปรับปรุงใหม่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นขั้นที่ 1 การสังเกต (Observation)

นักเรียนสังเกตสภาพการณ์หรือสิ่งแวดล้อมอันเป็นปัญหาพยายามนำความคิดรวบยอดเดิมมาแปลความหมายทำความเข้าใจจัดโครงสร้างความคิดในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้สอดคล้องสัมพันธ์กับสภาพการณ์อันเป็นปัญหานั้น

ขั้นที่ 2 การอธิบาย (Explanation)

นักเรียนจัดโครงสร้างความคิดตั้งสมมติฐานเพื่ออธิบายคิดทบทวนหรือทำความเข้าใจปัญหานั้น ๆ ให้ชัดเจนเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความคิดหลาย ๆ รูปแบบเพื่ออธิบายทำความเข้าใจปัญหา

ขั้นที่ 3 การทำนาย (Prediction) เมื่อจัดโครงสร้างความคิดหลาย ๆ รูปแบบหรืออธิบายปัญหาแล้วมองเห็นแนวทางมีความเข้าใจสามารถทำนายหรือพยากรณ์ได้ว่าเมื่อเป็นเช่นนี้ผลจะเป็นอย่างไรอะไรจะเกิดขึ้น

ขั้นที่ 4 ขั้นการนำไปใช้และสร้างสรรค์ (Control and Creativity) สามารถทำความเข้าใจได้แก้ปัญหาได้สามารถคิดกว้างไกลออกไปในการใช้ประโยชน์กว้างขวางคิดสร้างสรรค์นำไปใช้ในสภาพการณ์ต่าง ๆ ไม่ จำกัด อยู่เพียง แต่การแก้ปัญหาได้หรือพอใจเพียง แต่การแก้ปัญหาได้เท่านั้น

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น.152-153) ได้กล่าวถึงวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ว่าแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1.การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)

ขั้นนี้จะมีลักษณะเป็นการแนะนำบทเรียนกิจกรรมจะประกอบไปด้วยการซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่เกิดขึ้น ในการเรียนการสอนและเป้าหมาย

2.การสำรวจ (Exploration)

ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทดลองการสำรวจ การสืบค้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ

จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยมีครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้นในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3.การอธิบาย (Explanation)

ในขั้นตอนนี้กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อหรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่กิจกรรมอาจประกอบไปด้วยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่านและนำข้อมูลมาอภิปราย

4.การลงข้อสรุป (Elaboration)

ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้มีการนำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเองเพื่อลงข้อสรุปเกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตัวเองในกรณีที่ไม่สอดคล้องหรือคาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5.การประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินผลด้วยตนเอง ถึงแนวความคิดที่สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาครั้งต่อไป ทั้งนี้รวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้แบ่งขั้นตอนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน (ประสาท เนืองเฉลิม, 2558, น. 147-148) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) ขั้นนี้เป็นการแนะนำบทเรียนหรือประเด็นที่สนใจ ประเด็นอาจมาจากนักเรียนนำเสนอหรือครูเป็นผู้เสนอแนะในห้องเรียน กิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วยการซักถามประเด็นปัญหา การถกประเด็นปัญหาการทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นทั้งนี้กิจกรรมการเรียนการสอนควรจะอยู่บนพื้นฐานของประสบการณ์เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจ (Exploration) ขั้นนี้กระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการปรับขยายความคิดโดยที่นักเรียนได้รับคำแนะนำ คำชี้แจงจากครู และมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ไว้อย่างเพียงพอ ครูไม่ควรบอกนักเรียนว่าจะต้องเรียนอะไรและต้องไม่อธิบายแนวคิดมากนัก เพื่อให้การสำรวจดำเนินต่อไปได้ นักเรียนต้องมีบทบาทร่วมกันในการรับผิดชอบต่อสิ่งที่สำรวจการเก็บ

รวบรวม และการบันทึกข้อมูลของตนเอง ผลที่ได้การสำรวจจะนำมาสร้างคำอธิบายตามความหมายและความเข้าใจของตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explanation) ขั้นนี้มุ่งหาสิ่งอำนวยความสะดวกทางจิตใจให้แก่นักเรียนเพื่อให้นักเรียนวางแนวคิดเกี่ยวกับบทเรียนด้วยความร่วมมือระหว่างนักเรียนและครูซึ่งมีส่วนในการเลือกและจัดทำสภาพแวดล้อมของชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาสามารถกำหนดมโนทัศน์ตามความเข้าใจของตนเอง ครูเสนอแนะแนวทางแก่นักเรียนจนสร้างคำอธิบายตามความเข้าใจหรือกรอบแนวคิดของตน

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Expansion) ขั้นนี้มุ่งกระตุ้นความร่วมมือของกลุ่มนักเรียนจัดระเบียบประสบการณ์ทางความคิดผ่านการค้นพบ ทำการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ในสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้มาแล้ว มโนทัศน์ที่สร้างขึ้นต้องเชื่อมโยงกับความคิดอื่นหรือประสบการณ์อื่นที่สัมพันธ์กัน นักเรียนประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้โดยการขยายความคิดจากตัวอย่างหรือจัดประสบการณ์เชิงสำรวจเพิ่มเติม สามารถค้นคว้าหารายละเอียดในสิ่งที่ต้องการศึกษาและสำรวจตรวจสอบได้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้ทักษะต่าง ๆ และมีการอภิปรายและเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นการทดสอบความรู้ ความเข้าใจตามมาตรฐานการเรียนรู้ การประเมินผลควรต่อเนื่องซึ่งไม่ใช่การสิ้นสุดของบทเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 44) ได้กล่าวถึงวัฏจักรการเรียนรู้ในแต่ละขั้นในวัฏจักรการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1.ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตนเองหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม

2.ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ

3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นการนำเสนอข้อมูล ข้อมูลสนเทศที่ได้มาจากการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4.ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อมูลที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ

5.ขั้นประเมินความรู้ (Evaluate) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 155-157) ได้กล่าวว่า การสอนตามแบบวัฏจักร 7 ขั้น มีเนื้อหาสาระดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (Elicitation Phase) ครูจะต้องทำหน้าที่ในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมคำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคมท้องถิ่นหรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวันและนักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมีทำให้ครูได้ทราบว่านักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไรครูควรเติมเต็มส่วนใดให้กับนักเรียนและครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นเร้าความสนใจ (Engagement Phase) เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งเกิดจากความสนใจของนักเรียนหรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้นหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถามยั่วยุให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและกำหนดประเด็นที่จะศึกษาให้กับนักเรียนในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่นหนังสือพิมพ์ วารสารอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อนครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ให้นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การสำรวจหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจว่านักเรียนที่มีความรู้ระดับเดียวกัน

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration Phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นตรวจสอบตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธีเช่นสืบค้นข้อมูลสำรวจทดลองกิจกรรมภาคสนามเป็นต้นเพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียงครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation Phase) เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วนักเรียนก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์แปลผลสรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่นบรรยายสรุปรูปวาดสร้างแบบจำลองตารางกราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูลสรุปและอภิปรายผลการทดลองโดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอ

แนวคิดต่อไปขั้นนี้จะทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทางเช่นสนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration Phase) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อ จำกัดน้อยซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้นครูควรจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้นและขยายกรอบแนวคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิมครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. ขั้นประเมินผล (Evaluation Phase) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนรู้อะไรบ้างอย่างไรและมากน้อยเพียงใดขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension Phase) ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีอยู่หลายรูปแบบซึ่งแต่ละรูปแบบก็มีขั้นตอนแตกต่างกันไป แต่จะมีขั้นตอนหลักที่เหมือนกันคือขั้นแรกจะเป็นขั้นให้นักเรียนได้เผชิญสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้เกิดคำถามหรือปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ ขั้นต่อมานักเรียนจะได้ทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบหรือแนวทางในการแก้ปัญหา เช่นการสังเกต การสำรวจ การทำการทดลองทักษะปฏิบัติต่าง ๆ และใช้กระบวนการคิดที่หลากหลายแล้วจึงทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อสรุปเป็นคำตอบของคำถาม ปัญหา หรือความคิดรวบยอด และขั้นสุดท้ายเป็นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมและนำแนวคิดที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของนักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ

เทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (2560,น.44) นำมาปรับใช้ มาใช้ในการจัดเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaborate) และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินความรู้ (Evaluate)

2.6 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.6.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

พันธ์ ทองชุมนุม (2544, น. 56) ได้กล่าวถึงบทบาทและหน้าที่ของครู ไว้ดังนี้

1.จัดหาวัสดุอุปกรณ์ และจัดทำคำแนะนำอุปกรณ์สั้นๆ

2.ซักถามนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อชี้แจงและตรวจสอบความพร้อมของนักเรียนในด้านต่าง ๆ ครูต้องฟังและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

3.ตรวจสอบผลรายงานการทดลองของนักเรียน

4.ถามคำถามเกี่ยวกับการตีความหมายของข้อมูล

5.ถามคำถามเกี่ยวกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าจะทำการทดสอบสมมติฐานอย่างไร

6.ถามรายงานของการทดสอบสมมติฐาน จัดเขียนมโนมติที่สร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมให้ใช้ความคิด สร้างภาพขึ้นในใจสำหรับใช้อธิบายหลักการทั่วไป และอภิปรายภาพที่สร้างขึ้นเพื่อให้เป็นที่ยอมรับ

7.จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่อการขยายมโนมติออกไป

8.ถามคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติด้วยกัน และความสัมพันธ์กับวัสดุอุปกรณ์ที่จัดให้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548, น. 74-75) ได้กล่าวว่าครูมีบทบาทสำคัญ ดังนี้

1.เป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนคิด (catalyst) โดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบเอง หรือเป็นกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนหาคำตอบเอง

2.เป็นผู้ให้การเสริมแรง (reinforcer) โดยการให้รางวัล หรือกล่าวชมเพื่อให้กำลังใจ และเพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

3.เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback actor) โดยการบอกข้อดี ข้อบกพร่องแก่นักเรียน

4.เป็นผู้แนะนำและกำกับ (guided and director) เป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิด และกำกับควบคุมไม่ให้ออกนอกลู่นอกทาง

5.เป็นผู้จัดระเบียบ (organizer) เป็นผู้จัดบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมทั้งอุปกรณ์สื่อการสอนแก่นักเรียน

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 156) ได้กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ว่าครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ที่จะช่วยนำทางให้นักเรียนค้นหาความรู้ต่าง ๆ

จากการศึกษาบทบาทและหน้าที่ของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปดังนี้

1. สร้างความสนใจในบทเรียน

2. ซักถามนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อตรวจสอบความพร้อม ตรวจสอบความรู้เดิมและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

3. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ วางแผนการจัดการเรียนรู้

4. ถามคำถามเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ กระตุ้นให้นักเรียนคิดโดยการตั้งปัญหา แนะนำให้เกิดความคิดไม่ออกนอกลู่นอกทาง รับฟังความคิดเห็น และเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดโดยมีหลักฐานและเหตุผล

5. ตรวจสอบผลการรายงานการทดลองของนักเรียน ด้วยการประเมินผลความรู้และทักษะ

6. บอกข้อดีและข้อบกพร่องของนักเรียน เสริมแรง กล่าวชมเชยนักเรียน

7. ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสร้างสรรค์และส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรม เจตคติทางวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กล่าวถึงบทบาทของครูว่าครูทำหน้าที่สร้างความสนใจในบทเรียนให้กับนักเรียน เป็นผู้วางแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการสร้างตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด เป็นผู้แนะนำให้นักเรียนคิดอย่างถูกต้อง รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดอย่างมีเหตุผล เสริมแรงให้กับนักเรียนเมื่อนักเรียนได้ร่วมทำกิจกรรมอย่างสร้างสรรค์ และส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้มาใช้ให้เกิดประโยชน์

2.6.2 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 156) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่าต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบได้เป็นมโนมติ หลักการต่าง ๆเป็นผู้ตอบคำถาม

พันธ์ ทองชุมนุม (2544, น. 56-57) ได้กล่าวถึง บทบาทและหน้าที่ของนักเรียนไว้ดังนี้

1.สำรวจอุปกรณ์

2.สังเกตปรากฏการณ์ที่สังเกตได้

3.รายงานผลการสืบเสาะหรือผลการสังเกต

4.สืบค้นหาหลักการทั่วไปจากข้อมูลและตั้งสมมติฐาน

5.เสนอแนะการทดลองและการทดสอบ

6.สังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

7.อธิบายมโนมิติของรูปแบบที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในขั้นตอนการสำรวจได้

8.ขยายมโนมติโดยผ่านขั้นตอนการสำรวจ ตามข้อชี้แนะของมโนมติน้ัน

9.จัดความสัมพันธ์ของมโนมติให้เหมาะสมกับโครงสร้างของมโนมติหลัก ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะทำให้ค้นพบสิ่งที่ผิดพลาดไปเกี่ยวกับมโนมติที่ยังสงสัย ไม่ชัดเจนและจะทำให้มีการสำรวจใหม่เพื่อทบทวนมโนมติอีกครั้ง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548, น. 74-75) ได้กล่าวว่านักเรียนมีบทบาทสำคัญ คือ นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติการทดลองเพื่อหาคำตอบ หรือกำหนดปัญหาและวางแผนการทดลองเพื่อหาคำตอบ การค้นหาคำตอบกระทำด้วยตัวเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กล่าวถึงบทบาทและหน้าที่ของนักเรียนไว้คือ นักเรียนทำหน้าที่หาความรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นผู้ปฏิบัติการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นบทบาทครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงเป็นผู้สร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตัวนักเรียนเอง เป็นผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เป็นผู้ถามคำถามต่าง ๆ ส่วนบทบาทของนักเรียน ต้องเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้ความคิดหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่พบได้เป็นมโนมติ หลักการต่าง ๆ เป็นผู้ตอบคำถาม

2.7 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.7.1 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีสอนที่เหมาะกับวิชาวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูเป็นผู้เตรียมสภาพแวดล้อม จัดลำดับเนื้อหา แนะนำหรือช่วยให้นักเรียนประเมินความก้าวหน้าของตนเอง ส่วนนักเรียนเป็นผู้เรียนรู้ภายใต้เงื่อนไขของครู นักเรียนมีอิสระในการดำเนินการทดลองอย่างเต็มที่

สุพิน บุญชูวงศ์ (2538, น. 62) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1.ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ความคิดและสติปัญญาของตนเองอย่างมีอิสระ

2.ทำให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผลไม่เชื่ออะไรง่ายๆ โดยไม่ตรวจสอบเสียก่อนนักเรียนเกิดความเชื่อมั่น กล้าแสดงความคิด

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 156) ได้กล่าวถึงข้อดีของวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1.นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2.นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิด ฝึกการกระทำ ทำให้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิด และวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทน และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อีกด้วย

3.นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

4.นักเรียนสามารถเรียนรู้มโนมติและหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5.นักเรียนจะเป็นผู้มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

พันธ์ ทองชุมนุม (2544, น. 57) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1.นักเรียนสามารถได้พัฒนาความคิดได้อย่างเต็มที่ รู้จักใช้เหตุผลมาวิเคราะห์บทเรียน

2.นักเรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนในการคิด อันจะส่งผลต่อนักเรียนในการพัฒนาตัวเองเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับวิชาอื่น ๆ

3.การเรียนการสอนให้ความสำคัญกับนักเรียนหรือนักเรียนเป็นศูนย์กลาง

4.นักเรียนสามารถคิดหรือมโนมติตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

5.นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วีระ ไทยพานิช (2555, น. 131-132) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1.ช่วยให้นักเรียนพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล

2.ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจและจำได้ดี

3.กระตุ้นความสนใจ

4.ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ เช่น การนิยามความหมาย การถาม การสังเกต การแยกแยะและการนำไปประยุกต์ใช้

5.ช่วยให้นักเรียนพัฒนาและยอมรับความรับความสำคัญและความสำเร็จในตนเอง

6.เป็นเครื่องช่วยในการเพิ่มทักษะการสืบสวนแบบวิทยาศาสตร์เป็นการฝึกให้นักเรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้นในการเรียน

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2562, น. 80) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1.นักเรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้มีโอกาสได้ศึกษาสำรวจค้นหารวบรวมข้อมูลบันทึกทดสอบความคิดทดลองปฏิบัติด้วยตนเองและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

2.นักเรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่นรู้จักอภิปรายแสดงความคิดเห็นระหว่างกันรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

3.นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหาคิดตัดสินใจคิดอย่างมีวิจารณญาณสร้างสรรค์ความรู้และทักษะ

4. นักเรียนรู้จักประเมินการทำงานด้วยตนเอง และนำผลการประเมินไปปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น

จากการศึกษาเอกสารที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้คือ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยนักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ทำให้มีความอยากเรียนรู้ตลอดเวลาถือเป็นการกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด มีการฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ ส่งผลให้นักเรียนสามารถจัดระบบความคิดได้ และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความรู้ที่คงทน ช่างสังเกต

มีเหตุผล มีความเชื่อมั่นในตนเอง เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

2.7.2 ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

พันธ์ ทองชุมนุม (2544, น. 57) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1.ในการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างจะมาก

2.หากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่เร้าใจผู้เรียน อาจะทำให้นักเรียนให้ความร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอนน้อย มีผลทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่เร้าใจเท่าที่ควร

3.สำหรับเนื้อหาวิชาที่ค่อนข้างยาก จะทำให้นักเรียนที่เรียนอ่อนอาจมีปัญหาในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

4.นักเรียนที่มีวุฒิภาวะยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ อาจไม่มีแรงจูงใจเพียงพอที่จะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ครบตามกระบวนการ ส่งผลให้ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548, น. 78) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1.ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อเรื่องไม่ครบตามที่กำหนดไว้

2.ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัยไม่ชวนติดตาม จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน

3.นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ หรือไม่มีการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีการสอนแบบนี้ได้

4.เป็นการลงทุนสูง ซึ่งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

5.ถ้านักเรียนไม่รู้จักหลักการทำงานกลุ่มที่ถูกต้องอาจทำให้นักเรียนบางคนหลีกเลี่ยงงาน ซึ่งจะทำให้ไม่เกิดการเรียนรู้

6.ครูต้องใช้เวลาวางแผนมาก ถ้าครูมีภาระมากอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อบรรยากาศในห้องเรียน

7.ข้อจำกัดเรื่องเนื้อหาและสติปัญญา อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีสอนแบบนี้ได้

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542, น. 157) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1.ใช้เวลามากในการสอนแต่ละครั้ง

2.ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่น่าสนใจ จะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้ มุ่งควบคุมพฤติกรรมนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง

3.นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ และเนื้อหาวิชาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้

4.นักเรียนบางคนที่ยังไม่เป็นผู้ใหญ่พอ ทำให้ขาดแรงจูงใจที่จะศึกษาปัญหา และนักเรียนที่ต้องการกระตุ้นเพื่อให้เกิดการกระตือรือร้นในการเรียนมาก ๆ อาจจะพอตอบคำถามได้ แต่นักเรียนจะไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนวิธีนี้เท่าที่ควร

5.ถ้าใช้การสอนแบบนี้อยู่เสมออาจทำให้ความสนใจของนักเรียนในการศึกษาค้นคว้าลดลง

วีระ ไทยพานิช (2555, น. 132) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1.ครูใช้เวลาในการวางแผนและการเตรียมตัวมาก

2.เป็นวิธีการสอนที่อาจทำให้ห้องเรียนมีเสียงดังมากเกินไป

3.ครูอาจมีทักษะเฉพาะบางอย่างไม่พอเพียง

4.อาจเป็นการไม่จูงใจผู้เรียนที่เรียนอ่อน

5.ต้องใช้วัสดุมาก ซึ่งอาจเป็นวิธีการสอนที่มีราคาสูง

6.อาจเป็นสาเหตุให้ครูลืมจุดมุ่งหมายที่จะให้ครอบคลุมทุกหน่วยการเรียน

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2562, น. 80) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1.ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนนั้นครูจะต้องรู้จักปรับเปลี่ยนบทบาทของตนไปตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นซึ่งครูจะต้องมีการเตรียมการสอนเป็นอย่างดี

2.ครูจะต้องมีวิธีการกระตุ้นความสนใจหรือเร้าความสนใจของนักเรียนด้วยวิธีการที่เหมาะสมจึงจะสามารถทำให้นักเรียนสนใจใฝ่รู้ในเรื่องที่เรียน

3.ในกรณีที่นักเรียนยังสับสนไม่เข้าใจเรื่องที่ศึกษาหรือการพัฒนาความเข้าใจรวบยอดสอนจะต้องใช้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมให้นักเรียนเกิดความกระจ่างชัด

จากการศึกษาข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูใช้เวลาในการวางแผนและเตรียมตัวมาก ครูต้องปรับเปลี่ยนบทบาทของตนไปตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นซึ่งครูต้องมีการเตรียมการสอนเป็นอย่างดี ครูอาจมีทักษะเฉพาะบางอย่างไม่เพียงพอ และถ้าครูไม่เข้าใจบทบาทหน้าที่ในการสอนวิธีนี้มุ่งแต่ควบคุมพฤติกรรมการเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ในการสอนแต่ละครั้งใช้เวลาค่อนข้างมาก หากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่เร้าใจนักเรียน อาจทำให้นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนน้อย มีผลทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนไม่เร้าใจเท่าที่ควร อาจส่งผลให้นักเรียนเบื่อหน่ายในการเรียน

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

3.1 ความหมายของชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง หมายถึง สื่อการสอนชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม (Multi-Media) ที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ โดยครูมีการวางแผนอย่างละเอียด ครูเป็นผู้ตั้งประเด็นคำถาม โดยลักษณะของคำถามที่ครูใช้ถามเป็นลักษณะของคำถามเพื่อนำไปสู่การสังเกต คำถามนำไปสู่คำอธิบาย คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน คำถามนำไปสู่การออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้า และคำถามที่นำไปสู่การนำไปใช้ ครูทำการสอนแนะแนวทางและให้คำปรึกษากับนักเรียน โดยมีการจัดกิจกรรมเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง โดยมีปัญหาหรือสถานการณ์เป็นฐานในการสร้างความรู้ นักเรียนใช้ทักษะการสังเกต สำรวจ ตั้งคำถาม สร้างข้อความคาดการณ์จนค้นพบความรู้ใหม่ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและใช้คำถามแนะแนวทาง มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นระหว่างการดำเนินกิจกรรม รวมถึงนักเรียนสามารถสรุปผล แปลผล ในการเรียนหรือทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและความรู้ที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายและตามแนวทางของตนเองและสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ ได้

3.2 องค์ประกอบของชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเป็นชุดกิจกรรมที่ครูใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เนื้อหาที่ใช้ในชุดกิจกรรมประกอบด้วย 5 ชุดกิจกรรมย่อย คือ 1. การเปลี่ยนสถานะของสาร 2. การระเหิดและการระเหิดกลับ 3. การละลายของสารในน้ำ 4. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี 5. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ โดยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีองค์ประกอบทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ดังนี้

1.คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม

2.ใบความรู้

3.ใบกิจกรรม

4.สื่อการเรียน

5.แบบฝึกหัด

3.3 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางทั้งหมด 10 ขั้นตอน ดังนี้

1.กำหนดเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารเพื่อทำชุดกิจกรรม จากหลักสูตรและเนื้อหาของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2.กำหนดหน่วยการสอนเป็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยใช้เวลา 16 คาบในการจัดการเรียนการสอนตามที่หลักสูตรกำหนด

3.กำหนดชุดกิจกรรมเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารให้มี 5 ชุดกิจกรรมย่อย ได้แก่ เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร จำนวน 4 คาบ เรื่องการระเหิดและการระเหิดกลับ จำนวน 2 คาบ เรื่องการละลายของสารในน้ำ จำนวน 3 คาบ เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี จำนวน 3 คาบ และเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ จำนวน 4 คาบ

4.กำหนดมโนทัศน์และหลักการ โดยมโนทัศน์หรือหลักการที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับหน่วยการเรียนและชุดกิจกรรมย่อย

5.กำหนดวัตถุประสงค์ในแต่ละชุดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเรื่องของชุดกิจกรรมย่อย โดยเขียนเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

6.กำหนดกิจกรรมการเรียน ต้องกำหนดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งเป็นแนวทางในการเลือกและผลิตสื่อการสอน

7.กำหนดแบบวัดและประเมินผล โดยจะต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

8.การเลือกและผลิตสื่อการเรียนการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้จัดเป็นสื่อการเรียนการสอน เมื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนแล้วก็จัดสื่อการเรียนการสอนเหล่านั้นไว้เป็นหมวดหมู่ในกล่องหรือในซองที่เตรียมไว้

9.สร้างข้อทดสอบก่อนและหลังเรียนพร้อมทั้งเฉลย การสร้างข้อสอบเพื่อทดสอบก่อนและหลังเรียนควรสร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและกิจกรรมที่กำหนดให้เกิดการเรียนรู้โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นสำคัญ

10.การตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรม เมื่อสร้างชุดกิจกรรมเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำชุดกิจกรรม ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง และนำไปทดสอบโดยวิธีการต่าง ๆ ก่อนนำไปใช้จริงเพื่อปรับปรุงแก้ไข ให้ความครอบคลุมและเนื้อถูกต้อง

3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

ตาราง 1 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
1.**ขั้นสร้างความสนใจ** (Engage) - ครูสร้างความสนใจในบทเรียนโดยใช้สื่อจากชุดกิจกรรม เช่น คลิปวีดีโอ สถานการณ์ ร่วมกับการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสังเกต	1.**ขั้นสร้างความสนใจ** (Engage) - นักเรียนคิดและตอบคำถามโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน
2.**ขั้นสำรวจและค้นหา** (Explore) - ครูให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวกและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน - ครูถามคำถามเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและถามคำถามเกี่ยวกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ว่ามีการออกแบบและมีการทดสอบสมมติฐานอย่างไร - ครูดำเนินกิจกรรมตามชุดกิจกรรมโดยมีการให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ ใบกิจกรรม เพื่อให้สามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้	2.**ขั้นสำรวจและค้นหา** (Explore) - นักเรียนเป็นผู้วางแผนหรือกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ทำการทดลอง บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองได้ด้วยตนเอง

ตาราง 1 (ต่อ)

บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
3.**ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** (Explain) - ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น - ครูส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบและแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง - ครูใช้คำถามและใบบันทึกผลการทดลองในชุดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้	3.**ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** (Explain) - นักเรียนอธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ ยอมรับฟังคำอธิบายของคนอื่น และรู้จักถามคำถามอย่างสร้างสรรค์ - นักเรียนสามารถตอบคำถาม โดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้
4.**ขั้นขยายความรู้** (Elaborate) - ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำถามหรือกิจกรรมเสริมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในชุดกิจกรรม - ครูส่งเสริมให้นักเรียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.**ขั้นขยายความรู้** (Elaborate) - นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิมได้ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ - นักเรียนสามารถให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์ได้เมื่อเจอสถานการณ์ใหม่
5.**ขั้นประเมินความรู้** (Evaluate) - ครูจัดกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียน เช่น เกมการทำผังความคิด แบบฝึกหัด โดยใช้กิจกรรมในชุดกิจกรรม	5.**ขั้นประเมินความรู้** (Evaluate) - นักเรียนร่วมทำกิจกรรมโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้เรียนมา

3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

1.ขั้นสร้างความสนใจ (Engage)

เป็นการสร้างความสนใจให้กับนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องที่เรียน โดยครูจะใช้สื่อจากชุดกิจกรรมร่วมกับการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสังเกต ส่วนนักเรียนคิดและตอบคำถามโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละคน

2.ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore)

เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนักเรียนเป็นผู้วางแผน หรือกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้ช่วยให้คำแนะนำและคอยอำนวยความสะดวก จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอน และใช้คำถามเพื่อแนะนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน และถามถึงแนวทางการออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของตนเอง โดยมีการให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ ใบกิจกรรมในชุดกิจกรรม

3.ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain)

เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ได้มาจากการวิเคราะห์ แปลผล และสรุปผล โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบและแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง โดยใช้คำถามและใบบันทึกผลการทดลองในชุดกิจกรรม ส่วนนักเรียนสามารถอธิบายหรือหาคำตอบที่เป็นไปได้ ยอมรับฟังคำอธิบายของคนอื่น รู้จักถามคำถามอย่างสร้างสรรค์ และสามารถตอบคำถามโดยการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้

4.ขั้นขยายความรู้ (Elaborate)

เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม โดยครูส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยใช้คำถามหรือกิจกรรมเสริมที่สอดคล้องกับเนื้อหาในชุดกิจกรรมและส่งเสริมให้นักเรียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการเรียนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิมได้และสามารถให้เหตุเชิงวิทยาศาสตร์ได้เมื่อเจอสถานการณ์ใหม่ ๆ

5.ขั้นประเมินความรู้ (Evaluate)

เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆโดยใช้กิจกรรมในชุดกิจกรรมว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร มากน้อยเพียงใด ตามมาตรฐานการเรียนรู้ โดยครูจัดกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียนโดยใช้กิจกรรมในชุดกิจกรรม ส่วนนักเรียนร่วมทำกิจกรรมโดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ได้เรียนมา

4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางสติปัญญาที่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหา ใช้ในการศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเกี่ยวกับคำว่า “ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์” ไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

วรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542, น. 6) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่าหมายถึง ความชำนาญในการใช้ความคิด ทั้งคิดขั้นพื้นฐานและคิดขั้นสูงในการแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหารวมทั้งสร้างสิ่งใหม่

Welch (1981 อ้างถึงใน ศศิธร เวียงวะลัย (2556, น. 160) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึงกระบวนการทางสติปัญญาที่ครอบคลุมถึงการใช้วิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา การใช้หลักฐานเหตุผลในการทำความเข้าใจในคุณค่าการตัดสินใจ

สิริมา ภู่สวัสดิ์ (2561, น. 44) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการคิดและการปฏิบัติอย่างชำนาญ เพื่อใช้แก้ปัญหาสืบเสาะหาความรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ปริศนา อิ่มพรหม และ พรสิริ เอี่ยมแก้ว (2562, น. 25) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมที่เกิดจากคิดอย่างเป็นระบบและได้รับการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญในการแสวงหาความรู้ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

จากความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการคิดขั้นพื้นฐานและขั้นสูงอย่างเป็นระบบ รวมถึงการปฏิบัติอย่างชำนาญ เพื่อใช้แก้ปัญหาและแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ และฝึกฝนจนเกิดความชำนาญในการแก้ปัญหา และการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

4.2 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542, น. 3-6) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกได้เป็น 13 ทักษะ โดยยึดตามแนวของสมาคมเพื่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่ 1-8 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และทักษะที่9-13 เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูงหรือขั้นผสมหรือขั้นบูรณาการ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีดังนี้

1.การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวกาย เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์เพื่อค้นหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งของนั้น โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป

2.การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มความเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมมาช่วย

3.การจำแนกประเภท (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งที่มีอยู่ในปรากฏการณ์โดยมีเกณฑ์ และเกณฑ์ดังกล่าวอาจใช้ความเหมือนหรือความต่างหรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

4.การวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกใช้เครื่องมือและการใช้เครื่องมือนั้นทำการวัดหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมกับสิ่งที่วัด

แสดงวิธีใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องพร้อมทั้งบอกเหตุผลในการเลือกเครื่องมือ รวมทั้งระบุหน่วยของตัวเลขที่ได้จากการวัดได้

5.การใช้ตัวเลข (Using Numbers) หมายถึง การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขที่แสดงจำนวนที่นับได้มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หาร หรือการหาค่าเฉลี่ย

6.การสื่อความความหมาย (Communicating) หมาถึง การนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง และจากแหล่งอื่น ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภทหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายได้ดีขึ้น โดยอาจจะเสนอในรูปของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ ไดอะแกรม กราฟ สมการ การเขียนบรรยาย เป็นต้น

7.การพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนคำตอบล่วงหน้า โดยอาศัยปรากฏการณ์ที่เกิดซ้ำ หลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัว ขึ้นไปที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้นมาช่วยสรุป

8.การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับเวลา (Using Space/Time Relationships) หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือความสัมพันธ์ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

9.การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Identifying and Controlling Variables) หมายถึง การบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ในการตั้งสมมติฐานหนึ่ง ๆ

10.การตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypotheses) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลองเป็นคำตอบที่รอการพิสูจน์ สมมติฐานได้มาโดยอาศัยการสังเกต ความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้านี้ยังไม่ทราบหรือยังไม่เป็นหลักการ กฎหรือทฤษฎีมาก่อน สมมติฐานคือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มีกล่าวเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งขึ้นอาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งทราบได้จากภายหลังการทดลองหาคำตอบ

11.การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของตัวแปร (Defining Variables Operationally) หมายถึง การกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องการทดลองให้เข้าใจตรงกัน และสามารถสังเกตหรือวัดได้ โดยให้คำอธิบายเกี่ยวกับการทดลองและบอกวิธีวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการทดลองนั้น

12.การทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการเพื่อหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ในการทดลองจะประกอบไปด้วยกิจกรรม 3 ขั้น คือ

12.1 การออกแบบการทดลอง หมายถึง การวางแผนการทดลองก่อนลงมือทดสอบจริง

12.2 การปฏิบัติการทดลอง หมายถึง การลงมือปฏิบัติจริงและใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

12.3 การบันทึกผลการทดลอง หมายถึง การจดบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการสังเกต การวัด และอื่น ๆ ได้อย่างคล่องแคล่วถูกต้อง

13.การตีความหมายและการลงข้อสรุป (Interpreting Data and Making Conclusion) การตีความหมายข้อมูล หมายถึง การแปรความหมายหรือบรรยายลักษณะข้อมูลที่มีอยู่ การตีความหมายข้อมูลบางครั้งอาจต้องใช้ทักษะอื่น ๆด้วย เช่น การสังเกต การใช้ตัวเลข เป็นต้น และการลงข้อสรุป หมายถึง การสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 14) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้เพื่อสืบเสาะหาความรู้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้น ได้แก่ ขั้นพื้นฐานและขั้นบูรณาการ

ทักษะขั้นพื้นฐาน

1.การสังเกต การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันผ่านอวัยวะรับสัมผัส ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น ผิวหนัง หรือใช้เครื่องมือช่วยในการสังเกต เพื่อบรรยายรายละเอียดของสิ่งนั้นโดยไม่ใส่ความคิดเห็นเพิ่มเติม

2.การวัด การหาปริมาณของสิ่งต่าง ๆ เช่น ขนาด ความยาว น้ำหนัก ปริมาตร

โดยอาจใช้การเปรียบเทียบกับสิ่งอื่นโดยตรงหรือการเปรียบเทียบโดยเทียบกับเครื่องมือที่มีหน่วยวัดที่ไม่เป็นมาตรฐานหรือเป็นมาตรฐานอย่างเหมาะสม

3.การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปซกับสเปซและสเปซกับเวลา

-การหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุต่าง ๆ ครอบครอง

-การหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างพื้นที่ที่วัตถุครอบครองเมื่อเวลาผ่านไป

4.การใช้จำนวน การใช้ความรู้สึกเชิงจำนวนและการคำนวณเพื่อบรรยายหรือระบุรายละเอียดเชิงปริมาณของสิ่งที่สังเกตหรือทดลอง

5.การจำแนกประเภท การแบ่งพวกหรือเรียงลำดับวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ ใช้ความเหมือนที่แตกต่างกันเป็นเกณฑ์

6.การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การนำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาจัดกระทำให้อยู่ในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีความหมาย เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจง่าย

7.การพยากรณ์ การนำข้อมูลหรือแบบรูปของข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ มาช่วยในการคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น

8.การลงความเห็นจากข้อมูล การใช้ความคิดเห็นจากความรู้หรือประสบการณ์เดิม เพื่ออธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล

ทักษะขั้นบูรณาการ

9.การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ ให้สอดคล้องกับสมมติฐานของการทดลอง

10.การทดลอง กระบวนการหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การออกแบบ การปฏิบัติ และการบันทึกผลการทดลอง

11.การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในสมมติฐานหรือที่เกี่ยวข้องกับการทดลองให้เข้าใจตรงกัน เพื่อให้สามารถสังเกตและวัดได้

12.การตั้งสมมติฐาน การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองโดยอาศัยการสังเกต ความรู้ หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

13.การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การแปลความหมายข้อมูลที่รวบรวมได้ เช่น การบรรยาย ลักษณะข้อมูล การบอกความหมายข้อมูล การอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือการเลือกข้อมูลเพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐาน เพื่อสร้างคำอธิบายหรือลงข้อสรุปในการตอบคำถามที่สำรวจตรวจสอบ

14.การสร้างแบบจำลอง การสร้างพัฒนา หรือใช้สิ่งที่ทำขึ้นมาเพื่อเป็นตัวแทนสิ่งต่าง ๆ เช่น วัตถุ กระบวนการ ปรากฏการณ์ เพื่อสื่อสารบรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์สิ่งที่ศึกษา

จากการศึกษาประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อนำมาใช้ในการศึกษา โดยได้จัดลำดับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เหมาะสมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมแบบแนะแนวทาง ทั้งหมด 5 ทักษะดังนี้ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการ

กำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป เนื่องจากการศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้วพบว่ามาตรฐานและตัวชี้วัด เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้กำหนดไว้ไม่สอดคล้องกับทักษะการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ได้นำทักษะการสร้างแบบจำลองมาเป็นส่วนหนึ่งในการทำงานวิจัยครั้งนี้

4.3 **พฤติกรรมที่แสดงการเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์**

สิริมา ภู่สวัสดิ์ (2561, น. 49-50) ได้กล่าวถึงพฤติกรรมที่แสดงการเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละทักษะจาก 5 ทักษะ มีรายละเอียดดังนี้

1.ทักษะการตั้งสมมติฐาน

1.1 สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองได้

1.2 สามารถตั้งคำถามหรือคิดหาคำตอบล่วงหน้าจากความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆได้

2.ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ

3.ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร คือชี้บ่งและกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้

4.ทักษะการทดลอง

4.1 กำหนดวิธีการทดลองได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยคำนึงถึง ตัวแปรต้น ตัวแปรตามและตัวแปรที่ต้องควบคุม

4.2 ระบุอุปกรณ์และสารเคมีที่จะต้องใช้ในการทดลองได้

4.3 ปฏิบัติการทดลองและใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม บันทึกผลการทดลองได้คล่องแคล่วและถูกต้อง

5.ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป

5.1 สามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้

5.2 อธิบายความหมายของข้อมูลที่จัดไว้ในรูปแบบต่าง ๆได้

5.3 บอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ได้

4.4 การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จรินทร จันทร์เพ็ง (2556, น. 23-25) ได้กล่าวว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ถือเป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาในแต่ละครั้งจะน่าเชื่อถือหรือไม่ขึ้นอยู่กับตัวผู้ศึกษาหาความรู้เองความสามารถหรือทักษะต่าง ๆ เราสามารถฝึกฝนและพัฒนาเพื่อให้เกิดความชำนาญได้ดังนั้นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญสามารถทำได้ดังนี้

1.การพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน เป็นการพัฒนาความสามารถในการคิดหาคำอธิบายหรือสรุปความรู้ล่วงหน้าก่อนทำการทดลองโดยใช้ทักษะการสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานวิธีการพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐานสามารถกระทำได้ ดังนี้

1.1) ฝึกให้นักเรียนได้มีการตรวจสอบเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายได้จากประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน

1.2) ฝึกให้นักเรียนได้มีการอภิปรายถึงเหตุและผลเพื่อหาคำตอบที่เป็นไปได้แล้วมาตั้งสมมติฐาน

1.3) ฝึกให้นักเรียนได้มีการตรวจสอบข้อมูลมีการยอมรับหรือปฏิเสธข้อมูลที่ตรงกับสมมติฐานและไม่ตรงกับสมมติฐาน

1.4) ฝึกให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากแหล่งต่าง ๆ อย่างหลากหลายและมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำว่าสมมติฐานที่ตั้งนั้นมีจุดเด่นจุดด้อยอย่างไร

2.การพัฒนาทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการพัฒนาความสามารถในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่าง ๆ ที่ใช้ในการทดลองเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในความหมายในทางปฏิบัติให้เป็นอย่างเดียวกันวิธีการพัฒนาทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการทำได้ดังนี้

2.1) ฝึกให้นักเรียนได้มีโอกาสในการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำหรือตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาครั้งนั้น

2.2) ฝึกให้นักเรียนได้กำหนดวิธีการปฏิบัติการทดลองที่ชัดเจนและรัดกุมจนสามารถสื่อความหมายในทางปฏิบัติได้ตรงกันได้

3. การพัฒนาทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร เป็นการพัฒนาความสามารถในการบอกชนิดของตัวแปรที่ทำการศึกษาวิธีการพัฒนา ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปรสามารถกระทำได้ดังนี้

3.1) ฝึกให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ว่าในการศึกษาครั้งนั้นมีอะไรบ้างที่เป็นสาเหตุและอะไรบ้างที่เป็นผลจากสาเหตุดังกล่าวและวิเคราะห์ความเกี่ยวข้องของเหตุและผล

3.2) ฝึกให้นักเรียนกำหนดชนิดของตัวแปร

4. การพัฒนาทักษะการทดลอง เป็นการพัฒนาความสามารถ 3 ด้าน คือด้านการออกแบบการทดลอง ด้านการปฏิบัติการทดลอง และด้านบันทึกผลการทดลอง มีวิธีการต่อไปนี้

4.1) ฝึกให้นักเรียนระบุวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลอง

4.2) ฝึกให้นักเรียนได้ออกแบบการทดลอง

4.3) ฝึกให้นักเรียนได้ปฏิบัติการทดลองจริงอย่างเหมาะสม

4.4) ฝึกให้นักเรียนมีการบันทึกข้อมูลอย่างแม่นยำเที่ยงตรงและมีความซื่อสัตย์ข้อมูลที่บันทึกมีความถูกต้องน่าเชื่อถือและตรวจสอบได้

5. การพัฒนาทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป เป็นการแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ซึ่งมีความสัมพันธ์กับทักษะอื่น เช่น ทักษะการสังเกต ทักษะการทดลอง การบันทึกข้อมูล เป็นต้น โดยมีวิธีการดังนี้

5.1) ฝึกให้นักเรียนแปลความหมายและลงข้อสรุปเหตุการณ์ที่สามารถอธิบายได้จากประสบการณ์ที่มีอยู่

5.2) ฝึกให้นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลระหว่างตัวแปรรวมไปถึงระบุสาเหตุที่เป็นไปได้ของความสัมพันธ์เหล่านั้น

4.5 การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วรรณทิพา รอดแรงค้า และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2542, น. 166) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ

1.การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ ข้อจำกัดคือ ไม่สามารถประเมินโดยให้นักเรียนลงมือทำการทดลองอย่างจริง ๆ ได้

2.การประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้ทดสอบความเข้าใจและทดสอบทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ๆ

เดชา จันทร์น้ำใส (2561, น. 60) ได้เสนอแนะแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1.การสร้างสถานการณ์

1) สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะเป็นสถานการณ์ที่สมมติหรือนำมาจากเอกสารอื่นใด ก็ตามจะต้องมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับของนักเรียน

2) ใช้คำพูดที่เข้าใจง่าย ศัพท์เทคนิคต้องไม่เกินจากที่นักเรียนเรียนรู้มาแล้ว

3) สถานการณ์ต้องไม่ใช่สถานการณ์ที่เป็นไปไม่ได้ จะต้องระบุให้ชัดเจน

4) ถ้าเป็นเรื่องที่มีหน่วยการวัด จะต้องระบุให้ชัดเจนว่าเป็นหน่วยใด

5) สถานการณ์ที่ยกมาต้องสั้น กะทัดรัด อ่านเข้าใจได้ง่าย แต่ละสถานการณ์ควรใช้สำหรับถามได้ มากกว่า 1 ข้อ เพื่อไม่ให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินความจำเป็น

2. การสร้างคำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมาจะมีคุณสมบัติดังนี้

1) ถามในเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถในด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ถามเรื่องที่เป็นความรู้ความจำ

2) ไม่ถามถึงปัญหา หรือสมมติฐานที่เคยอภิปราย หรือสรุปกันมาแล้ว เพราะจะกลายเป็นความจำทั้ง ๆ ที่ดูเหมือนคำถามเหมือนวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3) ใช้คำถามรัดกุม บ่งชัดว่าจะให้ตอบเรื่องใด แม้ว่าบางคำถามจะมีทางออกความคิดเห็นได้แตกต่างกันแต่ก็ต้องเป็นความเห็นเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ โดยเฉพาะ

4) ข้อความที่จะให้ตอบแต่ละคำถาม ควรเป็นตอนละเรื่องและกำหนดคะแนนให้เหมาะสม ถ้าเป็นไปได้ควรตรวจให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

จากการศึกษาการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่าการวัดและประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มี 2 รูปแบบ คือ การประเมินโดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ และการประเมินพฤติกรรมการใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแนวทางในการสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 แนวทาง ดังนี้

1.การสร้างสถานการณ์ สถานการณ์ที่สร้างขึ้นจะต้องเหมาะสมกับนักเรียน เป็นสถานการณ์ที่เป็นไปได้ เข้าใจง่าย และแต่ละสถานการณ์ควรใช้สำหรับถามมากกว่า 1 ข้อ เพื่อไม่ให้นักเรียนเสียเวลาในการอ่านมากเกินความจำเป็น

2.การสร้างคำถามที่จะให้ตอบตามสถานการณ์ที่ยกมา ต้องมีคุณสมบัติคือถามเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องใช้ความสามารถด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ถามชัดเจนว่าให้ตอบเรื่องใด และควรตรวจให้คะแนนเป็น 1 ถ้าตอบถูก และให้ 0 ถ้าตอบผิด

5. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.1 ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Reasoning) ของนักการศึกษาและนักวิชาการหลายท่านพบว่า ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในทำนองเดียวกันไว้ดังนี้

Lawson (2009 อ้างถึงใน จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556, น. 34)กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การคิดของมนุษย์ที่ใช้แสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากการสำรวจปรากฏการณ์ธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ จนกระทั่งสามารถลงข้อสรุปองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

วรภา บางสาลี (2559) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ คือ กระบวนการคิดที่ยึดหลักเหตุผลและความสอดคล้องกันของหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งบุคคลใช้ในการสืบเสาะหาความรู้เพื่อนำไปสู่คำตอบของคำถามหรือปัญหาที่ถูกต้องและเชื่อถือได้โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเป็นระบบระเบียบเข้ามาช่วยในการพิสูจน์และสำรวจตรวจสอบหาข้อเท็จจริงหรือคำตอบ

เอกรัตน์ ทานาค (2563, น. 64) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการค้นหาหลักฐานและประเมินหลักฐานเพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐานที่ประกอบไปด้วยการตั้งสมมติฐาน การทดสอบสมมติฐานและการลงข้อสรุปโดยการใช้เหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัย

ฝนทิพย์ ธนชัยสิทธิกุล (2559, น. 33) ได้กล่าวถึง ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความสามารถที่เกิดจากการลงข้อสรุปที่ถูกต้องระบุหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ประกอบการลงข้อสรุปและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปที่ถูกต้องและหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ได้จากการศึกษาค้นคว้าสำรวจตรวจสอบหรือทำการทดลองอย่างมีเหตุผลจนนำไปสู่ความเข้าใจในทฤษฎีและหลักการทางวิทยาศาสตร์

รัตนาพร ประพันธ์วิทย์ (2560, น. 24) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนคิดเพื่อหาข้อสรุปหรือข้อเท็จจริงโดยอาศัยหลักฐานเชิงประจักษ์ต่าง ๆ การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาค้นคว้าหรือจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสังเกต และการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ในการสร้างข้อสรุปที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำนายสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

จากการศึกษาความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดของมนุษย์ที่ใช้แสวงหาองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ โดยเป็นความสัมพันธ์ที่เริ่มต้นจาก การสำรวจปรากฏการณ์ธรรมชาติ การพยากรณ์สิ่งที่เกิดขึ้น การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สมเหตุสมผลกับหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับข้อสรุปนั้นได้ ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดของมนุษย์ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลโดยใช้การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อให้สามารถสร้างข้อสรุปที่เชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

5.2 องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้ศึกษาองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ฝนทิพย์ ธนชัยสิทธิกุล (2559, น. 34) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1.ข้อสรุป

2.หลักฐาน

3.การชี้แจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อสรุป

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558, น. 25-26) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบดังนี้

1. ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจค้นคว้าทดลองหรือสังเคราะห์เอกสารหรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าวการกล่าวอ้างข้อสรุปการพยากรณ์หรือการคาดการณ์ล่วงหน้า

2. ความสามารถในการสร้างข้อสรุป หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างข้อสรุปที่สมเหตุสมผลสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดดคล้องกับหลักฐานที่มีหรือไม่

3. ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการบรรยายตีความหมายหรือคาดการณ์ปรากฏการณ์โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้

จากการศึกษาองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แบ่งองค์ประกอบออกเป็นทั้งหมด 3 ส่วน ได้แก่ ข้อสรุป หลักฐาน การเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อสรุป โดยงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยรวบรวมและวิเคราะห์องค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสนใจ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ คือความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างข้อสรุป และความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์

5.3 ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

กัญญ์วรา สมประดิษฐ์ (2563, น. 11) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1.การให้เหตุผลเชิงนิรนัย (Deductive Reasoning) หมายถึง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปสู่การลงข้อสรุปว่าสอดคล้องหรือขัดแย้งกับแนวคิด ทฤษฎี หรือกฎทางวิทยาศาสตร์หรือไม่

2.การให้เหตุผลเชิงอุปนัย (Inductive Reasoning) หมายถึง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปสู่การสร้างข้อสรุปของหลักการหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558, น. 27) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลโดยการใช้แนวคิด หลักการ กฎ ทฤษฎี อธิบายเหตุการณ์ย่อย ๆ ที่มีลักษณะเฉพาะหรือหาข้อสรุป

2.การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลโดยการสังเกตเหตุการณ์ย่อย ๆ ที่มีลักษณะเฉพาะแล้ว สรุปเป็นแนวคิดหลักการกฎทฤษฎี

3.การให้เหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย เป็นการให้เหตุผลโดยการให้เหตุผลเชิงนิรนัยและอุปนัยร่วมกัน

ชนัญธิดา สุริโย (2562, น.41)ได้กล่าวถึงประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าแบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1.การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction) คือการสร้างสมมติฐานที่จะใช้อธิบาย เหตุการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย กล่าวคือนักเรียนต้องสามารถสร้างสมมติฐานหรือ คาดคะเนคำตอบเมื่อพบคำถามหรือปัญหา

2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Reproduction) คือ การสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานที่มีจากสิ่งที่รู้มาก่อนหน้านี้ กล่าวคือนักเรียนต้องสามารถสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือคำตอบที่มีโดยอาศัยความรู้ หรือข้อมูลที่มีอยู่ได้

3.การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction) คือ การสร้างคำพยากรณ์หรือการคาดคะเนต่อการเก็บข้อมูลในอนาคตเพื่อยืนยันไปยังสมมติฐาน กล่าวคือนักเรียนต้องสามารถคาดคะเนหรือระบุได้ว่าข้อมูลที่ใช้สนับสนุนสมมติฐานหรือคำตอบมีความเหมาะสมน่าเชื่อถือ

4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction) คือการเปรียบเทียบคำพยากรณ์หรือคาดคะเนกับข้อมูลใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุป กล่าวคือ นักเรียนต้องสามารถประเมิน ข้อมูลที่มีเพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม

Lawson (2010 อ้างถึงใน พิชญา ศิลาม่อม (2561, น. 15) ได้จำแนกประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 4 ประเภท ได้แก่ 1) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction (Abductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากกระบวนการสรุปเปรียบเทียบสมมติฐานหรือข้อกล่าวอ้างกับหลักฐานที่สนับสนุน 2) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Reproduction (Retrodictive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลที่เกิดจากการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบ Abduction ก่อน แล้วจึงมีการอนุมานเพื่อเพิ่มเติมหาข้อสรุปสุดท้าย 3) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลเพื่อทดสอบสมมติฐานที่สามารถทำนายปรากฏการณ์อนาคต โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ทั่วไปสู่ความรู้ในเรื่องที่มีความจำเพาะ 4) การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลที่ช่วยสนับสนุนหรือคัดค้านข้อสรุป โดยเป็นกระบวนการคิดจากความรู้ที่มีความจำเพาะไปสู่ความรู้ทั่วไป

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี (2556, น.41)ได้แบ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1.การให้เหตุผลแบบสมมตินัย (Abduction or Abductive Reasoning) เป็นการคิดให้เหตุผลจากการสังเกตปัญหา หลักฐาน และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น รวมถึงสร้างสมมติฐานจากข้อมูลที่มีอยู่เดิมและข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

2.การให้เหตุผลแบบอธิบาย (Reproduction or Retrodictive Reasoning) เป็นการคิดให้เหตุผล โดยใช้การประเมินคำอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้นหรือการทดสอบสมมติฐานและอธิบายการสังเกตที่ชวนสงสัยในตอนแรก

3.การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deduction or Deductive Reasoning) เป็นการคิดให้เหตุผลจากการนำหลักการใหญ่ไปจำแนกเป็นหลักการย่อย ๆ โดยใช้การสร้างคำพยากรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตการณ์ในอนาคตที่จะเกิดขึ้น และสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับการทดสอบและการวางแผนที่ทำให้น่าเชื่อถือขึ้น

4.การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Induction or Inductive Reasoning) เป็นการคิดให้เหตุผลจากการนำรายละเอียดย่อย ๆ ไปสู่การสรุปหลักการโดยทั่วไป โดยการใช้เปรียบเทียบระหว่างผลลัพธ์จากการคาดหวัง (คำพยากรณ์) กับผลลัพธ์จากการสังเกต จนนำไปสู่การลงข้อสรุปของสถานการณ์นั้น

จากการศึกษาประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาได้แบ่งประเภทไว้แตกต่างกัน ซึ่งโดยส่วนมากจะแบ่งประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย แต่อย่างไรก็ตาม พบว่ามีการแบ่งประเภทของการให้เหตุผลออกเป็น 3 ประเภท (ณัฐมน สุชัยรัตน์, 2558)และแบ่งออกเป็น 4 ประเภท (Lawson (2010 อ้างถึงใน พิชญา ศิลาม่อม , 2561, น. 15) ดังนั้นผู้วิจัยจึงรวบรวมและวิเคราะห์ประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนใจไว้ 4 ประเภท ตามแนวคิดของ Lawson (2010) ดังนี้

1.การให้เหตุผลแบบสมมตินัย เป็นการให้เหตุผลจากการสร้างสมมติฐาน ที่จะใช้อธิบายที่ได้มาจากการสังเกตปัญหา หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สงสัย

2.การให้เหตุผลแบบอธิบาย เป็นการให้เหตุผลจากการสร้างคำอธิบายต่อสมมติฐานหรือการประเมินคำอธิบายทางเลือกที่เกิดขึ้น ที่มีมาจากสิ่งที่รู้มาจากก่อนหน้านี้ได้

3.การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลจากการนำหลักการใหญ่ไปจำแนกเป็นหลักการย่อย ๆ โดยเป็นการสร้างคำพยากรณ์ที่มาจากการเก็บข้อมูลในอนาคต เพื่อยืนยันไปยังสมมติฐานหรือคำตอบให้เหมาะสมหรือหน้าเชื่อถือมากขึ้น

4.การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการให้เหตุผลจากการนำข้อสรุปยย่อย ๆ ไปสู่การสรุปโดยหลักการโดยทั่วไป โดยเป็นการเปรียบเทียบคำพยากรณ์กับข้อมูลใหม่ที่ได้ เพื่อนำไปใช้ในการสร้างข้อสรุปที่เหมาะสม

5.4 การเสริมสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาการเสริมสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงแนวทางในการเสริมสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558, น. 29) ได้กล่าวถึง การเสริมสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ว่าคือการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ครูควรให้โอกาสนักเรียนฝึกให้เหตุผลอย่างเต็มความสามารถในสถานการณ์ที่หลากหลายและควรอธิบายให้นักเรียนทราบว่าการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบอะไรบ้าง และองค์ประกอบนั้นสัมพันธ์กันอย่างไรและควรให้นักเรียนได้ฝึกพิจารณาข้อสรุปโดยร่วมกันพิจารณาไตร่ตรองว่าแต่ละข้อสรุปนั้นมีหลักฐานใดบ้างที่สนับสนุนและการสนับสนุนข้อสรุปนั้นเป็นอย่างไร โดยการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานที่หลากหลาย วางแผนการสำรวจตรวจสอบ การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลความผลลัพธ์ลงข้อสรุป และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ โดยระหว่างการทำกิจกรรมนักเรียนควรได้ร่วมอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน

ชนัญธิดา สุริโย (2562, น.43) ได้กล่าวว่าแนวทางในการพัฒนาความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นหนึ่งในองค์ประกอบด้านการคิด และการจะพัฒนาให้เกิดขึ้นจะต้องเริ่มจากการสร้างมโนทัศน์ แล้วจึงเกิดการตีความหมายข้อมูลและข้อสรุป หลังจากนั้นนำข้อสรุปที่ได้ประยุกต์ใช้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเกิดการให้เหตุผลได้คือวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและวิธีการให้เหตุผลแบบนิรนัย

จากการศึกษาการเสริมสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงแนวทางในการเสริมสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้ การเสริมสร้างการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์คือ การจัดการเรียนการสอนที่ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนฝึกให้เหตุผลในสถานการณ์ที่หลากหลาย และควรอธิบายให้นักเรียนทราบว่า

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบอะไรบ้าง และแต่ละองค์ประกอบมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เพื่อให้นักเรียนเกิดการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยสามารถพิจารณาจากหลักฐานที่มาสนับสนุนข้อสรุปนั้น จะเป็นวิธีช่วยสนับสนุนให้นักเรียนเกิดกระบวนการการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.5 การวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใหเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวไว้ดังนี้

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555, น. 165-168) ได้พัฒนาแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์โดยแบบทดสอบมีทั้งแบบเลือกตอบแบบเขียนตอบและเขียนอธิบายคำตอบซึ่งในแต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน ตัวอย่างแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบหลายตัวเลือกพร้อมให้เหตุผลประกอบ

ตัวอย่างแบบวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ในการแข่งขันจรวดขวดน้ำประเภทยิงไกลของโรงเรียนแห่งหนึ่งได้กำหนดกติกาให้แต่ละทีมปฏิบัติตามเพื่อให้เกิดความยุติธรรม

คำถามส่วนที่ 1 ข้อใดต่อไปนี้ไม่ควรกำหนดในกติกา

ก. ให้ทุกทีมใช้น้ำเท่ากัน

ข. ให้ทุกทีมใช้ขวดขนาดเดียวกัน

ค. ให้ทุกทีมใช้ผู้แข่งขันที่มีอายุเท่ากัน

ง. ให้ทุกทีมใช้ขนาดของมุมในการยิงเท่ากัน

คำถามส่วนที่ 2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงตอบเช่นนั้น

ฝนทิพย์ ธนชัยสิทธิกุล (2559, น. 35)ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงวิธีการให้เหตุผลและการลงข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์อีกทั้งยังเป็นเป้าหมายหลักของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบครั้งนี้จึงมีลักษณะการประเมินที่เน้นในกรอบแนวคิดของการทดสอบให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ พิจารณาองค์ประกอบที่จำเป็นของการให้เหตุผล ซึ่งประกอบด้วย 1) ข้อสรุป 2) หลักฐาน และ 3) คำชี้แจงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและหลักฐาน

ธนพล คลังพหล (2562, น. 70) ได้กล่าวถึงแนวทางในการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์นั้นมีหลายรูปแบบโดยอาจเป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีตัวเลือกมาให้หรือแบบเขียนตอบโดยการเติมคำตอบสั้นๆ หรือเขียนเป็นอธิบายแต่ส่วนใหญ่การประเมินระดับนานาชาติในปัจจุบันจะมุ่งเน้นเป็นแบบทดสอบในลักษณะที่เป็นข้อเขียน โดยมีการกำหนดประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์มาให้นักเรียนวิเคราะห์ และเขียนอธิบายคำตอบโดยการใช้เหตุผลต่าง ๆ มาสนับสนุนแนวคิดของตัวเองในเรื่องนั้น ๆ ซึ่งก็อาจมีข้อสอบแบบปรนัยให้นักเรียนเลือกตอบหรือเติมคำตอบสั้นๆ มาประกอบด้วย

ทศพล สุวรรณพุฒ (2562, น.20) ได้กล่าวว่า การวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้แบ่งเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบทดสอบและแบบสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างโดยมีการกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาทางวิทยาศาสตร์มาให้ แล้วให้นักเรียนตอบคำถามซึ่งแบบทดสอบนั้นมีหลายลักษณะ ได้แก่ แบบเขียนตอบ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบ 2 ชั้น และแบบเลือกตอบพร้อมให้เหตุผล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีแนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งมีลักษณะของแบบทดสอบเป็นการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง ทำนาย และสรุปผลทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบคำถาม 2 ชั้น (two – tiers) จะประกอบไปด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนที่สองแบบเขียนอธิบายคำตอบโดยจะถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวคำตอบในส่วนแรก จำนวน 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 8 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 16 ข้อ โดยแบบทดสอบการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์พัฒนามาจาก (ธนพล คลังพหล, 2562, น. 173-187; สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์, 2555, น. 166)

6.เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ได้มีนักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 8)ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ ความคิดในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ยึดตามแนวของ Klopfer แบ่งการประเมินผลการเรียนรู้ด้านความคิดเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

ฝนทิพย์ ธนชัยสิทธิกุล (2559, น. 38) ได้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึงคะแนนของนักเรียนที่ได้จากความสามารถทางสติปัญญาด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์

ปราณี จงอนุรักษ์ (2561, น. 37-38) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถทางสมองของนักเรียนที่สามารถเข้าถึงความรู้ มีทักษะทางการเรียนโดยการพัฒนาที่ดีขึ้น ทั้งด้านความรู้ ความจำ ทักษะ ความรู้สึกและค่านิยม ซึ่งได้จากการเรียนรู้ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ สามารถวัดได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เหมือนฝัน ทองดี (2561, น.36) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสำเร็จด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ที่บ่งบอกความคิด ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจและประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมต่าง ๆ นำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตได้

พรสุดา ทันนา (2562, น. 32) ได้กล่าวถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการเรียนการสอน หรือประสบการณ์ที่ได้รับจากการเรียนการสอน ซึ่งมุ่งเน้นให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ทางการเรียนที่กำหนดไว้ โดยสามารถวัดได้จากเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

จากความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ที่สร้างขึ้นตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อบ่งบอกความคิด ความรู้ความเข้าใจที่ได้จากการเรียนวิทยาศาสตร์

6.2 **องค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างมากในการจัดการศึกษา เพราะการศึกษาจะมีประสิทธิผลเพียงใดนั้นสามารถวัดได้จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนจึงได้มีการค้นคว้าปัจจัยหรือตัวแปรที่ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน

เหมือนฝัน ทองดี (2561, น.37) กล่าวไว้ว่า สิ่งที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มี 3 ตัวแปร ดังนี้

1. พฤติกรรมด้านความรู้และความคิด (Connitive Entry Begaviors) หมายถึง ความรู้ความสามารถและทักษะต่าง ๆ ของนักเรียนที่มีมาก่อน

2. คุณลักษณะทางจิตใจ (Affective Entry Characteristics) หมายถึง แรงจูงใจที่ทำให้นักเรียนเกิดความอยากเรียน เกิดความอยากเรียนรู้ในสิ่งใหม่ๆ ได้แก่ ความสนใจในวิชาที่เรียนทัศนคติต่อเนื่องหาวิชาและสถาบัน การยอมรับความสามารถของตัวเอง เป็นต้น

3. คุณภาพการเรียนการสอน (Quality of Instruction) หมายถึง ประสิทธิภาพการเรียนการสอนที่นักเรียนจะได้รับ ได้แก่ คำแนะนำการปฏิบัติและแรงเสริมของครูที่มีต่อนักเรียน

Prescott (1961 อ้างถึงใน เหมือนฝัน ทองดี (2561, น. 37-38)กล่าวว่า การเรียนการสอนที่ประสบความสำเร็จนั้นต้องมีการกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมของนักเรียนให้ชัดเจนการกำหนดจุดมุ่งหมายเชิง พฤติกรรมของนักเรียนให้ชัดเจนนี้จะช่วยให้การจัดการเรียนการสอน และการวัดผลประเมินผลทางการเรียนของนักเรียนถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยสรุปองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไว้ 6 ด้านดังนี้

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพ ข้อบกพร่อง และลักษณะท่าทางของร่างกาย

2. องค์ประกอบทางด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดามารดา และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว

3. องค์ประกอบด้านวัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความเป็นอยู่ของสมาชิกในครอบครัวการอบรมและฐานะทางบ้าน

4. องค์ประกอบทางด้านความสัมพันธ์ในกลุ่มเพื่อน ได้แก่ ความสัมพันธ์กับเพื่อนวัยเดียวกัน

5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สติปัญญา และความสนใจในสิ่งต่าง ๆ

6. องค์ประกอบการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงอารมณ์โดยที่เพรสคอร์ท มีความเห็นว่าทุก ๆ องค์ประกอบมีความสำคัญเท่ากัน

จากการศึกษาองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย พฤติกรรมด้านความรู้และความคิด คุณลักษณะทางจิตใจ และคุณภาพการเรียนการสอน

ตลอดจนสภาพสิ่งแวดล้อม และบริบทในสังคมที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อพฤติกรรมของนักเรียนและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป การมองเห็นความสำคัญของปัจจัยต่างๆเหล่านี้จะช่วยพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียน มีพฤติกรรมด้านการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นได้ ดังนันผู้วิจัยจึงเล็งเห็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้นั้นต้องอาศัยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และนำความรู้ที่ได้มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างรอบคอบและถูกต้องตามหลักที่พึงปฏิบัติ

6.3 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2560, น. 11-15)กล่าวได้กล่าวว่า การวัดผลและการประเมินผลการเรียนที่จะต้องพิจารณาให้ ครอบคลุม จุดมุ่งหมายของการเรียนรู้ และแบบทดสอบทั้งฉบับควรมีข้อสอบที่วัดระดับพฤติกรรมต่างๆ อย่างเป็นสัดส่วนกัน ซึ่งระดับพฤติกรรมทางวิทยาศาสตร์แบ่งออกเป็น 4 ด้านดังนี้

1.ความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ศัพท์วิทยาศาสตร์ มโนมติ ข้อตกลง ลำดับขั้น เทคนิคและกรรมวิธีทางวิทยาศาสตร์และทฤษฎี

2. ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกหรืออธิบายความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่และแปล ความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปอีกสัญลักษณ์หนึ่งได้

3. การนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการปฏิบัติการสืบเสาะแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์อย่างคล่องแคล่วและชำนาญ

ทิพย์เกสร กำปนาท (2553, น.6) ได้กล่าวถึงได้กล่าวถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Bloom’s Revised Taxonomy ซึ่งมีมิติกระบวนการทางปัญญาดังนี้

1. ด้านความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับสาระ หรือข้อเท็จจริง คำนิยาม ชื่อ สูตรต่าง ๆ หลักเกณฑ์ ทฤษฎี การประเมิน

2. ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมาย ความสัมพันธ์ และความรู้ ที่เป็นโครงข่ายระหว่างแนวคิดทั้งหมดที่เรียน

3. ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้ในการหาคำตอบและแก้ไขปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ หรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่

4. ด้านการวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในแยกแยะพิจารณาดูรายละเอียดของสิ่ง ต่าง ๆ หรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่าสิ่งใดสำคัญที่สุด เป็นการใช้วิจารณญาณเพื่อการไตร่ตรอง

5. ด้านการประเมิน หมายถึง ความสามารถในการสรุปตัดสินคุณค่าของกิจกรรมการกระทำหรือปรากฏการณ์ใด ๆตามเกณฑ์และมาตรฐานที่กำหนด

6. ด้านสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิด พัฒนา ประดิษฐ์ สร้าง และจัดกระทำสิ่งใหม่ๆ ให้เกิดจากความคิดของผู้สร้างเอง โดยมิได้ลอกเลียนงานของผู้อื่นในลักษณะการลอกทั้งชิ้นงาน รวมทั้งการนำสิ่งต่าง ๆที่มีลักษณะเป็นส่วนย่อยมาพัฒนารวมกันให้เกิดขึ้นเป็นผลงานชิ้นใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

จากการศึกษาการวัดและประเมินผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าผู้วิจัยทำการวิจัยในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Bloom's Revised Taxonomy มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยข้อสอบครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัดดังนี้ 1.ด้านความจำ 2.ด้านความเข้าใจ 3.ด้านการนำไปใช้ 4.ด้านการวิเคราะห์ และ 5.ด้านการประเมิน ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยไม่ได้นำพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Bloom's Revised Taxonomy ด้านสร้างสรรค์มาใช้ในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานแล้วพบว่าตัวชี้วัด เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้กำหนดไว้ไม่สอดคล้องกับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านสร้างสรรค์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่ได้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้านสร้างสรรค์

7.งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

สมจิตร จอดนอก (2552, น. 92-94) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สาระพลังงานหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนหลักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปวีณา ชาลีเครือ (2553, น. 56) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เดชา จันทร์น้ำใส (2561, น.56) การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าชุดกิจกรรม มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากและมีประสิทธิภาพ 77.72/75.66 ซึ่งสูง กว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับสถิติ.05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม หลังเข้าร่วมกิจกรรมมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังร่วมกิจกรรมสูงกว่าก่อนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนาสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

สิริมา ภู่สวัสดิ์ (2561, น. 104-105) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด(ร้อยละ 60) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีทักษะทางสังคมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ระดับสูง) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อัญชนา ภักดีวงษ์ (2564, น.113-126) พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊กสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งจะเห็นได้ว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

Hermesianus Jehadan, Nur, และ Supardi (2020, pp. 847-852) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบแนะแนวทางทางฟิสิกส์ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น

สามารถใช้ได้จริง นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น และผลคะแนนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.95 ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มสูง ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยลักษณะของกิจกรรมจะส่งเสริมและมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยครูจะเป็นผู้คอยแนะนำแนวทางให้กับนักเรียน

7.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ปราณี จงอนุรักษ์ (2561, น. 81-82) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องบรรยากาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และมีเจตคติต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี

อริสรา รัชพันธ์ (2562b, น. 48) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนทุกคนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ที่ระดับดีขึ้นไป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิชญ์สินี พิศวงปราการ (2564, น.64) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แหล่งน้ำและลมฟ้าอากาศสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Udu David Agwu และ Eze Charles U (2018, pp. 49-92) ได้ศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีอินทรีย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนระดับมัธยมปลายที่เรียนวิชาเคมีจำนวน 235

คน จาก 4 โรงเรียนในประเทศไนจีเรีย พบว่าการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์ของนักเรียนมากกว่าวิธีการบรรยาย ดังนั้นครูผู้สอนจึงควรได้รับการสนับสนุนให้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับการเรียนอย่างเต็มที่ เพื่อเป็นการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

Okunade Adesina Isaac, Ibukun OA, และ Abiodun EO (2022, pp. 1-8) ได้ศึกษาผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองแล้วทำการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยกัน 3 ครั้งได้แก่ การทดสอบก่อนเรียน การทดสอบหลังเรียน และการทดสอบเก็บคะแนน พบว่า การทำแบบทดสอบก่อนเรียน นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีผลการทดสอบที่ไม่แตกต่างกันมากนักแต่ในส่วนของผลการทดสอบหลังเรียนและการทดสอบเก็บคะแนนกลับพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีแผนการเรียนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยครูผู้สอนควรใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับการเรียนอย่างเต็มที่ เพื่อเป็นการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นได้

7.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จรินทร จันทร์เพ็ง (2556, น. 71) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการศึกษาพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ในการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ ครูต้องใช้รูปแบบกิจกรรมและสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเหมาะสมกับวัย และให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติในทุกขั้นตอน เน้นกระบวนการกลุ่ม โดยครูมีบทบาทสำคัญในการเตรียมสื่อการเรียนรู้กระตุ้นความสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนทบทวนความรู้ ขยายความคิด ครูให้ข้อมูลสะท้อนกลับแก่นักเรียน และให้คำแนะนำช่วยเหลือ

กนิษฐา ภูดวงจิตร (2564, น.113-122) ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค POE เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องการเคลื่อนที่และแรงของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 89.39 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิกานต์ อุตถา (2566, น.573-585)ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเกมวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเกมวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือร้อยละ 70 โดยมีทักษะมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.67 คิดเป็นร้อยละ 88.35

Ergul Remziye และคนอื่น ๆ (2011, pp. 41-68) ได้ศึกษาผลของการสอนวิทยาศาสตร์บนฐานการเรียนรู้แบบสืบค้นที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาจำนวนทั้งหมด 241 คน เป็นชาย 122 ราย หญิง 119 ราย เพื่อให้ได้ทราบถึงผลกระทบของรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบค้นที่มีต่อทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่าในนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนวิทยาศาสตร์บนฐานการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลการทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์และทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่นัยสำคัญน้อยกว่า .05 ในขณะที่ก่อนจะได้รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์บนฐานการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้นั้นนักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนการทดสอบที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

Koksal Ela Ayse และ Berberoglu Giray (2014, pp.66-78) ได้ศึกษาผลของการสอนของการสืบเสาะแบบแนะแนวทางที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะแนะแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาตร์สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม ดังนั้นการสอนแบบแนะแนวทางจึงเป็นการสอนที่มีการปรับเปลี่ยนจากวิธีดั้งเดิมกับการสอนแบบเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางร่วมกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นได้

7.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

วรภา บางสาลี (2559, น. 70) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านวังพรม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการคิดของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้อยู่ในระดับดีมาก

ณัฐมน สุชัยรัตน์ (2558, น. 156-161) ได้ศึกษาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานและแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้บริบทเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนและนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงความรู้อย่างชัดเจน นักเรียนสามารถให้เหตุผลและนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

ทศพล สุวรรณพุฒ (2562, น.395-408)ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง ผลการศึกษาพบว่านักเรียนสามารถแสดงการให้เหตุผลแบบสมมตินัยได้สูงสุดร้อยละ 85.23 รองลงมาคือ การให้เหตุผลแบบอธิบายได้ร้อยละ 84.09 รองลงมาคือ การให้เหตุผลแบบอุปนัยได้เป็นร้อยละ 64.77 และการให้เหตุผลแบบนิรนัยได้เป็นร้อยละ 60.23 ตามลำดับ

Erlina Nia, Susantini Endang, Wicaksono Iwan, และ Pandiangan Paken (2018, pp. 972-985) ได้ศึกษาผลของการใช้เหตุผลตามหลักฐานเชิงประจักษ์และการถามเพื่อเพิ่มการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในการสอนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากนักเรียนจำนวน 139 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม C1 36 คน C2 35 คน C3 35 คน และ C4 33 คน พบว่าผลคะแนนของนักเรียนทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อผ่านการสอนโดยใช้เหตุผลตามหลักฐานเชิงประจักษ์และการถามมีคะแนนเพิ่มขึ้นทั้ง 4 กลุ่ม ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการยืนยันได้ว่าการใช้

เหตุผลตามหลักฐานเชิงประจักษ์และการถามสามารถเพิ่มความสามารถการใช้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในการสอนฟิสิกส์แบบสืบเสาะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Gerber Brian L, Cavallo Anne ML, และ Marek Edmund A (2001, pp. 535-549) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบขั้นตอนการสอนอย่างไม่เป็นทางการ และความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเปรียบเทียบรูปแบบการสอนในลักษณะที่ไม่เป็นทางการและเป็นทางการเพียงบางส่วน นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการเปรียบเทียบรูปแบบการสอนในลักษณะการสืบเสาะและไม่สืบเสาะของกลุ่มนักเรียนจำนวน 1,178 คนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมตั้งแต่เกรด 7 ถึง เกรด 10 ซึ่งแบ่งเป็นระดับมัธยมต้น 8 แห่ง และมัธยมปลาย 2 แห่ง ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มนักเรียนที่มีรูปแบบการสอนแบบไม่เป็นทางการและในรูปแบบการสืบเสาะส่งผลต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่มีรูปแบการสอนในลักษณะที่ไม่เป็นทางการและเป็นทางการเพียงบางส่วน และไม่มีการสืบเสาะอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นได้ โดยนักเรียนมีความพึงพอใจ และมีความรู้สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้อย่างชัดเจน มีเหตุผลในการนำไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น

7.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

ภัทรสุดา หาดขุนทด (2563, น.35-47)ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อุทิศ คลองวะ (2564, น.98-112) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธนวัฒน์ ธรรมกุล (2565, น. 113-123) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียน และมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Cairns Dean และ Areepattamannil Shaljan (2019, p.1-23) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างการสอนแบบถามคำถามกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ใน 54 ประเทศ ซึ่งเป็นการศึกษาที่ใช้ข้อมูลจากรอบที่สามของโครงการประเมินนักเรียนนานาชาติ (PISA) และใช้กลยุทธ์การวิเคราะห์อาสนะการสร้างแบบจำลองเชิงเส้นลำดับชั้น (HLM) สามระดับ เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในกลุ่มนักเรียนอายุ 15 ปี จำนวน 170,474 คน จากโรงเรียน 4,780 แห่งใน 54 ประเทศทั่วโลก ผลการวิเคราะห์ HLM หลังจากการบัญชีสำหรับคุณลักษณะทางประชากรระดับนักเรียน โรงเรียน และระดับประเทศ และพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อวิทยาศาสตร์ พบว่าการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบค้นมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ในทางตรงกันข้ามการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การสืบค้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับทัศนคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น ความสนใจและความเพลิดเพลินในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ แรงจูงใจทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้อุปกรณ์และอนาคต ตลอดจนแนวคิดเกี่ยวกับตนเองและการรับรู้ความสามารถของตนเองทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นได้ โดยทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และเกิดแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

1.การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

2.การกำหนดแบบแผนการวิจัย

3.การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.การดำเนินการวิจัย

5.การวิเคราะห์ข้อมูล

การกำหนดประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว 15101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 9 ห้อง จำนวนนักเรียน 404 คน ซึ่งแต่ละห้องเรียนมีการคละความสามารถของนักเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน

กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว 15101) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 46 คน ที่ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้หน่วยการสุ่มแบบห้องเรียน

การกำหนดแบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบแผนการวิจัยแบบการทดลองขั้นต้น (Pre-Experiment Design) รูปแบบการวิจัยแบบ One-Group Pretest–Posttest Design มีกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 1 กลุ่ม ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยมีแบบแผนการวิจัยดังตาราง 2

ตาราง 2 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Pretest–Posttest design

กลุ่ม	การทดสอบก่อนเรียน	การทดลอง	การทดสอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

E แทน กลุ่มตัวอย่าง

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

X แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียน (Post-test) ด้วยแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยวางแผนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยมีเครื่องมือ 6 ชนิด ประกอบด้วย

1.1) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

1.2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

1.3) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.4) แบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

1.5) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

1.6) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

1.ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

การสร้างชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง ผู้วิจัยได้ประยุกต์แนวทางและขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมของ กาญจนา เกียรติประวัติ (2524a, น. 118-119) ชาญชัย อินทรสุนานนท์ (2538, น. 43-44) และสุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2560, น. 53-55)โดยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอนดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรม การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

1.2 ศึกษาเนื้อหาในหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยศึกษาจากหนังสือและคู่มือประกอบการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และแบบเรียนวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1.3 กำหนดรูปแบบและเนื้อหาของชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางประกอบด้วยเอกสาร 2 ส่วน ได้แก่ ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางสำหรับนักเรียน และคู่มือครูสำหรับชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง ซึ่งในคู่มือครูสำหรับชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางจะระบุแนวคำตอบของคำถามในชุดกิจกรรม ใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด

1.4 กำหนดขอบเขตของชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยแบ่งเป็นชุดกิจกรรมย่อยทั้งหมด 5 ชุดกิจกรรม และระบุเวลาที่ใช้ในแต่ละชุดกิจกรรม ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงชุดกิจกรรมเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์	ชื่อชุดกิจกรรม	เวลาที่ใช้ 50 นาที (คาบ)
1	ชุดกิจกรรมการเปลี่ยนสถานะของสาร	4
2	ชุดกิจกรรมการระเหิดและการระเหิดกลับ	2
3	ชุดกิจกรรมการละลายของสารในน้ำ	3
4	ชุดกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	3
5	ชุดกิจกรรมการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้	4
	รวม	16

1.5 ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยชุดกิจกรรมแต่ละชุดจะประกอบไปด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม ใบความรู้ ใบกิจกรรม สื่อการเรียน และแบบฝึกหัด

1.6 นำชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เพื่อพิจารณา โดยตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน ความเหมาะสมของคู่มือครูสำหรับชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง จากนั้นนำชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำ และข้อเสนอของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาคุณภาพของชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นต่อไป

1.7 ตรวจสอบคุณภาพของชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ (ภาคผนวก ก) โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งมี 5 ระดับ คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด จากนั้นนำคำตอบของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาแปลงเป็นคะแนน ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546b, น. 161-162)

มากที่สุด ให้ 5 คะแนน
มาก ให้ 4 คะแนน
ปานกลาง ให้ 3 คะแนน
น้อย ให้ 2 คะแนน
น้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

โดยการพิจารณาค่าเฉลี่ยคะแนนความเหมาะสมเทียบกับเกณฑ์การแปลผล ถ้ามีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปถือว่าเหมาะสม (บุญชม ศรีสะอาด, 2546b, น. 161-162)

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 - 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 - 4.50	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51– 2.50	เหมาะสมน้อย
1.0 – 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

ในส่วนของประเด็นการประเมินมีทั้งหมด 4 ด้าน คือ 1) ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ 4) ด้านการนำไปใช้ จากนั้นนำไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ ซึ่งทั้ง 5 ชุดกิจกรรม มีผลการประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมเป็น “เหมาะสมมากที่สุด” ในการประเมินชุดกิจกรรมทั้ง 4 ด้าน โดยจากการประเมินข้างต้นนี้ทางผู้เชี่ยวชาญได้มีการให้ข้อเสนอแนะให้มีการปรับปรุงซึ่งสามารถแจกแจงออกมาเป็นรายข้อทั้งสิ้น 4 ข้อ ดังนี้

1) เนื่องจากงานวิจัยเน้นส่งเสริมทักษะและการให้เหตุผล ดังนั้นกิจกรรมควรจะให้นักเรียนแสดงออกโดยการปฏิบัติ มากกว่าการเขียนตอบลงในแบบฝึกหัด ทั้งนี้เมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติได้ซึ่งอาจหมายถึงนักเรียนสามารถบูรณาการทักษะด้านต่างๆแล้วประมวลผลนำมาปรับใช้ในการปฏิบัติหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลองที่ครูกำหนดไว้ ดังนั้นแนวทางการประเมินผลการเรียนรู้จึงควรเป็นการประเมินแบบองค์รวม เช่น การสังเกตแบบมีส่วนร่วม การถาม-ตอบระหว่างการทำกิจกรรม ผลสำเร็จของงาน การแก้ปัญหา และการให้เหตุผล

2) ควรปรับระยะเวลาให้สอดคล้องกับกิจกรรม และกิจกรรมน่าสนใจเหมาะสำหรับวัยของผู้เรียน

3) ชุดกิจกรรมที่ 2 ใบกิจกรรมที่ 2.4 ควรมีตัวอย่างคำถามให้เป็นแนวทางในการถามเพิ่มมากขึ้น

4) ชุดกิจกรรมที่ 3 กิจกรรมน่าสนใจควรมีการเพิ่มรายละเอียดของอุปกรณ์และปริมาณของสารให้ชัดเจน

1.8 นำชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางทั้งฉบับนักเรียนและคู่มือครูไปทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อศึกษาความเหมาะสมของชุดกิจกรรม โดยนำไปทดลองนำร่องกับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล จำนวน 42 คน และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.9 นำชุดกิจกรรมที่ปรับปรุงแล้วมาทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล

2.แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

ผู้วิจัยจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร จำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล

2.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องเปลี่ยนแปลงของสาร และนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

2.3 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับเนื้อหา สาระการเรียนรู้ตามแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงความสัมพันธ์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้
ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี	1. อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสาร เมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 2. อธิบายการละลายของสารในน้ำโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 3. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ 4. วิเคราะห์และระบุการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้	1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเมื่อเพิ่มหรือลดความร้อนให้สสารได้ 2. ปฏิบัติกิจกรรมการเปลี่ยนสถานะของสสารได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน 3. อธิบายการระเหิดของสสารได้ 4. ปฏิบัติกิจกรรมการระเหิดและการระเหิดกลับได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน 5. อธิบายการการละลายของสารที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊สในน้ำได้ 6. ปฏิบัติกิจกรรมการละลายของสารในน้ำได้อย่างถูกต้องและเป็นลำดับขั้นตอน 7. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ 8. วิเคราะห์และระบุการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ผันกลับได้ 9. วิเคราะห์และระบุการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ผันกลับไม่ได้ 10.ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อระบุการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ผันกลับได้ได้อย่างถูกต้อง

2.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน รวม 16 คาบ ได้แก่

1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสาร จำนวน 4 คาบ

2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การระเหิดและการระเหิดกลับ จำนวน 2 คาบ

3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การละลายของสารในน้ำ จำนวน 3 คาบ

4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงทางเคมี จำนวน 3 คาบ

5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ จำนวน 4 คาบ

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 5 แผน เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เพื่อพิจารณา โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

2.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 5 แผน ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) ซึ่งครอบคลุมประเด็นในการพิจารณา 4 ด้าน คือ 1) ด้านผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และ 4) ด้านการนำไปใช้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินซึ่งมีค่าประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน		ระดับความคิดเห็นในการประเมิน
+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

ถ้าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตามที่ต้องการวัด และมีความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้งาน จากการดำเนินงานพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในด้านการนำไปใช้งาน และได้รับข้อเสนอจากผู้เชี่ยวชาญโดยให้ตรวจสอบการกำหนดเนื้อหาสาระให้เหมาะสมกับเวลา โดยเวลาที่ใช้อาจไม่เพียงพอเพราะมีการทำการทดลองด้วย และในส่วนของการวัดและประเมินผลนั้นเนื่องจากกิจกรรมที่จัดเป็นการบูรณาการทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ดังนั้นแนวทางประเมินการเรียนรู้ควรเป็นการประเมินแบบองค์รวม เช่น การสร้างสถานการณ์จำลองให้นักเรียนแล้วให้นักเรียนแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น แล้วประเมินจากการสังเกต ความสำเร็จของงาน หรือการแก้ปัญหาที่สมเหตุสมผล

2.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ปรับปรุงตามคำแนะนำแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อความสมบูรณ์และเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยดำเนินการแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยการปรับเพิ่มเวลาในขั้นสำรวจและค้นหา เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาทำกิจกรรมการทดลองอย่างเพียงพอ

2.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 แผน ไปทดลองนำร่องกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 42 คน

2.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วมาทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล

3.แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ มี 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ รวมข้อคำถาม 15 ข้อ ปรับปรุงมาจาก สิริมา ภู่สวัสดิ์ (2561,น.159-163) เดชา จันทร์น้ำใส (2561,น.163-188) และจรินทร จันทร์เพ็ง (2556,น. 84-92) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนและแนวคิดของ วรรณทิพา รอดแรงค้า,พิมพันธ์ เตชะคุปต์ (2542 , น. 107-148) ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.2 วิเคราะห์เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรม เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาสาระของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมครั้งนี้เป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความและลงข้อสรุป

3.3 กำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และสร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของแบบทดสอบตามประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

3.4 กำหนดลักษณะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน ซึ่งมีลักษณะข้อสอบเกี่ยวข้องกับสถานการณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ ข้อสอบเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ โดยข้อสอบ 1 ข้อ จะมี 1 สถานการณ์ และมีข้อคำถามเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ จำนวนทั้งหมด 15 ข้อ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในรายทักษะย่อยและพฤติกรรมที่ต้องการ ดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงพฤติกรรมที่ต้องการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	**พฤติกรรมที่ต้องการวัด**	**จำนวนข้อ**
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	นักเรียนสามารถคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้าที่ยังไม่รู้มาก่อน หรือยังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน โดยเป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม ซึ่งอาจเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้หรือไม่ก็ได้	3
2. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้สอดคล้องกับสมมติฐานของการทดลอง	3
3. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	นักเรียนสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่างๆที่อยู่ในสมมติฐานหรือเกี่ยวข้องกับการทดลอง เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตหรือวัดผลได้	3
4. ทักษะการทดลอง	นักเรียนสามารถออกแบบและวางแผนการทดลองได้สอดคล้องกับสมมติฐาน นักเรียนสามารถดำเนินการทดลองได้ตามแผน นักเรียนสามารถบันทึกผลการทดลองได้ละเอียด ครบถ้วนและถูกต้อง	3
5. ทักษะการตีความหมายและการลงข้อสรุป	นักเรียนสามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ รวมถึงสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดได้	3
รวม		15

3.5 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการคือตอบถูกได้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน จำนวน 15 ข้อ

3.6 สร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จำนวน 2 ฉบับแบบคู่ขนาน ฉบับละ 30 ข้อ ให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

3.7 นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

3.8 การหาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ด้วยการนำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 2 ฉบับที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบ (ภาคผนวก ก) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index Item-Objective Congruence Index: IOC) ระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินซึ่งมีค่าประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน		ระดับความคิดเห็นในการประเมิน
+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

ถ้าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมที่ต้องการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ จากการดำเนินการพบว่า ฉบับที่ 1 (Pre-test) มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.40-1.00 และ ฉบับที่ 2 (Post-test) มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60-1.00 (โดยฉบับที่ 1(Pre-test) มีข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องต่ำกว่า 0.50 จำนวน 1 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ตัดออก) และได้รับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญโดยให้ตรวจสอบการเรียบเรียงข้อความในประโยค การเรียงลำดับตัวเลือก และการเลือกใช้อุปกรณ์การทดลองในอุปกรณ์การทดลองควรปรับให้เหมาะสมกับการทดลองนั้น

3.9 นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้นให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

3.10 นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแบบคู่ขนานทั้ง 2 ฉบับ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียลที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน ต่อฉบับ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (Item-Analysis) โดยใช้เทคนิค 27% หลังจากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จากการดำเนินการพบว่า จากแบบทดสอบฉบับละ 30 ข้อ คัดเลือกไว้จำนวนฉบับละ 15 ข้อ สำหรับฉบับที่ 1 (Pre-test) มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.30-0.65 และค่าอำนาจจำแนก(r)อยู่ระหว่าง 0.20-0.49 และฉบับที่ 2 (Post-test) มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.38-0.70 และค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง 0.20-0.46

3.11 คำนวณค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบแบบคู่ขนานทั้ง 2 ฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่น ฉบับที่ 1 (Pre-test) เท่ากับ 0.84 และฉบับที่ 2 (Post-test) เท่ากับ 0.82

3.12 นำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแล้วมาทดลองใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล

4. แบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ผู้วิจัยได้ศึกษาการสร้างแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่เกี่ยวข้องกับวิธีการและหลักการสร้างจาก จรินทร จันทร์เพ็ง (2556,น. 30-32) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) แล้วกำหนดแนวทางในการออกแบบแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ดังนี้

4.1 สร้างแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ เป็นแบบบันทึกประเภทตรวจสอบรายการ (check list) โดยแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีการกำหนดรายการพฤติกรรมบ่งชี้จากนิยามทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้งหมด 5 ทักษะ ได้แก่ ทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง และทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป โดยครูผู้สอนและครูผู้ช่วยจะบันทึกในลักษณะของการทำเครื่องหมาย “✓” ลงในช่องรายการการบันทึก เพื่อบันทึกพฤติกรรมที่สังเกตพบ และจากการตรวจชุดกิจกรรมที่เน้นการ

สืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยมีประสาทสัมผัสของผู้สังเกต โดยเฉพาะตา และหู เพื่อติดตามศึกษาพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกได้ทุกด้านที่ต้องการสังเกต ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1 คะแนนในแต่ละรายการการบันทึก ได้แก่ 1) นักเรียนสามารถระบุคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองได้ 2) นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรต้นได้ 3) นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรตามได้ 4) นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรควบคุมได้ 5) นักเรียนสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่างๆที่อยู่ในสมมติฐานหรือเกี่ยวข้องกับการทดลองได้ 6) นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้สอดคล้องกับสมมติฐาน 7) นักเรียนสามารถดำเนินการทดลองได้ตามแผน 8) นักเรียนสามารถบันทึกผลการทดลองได้ละเอียด ครบถ้วน และถูกต้อง 9) นักเรียนสามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้ และ 10) นักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดได้ รวมทั้งสิ้น 10 คะแนน ในแต่ละชุดกิจกรรม โดยได้ผลคะแนนของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งจะสามารถประเมินโดยละเอียดจากเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ว่า 8 ถึง 10 คะแนน จะประเมินได้ “ดีมาก” 6 ถึง 7 คะแนน ประเมินได้ “ดี” 4 ถึง 5 คะแนน ประเมินได้ “ปานกลาง” และ 0 ถึง 3 คะแนน ประเมินได้ “ควรปรับปรุง”

4.2 นำแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงและความสอดคล้องของรายการการบันทึกแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

4.3 การหาคุณภาพของแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยการนำแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก) เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงและความสอดคล้องของรายการการบันทึก

4.4 ผู้เชี่ยวชาญตรวจพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ระหว่างพฤติกรรมบ่งชี้ที่เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับรายการการบันทึก โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินซึ่งมีค่าประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน	ระดับความคิดเห็นในการประเมิน	
+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

ถ้าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องของพฤติกรรมบ่งชี้ที่เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการกับรายการการบันทึก และมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ จากการดำเนินการพบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 1.00 ทุกข้อ และได้รับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญให้ปรับรายการการบันทึกอาจปรับให้มีข้อย่อย เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกมากขึ้น

4.5 นำแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล จำนวน 42 คน

4.6 นำแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่ปรับปรุงแล้วมาทดลองไปใช้จริงกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล

5.แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบคู่ขนาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีลักษณะของแบบทดสอบเป็นการวิเคราะห์สถานการณ์จำลอง ทำนาย และสรุปผลทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้หลักฐานประจักษ์พยานหรือข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อสอบ แบบคำถาม 2 ชั้น (two – tiers) จะประกอบไปด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนที่สองแบบเขียนอธิบายคำตอบโดยจะถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวคำตอบในส่วนแรก จำนวน 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวมทั้งหมดจำนวน 8 ข้อ ครอบคลุมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของตนพร้อมทั้งระบุองค์ประกอบของการให้เหตุผลทั้ง 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ การสร้างข้อสรุป และการอธิบายปรากฏการณ์ แบบทดสอบนี้มีการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพมาจากสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555, น. 166) และธนพล คลังพหล (2562, น. 173-187)

5.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เพื่อกำหนดประเภทและองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

5.2 สร้างแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยสร้างแบบทดสอบจำนวน 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวม 8 ข้อ ซึ่งใน 1 สถานการณ์จะประกอบด้วยการให้

เหตุผล 4 ประเภท ดังนี้ 1) การให้เหตุผลแบบสมมตินัย 2) การให้เหตุผลแบบอธิบาย 3) การให้เหตุผลแบบนิรนัย และ 4) การให้เหตุผลแบบอุปนัย โดยในแต่ละสถานการณ์จะประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก 1 ข้อ ตรวจให้คะแนนโดยตอบถูกได้ข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน ส่วนที่ 2 เป็นแบบเขียนตอบเพื่อให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ การใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ การสร้างข้อสรุป และการอธิบายปรากฏการณ์ โดยการตรวจให้คะแนนใช้เกณฑ์การประเมิน (Rubrics scoring) 3 ระดับ กำหนดค่าคะแนนตั้งแต่ 0-2 คะแนน และมีการประเมินระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์จากเกณฑ์คะแนนที่กำหนดไว้ว่า 80 ถึง 100 คะแนน อยู่ในระดับ “ดีมาก” 70 ถึง 79 คะแนน อยู่ในระดับ “ดี” 60 ถึง 69 คะแนน อยู่ในระดับ “ปานกลาง” 50 ถึง 59 คะแนน“อยู่ในระดับพอใช้” และ 0 ถึง 49 คะแนน อยู่ในระดับ “ควรปรับปรุง”

5.3 นำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาและความสอดคล้องขององค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

5.4 นำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบความตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินซึ่งมีค่าประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน		ระดับความคิดเห็นในการประเมิน
+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

ถ้าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับประเภทของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ จากผลการดำเนินการพบว่าแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และได้รับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญโดยภาพในโจทย์ควรมีตัวหนังสือกำกับด้วย

5.5 นำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ มาหาค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ในการตรวจข้อสอบอัตนัยจากผู้ตรวจ 2 คน (Rater Agreement Index : RAI) โดยให้ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 5 ปี และเข้าใจเกณฑ์การตรวจให้คะแนนเป็นอย่างดี ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสองฉบับเป็น 0.95 ซึ่งอยู่ในระดับสูง (มีค่าเข้าใกล้ 1) แสดงว่าผู้ประเมินทั้ง 2 คน ตรวจให้คะแนนใกล้เคียงกัน กล่าวคือเกณฑ์การตรวจใช้ได้

5.6 นำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญแล้วและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองนำร่องกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน ต่อฉบับ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย(p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดให้แต่ละข้อมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากผลการดำเนินการพบว่า จากแบบทดสอบฉบับละ 16 ข้อ คัดเลือกไว้จำนวนฉบับละ 8 ข้อ สำหรับฉบับที่ 1 Pre-test (ปรนัย) มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.45-0.60 และค่าอำนาจจำแนก(r)อยู่ระหว่าง 0.64-0.82 และส่วนของข้อสอบอัตนัยค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.46-0.60 และค่าอำนาจจำแนก(r)อยู่ระหว่าง 0.64-0.76 ส่วนฉบับที่ 2 Post-test (ปรนัย) มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.45-0.50 และค่าอำนาจจำแนก(r)อยู่ระหว่าง 0.64-0.73 และส่วนของข้อสอบอัตนัย มีค่าความยากง่าย (p)อยู่ระหว่าง 0.45-0.54 และค่าอำนาจจำแนก(r)อยู่ระหว่าง 0.62-0.76

5.7 คำนวณค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) จากผลการดำเนินการพบว่า ฉบับที่ 1 Pre-test มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 และฉบับที่ 2 Post-test มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75

5.8 นำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วมาทดลองใช้จริง กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล

6. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดังนี้

6.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบและการวัดประเมินผล ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

6.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร และศึกษารายละเอียดของเนื้อหาจากหนังสือเรียนและคู่มือครู วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

6.3 กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยที่ต้องการสำหรับสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ดังตาราง 6

ตาราง 6 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยสำหรับสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย Cognitive Domain					จำนวนข้อ	ร้อยละ
		จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมิน		
1	ว 2.1 (1) อธิบายการเปลี่ยนสถานะ ของสสาร เมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	2	2	1	2	-	7	35
2	ว 2.1 (2) อธิบายการละลายของสารในน้ำ โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	-	2	1	1	1	5	25

ตาราง 6 (ต่อ)

ที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย Cognitive Domain					จำนวนข้อ	ร้อยละ
		จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้	วิเคราะห์	ประเมิน		
3	ว 2.1 (3) วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	-	-	-	3	1	4	20
4	ว 2.1 (4) วิเคราะห์และระบุการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้	-	-	1	3	-	4	20
	รวม	2	4	3	9	2	20	100

6.4 สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ โดยวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยตามแนวคิดของ Bloom's Revised Taxonomy เป็นข้อสอบแบบคู่ขนาน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 2 ฉบับ ฉบับละ 40 ข้อ โดยข้อสอบครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัดดังนี้ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านการประเมิน

6.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์พิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของคำถามและความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำให้ถูกต้องชัดเจนยิ่งขึ้น

6.6 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ภาคผนวก ก) ตรวจสอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ พิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา จุดประสงค์กับระดับพฤติกรรม วิเคราะห์ค่าดัชนี

ความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินซึ่งมีค่าประเมิน 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน		ระดับความคิดเห็นในการประเมิน
+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

ถ้าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index: IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา จุดประสงค์กับระดับพฤติกรรม จากผลการดำเนินการพบว่าฉบับที่ 1(Pre-test) มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 และฉบับที่ 2 Post-test มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00

6.7 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้ง 2 ฉบับ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปนำร่องใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเซนต์คาเบรียลที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน ต่อฉบับ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (Item-Analysis) โดยใช้เทคนิค 27% หลังจากนั้นคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป จาก 40 ข้อ คัดเลือกไว้จำนวน 20 ข้อ จากผลการดำเนินการพบว่าฉบับที่ 1 (Pre-test) มีค่าความยากง่าย (p)อยู่ระหว่าง 0.26 -0.79 และค่าอำนาจจำแนก(r)อยู่ระหว่าง 0.20-0.86 ฉบับที่ 2 (Post-test) มีค่าความยากง่าย (p)อยู่ระหว่าง 0.26-0.80 และค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง 0.23-0.86

6.8 คำนวณค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ โดยคำนวณจากสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) จากผลการดำเนินการพบว่า ฉบับที่ 1 (Pre-test) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 และฉบับที่ 2 (Post-test) มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.79

6.9 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วมาทดลองใช้จริงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล

การดำเนินการวิจัย

1.ก่อนการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre–test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นรายบุคคล ดังนี้

1.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

1.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

1.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

2.ขณะทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร และบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในแบบบันทึกษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ระหว่างที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้เอง ระยะเวลาที่ใช้ 16 คาบ คาบละ 50 นาที

3.หลังทดลอง

เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามที่กำหนดแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) กับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

3.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

3.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ใช้เวลา 1 คาบ (50 นาที)

3.4 นำคะแนนที่ให้นักเรียนทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ทั้ง 2 ครั้ง คือก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ดังนี้

1.สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean)

1.2 ร้อยละ (Percentage)

1.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2.สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

2.1ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index :IOC) สำหรับการตรวจสอบความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์

2.2 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างผู้ประเมิน (Rater Agreement Index :RAI) สำหรับเกณฑ์ในการตรวจข้อสอบอัตนัยของแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ (Item-Analysis) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง-เตห์-ฟาน และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตร K-R20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน สำหรับการหาคุณภาพของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

3.สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ดังนี้

3.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (ทดสอบสมมติฐานข้อ 1) โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for Dependent Samples

3.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ทดสอบสมมติฐานข้อ 2) โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for One sample

3.3 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (ทดสอบสมมติฐานข้อ 3) โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for Dependent Samples

3.4 เพื่อเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ทดสอบสมมติฐานข้อ 4) โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for One sample

3.5 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (ทดสอบสมมติฐานข้อ 5) โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for Dependent Samples

3.6 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด (ทดสอบสมมติฐานข้อ 6) โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test for One sample

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการนำเสนอข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

ตอนที่ 2 ผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

ตอนที่ 3 ผลของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

ตอนที่ 4 ผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็มของข้อมูล
$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
t	แทน	ค่าสถิติในการทดสอบสมมติฐาน
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้จากค่าทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน
**	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาคุณภาพชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

1.1 ผลการสร้างชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร เป็นสื่อการสอนชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสมที่สอดคล้องกับเนื้อหาสาระ โดยครูมีการวางแผนอย่างละเอียด เป็นผู้ตั้งประเด็นคำถาม ลักษณะของคำถามที่ครูใช้ถามเป็นลักษณะของคำถามเพื่อนำไปสู่การสังเกต คำถามนำไปสู่คำอธิบาย คำถามนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน คำถามนำไปสู่การออกแบบวิธีการศึกษาค้นคว้า และคำถามที่นำไปสู่การนำไปใช้ ครูทำการสอนแนะแนวทางและให้คำปรึกษากับนักเรียนตามหลักการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยจะมีการจัดกิจกรรมเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง

สำหรับชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางที่สร้างขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางสำหรับนักเรียน โดยนักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติกิจกรรมและมีครูเป็นผู้แนะแนวทาง โดยชุดกิจกรรมประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม ใบความรู้ ใบกิจกรรม สื่อการเรียน และแบบฝึกหัด ประกอบด้วย 5 ชุดกิจกรรมย่อย ได้แก่

ชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสาร
ชุดกิจกรรมที่ 2 การระเหิดและการระเหิดกลับ
ชุดกิจกรรมที่ 3 การละลายของสารในน้ำ
ชุดกิจกรรมที่ 4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
ชุดกิจกรรมที่ 5 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้

2) คู่มือครูในการใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยมีส่วนประกอบเหมือนกับชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน แต่มีแนวทางในการใช้คำถามและแนวคำตอบสำหรับครู

1.2 ผลการหาคุณภาพของชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ในรายงานวิจัยฉบับนี้ทางผู้วิจัยได้ออกแบบชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางทั้งหมด 5 ชุดกิจกรรม ได้แก่ “เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร” “เรื่องการระเหิดและการระเหิดกลับ” “เรื่องการละลายของสารในน้ำ” “เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี” และ“เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้” โดยจะต้องได้รับการประเมินความเหมาะสมทั้งหมด 4 ด้าน ก่อนนำไปใช้งาน ดังนี้ 1.ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรม 2. ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ในชุดกิจกรรม 3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม และ 4. ด้านการนำไปใช้ของชุดกิจกรรม

ด้านการประเมินความเหมาะสมจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรมเป็นด้านแรกที่ได้รับการประเมินจากกรรมการผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านผ่านมาตรประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) โดยแต่ละท่านสามารถประเมินเป็นช่วงคะแนนเป็น 1 ถึง 5 คะแนน ซึ่งในแต่ละช่วงคะแนนสามารถประเมินความเหมาะสมของชุดกิจกรรมได้ตามเกณฑ์การประเมินดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 – 5.00	เหมาะสมมากที่สุด
3.51 – 4.50	เหมาะสมมาก
2.51 – 3.50	เหมาะสมปานกลาง
1.51 – 2.50	เหมาะสมน้อย
1.00 – 1.50	เหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งผลการประเมินที่ได้ดังปรากฏผลในตาราง 7

ตาราง 7 ผลการประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรม	ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ย)	ความเหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร	1. มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
	3. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่องการระเหิดและการระเหิดกลับ	1. มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
	2. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
	3. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่องการละลายของสารในน้ำ	1. มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	3. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	1. มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
	2. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
	3. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้	1. มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	2. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	3. จุดประสงค์ของชุดกิจกรรมสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางได้แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของจุดประสงค์การเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรม พบว่าชุดกิจกรรมทั้งหมดมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านอยู่ในช่วง 4.60 ถึง 5.00 และมีคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 4.84 ซึ่งแปลผลความเหมาะสมเป็น “เหมาะสมมากที่สุด” จึงสามารถสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรมนี้มีการกำหนดจุดประสงค์และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้

ผลการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ได้รับการประเมินจากกรรมการผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ผ่านทางมาตรประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ดังปรากฏผลในตาราง 8

ตาราง 8 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม	ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ย)	ความเหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร	1. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดให้	4.40	เหมาะสมมาก
	2. คำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	3. เนื้อหามีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	4. ลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	5. ภาพประกอบเนื้อหามีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	6. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	7. เนื้อหามีความกระชับ ครอบคลุม เนื้อหามีความน่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม	ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ย)	ความเหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่องการระเหิดและการระเหิดกลับ	1. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดให้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. คำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	3. เนื้อหามีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	4. ลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	5. ภาพประกอบเนื้อหามีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	6. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	7. เนื้อหามีความกระชับ ครอบคลุม เนื้อหามีความน่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่องการละลายของสารในน้ำ	1. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดให้	4.40	เหมาะสมมาก
	2. คำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	3. เนื้อหามีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	4. ลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	5. ภาพประกอบเนื้อหามีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	6. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	7. เนื้อหามีความกระชับ ครอบคลุม เนื้อหามีความน่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 8 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม	ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ย)	ความเหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	1. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดให้	4.40	เหมาะสมมาก
	2. คำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	3. เนื้อหามีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	4. ลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	5. ภาพประกอบเนื้อหามีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	6. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	7. เนื้อหามีความกระชับ ครอบคลุม เนื้อหามีความน่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้	1. ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระยะเวลาที่กำหนดให้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. คำถามที่เกี่ยวกับเนื้อหามีความสอดคล้องกับเนื้อหาการเรียนรู้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	3. เนื้อหามีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	4. ลำดับของเนื้อหามีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	5. ภาพประกอบเนื้อหามีความเหมาะสม น่าสนใจ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	6. เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	7. เนื้อหามีความกระชับ ครอบคลุม เนื้อหามีความน่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 8 ได้แสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรม พบว่าชุดกิจกรรมทั้งหมดมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านอยู่ในช่วง 4.40 ถึง 4.80 และมีคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 4.71 ซึ่งแปลผลความเหมาะสมเป็น “เหมาะสมมากที่สุด”

จึงสามารถสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรมนี้มีเนื้อหาเหมาะสมและถูกต้องตรงตามหลักวิชาการ

ผลการประเมินความเหมาะสมด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมที่ได้รับการประเมินจากกรรมการผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ผ่านทางมาตรประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ดังปรากฏผลในตาราง 9

ตาราง 9 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม	ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม	ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ย)	ความเหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร	1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ลำดับเนื้อหามีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	3.กิจกรรมในชุดกิจกรรม มีความสอดคล้องกับเรื่องที่สอน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	6.กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	7.กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	8.กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่องการระเหิดและการระเหิดกลับ	1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ลำดับเนื้อหามีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	3. กิจกรรมในชุดกิจกรรม มีความสอดคล้องกับเรื่องที่สอน	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	6. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	8. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.80	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 9 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม	ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ย)	ความเหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่องการละลายของสารในน้ำ	1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ลำดับเนื้อหามีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	3. กิจกรรมในชุดกิจกรรม มีความสอดคล้องกับเรื่องที่สอน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	6. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	8. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ลำดับเนื้อหามีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	3. กิจกรรมในชุดกิจกรรม มีความสอดคล้องกับเรื่องที่สอน	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	6. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	8. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.80	เหมาะสมมากที่สุด

ตาราง 9 (ต่อ)

ชุดกิจกรรม	ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรม	ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ย)	ความเหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้	1. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ลำดับเนื้อหามีลำดับขั้นตอนต่อเนื่อง	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	3. กิจกรรมในชุดกิจกรรม มีความสอดคล้องกับเรื่องที่สอน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับระดับนักเรียน	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	5. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยโดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	6. กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นได้อย่างอิสระ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	7. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	8. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	4.60	เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 9 ได้แสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านกิจกรรมการเรียนรู้ของชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรม พบว่าชุดกิจกรรมทั้งหมดมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านอยู่ในช่วง 4.60 ถึง 4.80 และมีคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 4.72 ซึ่งแปลผลความเหมาะสมเป็น “เหมาะสมมากที่สุด” จึงสามารถสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรมนี้มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ของชุดกิจกรรม ที่ได้รับการประเมินจากกรรมการผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ผ่านทางมาตรประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ดังปรากฏผลในตาราง 10

ตาราง 10 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม	ด้านการนำไปใช้ของชุดกิจกรรม	ผลการประเมิน (ค่าเฉลี่ย)	ความเหมาะสม
ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสาร	1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกต่อการนำไปใช้สำหรับครู	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาหรือบทเรียนอื่นได้	4.40	เหมาะสมมาก
ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่องการระเหิดและการระเหิดกลับ	1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกต่อการนำไปใช้สำหรับครู	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาหรือบทเรียนอื่นได้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่องการละลายของสารในน้ำ	1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกต่อการนำไปใช้สำหรับครู	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาหรือบทเรียนอื่นได้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี	1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกต่อการนำไปใช้สำหรับครู	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
	3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับเนื้อหาหรือบทเรียนอื่นได้	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้	1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสะดวกต่อการนำไปใช้สำหรับครู	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
	3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำมาประยุกต์ใช้	4.60	เหมาะสมมากที่สุด

จากตาราง 10 ได้แสดงผลการประเมินความเหมาะสมด้านการนำไปใช้ของชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรม พบว่าชุดกิจกรรมทั้งหมดมีคะแนนเฉลี่ยในแต่ละด้านอยู่ในช่วง 4.40 ถึง 4.80 และมีคะแนนเฉลี่ยรวมที่ 4.67 ซึ่งแปลผลความเหมาะสมเป็น “เหมาะสมมากที่สุด” จึงสามารถสรุปได้ว่าชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรมนี้มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

1.3 ผลการทดลองใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

จากการทดลองใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางที่สร้างขึ้นกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 46 คน โดยจัดการเรียนการสอนแบบเหลื่อมเวลา เวลาที่ใช้ในการทดลองตามแผนการทดลองจริงคือระยะเวลา 16 คาบ คาบละ 50 นาที พบว่าชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางที่สร้างขึ้นนี้มีข้อดีคือ 1) นักเรียนสนุกกับการได้ออกแบบและลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง 2) นักเรียนได้ใช้เวลาในการฝึกเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถทำได้ตามคำแนะนำ

นอกจากนี้ยังพบข้อควรพัฒนาและข้อจำกัดโดยภาพรวม คือ 1) ตัวหนังสือในชุดกิจกรรมไม่เท่ากันควรปรับให้เท่ากัน 2) มีการปรับคำถามที่ใช้กระตุ้นให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เนื่องจากคำถามยังมีความกำกวม ไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนเวลาตอบคำถาม 3) มีการปรับเปลี่ยนการเลือกใช้อุปกรณ์บางชนิดในการทดลอง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในขณะที่นักเรียนทำการทดลองมากขึ้น เช่น เปลี่ยนจากไม้ขีดไฟให้เป็นปืนยิงแก๊ส เปลี่ยนการใช้มีดหั่นผลไม้ให้เหลือเพียงมีด 2 คม (สำหรับปอกเปลือกแอปเปิล) 4) ปรับเปลี่ยนอุปกรณ์จากครกหินเป็นโกร่งบดยา เพื่อใช้ตำตะไคร้ เนื่องจากไม่สามารถหาอุปกรณ์นี้ได้ในห้องทดลอง และโกร่งบดยาสามารถใช้ทดลองแทนกันได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทดลอง และ 5) เพิ่มสารเคมีที่ใช้ในการทดลองอีก 2 ชนิด จากเดิมมีเพียงน้ำสบู่เพียงอย่างเดียว และได้เพิ่มน้ำยาซักผ้า และน้ำยาล้างจานในการทดลอง เพื่อให้นักเรียนได้มีโอกาสสังเกตผลการทดลองที่เกิดขึ้นได้ชัดเจนมากขึ้น

ตอนที่ 2 ผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

จากการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางนี้ ได้ทำการนำเสนอผลการประเมินไว้ 2 รูปแบบ ได้แก่ ผลคะแนนการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน และผลคะแนนของแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน ดังที่จะนำเสนอเป็นรายหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ผลการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน

ผลการทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ดังปรากฏผลในตาราง 11

ตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	46	3	1.57	0.89	1.89	0.88	1.95	.058
2. ทักษะการกำหนดตัวแปร	46	3	1.33	0.99	1.89	0.92	2.78**	.008
3. ทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการ	46	3	1.26	0.80	1.91	0.81	3.81**	.000
4. ทักษะการทดลอง	46	3	1.30	0.81	1.96	0.82	4.02**	.000
5. ทักษะการตีความและลงข้อสรุป	46	3	1.67	0.97	2.33	0.87	3.54**	.001
รวม	46	15	7.13	1.97	9.98	1.60	7.16**	.000

** $p<.01$

จากตาราง 11 พบว่า เมื่อพิจารณาเป็นรายทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการพบว่า ทักษะการกำหนดตัวแปร ทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความและลงข้อสรุป มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และทักษะการตั้งสมมติฐาน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไม่แตกต่างกับก่อนเรียน และคะแนนภาพรวมของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน 9.98 (S.D. = 1.60) สูงกว่าก่อนเรียน 7.13 (S.D. = 1.97) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1

ผลการทดสอบหลังเรียนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70 ด้วยแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีจำนวน 3 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 5 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน โดยใช้สถิติ t-test for One-Sample ดังปรากฏผลในตาราง 12

ตาราง 12 ผลการทดสอบหลังเรียนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	n	k	**เกณฑ์ประเมินร้อยละ *70***	$\bar{x}$	S.D.	t	p
คะแนนหลังเรียน	46	15	11	9.99	1.60	-4.34**	.000

** p< .01

จากตาราง 12 ผลการทดสอบหลังเรียนของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 11 คะแนน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมที่เน้นการสอนแบบแนะแนวทางมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 9.99 (S.D=1.60) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2

2.2 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนจากแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

จากผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนจากแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนทำการทดลองในแต่ละชุดกิจกรรม ซึ่งบันทึกโดยครูผู้สอนและครูผู้ช่วยในลักษณะของการทำเครื่องหมาย "✓" ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1 คะแนนในแต่ละรายการประเมิน ได้แก่ 1) นักเรียนสามารถระบุคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองได้ 2) นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรต้นได้ 3) นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรตามได้ 4) นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรควบคุมได้ 5) นักเรียนสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่างๆที่อยู่ในสมมติฐานหรือเกี่ยวข้องกับการทดลองได้ 6) นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้สอดคล้องกับสมมติฐาน 7) นักเรียนสามารถดำเนินการทดลองได้ตามแผน 8) นักเรียนสามารถบันทึกผลการทดลองได้ละเอียด ครบถ้วน และถูกต้อง 9) นักเรียนสามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้ และ 10) นักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดได้ รวมทั้งสิ้น 10 คะแนน ในแต่ละชุดกิจกรรม โดยได้ผลคะแนนของนักเรียนแต่ละคน ดังปรากฏผลในตาราง 13

ตาราง 13 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนจากแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ลำดับที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ					คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์การประเมิน
	ชุดกิจกรรมที่ 1	ชุดกิจกรรมที่ 2	ชุดกิจกรรมที่ 3	ชุดกิจกรรมที่ 4	ชุดกิจกรรมที่ 5		
1	6	10	9	9	10	8.80	ดีมาก
2	7	9	9	7	10	8.40	ดีมาก
3	9	7	9	10	10	9.00	ดีมาก
4	8	7	9	8	10	8.40	ดีมาก
5	7	8	10	10	7	8.40	ดีมาก
6	7	7	9	10	8	8.20	ดีมาก
7	8	7	10	10	9	8.80	ดีมาก
8	9	7	8	10	8	8.40	ดีมาก
9	5	8	9	9	10	8.20	ดีมาก
10	6	9	8	10	8	8.20	ดีมาก
11	5	8	9	9	7	7.60	ดีมาก

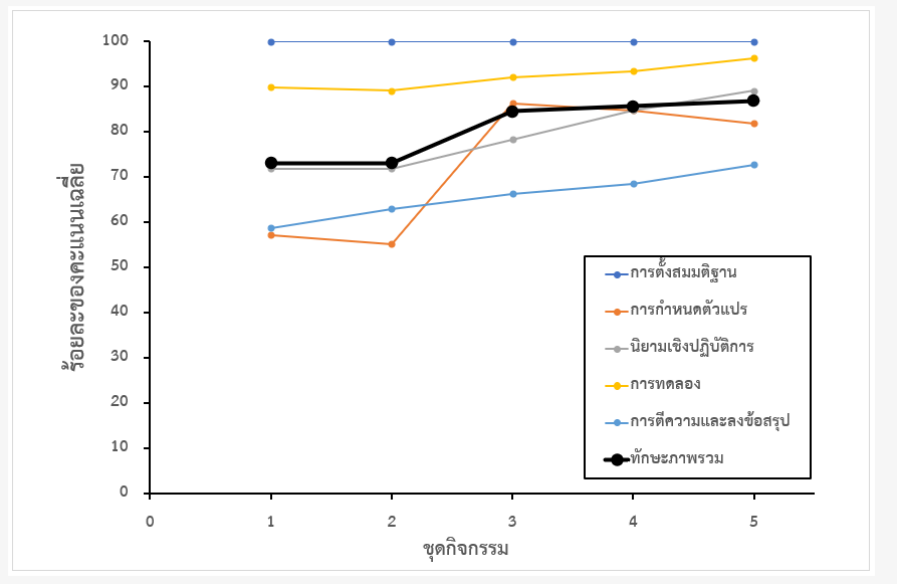
ตาราง 13 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ					คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์การประเมิน
	ชุดกิจกรรมที่ 1	ชุดกิจกรรมที่ 2	ชุดกิจกรรมที่ 3	ชุดกิจกรรมที่ 4	ชุดกิจกรรมที่ 5		
12	7	8	10	8	9	8.40	ดีมาก
13	7	10	10	6	8	8.20	ดีมาก
14	7	6	9	9	9	8.00	ดีมาก
15	8	10	10	10	8	9.20	ดีมาก
16	7	8	9	10	10	8.80	ดีมาก
17	5	7	6	9	5	6.40	ดี
18	10	8	8	10	9	9.00	ดีมาก
19	8	8	9	8	10	8.60	ดีมาก
20	7	9	9	9	9	8.60	ดีมาก
21	10	8	9	10	7	8.80	ดีมาก
22	10	8	10	8	9	9.00	ดีมาก
23	8	6	9	9	9	8.20	ดีมาก
24	9	9	9	10	9	9.20	ดีมาก
25	7	9	9	9	10	8.80	ดีมาก
26	9	8	5	10	9	8.20	ดีมาก
27	7	4	8	8	10	7.40	ดี
28	7	9	10	8	10	8.80	ดีมาก
29	9	3	9	7	10	7.60	ดีมาก
30	9	8	7	9	10	8.60	ดีมาก
31	7	4	7	7	10	7.00	ดี
32	3	6	7	10	9	7.00	ดี
33	5	7	9	10	10	8.20	ดีมาก
34	7	7	9	10	5	7.60	ดีมาก
35	5	6	9	8	7	7.00	ดี
36	9	9	9	10	10	9.40	ดีมาก
37	9	8	7	7	8	7.80	ดีมาก
38	7	9	4	8	10	7.60	ดีมาก
39	6	6	7	8	8	7.00	ดี
40	7	9	9	4	10	7.80	ดีมาก
41	7	8	8	8	7	7.60	ดีมาก

ตาราง 13 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ					คะแนนเฉลี่ย	เกณฑ์การประเมิน
	ชุดกิจกรรมที่ 1	ชุดกิจกรรมที่ 2	ชุดกิจกรรมที่ 3	ชุดกิจกรรมที่ 4	ชุดกิจกรรมที่ 5		
42	9	3	7	6	6	6.20	ดี
43	4	5	6	7	9	6.20	ดี
44	9	9	10	8	10	9.20	ดีมาก
45	8	4	8	10	9	7.80	ดีมาก
46	7	4	9	6	9	7.00	ดี
เฉลี่ยรวม	7.33	7.33	8.46	8.61	8.78	**8.10**	**ดีมาก**

จากตาราง 13 พบว่าคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละคนนั้นอยู่ในช่วง 6.20 ถึง 9.40 โดยมีนักเรียนที่ได้ผลการประเมินเป็น “ดี” ทั้งสิ้น 9 คน คิดเป็นร้อยละ 19.57 และนักเรียนที่ได้รับผลการประเมินเป็น “ดีมาก” รวมกันได้ 37 คน คิดเป็นร้อยละ 80.43 ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าชุดกิจกรรมที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้สามารถเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี ดังแสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 กราฟคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนในแต่ละชุดกิจกรรม

จากภาพประกอบ 2 พบว่าภาพรวมของคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการทั้ง 5 ทักษะ ในชุดกิจกรรมที่ 1 และ 2 มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่ชุดกิจกรรมที่ 3 ถึงชุดกิจกรรมที่ 5

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการแยกแต่ละทักษะพบว่า ทักษะการตั้งสมมติฐานมีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือทักษะการทดลอง ทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดตัวแปร และทักษะการตีความและลงข้อสรุป ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลของการประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

จากการทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบจำนวน 2 สถานการณ์ โดย 1 สถานการณ์ ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ รวมข้อคำถามทั้งหมด 8 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะแบ่งเป็น 2 ส่วนย่อยคือ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบอัตนัย มีคะแนนเต็ม 56 คะแนน โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ดังปรากฏผลในตาราง 14

ตาราง 14 ผลการเปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	n	k	ก่อนเรียน		ระดับ	หลังเรียน		ระดับ	t	p
			$\bar{x}$	S.D.		$\bar{x}$	S.D.			
1. การให้เหตุผลแบบสมมตินัย	46	14	3.80	1.76	ควรปรับปรุง	9.02	0.86	ปานกลาง	17.80**	.000
2. การให้เหตุผลแบบอธิบาย	46	14	5.15	2.25	ควรปรับปรุง	8.33	0.76	ปานกลาง	8.91**	.000
3. การให้เหตุผลแบบนิรนัย	46	14	4.17	2.03	ควรปรับปรุง	8.63	1.24	ปานกลาง	11.88**	.000
4. การให้เหตุผลแบบอุปนัย	46	14	4.20	2.46	ควรปรับปรุง	8.50	1.03	ปานกลาง	11.75**	.000
รวม	46	56	17.33	5.06	ควรปรับปรุง	34.48	2.40	ปานกลาง	19.18**	.000

** $p<.01$

จากตารางพบว่าคะแนนภาพรวมของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน 34.48 (S.D. = 2.40) สูงกว่าก่อนเรียน 17.33 (S.D. = 5.06) เมื่อพิจารณาประเภทของการให้เหตุผลพบว่าการให้เหตุผลทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ การให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุงหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางจะมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3

ผลการทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70 ด้วยแบบทดสอบจำนวน 2 สถานการณ์ โดย 1 สถานการณ์ ประกอบด้วยคำถาม 4 ข้อ รวมข้อคำถามทั้งหมด 8 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะแบ่งเป็น 2 ส่วนย่อยคือ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและแบบอัตนัย มีคะแนนเต็ม 56 คะแนน โดยใช้สถิติ t-test for One-Sample ดังปรากฏผลในตาราง 15

ตาราง 15 ผลการทดสอบหลังเรียนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	n	k	เกณฑ์ประเมินร้อยละ 70	$\bar{x}$	S.D.	t	p
คะแนนหลังเรียน	46	56	39	34.48	2.40	-12.77**	.000

** p<.01

จากตารางผลการทดสอบหลังเรียนของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 39 คะแนน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 34.48 (S.D =2.40) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 4

ตอนที่ 4 ผลของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร

จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ข้อละ 1 คะแนน จำนวน 20 ข้อ โดยเปรียบเทียบด้วยสถิติ t-test for Dependent Samples ดังปรากฏผลในตาราง 16

ตาราง 16 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
คะแนน	46	20	9.11	4.02	16.96	2.14	11.57**	.000

** p<.01

จากตารางพบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนเมื่อได้รับการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เพิ่มขึ้นจาก 9.11 (S.D. = 4.02) เป็น 16.96 (S.D. = 2.14) ซึ่งพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 5

ผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อละ 1 คะแนน จำนวน 20 ข้อ โดยใช้สถิติ t-test for One-Sample ดังปรากฏผลในตาราง 17

ตาราง 17 ผลการทดสอบหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์	n	k	**เกณฑ์ประเมินร้อยละ 70**	$\bar{x}$	S.D.	t	p
คะแนนหลังเรียน	46	20	14	16.96	2.14	9.37**	.000

** $p<.01$

จากตารางผลการทดสอบหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ประเมินที่ร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14 คะแนน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 16.96 (S.D =2.14) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 6

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

2. เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง ในประเด็นดังต่อไปนี้

2.1) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

2.3) เปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.4) เปรียบเทียบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

2.5) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน

2.6) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

3. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

5. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

6. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว 15101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 9 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 404 คน ซึ่งแต่ละห้องเรียนมีการคละความสามารถของนักเรียน เก่ง ปานกลาง และอ่อน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว 15101) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน มีจำนวนนักเรียน 46 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster Random Sampling) โดยใช้หน่วยการสุ่มแบบห้องเรียน

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัยคือ การวิจัยแบบการทดลองขั้นต้น (Pre-Experiment Design) รูปแบบการวิจัยแบบ One-Group Pretest–Posttest Design ระยะเวลาในการทดลอง 16 คาบ (ไม่รวมการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน)

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง
2. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง
3. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
4. แบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ
5. แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์
6. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ดังนี้

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ ได้แก่
   1.1) ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)
   1.2) ร้อยละ (Percentage)
   1.3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน
   2.1) t-test for Dependent Samples สำหรับการเปรียบเทียบผลคะแนนของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน
   2.2) t-test for One Sample สำหรับการเปรียบเทียบผลคะแนนของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มในแต่ละแบบทดสอบ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยตามสมมติฐานที่ตั้งขึ้น ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ประเมินจากผู้เชี่ยวชาญระดับเหมาะสมมากที่สุด

2. เพื่อศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางในประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 1

2.2 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2

2.3 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3

2.4 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมติฐานข้อ 4

2.5 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 5

2.6 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 6

การอภิปรายผลงานวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้เป็นแต่ละหัวข้อดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพผ่านเกณฑ์การประเมินระดับเหมาะสมมากที่สุดจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 5 ชุดกิจกรรม เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นได้ถูกออกแบบอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึง เนื้อหาในหลักสูตรสถานศึกษาของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก่อนกำหนดรูปแบบและเนื้อหาของชุดกิจกรรมให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ผ่านหนังสือและคู่มือประกอบการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และแบบเรียนวิทยาศาสตร์ของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งได้แนวทางจากขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมของกาญจนา เกียรติประวัติ (2524a, น. 118-119) ชาญชัย อินทรสุนานนท์ (2538, น. 43-44) และ สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2560, น. 53-55) นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง โดยอาศัยหลักการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้ประเภท การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (Guided Inquiry) ตามการจัดประเภทของการสืบเสาะหาความรู้ของ กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์ (2558) ที่กล่าวว่า การสืบเสาะแบบแนะแนวทาง (Guided Inquiry) จะมีลักษณะการสอนแบบครูลดบทบาทการมีส่วนร่วมลง และนักเรียนมีบทบาททางการเรียนเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือมีการกำหนดปัญหาหรือคำถามทางวิทยาศาสตร์ให้ แต่เปิดโอกาสให้นักเรียนออกแบบวิธีการและดำเนินการสำรวจตรวจสอบหรือทดลองด้วยตนเอง โดยชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยชุดกิจกรรมย่อยทั้งหมด 5 ชุดกิจกรรม ได้แก่ ชุดกิจกรรม“การเปลี่ยนสถานะของสาร” ชุดกิจกรรม“การระเหิดและการระเหิดกลับ”ชุดกิจกรรม“การละลายของสารในน้ำ” ชุดกิจกรรม“การเปลี่ยนแปลงทางเคมี” และ ชุดกิจกรรม“การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้” ซึ่งชุดกิจกรรมแต่ละชุดจะประกอบไปด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม ใบความรู้ ใบกิจกรรม สื่อการเรียน และแบบฝึกหัด กิจกรรมที่ผู้วิจัยออกแบบมานั้นจะช่วยให้นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้ด้วยตนเองอย่างอิสระ โดยไม่จำกัดความคิดของนักเรียน มีกิจกรรมที่น่าสนใจเหมาะสมกับวัย มีเกม

สรุปความรู้ที่หลากหลายให้กับนักเรียน รวมถึงผู้วิจัยได้สอดแทรกแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการฝึกการเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ฝึกทักษะเพิ่มเติม โดยกิจกรรมต่าง ๆเหล่านี้จะมีครูเป็นผู้ที่เข้ามาช่วยเหลือให้คำแนะนำ คอยกระตุ้น และคอยอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอัญชนา ภักดีวงษ์ (2564, น.113-126) พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊กสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งจะเห็นได้ว่าชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

2. ผลของการใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

2.1 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 ชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรมนี้ได้ออกแบบให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยการสร้างสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนให้นักเรียนได้เริ่มต้นตั้งสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง ลงมือปฏิบัติผ่านการทดลอง และหาข้อสรุปด้วยตนเอง โดยในระหว่างการทำกิจกรรมจะมีการตั้งคำถามแบบแนะแนวทางให้นักเรียนได้ตอบคำถามในใบกิจกรรมของตนเอง เพื่อให้นักเรียนสามารถตั้งสมมติฐาน กำหนดและควบคุมตัวแปร กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทำการทดลอง ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปได้ จึงถือเป็นการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเพื่อให้นักเรียนเกิดความชำนาญสามารถทำได้ด้วยตนเอง จะเห็นได้ว่านักเรียนมีคะแนนจากแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสูงขึ้นซึ่งมีความสอดคล้องกับคะแนนเฉลี่ยของแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนทำการทดลองของแต่ละชุดกิจกรรม พบว่าคะแนนเฉลี่ยของแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในชุดกิจกรรมที่ 1 และ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากัน ส่วนคะแนนเฉลี่ยของชุดกิจกรรมที่ 3 ถึงชุดกิจกรรมที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนที่สูงขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการจากชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางทั้ง 5 ชุดกิจกรรมย่อยนี้จะทำให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จรินทร จันทร์เพ็ง (2556, น. 23-25) ได้อธิบายถึงการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์นั้นถือเป็นปัจจัยสำคัญในการศึกษาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพราะความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการศึกษาในแต่ละครั้งจะ

น่าเชื่อถือหรือไม่ขึ้นอยู่กับตัวผู้ศึกษาหาความรู้เอง ความสามารถหรือทักษะต่าง ๆ เราสามารถฝึกฝนและพัฒนาเพื่อให้เกิดความชำนาญได้ และงานวิจัยของปริศนา อิ่มพรหม และ พรสิริ เอี่ยมแก้ว (2562, น. 285) พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์คือพฤติกรรมที่เกิดจากคิดอย่างเป็นระบบและได้รับการฝึกฝนจนเกิดความชำนาญในการแสวงหาความรู้ และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แต่อย่างไรก็ตามคะแนนของทักษะการตั้งสมมติฐานมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไม่แตกต่างกับก่อนเรียนโดยคะแนนของทักษะการตั้งสมมติฐานที่ได้จากแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการมีคะแนนน้อยที่สุด ส่วนคะแนนของทักษะการตั้งสมมติฐานที่ได้จากแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการในขณะที่นักเรียนกำลังทำการทดลองนั้นเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการที่นักเรียนได้คะแนนมากที่สุด อาจเนื่องจากในขณะทำการทดลองนักเรียนได้ทำการทดลองร่วมกันเป็นกลุ่ม สมาชิกในกลุ่มมีการช่วยเหลือกัน จึงทำให้คะแนนในชุดกิจกรรมออกมาได้ดี แต่เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบต้องทำด้วยตนเองจึงทำให้ได้คะแนนไม่ดีเท่าที่ควร ด้วยเหตุนี้อาจเป็นการยากในการตั้งสมมติฐานสำหรับนักเรียน

นอกจากนี้นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางนั้นมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการโดยภาพรวมไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรมน้อยเกินไป และในขณะที่ทำกิจกรรมนักเรียนแต่ละคนในกลุ่มจะมีบทบาทไม่เท่ากัน บางคนได้ฝึกเยอะบางคนได้ฝึกน้อย หรือขนาดของกลุ่มที่ไม่เท่ากัน ทำให้บทบาทเฉลี่ยของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มไม่เท่ากัน อาจต้องลดจำนวนสมาชิกในกลุ่มลง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Klausmeier (1971, p. 316) ที่ระบุไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาแต่ละบุคคลย่อมแตกต่างกัน ดังนั้นการปฏิบัติตามหลักจึงควรส่งเสริมให้นักเรียนคิดค้นวิธีการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลด้วยตนเองและให้เขาประเมินผลของการแก้ปัญหานั้น ๆ ด้วยตนเอง

2.2 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางจะมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 เนื่องจากชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางนี้มีกิจกรรมที่หลากหลาย และในแต่ละชุดกิจกรรมได้สอดแทรกแบบฝึกหัดเพื่อฝึกให้

นักเรียนได้ฝึกเขียนคำตอบในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในทั้ง 5 ชุดกิจกรรมด้วย ทำให้นักเรียนได้ฝึกเขียนเพื่อตอบคำถามบ่อยมากขึ้น และการใช้คำถามช่วยกระตุ้นการคิดของนักเรียนมีความสำคัญต่อการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง ซึ่งแบบเดิมนักเรียนไม่มีแนวทางในการเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นกระบวนการ หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้และได้ฝึกฝนในชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรม ทำให้ทราบวิธีการเขียนที่ชัดเจน และในการทำกิจกรรมทุกครั้งจะมีการฝึกการเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทุกครั้ง จึงทำให้คะแนนหลังเรียนดีกว่าคะแนนก่อนเรียน ซึ่งถ้าครูใช้คำถามที่ดีจะเป็นสิ่งเร้าและจูงใจให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้สนใจค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองตามแนวคิดของ Carin A. Arthur และ Robert B.Sund โดยการออกแบบชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นนี้ได้มีส่วนของคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหาและส่งเสริมให้มีการตีความจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามแนวคิดของ Lawson (2010 อ้างถึงใน พิชญา ศิลาม่อม (2561, น. 15) ซึ่งแบ่งการให้เหตุผลเป็น 4 ประเภท ได้แก่การให้เหตุผลแบบสมมตินัย การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย และการให้เหตุผลแบบอุปนัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรภา บางสาลี (2559, น. 70) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านวังพรม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการคิดของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 นอกจากนี้เมื่อพิจารณาระดับของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์พบว่าก่อนเรียนอยู่ในระดับควรปรับปรุงหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง เพราะรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางนี้ได้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในการเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในการเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยในชุดกิจกรรมนั้นครูจะมีการใช้คำถามเพื่อถามนำนักเรียนไปสู่การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในแบบต่าง ๆ ทั้ง 4 ประเภท และผู้วิจัยได้สอดแทรกข้อคำถามในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ในทุกชุดกิจกรรม จึงทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาการเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ แต่อาจจะยังไม่พัฒนาถึงขั้นดีหรือดีมาก เนื่องมาจากเวลาที่ใช้ในการฝึกเขียนให้เหตุผลเชิงวิยาศาสตร์ค่อนข้างจำกัดและข้อคำถามของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกไปในชุดกิจกรรมยังอาจมีไม่มากพอ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรเพิ่มเวลาและข้อคำถามในชุดกิจกรรมทั้ง 5 ชุดกิจกรรม ในการฝึกเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ให้ครบองค์ประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกฝนให้เกิดความชำนาญมายิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตามนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางจะมีการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ซึ่งยังไม่สอดคล้องกับสมติฐานข้อ 4 อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้มีแนวทางการวัดและประเมินการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะของแบบทดสอบเป็นการวิเคราะห์สถานการณ์ มีลักษณะเป็นข้อสอบเป็นแบบคำถาม 2 ชั้น (two – tiers) พัฒนามาจากแนวคิดของ สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ (2555, น. 166) และ ธนพล คลังพหล (2562, น. 173-187) ซึ่งจะประกอบไปด้วยคำถาม 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนที่สองเป็นแบบเขียนเหตุผลของคำตอบโดยจะถามนักเรียนเกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกตัวคำตอบในส่วนแรก จำนวน 2 สถานการณ์ โดย 1 สถานการณ์ ประกอบคำถาม 4 ข้อ รวมข้อคำถามทั้งหมด 8 ข้อ ซึ่งส่วนที่เป็นตัวเลือกนักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง แต่ส่วนที่เป็นข้อเขียนนี้จะเห็นได้ว่านักเรียนสามารถเริ่มเขียนให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ แต่นักเรียนเขียนได้ไม่ครบองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ การให้หลักฐาน การให้ข้อสรุป และการอธิบายปรากฏการณ์ ซึ่งอาจเกิดเนื่องมาจากเวลาในการเขียนตอบไม่เพียงพอ นักเรียนมีข้อจำกัดในการเขียนสื่อความหรือในแบบฝึกหัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สอดแทรกเข้าไปในชุดกิจกรรมเวลาตอบคำถามส่วนที่เป็นข้อเขียน จะมีคำถามนำหรือข้อความบางส่วนให้นักเรียนเขียนคำตอบ แต่ในแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่มีให้จึงทำให้นักเรียนเขียนองค์ประกอบของการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ไม่ครบทุกส่วน

2.3 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสอนแบบแนะแนวทางจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 5 และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสอนแบบแนะแนวทางจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 6 เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นได้ถูกออกแบบอย่างเป็นระบบตามขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรม เริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้กำหนดเนื้อหาในชุดกิจกรรมให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อสอบที่ออกมานั้นครอบคลุมตัวชี้วัดที่ต้องการวัด และเป็นไปตามแนวคิดของ Bloom’s Revised Taxonomy โดยข้อสอบครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัด ได้แก่ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านการประเมินค่า ซึ่งมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของอริสรา รัชพันธ์ (2562b, น. 48) ได้ศึกษา

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกคนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ที่ระดับดีขึ้นไปและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นอกจากนี้มีครูผู้สอนยังมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นนักเรียนด้วยการใช้การสอนแบบแนะแนวทาง และมีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ได้ตอบคำถาม ได้ฝึกออกแบบการทดลองระหว่างการดำเนินกิจกรรม จึงจะส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ทักษะทางวิทยาศาสตร์และส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้นจากก่อนการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดกิจกรรมและแผนการจัดการเรียนรู้ และควรมีการฝึกซ้อมทดลองปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ในทุกชุดกิจกรรมก่อนล่วงหน้าวันที่มีการเรียนการสอนจริงทุกครั้ง เพื่อให้เกิดความเชี่ยวชาญต่อการอธิบายขั้นตอน และการตอบคำถามในระหว่างการทำกิจกรรม

1.2 ก่อนที่จะเริ่มกิจกรรมการทดลองครูผู้สอนควรตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทดลองให้มีความพร้อมและเพียงพอสำหรับนักเรียน เพื่อความปลอดภัยในระหว่างการเรียนและเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมได้ผลลัพธ์ดีที่สุด เมื่อเกิดความผิดพลาดหรือการขัดข้องของอุปกรณ์หรือเครื่องมือในระหว่างทำกิจกรรมครูผู้สอนควรที่จะแก้ไขปัญหาหรือมีการจัดเตรียมอุปกรณ์สำรองได้ทันท่วงที เพื่อความปลอดภัยของนักเรียนภายในชั้นเรียน

1.3 ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ และแนะแนวทางให้ แต่ไม่ควรบอกคำตอบหรือกำหนดคำตอบให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนใช้กระบวนการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ด้วยตนเอง

1.4 ครูผู้สอนควรตรวจงานจากชุดกิจกรรมของนักเรียนเมื่อนักเรียนเรียนจบในแต่ละชุดกิจกรรมและให้คำแนะนำกับนักเรียนทันที จะทำให้นักเรียนได้ทราบผลการทำกิจกรรมของนักเรียนว่าถูกหรือไม่เพื่อการทำกิจกรรมครั้งต่อไปจะมีการพัฒนาขึ้น

1.5 จากการทำกิจกรรมในชุดกิจกรรมมีส่วนที่ต้องตอบคำถามเพื่อแนะแนวทางให้นักเรียนเขียนตอบจำนวนค่อนข้างมากทำให้นักเรียนต้องเขียนตอบหลายข้อ นักเรียนอาจเขียนช้า เขียนตอบไม่ทัน ทำให้การทำกิจกรรมล่าช้าลง ครูผู้สอนอาจปรับเปลี่ยนวิธีการให้นักเรียนตอบคำถามปากเปล่าบ้างแทนการเขียนตอบในบางหัวข้อ

1.6 ครูผู้สอนควรศึกษาข้อมูลจากคู่มือครูในการใช้ชุดกิจกรรม และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการให้มีความรู้อย่างเชี่ยวชาญ เนื่องจากการออกแบบการทดลองนั้นนักเรียนเป็นผู้ออกแบบการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งในทางปฏิบัติอาจนอกเหนือจากชุดกิจกรรมที่กำหนดไว้

2. **ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป**

2.1 จากงานวิจัยพบว่า ควรทำการทดสอบการใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องระหว่างกลุ่มเรียน ควรมีกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และถ้าเป็นไปได้ ก็อาจสามารถขยายผลการทดสอบไปยังโรงเรียนอื่นได้เช่นกัน

2.2 จากงานวิจัยพบว่า ควรมีการออกแบบชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางในส่วนของการเพิ่มเวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม เพื่อการออกแบบการทดลองเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น

2.3 จากงานวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของทักษะการตั้งสมมติฐานของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากช่วงคะแนนที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดมีช่วงคะแนนที่แคบเกินไปในแต่ละข้อ ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าควรที่จะมีการแบ่งช่วงความถี่ของคะแนนให้มากขึ้น เช่น การแบ่งเกณฑ์ให้มีค่าทศนิยม 0.5 คะแนน เป็นต้น

บรรณานุกรม

Cairns Dean, และ Areepattamannil Shaljan. (2019). Exploring the relations of inquiry-based teaching to science achievement and dispositions in 54 countries. *Research in science education, 49*, 1-23.

Carin, และ Sund. (1971). Developing questioning techniques: A self-concept approach.

Ergul Remziye, Simsekli Y, Calis S, Ozdilek Z, Gocmencelebi S, และ Sanli M. (2011). The effects of inquiry-based science teaching on elementary school students' science process skills and science attitudes. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP), 5*(1), 48-68.

Erlina Nia, Susantini Endang, Wicaksono Iwan, และ Pandiangan Paken. (2018). The Effectiveness of Evidence-Based Reasoning in Inquiry-Based Physics Teaching to Increase Students' Scientific Reasoning. *Journal of Baltic Science Education, 17*(6), 972-985.

Gerber Brian L, Cavallo Anne ML, และ Marek Edmund A. (2001). Relationships among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education, 23*(5), 535-549.

Hermesianus Jehadan, Nur, M., และ Supardi, I. (2020). The Development of Physics Guided Inquiry Learning Package To

Facilitate The Science Process Skills of Senior High School. *International Journal for Educational and Vocational Studies, 2*(10), 847-852.

Klausmeier, H. J. (1971). *Learning and human abilities : educational psychology* (3rd ed..): New York : Harper & Row.

Koksal Ela Ayse, และ Berberoglu Giray. (2014). The Effect of Guided-Inquiry Instruction on 6th Grade Turkish Students' Achievement, Science Process Skills, and Attitudes Toward Science. *International Journal of Science Education, 36*(1), 66-78.

Okunade Adesina Isaac, Ibukun OA, และ Abiodun EO. (2022). Effectiveness of Learning Activity Package (Lap) On Students' Performance in Biology in Ekiti State Secondary Schools, Nigeria. *International Journal of Quantitative and Qualitative*

Research Methods, 10(2), 1-8.

Udu David Agwu, และ Eze Charles U. (2018). Utilization of learning activity package in the classroom: impact on senior secondary school students' achievement in organic chemistry. *African Journal of Chemical Education, 8*(2), 49-92.

กนิษฐา ภูดวงจิตร. (2564). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E)ร่วมกับเทคนิคPOEเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการเรื่องการเคลื่อนที่และแรงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University (JETC), 4*(10), 113-122.

กมลวรรณ กันยาประสิทธิ์. (2558). 5 คุณลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้(5 Essential features of inquiry). http://sciedcenter.swu.ac.th/Portals/25/Documents/News/5%20Essential%20features%20of%20inquiry_Kamonwan.pdf?timestamp=143444000

กัญญ์วรา สมประดิษฐ์. (2563). การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *6* ที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสร้างข้อโต้แย้ง. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา.

กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524a). วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน. กรุงเทพฯ วัฒนาพานิช.

กาญจนา เกียรติประวัติ. (2524b). วิธีสอนทั่วไปและทักษะการสอน : เอกสารประกอบการสอนศึกษา *361* ระเบียบวิธีสอนทั่วไป. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช. (2550). สุดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่--การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

กุลิสรา จิตรชญาวณิช, และ เกศราพรรณ พันธุ์ศรีเกตุ คงเจริญ. (2563). วิธีการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ *21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จรินทร จันทร์เพ็ง. (2556). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2* โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จุฬาลักษณ์ ยิ้มดี. (2556). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ขั้นการเรียนรู้แบบอนุมานเบื้องต้นที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของ

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ชนัญธิดา สุริโย. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *4*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). รายงานผลการวิจัยการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่เรียนจากห้องเรียนแบบครูเป็นศูนย์กลางและห้องเรียนแบบศูนย์การเรียน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2561). *80* นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้จัดจำหน่าย.

ชาญชัย อินทรสุนานนท์. (2538). ศูนย์การเรียนและชุดการสอน. กรุงเทพฯ ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ชุลีพร บุตรโคตร. (2555). ครูสอนวิทย์วิกฤติหนัก-สสวท.จี้เร่งแก้. www.tcijthai.com/news/2012/30/scoop/1054.

ณัฐมน สุชัยรัตน์. (2558). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการสืบสอบโดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ดวงเดือน เทศวานิช. (2530). หลักการสอนทั่วไป = *General method of teaching*. กรุงเทพฯ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครูพระนคร, 2530?.

เดชา จันทร์น้ำใส. (2561). การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง กังหันน้ำชัยพัฒนา สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยใช้รูปแบบค่ายวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

ตวงแสง ณ นคร. (2555). การใช้สื่อการสอน = *Utilization of instructional media : ET 353* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ทศพล สุวรรณพุฒ. (2562, กรกฎาคม-ธันวาคม). การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยรูปแบบการสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง วารสารศิลปากรศึกษาศาสตร์วิจัย, *11*(2), 395-

408.

ทิศนา แขมมณี. (2563). *ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 24.). กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนพล คลังพหล. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบสุริยะและการปรากฏของดวงจันทร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่*4.* (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

ธนวัฒน์ ธรรมกุล. (2565). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 16*(2), 113-123.

นันทิยา บุญเคลือบ. (2540). การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด Constructivism. วารสารสสวท(96), 13-14.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2542). นวัตกรรมการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2545). นวัตกรรมการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 5..). กรุงเทพฯ ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญชม ศรีสะอาด. (2546a). การพัฒนาหลักสูตรและการวิจัยที่เกี่ยวกับหลักสูตร. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2546b). การวิจัยสำหรับครู. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

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

ปราณี จงอนุรักษ์. (2561, มกราคม-มิถุนายน). The Effect of a Learning Activity Package of Science Subject Group on “Atmosphere” of Mathayom 1 Student. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 15*(1), 81-82.

ปริศนา อิ่มพรหม, และ พรสิริ เอี่ยมแก้ว. (2562). THE EFFECTS OF INQUIRY LEARNING CYCLE ON SCIENCE PROCESS SKILLS OF PRATHOMSUKSA 6 STUDENTS. *Journal of Humanities and Social Sciences Valaya Alongkorn*.

ปวีณา ชาลีเครือ. (2553). การศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์บูรณาการ

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ปุณฑริกา เภสัชชา. (2562). ปฏิสัมพันธ์ของระดับคำถามกับรูปแบบการเรียนรู้ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเรียนการสอนออนไลน์ด้วยการเรียนรู้แบบสืบสอบแนะนำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีรูปแบบการเรียนรู้ต่างกัน (ปริญญญานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, สุรินทร์.

ฝนทิพย์ ธนชัยสิทธิกุล. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พรสุดา ทันนา. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี เรื่องพันธะโคเวเลนต์ และความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยเทคนิคการสอนแบบอุปมาอุปไมย สำหรับนักเรียนชั้นมัะยมศึกษาปีที่ 4. ปริญญานิพนธ์ (กศ.ม. (เคมี)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2562. http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/332/1/gs581110156.pdf

พันธ์ ทองชุมนุม. (2544). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. สงขลา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). การสอนวิทยาศาสตร์วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

พิชญ์สินี พิศวงปราการ. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *Proceeding National & International Conference, 2*(14), 64.

พิชญา ศิลาม่อม. (2561). ผลการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปริญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน. กรุงเทพฯ สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2548). วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพ

วิชาการ.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2537). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

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

ภัทรสุดา หาดขุนทด. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้5ขั้นโดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่อง ลม ฟ้า อากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวน กุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, *35*(1), 35-47.

เมษา นวลศรี. (2565). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้แบบจำลอง เป็น ฐาน เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์เรื่องการปรากฏของ ดวงจันทร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร, *20*(1), 452-466.

รัตนะ บัวสนธ์. (2562). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนาพร ประพันธ์วิทย์. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยใช้ *Model-Centered Instruction Sequence (MCIS)* ที่มีต่อมโนมติและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่*4.* (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

วรภา บางสาลี. (2559). การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *5* โรงเรียนบ้านวังพรม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ *7* ขั้น (*7E).* (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, พิษณุโลก.

วรรณทิพา รอดแรงค้า, และ พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2542). การพัฒนาการคิดของครูด้วยกิจกรรมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ

วีระ ไทยพานิช. (2555). *57* วิธีสอน = *57 ways to teach ET 602 (S)* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศศิกานต์ อุตถา. (2566). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ร่วมกับเกมวิทยาศาสตร์ของ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารพุทธปรัชญาวิวัฒน์, *7*(1), 573-585.

ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้ = *Learning management*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมจิตร จอดนอก. (2552). การพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สาระพลังงานหน่วยไฟฟ้าที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *3*. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์. (2555). ผลของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ต่อตัวแทนความคิดเรื่องปรากฏการณ์ดาราศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สิริมา ภู่สวัสดิ์. (2561). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางสังคมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *4* ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2545). การจัดกระบวนการเรียนรู้ : เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2554). วิธีสอนตามแนวปฏิรูปการศึกษา เพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2561). นวัตกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ *21*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2562). หลากหลายวิธีสอน--เพื่อพัฒนาคุณภาพเยาวชน. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพิน บุญชูวงศ์. (2538). หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2554). เทคโนโลยีการศึกษา : หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ = *Educational technology : principles theories to practices* (พิมพ์ครั้งที่ 2). ขอนแก่น สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). การออกแบบการสอน : หลักการ ทฤษฎี สู่การปฏิบัติ = *Instructional design : principles and theories to practices*. ขอนแก่น: สาขาเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุวัฒก์ นิยมค้า. (2531). ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ: เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์.

สุวิทย์ มูลคำ, และ อรทัย มูลคำ. (2545). *20* วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมค่านิยม และการเรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: ดวงกมล

สุวิทย์ มูลคำ, และ อรทัย มูลคำ. (2560). *20* วิธีการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

เสาวรัตน์ รามแก้ว. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบแนะแนวทางที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *2.* (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ไสว ฟักขาว. (2542). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: เอมพันธ์.

เหมือนฝัน ทองดี. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่*5* ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยหน่วยการเรียนรู้แบบบูรณาการเรื่องผักกระเฉด. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

อรนุช ลิมตศิริ. (2556). นวัตกรรมและเทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้ = *Innovation and technology for learning management* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อริสรา รัชพันธ์. (2562a). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลงของวัตถุ

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *5* จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, กรุงเทพฯ.

อริสรา รัชพันธ์. (2562b). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเปลี่ยนแปลง

ของวัตถุ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ *5* จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, กรุงเทพฯ.

อัญชนา ภักดีวงษ์. (2564). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยชุดกิจกรรมการทดลอง แบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) เรื่อง สารบริสุทธิ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, 11*(2), 113-126.

อุทิศ คลองวะ. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต, *17*(1), 98-112.

เอกรัตน์ ทานาค. (2563). สอนแบบนักวิทยาศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ไซเบอร์พริ้นท์กรุ๊ป.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.นายปัญญา แจ้งสว่าง	ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายวัดผลและประเมินผล โรงเรียนบ้านท่าข้ามสามัคคีนายเดชปรีชา
2.นางสุกัญญา ถาวรวรรณ์	ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ โรงเรียนเทศบาล 3 (วัดท่ามะปราง)
3.นางสาวพรรณิภา สังข์สีแก้ว	ครูวิทยฐานะชำนาญการ โรงเรียนวัดทรัพย์สโมสร
4.มิสเนาวรัตน์ ฉิมปรี	หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนเซนต์คาเบรียล
5.อาจารย์ ดร.สุวิชา วันสุดล	อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์

ที่ อว 8718/1168

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

6 พฤษภาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านท่าข้ามสามัคคี

เนื่องด้วย นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” โดยมี ผู้ช่วยช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นายปัญญา แจ้งสว่าง เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 3) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 4) แบบสังเกตทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ6) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0 2649 5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 085 359 1391

ที่ อว 8718/1168

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

6 พฤษภาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเทศบาล 3 (วัดท่ามะปราง)

เนื่องด้วย นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” โดยมี ผู้ช่วยช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางสุกัญญา ถาวรวรรณ์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 3) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 4) แบบสังเกตทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ6) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0 2649 5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 085 359 1391

ที่ อว 8718/1168

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

6 พฤษภาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดทรัพย์สโมสร

เนื่องด้วย นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี ผู้ช่วยช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางสาวพรรณิภา สังข์สีแก้ว เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 3) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 4) แบบสังเกตทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ6) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0 2649 5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 085 359 1391

ที่ อว 8718/1168

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

6 พฤษภาคม 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเซนต์คาเบรียล

เนื่องด้วย นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” โดยมี ผู้ช่วยช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญชจรสุข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ นางเนาวรัตน์ ฉิมปรี เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 3) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 4) แบบสังเกตทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ6) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 0 2649 5064
หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อนิสิต โทรศัพท์ 085 359 1391

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน งานบริหารและธุรการ บัณฑิตวิทยาลัย โทร. 15644
ที่ อว 8718.1/1165 **วันที่** 6 พฤษภาคม 2565
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ
เรียน คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

เนื่องด้วย นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5" โดยมี ผู้ช่วยช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.สุวิชา วันสุดล เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง 3) แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 4) แบบสังเกตทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5) แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และ6) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป สามารถสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ โทร. 085 359 1391

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นางสาวสุรัตนา วงศ์ปุ้ย และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
รักษาการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.ตัวอย่างชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนสถานะ
ของสาร

2.ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสาร

3.ตัวอย่างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

4.ตัวอย่างแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

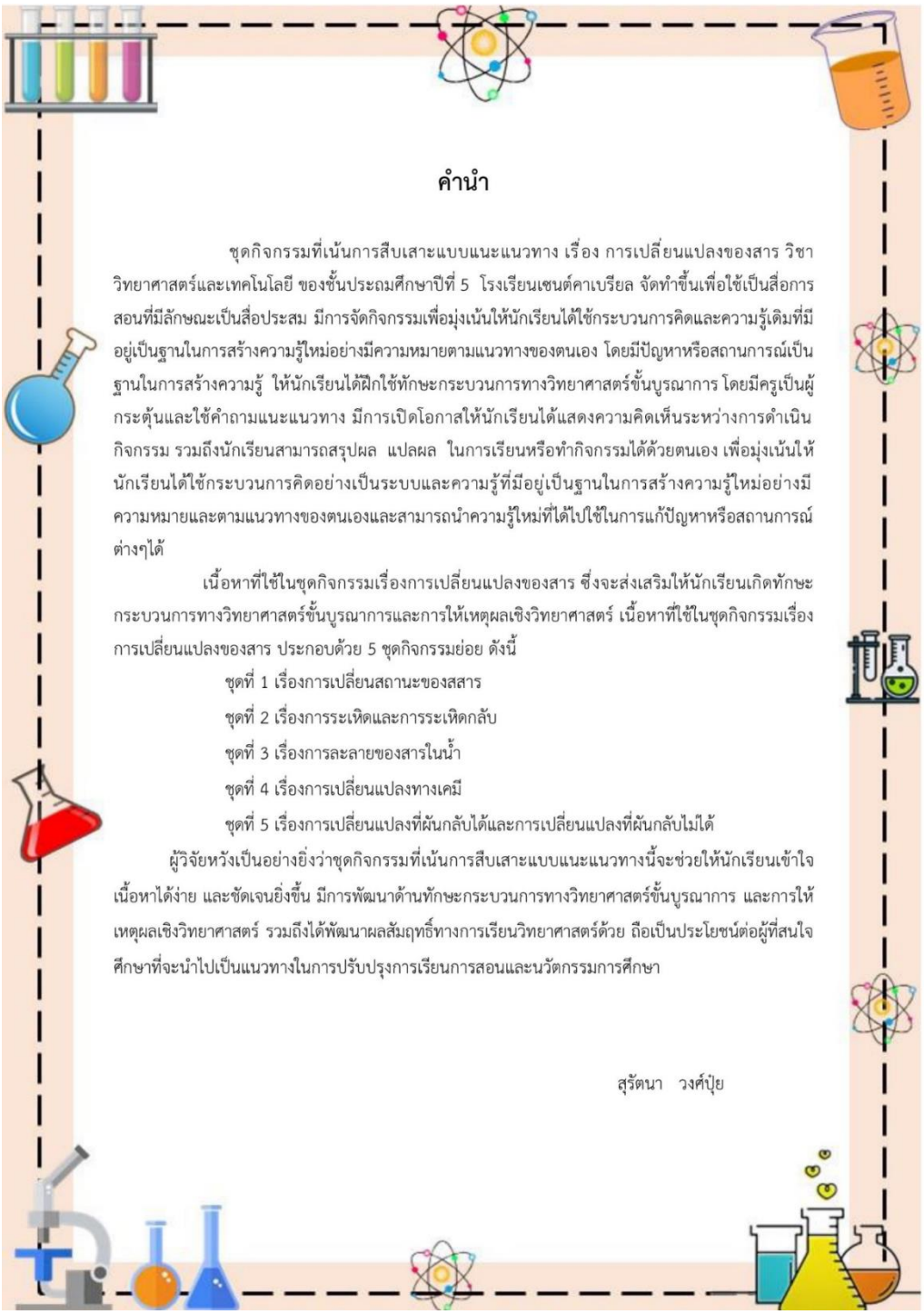
5.ตัวอย่างแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

6. ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์

7.ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

ตัวอย่างชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

ชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร



คำนำ

ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อการสอนที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม มีการจัดกิจกรรมเพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดและความรู้เดิมที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายตามแนวทางของตนเอง โดยมีปัญหาหรือสถานการณ์เป็นฐานในการสร้างความรู้ ให้นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและใช้คำถามแนะแนวทาง มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นระหว่างการดำเนินกิจกรรม รวมถึงนักเรียนสามารถสรุปผล แปลผล ในการเรียนหรือทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง เพื่อมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและความรู้ที่มีอยู่เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีความหมายและตามแนวทางของตนเองและสามารถนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆได้

เนื้อหาที่ใช้ในชุดกิจกรรมเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เนื้อหาที่ใช้ในชุดกิจกรรมเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ประกอบด้วย 5 ชุดกิจกรรมย่อย ดังนี้

ชุดที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสสาร

ชุดที่ 2 เรื่องการระเหิดและการระเหิดกลับ

ชุดที่ 3 เรื่องการละลายของสารในน้ำ

ชุดที่ 4 เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ชุดที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่าย และชัดเจนยิ่งขึ้น มีการพัฒนาด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ รวมถึงได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ด้วย ถือเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจศึกษาที่จะนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนและนวัตกรรมการศึกษา

สุรัตนา วงศ์ปุ่ย

คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว 15101) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีจำนวน 5 ชุด ดังนี้ ชุดที่ 1 เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสสาร ชุดที่ 2 เรื่องการระเหิดและการระเหิดกลับ ชุดที่ 3 เรื่องการละลายของสารในน้ำ ชุดที่ 4 เรื่องการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และชุดที่ 5 เรื่องการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ ชุดกิจกรรมนี้สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้เป็นสื่อการเรียนที่สอดคล้องกับเนื้อหา ตรงตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่เรียน ซึ่งชุดกิจกรรมนี้ประกอบด้วย คำชี้แจงการใช้ชุดกิจกรรม ใบความรู้ ใบกิจกรรม สื่อการเรียน/วัสดุอุปกรณ์ แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ

แนะนำความรู้เบื้องต้นสำหรับชุดกิจกรรม

1. **ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 5 ทักษะ**

1) **การตั้งสมมติฐาน** : การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกตความรู้หรือประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน

2) **การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ** : การกำหนดความหมายหรือขอบเขตของสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในสมมติฐานหรือที่เกี่ยวข้องกับการทดลองให้เข้าใจตรงกัน เพื่อให้สามารถสังเกตและวัดได้

3) **การกำหนดและควบคุมตัวแปร** : การกำหนดตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ ให้สอดคล้องกับสมมติฐานของการทดลอง

4) **การทดลอง** : กระบวนการหาคำตอบจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ การออกแบบ การปฏิบัติ และการบันทึกผลการทดลอง

5) **การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป** : การแปลความหมายข้อมูลที่รวบรวมได้ เช่น การบรรยาย ลักษณะข้อมูล การบอกความหมายข้อมูล การอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูล หรือการเลือกข้อมูลเพื่อนำมาใช้เป็นหลักฐาน เพื่อสร้างคำอธิบายหรือลงข้อสรุปในการตอบคำถามที่ สำรวจตรวจสอบ

2. **การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์**

การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดของมนุษย์ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผลโดยใช้การรวบรวมหลักฐานเชิงประจักษ์ เพื่อให้สามารถสร้างข้อสรุปที่เชื่อมโยงกันระหว่างข้อสรุปกับหลักฐาน เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์มีองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความสามารถในการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์

2) ความสามารถในการสร้างข้อสรุป

3) ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์

ชุดกิจกรรมที่ 1
เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสสาร

ชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง

เรื่อง " การเปลี่ยนสถานะของสสาร "

วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ว 15101) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

สาระที่ 2 : วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐานการเรียนรู้ : มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวชี้วัด : อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสาร เมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลงโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเมื่อเพิ่มหรือลดความร้อนให้สสารได้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์ได้ (K)
2. นักเรียนสามารถทดลองการเปลี่ยนสถานะของสสารได้ (P)
3. นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้ (P)
4. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้ ซื่อสัตย์สุจริต มุ่งมั่น มีวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน (K)

ใบความรู้ที่ 1.1

เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสสาร

ที่มา : https://www.shutterstock.com/th/image-vector/kettle-boil-vector-illustration-isolated-on-368825264

ที่มา : https://kr.lovepik.com/image-401743418/mother-with-child.html

จากสถานการณ์ในภาพด้านบน นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1) จากสถานการณ์ นักเรียนสังเกตเห็นอะไร

ตอบ .....

.....

2) นักเรียนคิดว่า จากสถานการณ์ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น

ตอบ .....

.....

3) นักเรียนเคยเห็นเหตุการณ์ที่มีลักษณะเหมือนภาพที่ครูกำหนดให้หรือไม่ ให้นักเรียนยกตัวอย่าง

ตอบ .....

.....

มารู้จัก !! สสาร กันนะคะเด็กๆ

สสาร (Matter) หมายถึง สิ่งที่มีมวล ต้องการที่อยู่และสัมผัสได้ มีทั้งสถานะที่เป็น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

สสาร แบ่งออกเป็น 3 สถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส

1. ของแข็ง (Solid) คือ สถานะของสสารที่มีอนุภาคอยู่ชิดกัน มีช่องว่างระหว่างอนุภาคน้อย อนุภาค ของสสารจึงเคลื่อนไหวได้ยาก ดังนั้นสสารจึงมีรูปร่างคงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ยาก สสารที่มีสถานะเป็นของแข็ง เช่น หิน น้ำแข็ง หนังสือ ปากกา เป็นต้น
2. ของเหลว (Liquid) คือ สถานะของสสารที่มีอนุภาคอยู่ห่างกันมากกว่าของแข็ง จึงอยู่กันอย่างหลวม ๆ อนุภาคของสสารจึงเคลื่อนไหวได้ง่ายขึ้น ดังนั้นสสารจึงมีรูปร่างไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ สสารที่มีสถานะเป็นของเหลว เช่น น้ำ น้ำมันพืช เป็นต้น
3. แก๊ส (Gas) คือ สถานะของสสารที่มีอนุภาคอยู่ห่างกัน จึงมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันน้อยมาก ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ดังนั้นสสารจึงมีรูปร่างไม่แน่นอน เมื่อสสารอยู่ในภาชนะใดอนุภาคของสสารจะฟุ้งกระจายเต็มภาชนะสสารที่มีสถานะเป็นแก๊ส เช่น อากาศ แก๊สหุงต้ม เป็นต้น

การเปลี่ยนสถานะของสาร

1. การหลอมเหลว (melting)

เมื่อเพิ่มความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของแข็งจนกระทั่งถึงในระดับหนึ่ง จะทำให้สสารนั้นเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว เรียกว่า การหลอมเหลว

ที่มา : https://www.istockphoto.com/th

2. การแข็งตัว (solidification)

เมื่อลดความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของเหลวจนถึงระดับหนึ่ง จะทำให้สสารนั้น เปลี่ยนจากสถานะของเหลวเป็นของแข็ง เรียกว่า การแข็งตัว

ที่มา : https://sites.google.com/site/benjalakoonjeen/home/xiskrim-hlxd

3. การกลายเป็นไอ (evaporation)

เมื่อเพิ่มความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของเหลวจนถึงระดับหนึ่ง จะทำให้สสารนั้นเปลี่ยนจากสถานะของเหลวเป็นแก๊ส เรียกว่า การกลายเป็นไอ แบ่งเป็น 2 กระบวนการคือ

ที่มา : http://fic.frpd.ku.ac.th/fic/index.php

1) การระเหย เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่อยู่บริเวณผิวหน้าไปเป็นแก๊ส

2) การเดือด เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวโดยเพิ่มความร้อนจนถึงจุดเดือดจนเป็นแก๊ส

4. การควบแน่น (condensation)

เมื่อลดความร้อนให้สสารอยู่ในสถานะแก๊สจนถึงระดับหนึ่ง จะทำให้สสารนั้นเปลี่ยนจากสถานะแก๊สเป็นของเหลว เรียกว่า การควบแน่น

ที่มา : https://www.thai-thaifood.com/th

ดังนั้น การเปลี่ยนสถานะของสสารเป็นการเปลี่ยนแปลงที่สามารถทำให้สสารกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ โดยมีอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สสารนั้นเกิดการเปลี่ยนสถานะกลับไปกลับมาได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะนี้เรียกว่า “การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ”

กิจกรรมหนูตอบได้ ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. สสาร หมายถึงอะไร

ตอบ .....

2. สสารแบ่งเป็นกี่สถานะ ได้แก่อะไรบ้าง

ตอบ .....

3. สสารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอบ .....

4. การเพิ่มความร้อน เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนสถานะใดบ้าง

ตอบ .....

5. การลดความร้อน เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนสถานะใดบ้าง

ตอบ.....

ใบกิจกรรมที่ 1.1
การทดลอง " การเปลี่ยนสถานะของสสาร "

จุดประสงค์ : กำหนดปัญหา สังเกต และอธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสารเมื่อเพิ่มหรือ ลดความร้อน

ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อทำให้นักเรียนระบุปัญหา ดังนี้

1. อะไรที่ทำให้ก้อนน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะได้บ้าง

   ตอบ .....

2. อะไรที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะได้บ้าง

   ตอบ .....

3. การระบุปัญหาของการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการทดลองคือ

   ตอบ .....

ระบุปัญหา : .....

ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. ถ้าครูให้นักเรียนวางน้ำแข็งไว้ในห้องเรียนน้ำแข็งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอะไรขึ้นบ้าง

   ตอบ .....

2. ถ้านักเรียนไม่ต้องการให้น้ำแข็งละลายเป็นน้ำ/หลอมเหลว นักเรียนจะทำอย่างไรบ้าง

   ตอบ .....

3. ถ้านักเรียนต้องการให้น้ำระเหย นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรบ้าง

   ตอบ .....

4. ถ้านักเรียนต้องการให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรบ้าง

   ตอบ .....

5. นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้นถ้านักเรียนเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับน้ำ

   ตอบ .....

6. นักเรียนคิดว่าสมมติฐานของการทดลองในนี้ควรเป็นอย่างไร

สมมติฐาน :

.....

ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การกำหนดตัวแปร ดังนี้

จากสมมติฐานที่นักเรียนกำหนดไว้ อะไรเป็นตัวแปรต้น อะไรเป็นตัวแปรตาม และอะไรเป็นตัวแปรควบคุม

สมมติฐาน : .....

ตัวแปรต้น : .....

ตัวแปรตาม : .....

ตัวแปรควบคุม : .....

ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

เราจะทดสอบอย่างไรว่าการเพิ่มหรือการลดความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของน้ำได้อย่างไร ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง โดยเลือกใช้อุปกรณ์การทดลองที่ครูกำหนดให้ และมีเวลาที่ใช้ในการทำการทดลอง 20 นาที

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชาม
2. น้ำแข็งก้อน
3. หลอดทดลอง
4. ตะแกรงวางหลอดทดลอง
5. บีกเกอร์
6. เกลือ
7. กระจกนาฬิกา
8. น้ำแข็งป่น
9. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์

วิธีการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์

1. ตรวจสอบสภาพของตะเกียงแอลกอฮอล์ เช่น ปริมาณแอลกอฮอล์ควรมีอยู่ประมาณครึ่งหนึ่งของตะเกียง จัดไส้ของตะเกียงให้อยู่ในระดับที่พอดี
2. การจุดไฟตะเกียงห้ามนำตะเกียงไปจุดต่อกันโดยตรง แต่ใช้ก้านไม้ขีดไฟจุดไฟตะเกียง แล้วควรทิ้งก้านไม้ขีดไฟที่จุดแล้วลงในทราย
3. เมื่อใช้เสร็จให้ดับตะเกียงทันที วิธีการดับคือ ใช้ฝาครอบปิดให้สนิท โดยห้ามใช้ปากเป่าให้ดับ

ที่มา : http://118.174.134.188/sciencelab/middle/new_Lab_science/lab2_4/lab2_4.php

มาช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

อุปกรณ์การทดลอง

8

ขั้นตอนในการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทำกิจกรรม

นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 5 ,10 , 15 และ 20 นาที ตามลำดับ นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็นอย่างไร ให้บันทึกผลการพยากรณ์ในตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	เวลา	การพยากรณ์	ผลการทำการทดลอง
	เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที		
	เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที		
	เมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที		
	เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที		

ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลองของนักเรียนดังนี้

1. จากการทดลองเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสสาร นักเรียนพบว่าการเพิ่มความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของน้ำอย่างไร

   ตอบ .....

   .....

2. จากการทดลองเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสสาร นักเรียนพบว่าการลดความร้อนมีผลต่อการ เปลี่ยนสถานะของน้ำอย่างไร

   ตอบ .....

   .....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลองสสารเกิดการเปลี่ยนสถานะได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยใดบ้าง

ตอบ .....

2. จากการทดลองการเปลี่ยนสถานะของสสารจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบ ..... สังเกตจาก (หลักฐาน).....

..... ดังนั้น (ข้อสรุป) ทำให้สมบัติของสาร .....

แสดงว่า (อธิบายปรากฏการณ์).....

.....

3. จากการทดลองถ้านักเรียนต้องการให้น้ำในหลอดทดลองกลายเป็นน้ำแข็งได้เร็วขึ้นนักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร เพราะอะไร

ตอบ วิธีการ ..... ทราบได้จาก(หลักฐาน) .....

..... ดังนั้น (ข้อสรุป) สารที่ใส่ลงไปมีสมบัติ .....

แสดงว่า (อธิบายปรากฏการณ์) สารนั้นช่วยในการ .....

.....

ใบกิจกรรมที่ 1.2

กิจกรรม “ มาทำไอศกรีมกันเถอะ ”

ที่มา : https://addictedtodates.com/strawberries-milkshake-ice-cream-lollies/

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรม

1. น้ำหวาน	4. เกลือป่น	7. ไม้เสียบลูกชิ้น
2. ถุงซิปล็อก	5. กะละมัง	8. ถุงร้อน
3. น้ำแข็งป่น	6. หลอดทดลอง	9. หนังยางรัดของ

ระบุอุปกรณ์ที่นักเรียนเลือกใช้

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. นำน้ำหวานเทใส่ ..... ให้เกือบเต็ม แล้วใส่ในกะละมังที่เตรียมไว้
2. จากนั้นนำน้ำแข็งใส่กะละมังให้เต็มแล้วโรยเกลือลงไป 2 ถุง
3. จากนั้นหมุนกะละมังไปมาประมาณ 5 นาที น้ำหวานจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร.....

กิจกรรมหนูทำได้

1. น้ำหวาน มีสถานะเป็นอะไร

ตอบ .....

2. น้ำหวานที่กลายเป็นไอศกรีมแล้ว สถานะของไอศกรีมเรียกว่าอะไร

ตอบ .....

3. นักเรียนคิดว่า น้ำหวาน กลายเป็นไอติมแสนอร่อยได้อย่างไร เพราะเหตุใด

ตอบ น้ำหวานเปลี่ยนสถานะเป็น ..... สังเกตจาก(หลักฐาน).....

ดังนั้น (ข้อสรุป)สารที่ใส่ลงไปมีสมบัติ ..... แสดงว่า (อธิบายปรากฏการณ์)

.....

4. ให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ต่อไปนี้ แล้วตอบคำถาม

ที่มา: https://www.freepik.com/free-photo/fresh-orange-juice-glass-dark-background

ที่มา : https://www.idskinexpert.com/knowledge/diy

เชเว่นสำรวจห้องครัว พบว่ามีน้ำผลไม้ 1 ชนิด คือน้ำส้ม และมีไอศกรีม 1 ชนิด คือ ไอศกรีมองุ่น

4.1) ถ้าเชเว่นอยากกินไอศกรีมรสส้ม เชเว่นควรทำอย่างไร

ตอบ .....

.....

.....

4.2) ถ้าไอศรีมองุ่นโดนความร้อนจนกลายเป็นของเหลว เชเว่นสามารถทำให้ไอศรีมองุ่นที่กลายเป็นของเหลวแล้วกลับมาเป็นไอศรีมองุ่นเหมือนเดิมได้หรือไม่ อย่างไร

ตอบ .....

.....

.....

5. นักเรียนคิดว่าตัวเลือกใดจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เพราะเหตุใด

1) ทำน้ำแข็ง 2) แก๊สระเบิด 3) ทำน้ำเต้าหู้ 4) การผลิตยารักษาโรค

ตอบ .....

.....

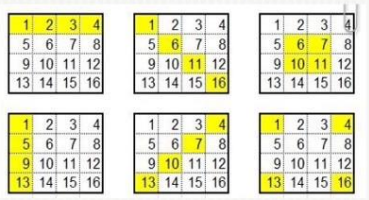
.....

ใบกิจกรรมที่ 1.3

บิงโกลับสมอง การเปลี่ยนสถานะของสาร

กติการในการเล่นเกม

1. แจกตารางบิงโก ขนาด 4 × 4 ช่องให้นักเรียนคนละแผ่น
2. ให้นักเรียนสุ่มเขียนคำตอบที่ครูกำหนดจากที่นักเรียนตอบคำถาม 20 ข้อให้ลงในช่องว่าง ช่องไหนก็ได้ให้ครบทั้ง 16 ช่อง
3. ครูหมุนวงล้อเพื่อสุ่มเลือกข้อคำถาม แล้วถามคำถามนักเรียนจากคำถามที่สุ่มได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม ถ้าคำตอบของนักเรียนตรงกับช่องไหนให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ในช่องนั้น ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนได้ผู้ชนะในเกมบิงโก
4. กติการการชนะในเกม
   - ครบ 4 ตัว ในแนวเส้นทแยงมุม
   - ครบ 4 ตัว เป็นแนวตั้ง
   - ครบ 4 ตัว เป็นแนวนอน
   - ครบ 4 ตัว เป็นมุมขอบนอก
   - ครบ 4 ตัว ด้านใน
5. นักเรียนที่เป็นผู้ชนะจะมีตารางบิงโกได้ตามนี้



16

ให้นักเรียนเลือกคำในกรอบไปตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

ของแข็ง การระเหย แก๊ส การหลอมเหลว การแข็งตัว
การควบแน่น ของเหลว บีกเกอร์ การเดือด สสาร กระจกนาฬิกา
เกลือแกง ตะเกียงแอลกอฮอล์ 100 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
การพยากรณ์ การกลายเป็นไอ อุณหภูมิเพิ่มขึ้น อุณหภูมิลดลง 0 องศาเซลเซียส

1) “มีมวล ต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้มีรูปร่างและปริมาตรที่คงที่” เป็นสมบัติของสสารที่สถานะใด

ตอบ .....

2) “มีมวล ต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้ มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ และมีปริมาตรคงที่” เป็นสมบัติของสสารที่สถานะใด

ตอบ .....

3) “มีมวล ต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้ มีรูปร่างและปริมาตรเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ ปริมาตรไม่คงที่ ” เป็นสมบัติของสสารที่สถานะใด

ตอบ .....

4) “ปกรณ์ ต้มน้ำเพื่อที่จะต้มไข่ เมื่อน้ำเดือด น้ำกลายเป็นไอน้ำ และทำให้ปริมาณน้ำในหม้อต้มมีปริมาณน้อยลงกว่าเดิม” จากข้อมูลการที่น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบใด

ตอบ .....

5) การเพิ่มความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของแข็งให้เปลี่ยนเป็นของเหลว เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร

ตอบ .....

6) การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่อยู่บริเวณผิวหน้าไปเป็นแก๊ส เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร

ตอบ .....

7) การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวโดยเพิ่มความร้อนจนถึงจุดเดือดจนเป็นแก๊ส เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร

ตอบ .....

8) การลดความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะแก๊สให้เปลี่ยนเป็นของเหลว เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร

ตอบ .....

9) การลดความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของเหลวให้เปลี่ยนเป็นของแข็ง เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร

ตอบ .....

10) “ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเรา มีตัวตน สัมผัสได้” เราเรียกว่าอะไร

ตอบ .....

11) เมื่อใช้อุปกรณ์เสร็จ ให้นักเรียนใช้ฝาครอบปิดไฟให้สนิท โดยห้ามใช้ปากเป่าให้ไฟดับ เป็นการใช้อุปกรณ์ชนิดใด

ตอบ .....

12) เป็นอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นกระจกเว้า อุปกรณ์ดังกล่าวคืออะไร

ตอบ .....

13) มีคุณสมบัติในการดูดความร้อนออกจากร้อนน้ำแข็งทำให้ก้อนน้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำลง

ตอบ .....

14) การคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต ข้อมูลปัจจุบันและจากประสบการณ์สามารถนำไปใช้เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ต่างๆได้ เราเรียกกระบวนการดังกล่าวว่าอะไร

ตอบ .....

15) การที่ไอศกรีมที่มีเกิดการหลอมเหลว เกี่ยวข้องกับปัจจัยใด

ตอบ .....

16) การที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง เกี่ยวข้องกับปัจจัยใด

ตอบ .....

17) จุดเยือกแข็งมีอุณหภูมิอยู่ที่เท่าใด

ตอบ .....

18) จุดเดือดมีอุณหภูมิอยู่ที่เท่าใด

ตอบ .....

19) เป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเพื่อบรรจุสารเคมีเพื่อให้ความร้อน ผสมสาร หรือทำปฏิกิริยากัน มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกก้นแบน ปากแบะออกเล็กน้อยและมีจะงอยเพื่อช่วยในการเทสาร

ตอบ .....

20) การระเหยและการเดือดเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร

ตอบ .....

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทาง
เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสสาร

แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **วิชา** วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
รหัสวิชา ว 15101 **ระดับชั้น** ป.5 **ภาคเรียนที่** 1 **ปีการศึกษา** 2565
หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 **เรื่อง** การเปลี่ยนสถานะของสสาร **จำนวน** 4 **คาบ**
ครูผู้สอน มิสสุรัตนา วงศ์ปุ๋ย

---

1. **สาระการเรียนรู้**

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

2. **มาตรฐานการเรียนรู้**

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

3. **ตัวชี้วัด** (Indicators)

ว 2.1 ป.5/1 อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสาร เมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

4. **สาระการเรียนรู้แกนกลาง**

การเปลี่ยนสถานะของสสารเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เมื่อเพิ่มความร้อนให้กับสสารถึงระดับหนึ่งจะทาให้สสารที่เป็นของแข็งเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวเรียกว่า การหลอมเหลว และเมื่อเพิ่มความร้อนต่อไปจนถึงอีกระดับหนึ่งของเหลวจะเปลี่ยนเป็นแก๊ส เรียกว่า การกลายเป็นไอ แต่เมื่อลดความร้อนลงถึงระดับหนึ่งแก๊สจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เรียกว่า การควบแน่น และถ้าลดความร้อนต่อไปอีกจนถึงระดับหนึ่งของเหลวจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง เรียกว่า การแข็งตัว สสารบางชนิดสามารถเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊สโดยไม่ผ่านการเป็นของเหลว เรียกว่า การระเหิด ส่วนแก๊สบางชนิดสามารถเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง โดยไม่ผ่านการเป็นของเหลว เรียกว่า การระเหิดกลับ

5. **สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (เลือกเฉพาะข้อที่สัมพันธ์กับเนื้อหาการสอน)**

☑ ความสามารถในการเรียนรู้ การสื่อสาร

☑ ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ

☑ ความสามารถในการแก้ปัญหา

☑ ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

☑ ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. **คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (เลือกเฉพาะข้อที่สัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอน)**

☐ รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตย

☑ ซื่อสัตย์สุจริต

☑ ใฝ่เรียนรู้

☑ วิริยะ อุตสาหะ มุ่งมั่นในการทำงาน

☐ มีจิตสาธารณะ

☐ รักและภาคภูมิใจในสถาบันการศึกษา

☑ มีวินัยและรับผิดชอบ

☐ อยู่อย่างพอเพียง

☐ มีความเป็นสากล พร้อมรักความเป็นไทย

☐ ปลอดสิ่งเสพติด

7. **วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (ระบุให้ครบ KPA)**

ตัวชี้วัด	**ด้านความรู้** (K: Knowledge)	**ด้านทักษะ** (P: Process)	**ด้านคุณลักษณะ** (A: Attitude)
ว 2.1 ป.5/1 อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสารเมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	- นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเมื่อเพิ่มหรือลดความร้อนให้สสารได้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	- นักเรียนสามารถทดลองการเปลี่ยนสถานะของสสารได้ - นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้	- นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้ ซื่อสัตย์สุจริต มุ่งมั่น มีวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน

8. **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้**

ลำดับ	เรื่อง	จำนวนคาบ
1	การเปลี่ยนสถานะของสสาร	4

9. **กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ตามจำนวนคาบการจัดการเรียนรู้)**

คาบที่ 1-4 (200 นาที) เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสสาร

1. **มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด** (KPA)

ว 2.1 ป.5/1 อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสาร เมื่อทำให้สสารร้อนขึ้นหรือเย็นลง โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

2. **กิจกรรมการเรียนรู้**

1. **ขั้นสร้างความสนใจ** (Engagement) (10 นาที)

1) ครูให้นักเรียนดูสถานการณ์จากภาพในชุดกิจกรรมใบความรู้ที่ 1.1 เกี่ยวกับการเดือดของน้ำในกาต้ม น้ำจากนั้นครูใช้คำถามประเภทคำถามเพื่อนำไปสู่การสังเกตถามนำเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสนใจและให้นักเรียนตอบคำถามลงไปในชุดกิจกรรม โดยใช้ตัวอย่างคำถามดังนี้

1) จากสถานการณ์ นักเรียนสังเกตเห็นอะไร

(แนวคำตอบ เห็นกาต้มน้ำ / เห็นควัน / เห็นไอที่ลอยขึ้นมา / เห็นควันพุ่งออกมาจากกาต้มน้ำ / เห็นกาต้มน้ำมีไอน้ำพุ่งออกมา)

2) นักเรียนคิดว่า จากสถานการณ์ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น

(แนวคำตอบ น้ำมันร้อนก็เลยมีควันออกที่รู / เอาน้ำในกาต้มน้ำไปต้มให้ร้อน)

3) นักเรียนเคยเห็นเหตุการณ์ที่มีลักษณะเหมือนภาพที่ครูกำหนดให้หรือไม่ ให้ลองยกตัวอย่างมา

(แนวคำตอบ ตอนคุณแม่ต้มน้ำ ตอนไปกินที่ร้านก๋วยเตี๋ยว ตอนเผาขยะ เป็นต้น)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) (60 นาที)

1. ครูให้นักเรียนเล่นเกมจับกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนรู้จักสสาร ดังนี้

1.1 ให้นักเรียนเล่มเกมแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 5-6 คน โดยเตรียมบัตรคำตัวสะกดภาษาอังกฤษ จำนวน 4 ชุด มาให้นักเรียน ในบัตรคำจะประกอบไปด้วย ตัวสะกดจำนวน 17 ตัว

ได้แก่ S O L I D L I Q U I D G A S G A S

1.2 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนสุ่มหยิบบัตรคำคนละ 1 ใบ แล้วจับกลุ่มกัน กลุ่มละ 5 คน 2 กลุ่ม และกลุ่มละ 6 คน 6 กลุ่ม โดยจะต้องรวม ตัวสะกดตามบัตรคำที่หยิบได้ให้เป็นคำดังนี้

- S O L I D จำนวน 2 กลุ่ม
- L I Q U I D จำนวน 3 กลุ่ม
- G A S G A S จำนวน 3 กลุ่ม

2. เมื่อนักเรียนแบ่งกลุ่มเรียบร้อย นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่องการเปลี่ยนสถานะของสสาร จากใบความรู้ที่ 1.1 ในชุดกิจกรรม จากนั้นครูถามคำถามนักเรียนด้วยตัวอย่างคำถาม ดังนี้

เพื่อตรวจสอบความรู้จากที่นักเรียนได้ศึกษาใบกิจกรรมที่ 1.1

1) สสาร หมายถึงอะไร (สิ่งที่มีมวล ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้)

2) สสารแบ่งเป็นกี่สถานะ ได้แก่อะไรบ้าง (3 สถานะ ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส)

3) สสารแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

(แตกต่างกัน จะมีการเรียงตัวของอนุภาคต่างกัน)

4) การเพิ่มความร้อน เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนสถานะใดบ้าง

(การหลอมเหลว และการกลายเป็นไอ)

5) การลดความร้อน เกี่ยวข้องกับกระบวนการเปลี่ยนสถานะใดบ้าง

(การแข็งตัว และการควบแน่น)

3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสาร ทั้งหมด 4 ลักษณะ คือ การหลอมเหลว การกลายเป็นไอ (การระเหยและเดือด) การควบแน่น และการแข็งตัว ซึ่งอธิบายต่อว่าการเปลี่ยนสถานะของสาร นั้นเกี่ยวข้องกับการเพิ่มและลดอุณหภูมิหรือการดูดและคายความร้อน

4. จากนั้นครูให้นักเรียนเริ่มทำใบกิจกรรมที่ 1.1 การทดลองเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสสาร โดยครูแจ้งจุดประสงค์การทดลองให้กับนักเรียน ว่าจุดประสงค์ของการทดลองนี้คือ กำหนดปัญหา สังเกต และอธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสารเมื่อเพิ่มหรือลดความร้อน โดยให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนสถานะของน้ำในสถานะต่างๆ และใช้คำถามในชุดกิจกรรมซึ่งมีตัวอย่างคำถามดังนี้เพื่อทำให้นักเรียนระบุปัญหาได้

1. อะไรที่ทำให้ก้อนน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะได้บ้าง (อุณหภูมิ / ความร้อน)
2. อะไรที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะได้บ้าง (การเพิ่มหรือลดความร้อน)
3. การระบุปัญหาของการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการทดลองคือ (การเพิ่มหรือลดความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของน้ำอย่างไร)

5. หลังจากนั้นครูถามคำถามเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน โดยใช้คำถามที่อยู่ในชุดกิจกรรมซึ่งมีตัวอย่าง ดังนี้

1) นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้นถ้านักเรียนเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับน้ำ (น้ำเกิดการเปลี่ยนสถานะ)
2) นักเรียนคิดว่าสมมติฐานของการทดลองในนี้ควรเป็นอย่างไร (การเพิ่มหรือลดความร้อน มีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของน้ำ)

6. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งสมมติฐานได้แล้ว ครูใช้คำถามในชุดกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การกำหนดตัวแปร ดังนี้

1) จากสมมติฐานที่กล่าวว่าการเพิ่มหรือลดความร้อนมีผลทำให้น้ำแข็งเปลี่ยนสถานะได้ ในสมมติฐานนี้อะไรเป็นตัวแปรต้น อะไรเป็นตัวแปรตาม และอะไรเป็นตัวแปรควบคุม แล้วให้นักเรียนบันทึกตัวแปร ลงในชุดกิจกรรม

7. หลังจากนั้นเมื่อนักเรียนตั้งสมมติฐานแล้ว ครูแนะนำอุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้กับนักเรียนว่ามีอุปกรณ์ดังนี้

1. ชาม	6. เกลือ
2. น้ำแข็งก้อน	7. กระจกนาฬิกา
3. หลอดทดลอง	8. น้ำแข็งป่น
4. ตะแกรงวางหลอด	9. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์
5. บีกเกอร์ขนาด	

8. ครูแนะนำวิธีการใช้ตะเกียงแอลกอฮอล์อย่างปลอดภัยให้กับนักเรียน
9. หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบการทดลอง และใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

เราจะทดสอบอย่างไรว่าการเพิ่มหรือการลดความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของน้ำได้อย่างไร

ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลอง โดยเลือกใช้อุปกรณ์การทดลองที่ครูกำหนดให้ และมีเวลาที่ใช้ในการทำการทดลอง 20 นาที

10. หลังจากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐานของตนเอง โดยให้นักเรียนเลือกอุปกรณ์พร้อมออกแบบขั้นตอนการทดลอง แล้วบันทึกอุปกรณ์ที่ใช้และขั้นตอนการดำเนินการทดลองในชุดกิจกรรม
11. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอการออกแบบการทดลอง หลังจากนั้นให้นักเรียนทำการทดลองตามขั้นตอนที่แต่ละกลุ่มนำเสนอ และบันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทำการทดลองในชุดกิจกรรม

3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** (Explanation) **(30 นาที)**

1. ครูแนะนำให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลการทดลอง โดยครูช่วยแนะนำว่านักเรียนควรสรุปผลการทดลองดังนี้ โดยใช้คำถามกระตุ้นว่า นักเรียนทำการทดลองอย่างไร ได้ผลการทดลองอย่างไร และแสดงว่าสิ่งที่ทำและสิ่งที่ได้มีความสัมพันธ์อย่างไร
2. หลังจากให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทำกิจกรรมและสรุปผลการทดลองหน้าชั้นเรียนเพื่อร่วมกันอภิปรายให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนสถานะของสสารเป็นภาพรวม

3. หลังจากนั้นครูให้นักเรียนตอบคำถามหลังการทดลอง

4. **ขั้นขยายความรู้** (Elaboration) **(60 นาที)**

1. ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนจากกลุ่มเดิม แล้วให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.2 มาทำไอศรีมกันเถอะ มีขั้นตอนในการทำกิจกรรมดังนี้

1.1 แนะนำอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำกิจกรรมให้กับนักเรียน

1.2 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุอุปกรณ์ที่กลุ่มตนเลือกใช้ในการทำกิจกรรม แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1.2 ในชุดกิจกรรม

1.3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมารับอุปกรณ์ที่ตนเองระบุไว้เพื่อทำกิจกรรม

1.4 ก่อนเริ่มอธิบายขั้นตอนการทดลองครูใช้คำถามเพื่อแนะนำนักเรียนดังนี้

- น้ำหวาน /น้ำอัดลม มีสถานะเป็นอะไร (แนวคำตอบ ของเหลว)

1.5 ครูอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรมให้กับนักเรียนดังนี้

1.5.1 นำน้ำหวานเท.....ให้เกือบเต็มปิดให้สนิท แล้วใส่ในกะละมังที่เตรียมไว้

1.5.2 จากนั้นนำน้ำแข็งใส่กะละมังให้เต็มแล้วโรยเกลือลงไป 2 ถุง

1.5.3 จากนั้นหมุนกะละมังไปมาประมาณ 5 นาที น้ำหวานจะเกิดการเปลี่ยนแปลง กลายเป็นไอศกรีม

2. หลังจากที่นักเรียนทำกิจกรรมเสร็จครูให้นักเรียนทำกิจกรรมหนูตอบได้ในชุดกิจกรรมเพื่อเป็นตรวจสอบความเข้าใจในสิ่งที่ได้เรียนรู้มา

3. ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสสารว่า “การเปลี่ยนสถานะของสสาร เป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยอาศัยความร้อนเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งเมื่อมีการเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับสสารในระดับหนึ่งจะทำให้สสารเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ แต่สสารนั้นสามารถกลับคืนสู่สถานะเดิมได้อีกครั้งเมื่อมีการลดหรือเพิ่มความร้อน”

4. ครูให้ความรู้เพิ่มเติมโดยครูใช้ PowerPoint เรื่อง การเปลี่ยนสถานะของสสาร ประกอบการสอน โดยใช้คำถามดังนี้ ให้นักเรียนดูภาพการทำไอศกรีม และให้นักเรียนตอบคำถามในใบกิจกรรมที่ 1.2 กิจกรรมหนูตอบได้

1) ครูให้สถานการณ์นักเรียนต่อไปนี้ แล้วให้นักเรียนตอบคำถาม

เซเว่นสำรวจห้องครัว พบว่ามีน้ำผลไม้ 1 ชนิด คือน้ำส้ม และมีไอศกรีม 1 ชนิด คือ ไอศกรีมองุ่น

1.1) ถ้าเซเว่นอยากกินไอศกรีมรสส้ม เซเว่นควรทำอย่างไร

(แนวคำตอบ เทน้ำส้มใส่แม่พิมพ์และนำไปแช่ช่องแช่แข็ง เพื่อให้น้ำส้มซึ่งเป็นของเหลวเกิดการแข็งตัวกลายเป็นไอศกรีมส้มซึ่งมีสถานะเป็นของแข็ง)

1.2) ถ้าไอศรีมองุ่นโดนความร้อนจนกลายเป็นของเหลว เซเว่นสามารถทำให้ไอศรีมองุ่นที่กลายเป็นของเหลวแล้วกลับมาเป็นไอศรีมองุ่นเหมือนเดิมได้หรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ เซเว่นสามารถทำให้กลับมาเป็นไอศกรีมองุ่นเหมือนเดิมได้ โดยการเทไอศรีมองุ่นที่เป็นของเหลวแล้วใส่แม่พิมพ์ และนำไปแช่ช่องแช่แข็ง เพื่อให้เกิดการแข็งตัวกลับมาเป็นไอศรีมเหมือนเดิม)

2) *การเปลี่ยนสถานะของสสารทำให้สมบัติของสารเปลี่ยนไปจากเดิม* จากข้อความนักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ เพราะอะไร (แนวคำตอบ ไม่เห็นด้วย เพราะการเปลี่ยนสถานะของสสารไม่ทำให้สมบัติของสสารเปลี่ยนไปจากเดิม)

3) นักเรียนคิดว่าตัวเลือกใดจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เพราะเหตุใด

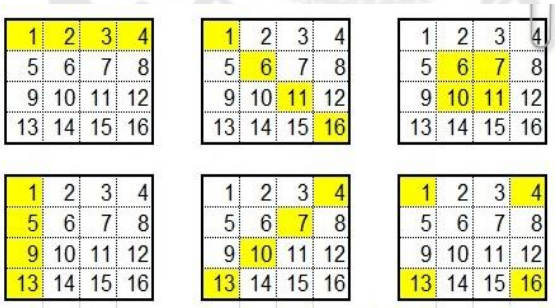
1. ทำน้ำแข็ง 2. แก๊สระเบิด 3. ทำน้ำเต้าหู้ 4. การผลิตยารักษาโรค

(แนวคำตอบ ข้อ 1 เพราะน้ำสามารถกลายเป็นน้ำแข็ง และน้ำแข็งสามารถกลับมาเป็นน้ำได้ ส่วนข้ออื่นๆไม่สามารถกลับมาเป็นสารเดิมได้แล้ว จึงไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ)

5. **ขั้นประเมิน** (Evaluation) (40 **นาที**)

ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.3 เล่นเกม “บิงโกลับสมอง” เพื่อเป็นการสรุปความรู้ที่เรียนมาโดยครูแนะนำวิธีการเล่นเกมให้กับนักเรียนดังนี้

1. แจกตารางบิงโก ขนาด 4 × 4 ช่องให้นักเรียนคนละแผ่น
2. ให้นักเรียนสุ่มเขียนคำตอบที่ครูกำหนดจากที่นักเรียนตอบคำถาม 20 ข้อให้ลงในช่องว่างช่องไหนก็ได้ให้ครบทั้ง 16 ช่อง
3. ครูหมุนวงล้อเพื่อสุ่มเลือกข้อคำถาม แล้วถามคำถามนักเรียนจากคำถามที่สุ่มได้ หลังจากนั้นให้นักเรียนช่วยกันตอบคำถาม ถ้าคำตอบของนักเรียนตรงกับช่องไหนให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ในช่องนั้น ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนได้ผู้ชนะในเกมบิงโก
4. กติการการชนะในเกม
   - ครบ 4 ตัว ในแนวเส้นทแยงมุม
   - ครบ 4 ตัว เป็นแนวตั้ง
   - ครบ 4 ตัว เป็นแนวนอน
   - ครบ 4 ตัว เป็นมุมขอบนอก
   - ครบ 4 ตัว ด้านใน
5. นักเรียนที่เป็นผู้ชนะจะมีตารางบิงโกได้ตามนี้



6. ให้นักเรียนตอบคำถามลงในชุดกิจกรรม พร้อมกับเฉลยคำตอบเพื่อนำมาเล่นเกมบิงโกลับสมองโดยคำถามจะอยู่ในชุดกิจกรรม
   1) “มีมวล ต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้ มีรูปร่างและปริมาตรที่คงที่” เป็นสมบัติของสสารที่สถานะใด (ของแข็ง)

2) “มีมวล ต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้ มีรูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ และมีปริมาตรคงที่” เป็นสมบัติของสสารที่สถานะใด (ของเหลว)
3) “มีมวล ต้องการที่อยู่ สามารถสัมผัสได้ มีรูปร่างและปริมาตรเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ” เป็นสมบัติของสสารที่สถานะใด (แก๊ส)
4) “ปกรณ์ ต้มน้ำเพื่อที่จะต้มไข่ เมื่อน้ำเดือด น้ำกลายเป็นไอน้ำ และทำให้ปริมาณน้ำในหม้อต้มมีปริมาณน้อยลงกว่าเดิม” จากข้อมูลการที่น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นไอน้ำ เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบใด (การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ)
5) การเพิ่มความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของแข็งให้เปลี่ยนเป็นของเหลว เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร (การหลอมเหลว)
6) การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวที่อยู่บริเวณผิวหน้าไปเป็นแก๊ส เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร (การระเหย)
7) การเปลี่ยนสถานะจากของเหลวโดยเพิ่มความร้อนจนถึงจุดเดือดจนเป็นแก๊ส เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร (การเดือด)
8) การลดความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะแก๊สให้เปลี่ยนเป็นของเหลว เราเรียกกระบวนการนี้ว่าไร (การควบแน่น)
9) การลดความร้อนให้กับสสารที่อยู่ในสถานะของเหลวให้เปลี่ยนเป็นของแข็ง เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร (การแข็งตัว)
10) “ทุกสิ่งทุกอย่างที่อยู่รอบตัวเรา มีตัวตน สัมผัสได้” เราเรียกว่าอะไร (สสาร)
11) เมื่อใช้อุปกรณ์เสร็จ ให้นักเรียนใช้ฝาครอบปิดไฟให้สนิท โดยห้ามใช้ปากเป่าให้ไฟดับ เป็นการใช้อุปกรณ์ชนิดใด (ตะเกียงแอลกอฮอล์)
12) เป็นอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นกระจกเว้า อุปกรณ์ดังกล่าวคืออะไร (กระจกนาฬิกา)
13) มีคุณสมบัติในการดูดความร้อนออกจากร้อนน้ำแข็งทำให้ก้อนน้ำแข็งมีอุณหภูมิต่ำลง (เกลือแกง)
14) การคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลในอดีต ข้อมูลปัจจุบันและจากประสบการณ์สามารถนำไปใช้เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มการ

เปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ต่างๆได้ เราเรียกกระบวนการดังกล่าวว่าอะไร (การพยากรณ์)

15) การที่ไอศกรีมที่มีเกิดการหลอมเหลว เกี่ยวข้องกับปัจจัยใด (อุณหภูมิเพิ่มขึ้น)

16) การที่น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง เกี่ยวข้องกับปัจจัยใด (อุณหภูมิลดลง)

17) จุดเยือกแข็งมีอุณหภูมิอยู่ที่เท่าใด (0 องศาเซลเซียส)

18) จุดเดือดมีอุณหภูมิอยู่ที่เท่าใด (100 องศาเซลเซียส)

19) เป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเพื่อบรรจุสารเคมีเพื่อให้ความร้อน ผสมสาร หรือทำปฏิกิริยากัน มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกก้นแบน ปากแบะออกเล็กน้อยและมีจะงอยเพื่อช่วยในการเทสาร (บีกเกอร์)

20) การระเหยและการเดือดเป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊ส เราเรียกกระบวนการนี้ว่าอะไร (การกลายเป็นไอ)

10. กระบวนการที่ใช้สอน (ระบุที่ใช้ในชั่วโมง / คาบสอน)

☑ กระบวนการเรียนความรู้ความเข้าใจ ☑ กระบวนการปฏิบัติ ☑ กระบวนการกลุ่ม

☑ กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด ☐ กระบวนการสร้างค่านิยม ☑ กระบวนการแก้ปัญหา

☐ กระบวนการเรียนภาษา ☐ กระบวนการสร้างความตระหนัก ☐ กระบวนการคณิตศาสตร์

☐ ทักษะกระบวนการ 9 ขั้น ☐ กระบวนการสร้างเจตคติ ☑ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

☑กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ☐ กระบวนการอ่าน แบบที่..... ☑ กระบวนการวิเคราะห์

11. วิธีการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ระบุเฉพาะวิธีที่ได้สอน)

☑การบรรยาย (Lecture) ☑การสาธิต (Demonstration) ☑ การทดลอง(Experiment)

☐ แบบนิรนัย (Deduction) ☐ แบบอุปนัย (Induction) ☐ แบบทัศนศึกษา

☑การอภิปรายรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion) ☐ การแสดงละคร

☐ การแสดงบทบาทสมมติ (Role Playing) ☐ กรณีตัวอย่าง (Case study)

☐ การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) ☐ แบบศูนย์การเรียน

☐ การบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) ☑ การใช้เกม (Game)

☑ การใช้คำถาม ☐ ระบุเพิ่มเติม_____

12. สื่อการเรียนการสอน (สื่อวัสดุสิ่งของ / สื่อธรรมชาติ / สื่อเทคโนโลยี/ แหล่งเรียนรู้)

สื่อ

☑ สื่อ

☑ สื่อเทคโนโลยี

☐ สื่ออื่น ๆ

ระบุ.....

.....

แหล่งเรียนรู้

☑ แหล่งเรียนรู้ในโรงเรียน

☐ พิพิธภัณฑ์

☐ อาเซียน

☐ ห้องสืบค้น

☐ ห้องปฏิบัติการทางภาษา

☐ ห้องเรียนสีเขียว

☐ ห้องสมุด

☐ แหล่งเรียนรู้นอกโรงเรียน

☑ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

13. การประเมินการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
ความรู้ (K) - นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสารเมื่อเพิ่มหรือลดความร้อนให้สสารได้โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	ตรวจคำตอบจากชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร ในใบกิจกรรมที่ 1.2	ชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร ใบกิจกรรมที่ 1.2	นักเรียนได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
	ตรวจคำตอบจากชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร ในใบกิจกรรมที่ 1.3	ชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร ใบกิจกรรมที่ 1.3	นักเรียนได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
ทักษะ (P) - นักเรียนสามารถทดลองการเปลี่ยนสถานะของสสารได้	ตรวจคำตอบจากชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร ในใบกิจกรรมที่ 1.1	ชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร ในใบกิจกรรมที่ 1.1	นักเรียนได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
	บันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	แบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการอยู่ในระดับดีขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัดผล	เครื่องมือที่ใช้ในการวัดผล	เกณฑ์การประเมิน
- นักเรียนสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ได้	ตรวจคำตอบจากชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร ในใบกิจกรรมที่ 1.1 , 1.2 และ 1.3	ชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถานะของสสาร ในใบกิจกรรมที่ 1.1 , 1.2 และ 1.3	นักเรียนได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 60
คุณลักษณะอันพึงประสงค์(A) - นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้ ซื่อสัตย์สุจริต มุ่งมั่น มีวินัยและความรับผิดชอบในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนมีพฤติกรรมอยู่ในระดับดีขึ้นไป

ตัวอย่างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Pre-test)
วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1 **ปีการศึกษา** 2565

ชื่อ ..... **นามสกุล**.....**ชั้น**..... **เลขที่**.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยแบบทดสอบจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบมี 1 ตอน เป็นแบบเลือกตอบให้นักเรียนเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง 1 ตัวเลือก
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบที่เตรียมให้เท่านั้น
4. แบบทดสอบ ฉบับนี้มี 4 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ
5. กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

สถานการณ์ที่ 1
ให้นักเรียนใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1-5

> วิธีตรวจสอบผงชูรสว่าแท้หรือไม่ สามารถทำได้โดยวิธีการเผา โดยการนำผงชูรสประมาณครึ่งช้อนชาใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ ถ้าผงชูรสแท้จะไหม้เป็นเถ้าถ่านสีดำ แต่ถ้ามีสารเคมีอื่นเจือปนจะมีส่วนที่ไม่ไหม้ แต่จะมีการหลอมตัวเป็นสีขาวซึ่งอาจเป็นสารบอแรกซ์ หรือโซเดียมเมตาฟอสเฟต นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเมื่อนำผงชูรสแท้ไปเผาผงชูรสแท้จะมีลักษณะอย่างไร

1. ข้อใดคือการตั้งสมมติฐานที่ถูกต้องสำหรับคำถามของการทดลองนี้

ก. ผงชูรสแท้จะไหม้เป็นเถ้าถ่านสีดำ

ข. ผงชูรสแท้มีคุณภาพมากกว่าผงชูรสปลอม

ค. ผงชูรสปลอมจะมีส่วนหนึ่งที่ไม่ไหม้ไฟ

ง. ง. การนำผงชูรสใส่อาหารเป็นสิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติ

2. ข้อใดเป็นตัวแปรตาม ที่ได้จากการทดลอง

   ก. ยี่ห้อของผงชูรส
   ข. ช้อนโลหะที่ใช้ในการเผา
   ค. การไหม้ของผงชูรส
   ง. ปริมาณของผงชูรสที่ใช้ในการเผา

3. จากการทดลองข้อใดกล่าวถึง “ผงชูรสแท้” ได้ถูกต้อง

   ก. เมื่อนำไปเผาบนเปลวไฟจะไหม้เป็นเถ้าถ่านสีดำ
   ข. เมื่อนำไปเผาบนเปลวไฟจะเห็นสารบอแรกซ์เจือปน
   ค. เมื่อนำไปเผาบนเปลวไฟจะไหม้ไม่หมดและมีสีขาวเจือปน
   ง. เมื่อนำไปเผาบนเปลวไฟจะเห็นสารโซเดียมเมตาฟอสเฟตเจือปน

4. ถ้าต้องการศึกษาว่า “เมื่อนำผงชูรสแท้ไปเผาผงชูรสแท้จะมีลักษณะอย่างไร” ควรออกแบบการทดลองอย่างไร

   ก. นำเอาผงชูรสยี่ห้อเดียวกันปริมาณเท่ากันใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ
   ข. นำเอาผงชูรสยี่ห้อต่างกันปริมาณเท่ากันใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ
   ค. นำเอาผงชูรสยี่ห้อเดียวกันปริมาณต่างกันใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ
   ง. นำเอาผงชูรสยี่ห้อต่างกันปริมาณต่างกันใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ

5. โรงเรียนแห่งหนึ่งได้ทำการตรวจสอบร้านอาหารภายในโรงอาหารของโรงเรียน ซึ่งทดสอบผงชูรส ตัวอย่างด้วยวิธีการเผา ได้ผลดังนี้

วิธีทดสอบ	**ร้านอาหาร**			
	A	B	C	D
เผา	สีเหมือนสีน้ำตาลไหม้	มีสีขาวปะปน	สีเหมือนสีน้ำตาลไหม้	สีเหมือนสีน้ำตาลไหม้

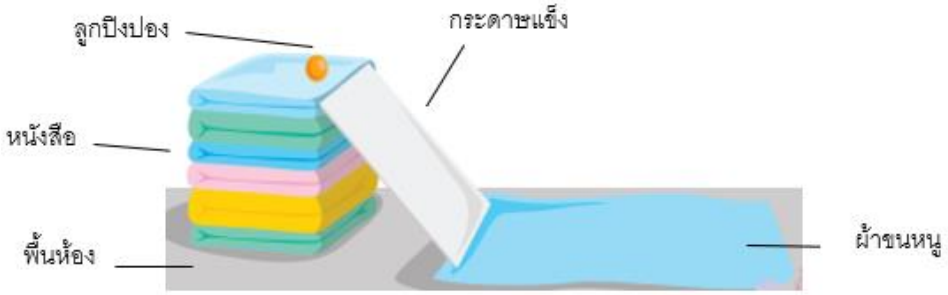
ข้อใดสรุปผลการทดลองถูกต้อง

   ก. ร้านอาหาร B และ D คือผงชูรสแท้
   ข. ร้านอาหาร A ,C และD คือผงชูรสปลอม
   ค. ร้านอาหาร A C และ D คือผงชูรสแท้
   ง. ร้านอาหาร B คือผงชูรสที่มีสารบอแรกซ์

สถานการณ์ที่ 2

ให้นักเรียนใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-10

นักเรียนทำการทดลองโดยการนำหนังสือมาวางซ้อนกันบนพื้นห้องให้สูง 10 เซนติเมตร แล้วนำปลายแผ่นกระดาษแข็งด้านหนึ่งวางพลาดบนกองหนังสือ จากนั้นปล่อยให้ลูกปิงปองกลิ้งลงมาตามแผ่นกระดาษแข็งและพื้นห้อง และกลิ้งต่อไปบนพื้นห้องจนกระทั่งหยุดนิ่ง



สามารถบันทึกผลการทดลองได้ดังนี้

การทดลอง	**ลักษณะของผิวสัมผัส**	**ระยะทางที่วัดได้ (ซม.)**
1. ปล่อยลูกปิงปองกลิ้งมาตามกระดาษแข็งและพื้นห้อง	ลูกปิงปอง พื้นเรียบ พื้นห้อง ผิวเรียบ	50
2. ปล่อยลูกปิงปองกลิ้งมาตามกระดาษแข็งและผ้าขนหนู	ลูกปิงปอง พื้นเรียบ ผ้าขนหนู ผิวขรุขระ	30

จากการทดลองนักเรียนคิดว่าชนิดของผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่

6. จากสถานการณ์ข้างต้น สมมติฐานในการทดลองนี้คือข้อใด
   - ก. ชนิดของผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน
   - ข. น้ำหนักของผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน
   - ค. ขนาดของผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน
   - ง. ระยะทางของผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน

7. จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อใดคือตัวแปรควบคุมทั้งหมด

ก. ชนิดของพื้นผิวสัมผัส แรงผลักลูกปิงปอง

ข. มวลของลูกปิงปอง ขนาดของลูกปิงปอง

ค. มวลและขนาดของลูกปิงปอง ตำแหน่งที่ปล่อยลูกปิงปอง

ง. ระยะทางที่ลูกปิงปองเคลื่อนที่ ความยาวของแผ่นกระดาษแข็ง

8. ข้อใดเป็นนิยามของคำว่า “ขนาดของแรงเสียดทาน” ที่ถูกต้อง

ก. ระยะทางที่ลูกปิงปองกลิ้ง ค. ระยะเวลาที่ลูกปิงปองกลิ้ง

ข. แรงผลักที่ทำให้ลูกปิงปองกลิ้ง ง. ชนิดของผิวสัมผัสที่ลูกปิงปองกลิ้ง

9. ข้อใดเรียงลำดับขั้นตอนการดำเนินการทดลองได้ถูกต้อง

1) ใช้ตลับเมตรวัดระยะทางที่ลูกปิงปองกลิ้งผ่านไป

2) นำปลายแผ่นกระดาษแข็งด้านหนึ่งวางพลาดบนกองหนังสือ

3) นำหนังสือมาวางซ้อนกันบนพื้นห้องให้สูง 10 เซนติเมตร

4) ปล่อยให้ลูกปิงปองกลิ้งมาตามแผ่นกระดาษแข็งและผ้าขนหนูจนหยุดนิ่ง

5) ปล่อยให้ลูกปิงปองกลิ้งมาตามแผ่นกระดาษแข็งและพื้นห้องจนหยุดนิ่ง

ก. 1,2,3,4,5 ข. 2,3,4,5,1 ค. 3,2,1,4,5 ง. 3,2,4,5,1

10. ข้อใดสรุปผลการทดลองถูกต้อง

ก. ลูกปิงปองจะเคลื่อนที่บนพื้นห้องเรียบได้ใกล้กว่าบนผ้าขนหนูที่ขรุขระ

ข. ลูกปิงปองจะเคลื่อนที่บนพื้นห้องขรุขระได้ไกลกว่าบนผ้าขนหนูที่เรียบ

ค. พื้นผิวสัมผัสขรุขระแรงเสียดทานจะมาก ส่งผลให้ลูกปิงปองเคลื่อนที่ได้ใกล้

ง. พื้นผิวสัมผัสขรุขระแรงเสียดทานจะน้อย ส่งผลให้ลูกปิงปองเคลื่อนที่ได้ใกล้

ตัวอย่างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Post-test)
วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ภาคเรียนที่ 1 **ปีการศึกษา** 2565

ชื่อ .....**นามสกุล**.....**ชั้น**.....**เลขที่**.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยแบบทดสอบจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบ มี 1 ตอน เป็นแบบเลือกตอบให้นักเรียนเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง 1 ตัวเลือก
3. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบที่เตรียมให้เท่านั้น
4. แบบทดสอบ ฉบับนี้มี 4 สถานการณ์ จำนวน 20 ข้อ
5. กำหนดเวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที

สถานการณ์ที่ 1
ให้นักเรียนใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 1-5

วิธีตรวจสอบผงชูรสว่าแท้หรือไม่ สามารถทำได้โดยวิธีการเผา โดยการนำผงชูรสประมาณครึ่งช้อนชาใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ ถ้าผงชูรสแท้จะไหม้เป็นเถ้าถ่านสีดำ แต่ถ้ามีสารเคมีอื่นเจือปนจะมีส่วนที่ไม่ไหม้ แต่จะมีการหลอมตัวเป็นสีขาวซึ่งอาจเป็นสารบอแรกซ์ หรือโซเดียมเมตาฟอสเฟต ที่เราเรียกว่าผงชูรสปลอม นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเมื่อนำผงชูรสปลอมไปเผาผงชูรสปลอมจะมีลักษณะอย่างไร

1. ข้อใดคือการตั้งสมมติฐานที่ถูกต้องสำหรับคำถามของการทดลองนี้
   ก. ผงชูรสแท้จะไหม้เป็นเถ้าถ่านสีดำ
   ข. ผงชูรสแท้มีคุณภาพมากกว่าผงชูรสปลอม
   ค. ผงชูรสปลอมจะมีส่วนหนึ่งที่ไม่ไหม้ไฟ
   ง. การนำผงชูรสใส่อาหารเป็นสิ่งที่ไม่ควรปฏิบัติ
2. ข้อใดเป็นตัวแปรต้น ที่ได้จากการทดลองนี้
   ก. ยี่ห้อของผงชูรส
   ข. ช้อนโลหะที่ใช้ในการเผา
   ค. การไหม้ของผงชูรส
   ง. ปริมาณของผงชูรสที่ใช้ในการเผา

3. จากการทดลองข้อใดกล่าวถึง “ผงชูรสปลอม” ได้ถูกต้อง

   ก. เมื่อนำไปเผาบนเปลวไฟจะไหม้เป็นเถ้าถ่านสีดำ

   ข. เมื่อนำไปเผาบนเปลวไฟจะเห็นสารบอแรกซ์เจือปน

   ค. เมื่อนำไปเผาบนเปลวไฟจะไหม้ไม่หมดและมีสีขาวเจือปน

   ง. เมื่อนำไปเผาบนเปลวไฟจะเห็นสารโซเดียมเมตาฟอสเฟตเจือปน

4. ถ้าต้องการศึกษาว่า “เมื่อนำผงชูรสปลอมไปเผาผงชูรสปลอมจะมีลักษณะอย่างไร” ควรออกแบบการทดลองอย่างไร

   ก. นำเอาผงชูรสยี่ห้อเดียวกันปริมาณเท่ากันใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ

   ข. นำเอาผงชูรสยี่ห้อต่างกันปริมาณเท่ากันใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ

   ค. นำเอาผงชูรสยี่ห้อเดียวกันปริมาณต่างกันใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ

   ง. นำเอาผงชูรสยี่ห้อต่างกันปริมาณต่างกันใส่ช้อนโลหะแล้วนำไปเผาบนเปลวไฟ

5. โรงเรียนแห่งหนึ่ง ได้ทำการตรวจสอบร้านอาหารภายในโรงอาหารของโรงเรียนซึ่งทดสอบผงชูรส ตัวอย่างด้วยวิธีการเผา ได้ผลดังนี้

วิธีทดสอบ	**ร้านอาหาร**			
	A	B	C	D
เผา	สีเหมือนสีน้ำตาลไหม้	มีสีขาวปะปน	สีเหมือนสีน้ำตาลไหม้	มีสีขาวปะปน

ข้อใดสรุปผลการทดลองไม่ถูกต้อง

   ก. ร้าน A และร้าน C เป็นผงชูรสแท้

   ข. ร้าน B และร้าน D เป็นผงชูรสแท้

   ค. ร้าน B มีปริมาณสารบอแรกซ์มากกว่าร้าน D

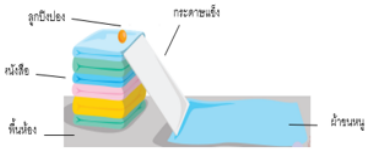
   ง. ร้าน A มีปริมาณสารโซเดียวเมตาฟอสเฟตน้อยกว่า ร้าน

สถานการณ์ที่ 2

ให้นักเรียนใช้สถานการณ์ต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-10

นักเรียนทำการทดลองโดยการนำหนังสือมาวางซ้อนกันบนพื้นห้องให้สูง 10 เซนติเมตร แล้วนำปลายแผ่นกระดาษแข็งด้านหนึ่งวางพลาดบนกองหนังสือ จากนั้นปล่อยให้ลูกปิงปองกลิ้งลงมาตามแผ่นกระดาษแข็งและพื้นห้อง และกลิ้งต่อไปบนผ้าขนหนูจนกระทั่งหยุดนิ่ง สามารถบันทึกผลการทดลองได้ดังนี้

การทดลอง	ลักษณะของผิวสัมผัส	ระยะทางที่วัดได้ (ซม.)
3. ปล่อยลูกปิงปองกลิ้งมาตามกระดาษแข็งและพื้นห้อง	ลูกปิงปอง พื้นเรียบ พื้นห้อง ผิวเรียบ	50
4. ปล่อยลูกปิงปองกลิ้งมาตามกระดาษแข็งและผ้าขนหนู	ลูกปิงปอง พื้นเรียบ ผ้าขนหนู ผิวขรุขระ	30



จากการทดลองนักเรียนคิดว่าชนิดของผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่

6. จากสถานการณ์ข้างต้น สมมติฐานในการทดลองนี้คือข้อใด

ก. ผิวของผ้าขนหนูมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน

ข. ชนิดของผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน

ค. ผิวของลูกปิงปองมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน

ง. ผิวของกระดาษแข็งมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน

7. จากสถานการณ์ข้างต้น ข้อใดคือตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ตามลำดับ

ก. ชนิดของพื้นผิวสัมผัส ระยะทางที่ลูกปิงปองเคลื่อนที่

ข. มวลของลูกปิงปอง ขนาดของลูกปิงปอง

ค. มวลและขนาดของลูกปิงปอง ตำแหน่งที่ปล่อยลูกปิงปอง

ง. แรงผลักลูกปิงปอง ความยาวของแผ่นกระดาษแข็ง

8. ข้อใดเป็นนิยามของคำว่า “ชนิดของผิวสัมผัส” ที่ถูกต้อง

ก. ลักษณะผิวสัมผัสของ กระดาษแข็ง และหนังสือ

ข. ลักษณะผิวสัมผัสของ ลูกปิงปอง และผ้าขนหนู

ค. ลักษณะผิวสัมผัสของ ลูกปิงปอง พื้นห้อง และผ้าขนหนู

ง. ลักษณะผิวสัมผัสของ กระดาษแข็ง ลูกปิงปอง พื้นห้อง และผ้าขนหนู

9. จากสถานการณ์ “ นักเรียนทำการทดลองโดยการนำหนังสือมาวางซ้อนกันบนพื้นห้องให้สูง 10 เซนติเมตร แล้วนำปลายแผ่นกระดาษแข็งด้านหนึ่งวางพลาดบนกองหนังสือ จากนั้นปล่อยให้ลูกปิงปองกลิ้งลงมาตามแผ่นกระดาษแข็งและพื้นห้อง และกลิ้งต่อไปบนผ้าขนหนูจนกระทั่งหยุดนิ่ง” ถ้าไม่ใช้พื้นห้อง และผ้าขนหนูในการทดลอง สามารถใช้สิ่งใดแทนได้ (ตามลำดับ)

ก. พื้นสนามหญ้า พื้นกระเบื้อง
ข. พื้นหินอ่อน พื้นถนนราดยาง
ค. พื้นทราย พื้นสนามฟุตบอล
ง. พื้นไม้ลามิเนต พื้นกระเบื้องยาง

10. จากสถานการณ์ข้างต้น ชนิดของผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานอย่างไร

ก. พื้นของผิวสัมผัสเรียบ แรงเสียดทานจะน้อย
ข. พื้นของผิวสัมผัสไม่เรียบ แรงเสียดทานจะน้อย
ค. พื้นของผิวสัมผัสเรียบ แรงเสียดทานจะมาก
ง. พื้นเรียบจะไม่มีแรงเสียดทานเกิดขึ้น

ตัวอย่างแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

แบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

กลุ่มที่ ..... ชุดกิจกรรมเรื่อง.....

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนในระหว่างที่นักเรียนทำการทดลอง แล้วขีด ✓ ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมของนักเรียน

หมายเหตุ : การทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องใด จะมีค่าเท่ากับ 1 คะแนน รวม 10 คะแนน

เลขที่	รายการการบันทึก										รวมคะแนน
	นักเรียนสามารถระบุคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองได้	นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรต้นได้	นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรตามได้	นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรควบคุมได้	นักเรียนสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ๆที่อยู่ในสมมติฐานหรือ	นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้สอดคล้องกับสมมติฐาน	นักเรียนสามารถดำเนินการทดลองได้ตามแผน	นักเรียนสามารถบันทึกผลการทดลองได้ละเอียด ครบถ้วน และถูกต้อง	นักเรียนสามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้	นักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดได้	
1											
2											
3.											
4.											
5.											

เกณฑ์การให้คะแนน

1. 8-10 คะแนน = ดีมาก
2. 6-7 คะแนน = ดี
3. 4-5 คะแนน = ปานกลาง
4. 0-3 คะแนน = ควรปรับปรุง

ตัวอย่างแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Pre-test)

วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

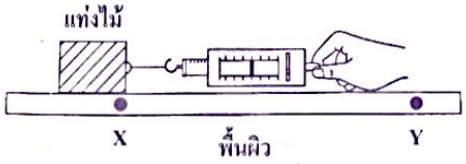
ชื่อ .....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยแบบทดสอบจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบแต่ละข้อมี 2 ตอน
   ตอนที่ 1 : เป็นแบบเลือกตอบให้นักเรียนเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง 1 ตัวเลือก
   ตอนที่ 2 : ให้นักเรียนเขียนเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1
3. การเขียนเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 2 ต้องมีส่วนประกอบดังนี้
   1) หลักฐาน หมายถึง การให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า ทดลอง หรือสังเคราะห์เอกสาร หรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป การพยากรณ์ หรือคาดการณ์ล่วงหน้า
   2) การสร้างข้อสรุป หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างที่สมเหตุสมผล สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับหลักฐานที่มีหรือไม่
   3) การอธิบายปรากฏการณ์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงการบรรยาย ตีความหมาย หรือคาดการณ์ปรากฏการณ์โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้
   4. แบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มี 2 สถานการณ์ 1 สถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ รวมข้อคำถามทั้งหมด 8 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที
   5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงไปในตัวข้อสอบ

สถานการณ์ที่ 1 (ตอบคำถามข้อที่ 1-4)

เคนโด้ทำการทดลอง โดยออกแรงที่เท่ากันในชุดการทดลอง A B C และ D ลากแท่งไม้ให้เคลื่อนที่บนพื้นผิวชนิดต่างๆ จากจุด X ไปยังจุด Y ดังภาพ



พบว่า แท่งไม้ใช้เวลาในการเคลื่อนที่บนพื้นผิวแต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังตาราง

ชุดการทดลอง	พื้นผิวสัมผัส	เวลา (วินาที)
A	กระดาษ	9
B	คอนกรีต	15
C	หินอ่อน	6
D	อิฐ	12

คำถามข้อที่ 1

จากข้อมูลการทดลองข้างต้น จงคาดคะเนว่าพื้นผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่ **(การให้เหตุผลแบบสมมติ)**

ก. พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าพื้นผิวขรุขระแรงเสียดทานจะมาก
ข. พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าพื้นผิวขรุขระแรงเสียดทานจะน้อย
ค. พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าพื้นผิวเรียบแรงเสียดทานจะมาก
ง. พื้นผิวไม่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะคงที่เสมอ

เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 2

จากผลของการคาดคะเนว่าพื้นผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่ ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง **(การให้เหตุผลแบบอธิบาย)**

ก. พื้นผิวเรียบ ขนาดแรงเสียดทานจะมากกว่าพื้นผิวขรุขระ
ข. พื้นผิวเรียบ ขนาดแรงเสียดทานจะเท่ากับพื้นผิวขรุขระ
ค. พื้นผิวขรุขระ ขนาดแรงเสียดทานมากกว่าพื้นผิวเรียบ
ง. พื้นผิวขรุขระ ขนาดแรงเสียดทานน้อยกว่าพื้นผิวเรียบ

เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

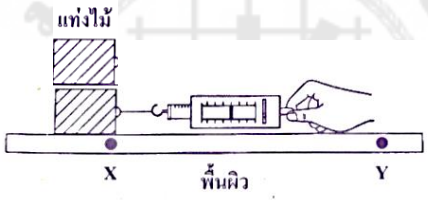
.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 3

ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน ได้แก่ ลักษณะของผิวสัมผัส และน้ำหนักของวัตถุ โดยเคนโด้เพิ่มแท่งไม้เป็น 2 แท่ง ที่มีน้ำหนักเท่ากันมาวางซ้อนกัน แล้วทำการทดลองลากชุดการทดลอง A B C และ D ด้วยแรงที่เท่ากัน ดังภาพ **(การให้เหตุผลแบบนิรนัย)**



เมื่อออกแรงลากกล่องไม้ 2 กล่อง ด้วยแรงขนาดเท่าเดิม พื้นผิวใดจะเกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

ก. กระดาษ ค. หินอ่อน

ข. คอนกรีต ง. อิฐ

เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 4

จากสถานการณ์ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง เกี่ยวกับการที่แท่งไม้ใช้เวลาในการเคลื่อนที่บนพื้นผิวแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน **(การให้เหตุผลแบบอุปนัย)**

ก. ลากกล่องไม้ในชุดการทดลอง A เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ข. ลากกล่องไม้ในชุดการทดลอง B เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ค. ลากกล่องไม้ในชุดการทดลอง C เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

ง. ลากกล่องไม้ในชุดการทดลอง D เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

ตัวอย่างแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Post-test)

วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

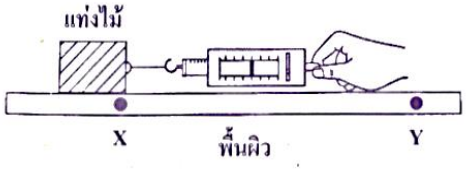
ชื่อ .....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้เป็นแบบทดสอบเพื่อวัดการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยแบบทดสอบจะเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์การทดลองทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบแต่ละข้อมี 2 ตอน
   ตอนที่ 1 : เป็นแบบเลือกตอบให้นักเรียนเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง 1 ตัวเลือก
   ตอนที่ 2 : ให้นักเรียนเขียนเหตุผลของคำตอบส่วนที่ 1
3. การเขียนเหตุผลของคำตอบในตอนที่ 2 ต้องมีส่วนประกอบดังนี้
   1) หลักฐาน หมายถึง การให้นักเรียนสามารถระบุข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจ ค้นคว้า ทดลอง หรือสังเคราะห์เอกสาร หรือเป็นพื้นฐานสำคัญของการบอกกล่าว การกล่าวอ้างข้อสรุป การพยากรณ์ หรือคาดการณ์ล่วงหน้า
   2) การสร้างข้อสรุป หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างที่สมเหตุสมผล สอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ หรือประเมินข้อสรุปที่ผู้อื่นสร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับหลักฐานที่มีหรือไม่
   3) การอธิบายปรากฏการณ์ หมายถึง การที่นักเรียนสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลและสอดคล้องกับข้อมูลหรือหลักฐานทางวิทยาศาสตร์รวมถึงการบรรยาย ตีความหมาย หรือคาดการณ์ปรากฏการณ์โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ได้
4. แบบทดสอบวัดความสามารถการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับนี้มี 2 สถานการณ์ 1 สถานการณ์ประกอบด้วยข้อคำถาม 4 ข้อ รวมข้อคำถามทั้งหมด 8 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที
5. ให้นักเรียนเขียนคำตอบลงไปในตัวข้อสอบ

สถานการณ์ที่ 1 (ตอบคำถามข้อ 1-4)

เคนโด้ทำการทดลอง โดยออกแรงที่เท่ากันในชุดการทดลอง A B C และ D ลากแท่งไม้ที่มีน้ำหนักต่างกันให้เคลื่อนที่บนพื้นผิวชนิดเดียวกัน จากจุด X ไปยังจุด Y ดังภาพ



พบว่า แท่งไม้ที่มีน้ำหนักต่างกันใช้เวลาในการเคลื่อนที่บนพื้นผิวชนิดเดียวกันแตกต่างกัน ดังตาราง

ชุดการทดลอง	น้ำหนักของแท่งไม้(นิวตัน)	เวลา (วินาที)
A	2000	6
B	8000	15
C	4000	9
D	6000	12

คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลการทดลองข้างต้น จงคาดคะเนว่า น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่ **(การให้เหตุผลแบบสมมตินัย)**

ก. น้ำหนักของวัตถุไม่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะคงที่เสมอ

ข. น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน เมื่อวัตถุมีน้ำหนักมากแรงเสียดทานจะมาก

ค. น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน เมื่อวัตถุมีน้ำหนักมากแรงเสียดทานจะน้อย

ง. น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน เมื่อวัตถุมีน้ำหนักน้อยแรงเสียดทานจะมาก

เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 2

จากผลของการคาดคะเนว่า น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่

ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง **(การให้เหตุผลแบบอธิบาย)**

ก. น้ำหนักของวัตถุมาก ขนาดแรงเสียดทานมากกว่าน้ำหนักของวัตถุน้อย

ข. น้ำหนักของวัตถุมาก ขนาดแรงเสียดทานน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุน้อย

ค. น้ำหนักของวัตถุน้อย ขนาดแรงเสียดทานจะเท่ากับน้ำหนักของวัตถุมาก

ง. น้ำหนักของวัตถุน้อย ขนาดแรงเสียดทานจะมากกว่าน้ำหนักของวัตถุมาก

เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

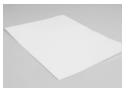
.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 3

ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน ได้แก่ ลักษณะของผิวสัมผัส และน้ำหนักของวัตถุ โดยเคนโด้เปลี่ยนพื้นผิวสัมผัส และใช้แท่งไม้ที่มีน้ำหนักเท่ากันมาวางที่จุด X แล้วทำการทดลองลากชุดการทดลอง A B C และ D ด้วยแรงที่เท่ากัน จากจุด X ไปจุด Y พบว่าใช้เวลาในการเคลื่อนที่ต่างกัน ดังนี้

ชุดการทดลอง	พื้นผิวสัมผัส	เวลา (วินาที)
A	 กระดาษ	9
B	คอนกรีต	15

ชุดการทดลอง	พื้นผิวสัมผัส	เวลา (วินาที)
C	หินอ่อน	6
D	อิฐ	12

เมื่อออกแรงลากแท่งไม้ ด้วยแรงขนาดเท่าเดิม พื้นผิวใดจะเกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

(การให้เหตุผลแบบนิรนัย)

ก. กระดาษ

ข. คอนกรีต

ค. หินอ่อน

ง. อิฐ

เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

คำถามข้อที่ 4

จากสถานการณ์ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง เกี่ยวกับการที่แท่งไม้ที่มีน้ำหนักต่างกันและการใช้เวลาในการเคลื่อนที่บนพื้นผิวชนิดเดียวกันที่แตกต่างกัน **(การให้เหตุผลแบบอุปนัย)**

ก. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง A เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ข. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง B เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ค. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง C เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

ง. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง D เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

เพราะเหตุใด

ตอบ.....

.....

.....

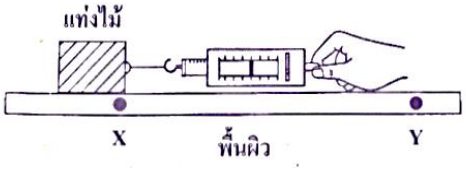
.....

.....

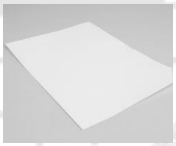
ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Pre-test)

สถานการณ์ที่ 1 (ตอบคำถามข้อ 1-4)

เคนโด้ทำการทดลอง โดยออกแรงที่เท่ากันในชุดการทดลอง A B C และ D ลากแท่งไม้ให้เคลื่อนที่บนพื้นผิวชนิดต่าง ๆ จากจุด X ไปยังจุด Y ดังภาพ



พบว่า แท่งไม้ใช้เวลาในการเคลื่อนที่บนพื้นผิวแต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังตาราง

ชุดการทดลอง	พื้นผิวสัมผัส	เวลา (วินาที)
A	 กระดาษ	9
B	คอนกรีต	15
C	หินอ่อน	6
D	อิฐ	12

คำถามข้อที่ 1 : การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน

จากข้อมูลการทดลองข้างต้น จงคาดคะเนว่าพื้นผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่

ก. พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าพื้นผิวขรุขระแรงเสียดทานจะมาก

ข. พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าพื้นผิวขรุขระแรงเสียดทานจะน้อย

ค. พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าพื้นผิวเรียบแรงเสียดทานจะมาก

ง. พื้นผิวไม่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะคงที่เสมอ

(เฉลย ก. พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน ถ้าพื้นผิวขรุขระแรงเสียดทานจะมาก)

เพราะเหตุใด

ตอบ .....

องค์ประกอบ	**ระดับคะแนน**		
	0	1	2
หลักฐาน	ไม่เขียนหลักฐานหรือเขียนหลักฐานไม่ถูก	เขียนหลักฐานถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ต่างกัน / พื้นผิวต่างกันมีผลต่างกัน (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนหลักฐานถูกต้อง และสมบูรณ์ พื้นผิวต่างชนิดกัน จะใช้เวลาในการเคลื่อนที่ของวัตถุต่างกัน
ข้อสรุป	ไม่เขียนข้อสรุปหรือเขียนข้อสรุปไม่ถูกต้อง	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐาน แรงเสียดทานมากต้องใช้เวลาเคลื่อนที่นาน / พื้นผิวต่างชนิดกันมีแรงเสียดทานต่างกัน (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง และเชื่อมโยงกับหลักฐาน พื้นผิวที่ใช้เวลาในการลากวัตถุมาก แสดงว่าแรงเสียดทานมาก
การอธิบายปรากฏการณ์	ไม่อธิบายปรากฏการณ์หรืออธิบายไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐานและข้อสรุป	อธิบายปรากฏการณ์ แต่ไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐาน หรือไม่เชื่อมโยงกับข้อสรุป พื้นผิวที่ต่างกันมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน / พื้นผิวขรุขระแรงเสียดทานมากจะใช้เวลาในการลากมาก (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	อธิบายปรากฏการณ์เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อสรุปได้ถูกต้อง พื้นผิวที่ต่างกันมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน คือพื้นผิวขรุขระแรงเสียดทานมากจะใช้เวลาในการลากมาก

คำถามข้อที่ 2 : การให้เหตุผลแบบอธิบาย

จากผลของการคาดคะเนว่า“พื้นผิวสัมผัสมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่”

ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง

ก. พื้นผิวเรียบ ขนาดแรงเสียดทานจะมากกว่าพื้นผิวขรุขระ

ข. พื้นผิวเรียบ ขนาดแรงเสียดทานจะเท่ากับพื้นผิวขรุขระ

ค. พื้นผิวขรุขระ ขนาดแรงเสียดทานจะมากกว่าพื้นผิวเรียบ

ง. พื้นผิวขรุขระ ขนาดแรงเสียดทานจะน้อยกว่าพื้นผิวเรียบ

(เฉลย ค. พื้นผิวขรุขระ ขนาดแรงเสียดทานจะมากกว่าพื้นผิวเรียบ)

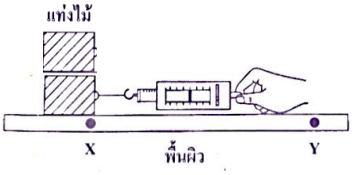
เพราะเหตุใด

ตอบ .....

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
หลักฐาน	ไม่เขียนหลักฐานหรือเขียนหลักฐานไม่ถูก	เขียนหลักฐานถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ พื้นคอนกรีตมีพื้นผิวขรุขระมากที่สุด / ใช้เวลาในการลากกล่องไม้นานที่สุด (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนหลักฐานถูกต้อง และสมบูรณ์ พื้นคอนกรีตมีพื้นผิวขรุขระมากที่สุด และใช้เวลาในการลากแท่งไม้นานที่สุด
ข้อสรุป	ไม่เขียนข้อสรุปหรือเขียนข้อสรุปไม่ถูกต้อง	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐาน ลากแท่งไม้บนพื้นผิวขรุขระจะทำให้เกิดแรงเสียดทานมาก / ลากแท่งไม้บนพื้นผิวที่เรียบจะทำให้เกิดแรงเสียดทานน้อย (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง และเชื่อมโยงกับหลักฐาน เมื่อออกแรงลากแท่งไม้บนพื้นขรุขระใช้เวลาในการลากนาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานมากกว่าการออกแรงลากแท่งไม้บนพื้นผิวที่เรียบ
การอธิบายปรากฏการณ์	ไม่อธิบายปรากฏการณ์หรืออธิบายไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐานและข้อสรุป	อธิบายปรากฏการณ์ แต่ไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐาน หรือไม่เชื่อมโยงกับข้อสรุป พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน พื้นผิวขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าพื้นผิวเรียบ / ใช้เวลาในการลากกล่องไม้นานที่สุด (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	อธิบายปรากฏการณ์เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อสรุปได้ถูกต้อง พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน โดยพื้นผิวขรุขระจะทำให้เกิดแรงเสียดทานมากกว่าพื้นผิวเรียบ และใช้เวลาในการลากแท่งไม้นานที่สุด

คำถามข้อที่ 3 : การให้เหตุผลแบบนิรนัย

ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน ได้แก่ ลักษณะของผิวสัมผัส และน้ำหนักของวัตถุ โดยเคนโด้เพิ่มแท่งไม้เป็น 2 แท่ง ที่มีน้ำหนักเท่ากันมาวางซ้อนกัน แล้วทำการทดลองลากชุดการทดลอง A B C และ D ด้วยแรงที่เท่ากัน ดังภาพ



เมื่อออกแรงลากแท่งไม้ 2 แท่ง ด้วยแรงขนาดเท่าเดิม พื้นผิวใดจะเกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

ก. กระดาษ ข. คอนกรีต ค. หินอ่อน ง. อิฐ

(เฉลย ค. หินอ่อน)

เพราะเหตุใด

ตอบ .....

องค์ประกอบ	**ระดับคะแนน**		
	0	1	2
หลักฐาน	ไม่เขียนหลักฐานหรือเขียนหลักฐานไม่ถูก	เขียนหลักฐานถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ พื้นหินอ่อนมีพื้นผิวที่เรียบ / ใช้เวลาในการลากน้อยที่สุด (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนหลักฐานถูกต้อง และสมบูรณ์ พื้นหินอ่อนมีพื้นผิวที่เรียบที่สุด และใช้เวลาในการลากน้อยที่สุด
ข้อสรุป	ไม่เขียนข้อสรุปหรือเขียนข้อสรุปไม่ถูกต้อง	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐาน พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน/ เวลาในการลากมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง และเชื่อมโยงกับหลักฐาน พื้นผิวและเวลาที่ใช้ในการลากมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
การอธิบายปรากฏการณ์	ไม่อธิบายปรากฏการณ์หรืออธิบายไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐานและข้อสรุป	อธิบายปรากฏการณ์ แต่ไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐาน หรือไม่เชื่อมโยงกับข้อสรุป พื้นผิวเรียบใช้เวลาในการลากน้อย/ แรงเสียดทานจะน้อยกว่าพื้นผิวขรุขระ (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	อธิบายปรากฏการณ์เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อสรุปได้ถูกต้อง พื้นผิวเรียบใช้เวลาในการลากน้อย ทำให้แรงเสียดทานจะน้อยกว่าพื้นผิวขรุขระ

คำถามข้อที่ 4 : การให้เหตุผลแบบอุปนัย

จากสถานการณ์ที่ 1 ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง เกี่ยวกับการที่แท่งไม้ใช้เวลาในการเคลื่อนที่บนพื้นผิวแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน

ก. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง A เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ข. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง B เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ค. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง C เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

ง. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง D เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

(เฉลย ข. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง B เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด)

เพราะเหตุใด

ตอบ .....

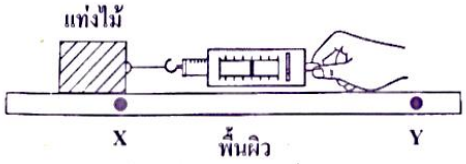
.....

.....

ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Post-test)

สถานการณ์ที่ 1 (ตอบคำถามข้อ 1-4)

เคนโด้ทำการทดลอง โดยออกแรงที่เท่ากันในชุดการทดลอง A B C และ D ลากแท่งไม้ที่มีน้ำหนักต่างกันให้เคลื่อนที่บนพื้นผิวชนิดเดียวกัน จากจุด X ไปยังจุด Y ดังภาพ



พบว่า แท่งไม้ที่มีน้ำหนักต่างกันใช้เวลาในการเคลื่อนที่บนพื้นผิวชนิดเดียวกันแตกต่างกัน ดังตาราง

ชุดการทดลอง	น้ำหนักของแท่งไม้(นิวตัน)	เวลา (วินาที)
A	2000	6
B	8000	15
C	4000	9
D	6000	12

คำถามข้อที่ 1 จากข้อมูลการทดลองข้างต้น จงคาดคะเนว่า น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่

ก. น้ำหนักของวัตถุไม่มีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะคงที่เสมอ

ข. น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน วัตถุมีน้ำหนักมากแรงเสียดทานจะมาก

ค. น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน วัตถุมีน้ำหนักมากแรงเสียดทานจะน้อย

ง. น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน วัตถุมีน้ำหนักน้อยแรงเสียดทานจะมาก

(เฉลย ข.น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน วัตถุมีน้ำหนักมากแรงเสียดทานจะมาก)

เพราะเหตุใด

ตอบ .....

.....

.....

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
หลักฐาน	ไม่เขียนหลักฐานหรือเขียนหลักฐานไม่ถูก	เขียนหลักฐานถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ สังเกตจากน้ำหนักของวัตถุ / เวลาในการลากวัตถุให้เคลื่อนที่ (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนหลักฐานถูกต้อง และสมบูรณ์ สังเกตจากน้ำหนักของวัตถุ และเวลาในการลากวัตถุให้เคลื่อนที่
ข้อสรุป	ไม่เขียนข้อสรุปหรือเขียนข้อสรุปไม่ถูกต้อง	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐาน วัตถุที่มีน้ำหนักมากจะใช้เวลาในการลากวัตถุมาก / เกิดแรงเสียดทานมาก (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง และเชื่อมโยงกับหลักฐาน วัตถุที่มีน้ำหนักมากจะใช้เวลาในการลากวัตถุมาก แสดงว่าเกิดแรงเสียดทานมาก
การอธิบายปรากฏการณ์	ไม่อธิบายปรากฏการณ์หรืออธิบายไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐานและข้อสรุป	อธิบายปรากฏการณ์ แต่ไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐาน หรือไม่เชื่อมโยงกับข้อสรุป น้ำหนักของวัตถุและเวลาที่ใช้ลากต่างกันมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน / วัตถุที่มีน้ำหนักมากแรงเสียดทานจะมาก (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	อธิบายปรากฏการณ์เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อสรุปได้ถูกต้อง น้ำหนักของวัตถุและเวลาที่ใช้ลากต่างกันมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน คือวัตถุที่มีน้ำหนักมากแรงเสียดทานจะมาก

คำถามข้อที่ 2

จากผลของการคาดคะเนว่า น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทานหรือไม่ ข้อใดอธิบายได้ถูกต้อง

ก. น้ำหนักของวัตถุมาก ขนาดแรงเสียดทานมากกว่าน้ำหนักของวัตถุน้อย

ข. น้ำหนักของวัตถุมาก ขนาดแรงเสียดทานน้อยกว่าน้ำหนักของวัตถุน้อย

ค. น้ำหนักของวัตถุน้อย ขนาดแรงเสียดทานจะเท่ากับน้ำหนักของวัตถุมาก

ง. น้ำหนักของวัตถุน้อย ขนาดแรงเสียดทานจะมากกว่าน้ำหนักของวัตถุมาก

(เฉลย ก. น้ำหนักของวัตถุมาก ขนาดแรงเสียดทานมากกว่าน้ำหนักของวัตถุน้อย)

เพราะเหตุใด

ตอบ.....

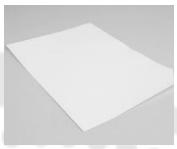
.....

.....

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
หลักฐาน	ไม่เขียนหลักฐานหรือเขียนหลักฐานไม่ถูก	เขียนหลักฐานถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ ชุดการทดลอง B มีน้ำหนักมากที่สุด / ชุดการทดลอง B ใช้เวลาในการลากนานที่สุด (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนหลักฐานถูกต้อง และสมบูรณ์ สังเกตจากชุดการทดลอง B มีน้ำหนักมากที่สุด และใช้เวลาในการลากนานที่สุด
ข้อสรุป	ไม่เขียนข้อสรุปหรือเขียนข้อสรุปไม่ถูกต้อง	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐาน ออกแรงลากวัตถุที่มีน้ำหนักมากใช้เวลาลากวัตถุมาก / ออกแรงลากวัตถุที่มีน้ำหนักน้อยใช้เวลาลากวัตถุน้อย (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง และเชื่อมโยงกับหลักฐาน เมื่อออกแรงลากวัตถุที่มีน้ำหนักมากจะใช้เวลาในการลากวัตถุนานกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักน้อย
การอธิบายปรากฏการณ์	ไม่อธิบายปรากฏการณ์หรืออธิบายไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐานและข้อสรุป	อธิบายปรากฏการณ์ แต่ไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐาน หรือไม่เชื่อมโยงกับข้อสรุป น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน / วัตถุที่มีน้ำหนักมากจะมีแรงเสียดทานมากกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักน้อยกว่า (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	อธิบายปรากฏการณ์เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อสรุปได้ถูกต้อง น้ำหนักของวัตถุมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน โดยวัตถุที่มีน้ำหนักมากจะมีแรงเสียดทานมากกว่าวัตถุที่มีน้ำหนักน้อยกว่า

คำถามข้อที่ 3

ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงเสียดทาน ได้แก่ ลักษณะของผิวสัมผัส และน้ำหนักของวัตถุ โดยเคนได้เปลี่ยนพื้นผิวสัมผัส และใช้แท่งไม้ที่มีน้ำหนักเท่ากันมาวางที่จุด X แล้วทำการทดลองลากชุดการทดลอง A B C และ D ด้วยแรงที่เท่ากัน จากจุด X ไปจุด Y พบว่าใช้เวลาในการเคลื่อนที่ต่างกัน ดังนี้

ชุดการทดลอง	**พื้นผิวสัมผัส**	**เวลา (วินาที)**
A	 กระดาษ	9
B	คอนกรีต	15
C	หินอ่อน	6
D	อิฐ	12

เมื่อออกแรงลากแท่งไม้ ด้วยแรงขนาดเท่าเดิม พื้นผิวใดจะเกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ก. กระดาษ ข. คอนกรีต ค. หินอ่อน ง. อิฐ

(เฉลย ข. คอนกรีต)

เพราะเหตุใด

ตอบ .....

.....

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
หลักฐาน	ไม่เขียนหลักฐานหรือเขียนหลักฐานไม่ถูก	เขียนหลักฐานถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ พื้นคอนกรีตมีผิวขรุขระที่สุด / ใช้เวลาในการลากมากที่สุด (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนหลักฐานถูกต้อง และสมบูรณ์ พื้นคอนกรีตมีผิวขรุขระที่สุด และใช้เวลาในการลากมากที่สุด
ข้อสรุป	ไม่เขียนข้อสรุปหรือเขียนข้อสรุปไม่ถูกต้อง	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐาน พื้นผิวมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน/ เวลาในการลากมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง และเชื่อมโยงกับหลักฐาน พื้นผิวและเวลาที่ใช้ในการลากมีผลต่อขนาดของแรงเสียดทาน
การอธิบายปรากฏการณ์	ไม่อธิบายปรากฏการณ์หรืออธิบายไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐานและข้อสรุป	อธิบายปรากฏการณ์ แต่ไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐาน หรือไม่เชื่อมโยงกับข้อสรุป พื้นผิวขรุขระที่สุดใช้เวลาในการลากมากที่สุด/ แรงเสียดทานมากที่สุด (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	อธิบายปรากฏการณ์เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อสรุปได้ถูกต้อง พื้นผิวขรุขระที่สุดใช้เวลาในการลากมาก ที่สุดทำให้แรงเสียดทานมากกว่าที่สุด

คำถามข้อที่ 4

จากสถานการณ์ ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง เกี่ยวกับการที่แท่งไม้ที่มีน้ำหนักต่างกันและการใช้เวลาในการเคลื่อนที่บนพื้นผิวชนิดเดียวกันที่แตกต่างกัน

ก. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง A เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ข. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง B เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด

ค. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง C เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

ง. ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง D เกิดแรงเสียดทานน้อยที่สุด

(เฉลย ข ลากแท่งไม้ในชุดการทดลอง B เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด)

เพราะเหตุใด

ตอบ .....

องค์ประกอบ	ระดับคะแนน		
	0	1	2
หลักฐาน	ไม่เขียนหลักฐานหรือเขียนหลักฐานไม่ถูก	เขียนหลักฐานถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ ชุดการทดลอง B มีน้ำหนักมากที่สุด / ชุดการทดลอง B ใช้เวลาในลากมากที่สุด (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	เขียนหลักฐานถูกต้อง และสมบูรณ์ ชุดการทดลอง B มีน้ำหนักมากที่สุด และใช้เวลาในลากมากที่สุด
ข้อสรุป	ไม่เขียนข้อสรุปหรือเขียนข้อสรุปไม่ถูกต้อง	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง แต่ไม่เชื่อมโยงกับหลักฐาน แรงเสียดทานมาก	เขียนข้อสรุปได้ถูกต้อง และเชื่อมโยงกับหลักฐาน ชุดการทดลอง B เกิดแรงเสียดทานมากที่สุด
การอธิบายปรากฏการณ์	ไม่อธิบายปรากฏการณ์หรืออธิบายไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐานและข้อสรุป	อธิบายปรากฏการณ์ แต่ไม่เชื่อมโยงต่อหลักฐาน หรือไม่เชื่อมโยงกับข้อสรุป วัตถุน้ำหนักมากแรงเสียดทานจะมาก / วัตถุน้ำหนักมากใช้เวลาในการลากมากแรงเสียดทานจะมาก (ตอบมาอย่างใดอย่างหนึ่ง)	อธิบายปรากฏการณ์เชื่อมโยงกับหลักฐานและข้อสรุปได้ถูกต้อง ถ้าวัตถุมีน้ำหนักมากแรงเสียดทานจะมาก และใช้วลาในการลากมาก

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร (Pre-test)

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

ชื่อ .....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ทับหน้าข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนสถานะของสสารจากแก๊สเป็นของแข็ง

ก. การระเหิด ข. การแข็งตัว

ค. การระเหิดกลับ ง. การกลายเป็นไอ

2. ข้อใดกล่าวถึงการหลอมเหลวของสารถูกต้อง

ก. ของแข็งเปลี่ยนเป็นแก๊ส ข. ของเหลวเปลี่ยนเป็นแก๊ส

ค. แก๊สเปลี่ยนเป็นของเหลว ง. ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว

3. ข้อใดคือความแตกต่างของการระเหยและการเดือดที่ถูกต้อง

ก. การระเหยเป็นการลดความร้อนส่วนการเดือดเป็นการเพิ่มความร้อน

ข. การระเหยเป็นการเพิ่มความร้อนส่วนการเดือดเป็นการลดความร้อน

ค. การระเหยเปลี่ยนสถานะจากของเหลวบริเวณผิวหน้าเป็นแก๊สส่วนการเดือด เป็นการเปลี่ยนสถานะโดยการเพิ่มความร้อนจนถึงจุดเดือดและเปลี่ยนเป็นแก๊ส

ง.การระเหยเปลี่ยนสถานะจากของเหลวบริเวณผิวหน้าเป็นแก๊ส ส่วนการเดือด เป็นการเปลี่ยนสถานะโดยการลดความร้อนจนถึงจุดเยือกแข็งและเปลี่ยนเป็นแก๊ส

4. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสสารทั้งหมด

ก. ปั้นดินน้ำมัน ต้มไข่ ข. เผากระดาษ ทำไอศกรีม

ค. ฉีกกระดาษ แก้วแตก ง. ต้มน้ำจนเดือด ผลไม้เน่าเสีย

5. เวลาปอกหอมแดงน้ำตามักไหล เพราะสารระเหยในหัวหอมจะทำให้แสบตาวิธีแก้ไขในข้อใดเหมาะสมที่สุด

ก. ใส่ถุงมือขณะปอก

ข. นำหอมแดงไปตากแดดสักพักก่อนปอก

ค. ล้างหอมแดงให้เปียกก่อนปอก

ง. เก็บหอมแดงไว้ในตู้เย็นสักพักก่อนนำมาปอก

6. “หากเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำแข็งแห้งและน้ำแข็งเท่ากัน” การเปลี่ยนสถานะที่เกิดขึ้นเหมือนกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

   ก. เหมือนกัน เพราะน้ำแข็งแห้งและน้ำแข็งมีสถานะเป็นของแข็ง

   ข. เหมือนกัน เพราะน้ำแข็งแห้งและน้ำแข็งจะเกิดการหลอมเหลว

   ค. ไม่เหมือนกัน เพราะน้ำแข็งแห้งจะเกิดการระเหิด ส่วนน้ำแข็งจะเกิดการหลอมเหลว

   ง. ไม่เหมือนกัน เพราะน้ำแข็งแห้งจะเกิดการระเหิดหลับ ส่วนน้ำแข็งจะเกิดการควบแน่น

7. การทาแอลกอฮอล์บนผิวหนังก่อนฉีดยา นักเรียนคิดว่าแอลกอฮอล์หายไปไหน

   ก. แอลกอฮอล์ระเหยไปในอากาศ ข. แอลกอฮอล์ระเหิดกลับไปในอากาศ

   ค. แอลกอฮอล์ระเหิดไปในอากาศ ง. แอลกอฮอล์หลอมเหลวลงไปในผิวหนัง

8. การนำน้ำตาลทรายผสมกับน้ำ แล้วต้มจนเกิดเป็นน้ำเชื่อม ซึ่งเป็นของเหลวไม่มีสีเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบใด

   ก. การหลอมเหลวของสสาร ข. การระเหิดกลับของสสาร

   ค. การละลายของสารในน้ำ ง. การแข็งตัวของสสาร

9. สารในข้อใดที่ผสมกับน้ำแล้วเป็นสารเนื้อผสม

   ก. น้ำ+น้ำตาลทราย ข. น้ำ+ด่างทับทิม

   ค. น้ำ+เอทานอล ง. น้ำ+ดิน

10. (A) การใส่เกลือลงไปในน้ำแล้วคนจนเข้ากัน จากนั้นเกลือค่อยๆ หายไป

    (B) การใส่น้ำแข็งลงไปในแก้วที่มีน้ำวางทิ้งไว้แล้วน้ำแข็งค่อยๆ หายไป

    จากข้อมูลข้างต้น การเปลี่ยนแปลงของทั้ง A และ B เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

    ก. เหมือนกัน เพราะเป็นการละลายทั้งคู่

    ข. เหมือนกัน เพราะเป็นการหลอมเหลวทั้งคู่

    ค. ต่างกัน เพราะ (A) เป็นการละลาย (B) เป็นการหลอมเหลว

    ง. ต่างกัน เพราะ (A) เป็นการหลอมเหลว (B) เป็นการละลาย

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงของสาร (Post-test)
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

ชื่อ .....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย × ทับหน้าข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนสถานะของสสารจากแก๊สเป็นของเหลว
   ก. การระเหย ข. การควบแน่น
   ค. การหลอมเหลว ง. การแข็งตัว
2. ข้อใดกล่าวถึงการกลายเป็นไอของสารถูกต้อง
   ก. ของแข็งเปลี่ยนเป็นแก๊ส ข. ของเหลวเปลี่ยนเป็นแก๊ส
   ค. แก๊สเปลี่ยนเป็นของเหลว ง. ของแข็งเปลี่ยนเป็นของเหลว
3. ข้อใดคือความแตกต่างของการระเหิดและการระเหิดกลับที่ถูกต้อง
   ก. การระเหิดเป็นการลดความร้อน ส่วนการระเหิดกลับเป็นการเพิ่มความร้อน
   ข. การระเหิดเป็นการเพิ่มความร้อน ส่วนการระเหิดกลับเป็นการลดความร้อน
   ค. การระเหิดเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว ส่วนการระเหิดกลับ เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊ส
   ง. การระเหิดเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นแก๊ส ส่วนการระเหิดกลับ เป็นการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวแป็นแก๊ส
4. การฉีกกระดาษและการแตกของแก้ว เป็นการเปลี่ยนแปลงของสสารแบบใด
   ก. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ข. การเปลี่ยนสถานะของสาร
   ค. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ง. การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้
5. การตากผ้าในเวลากลางวัน แล้วทำให้ผ้าที่ตากแห้ง เป็นการใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนสถานะของสสารอย่างไร
   ก. น้ำในผ้าเกิดการระเหยไปในอากาศ ข. น้ำในผ้าเกิดการระเหิดไปในอากาศ
   ค. น้ำในผ้าเกิดการระเหิดกลับไปในอากาศ ง. น้ำในผ้าเกิดการควบแน่นไปในอากาศ

6. “หากเพิ่มอุณหภูมิให้กับพิมเสนและช็อกโกแลตเท่ากัน” การเปลี่ยนสถานะที่เกิดขึ้นเหมือนกันหรือไม่

เพราะเหตุใด

ก. เหมือนกัน เพราะพิมเสนและช็อกโกแลตมีสถานะเป็นของแข็ง

ข. เหมือนกัน เพราะพิมเสนและช็อกโกแลตจะเกิดการหลอมเหลว

ค. ไม่เหมือนกัน เพราะพิมเสนจะเกิดการระเหิด ส่วนช็อกโกแลตจะเกิดการหลอมเหลว

ง. ไม่เหมือนกัน เพราะพิมเสนจะเกิดการระเหิดหลับ ส่วนช็อกโกแลตจะเกิดการควบแน่น

7. หลังจากการออกกำลังกายแล้วเหงื่อออก เมื่อนั่งพักสักครู่เหงื่อจะหายไป เพราะเหตุใด

ก. เหงื่อระเหยไปในอากาศ ข. เหงื่อระเหิดกลับไปในอากาศ

ค. เหงื่อระเหิดไปในอากาศ ง. เหงื่อหลอมเหลวลงไปในผิวหนัง

8. การนำเกลือป่นผสมกับน้ำ เพื่อทำน้ำเกลือ ซึ่งเป็นของเหลวไม่มีสีเป็นการเปลี่ยนแปลงแบบใด

ก. การหลอมเหลวของสสาร ข. การระเหิดกลับของสสาร

ค. การละลายของสารในน้ำ ง. การแข็งตัวของสสาร

9.สารในข้อใดที่ผสมกับน้ำแล้วมองเห็นไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

ก. น้ำ+น้ำตาลทราย ข. น้ำ+ด่างทับทิม

ค. น้ำ+เอทานอล ง. น้ำ+ดิน

10. (A) การใส่น้ำตาลลงไปในน้ำแล้วคนจนเข้ากัน จากนั้นน้ำตาลค่อยๆ หายไป

(B) การใส่น้ำแข็งลงไปในแก้วที่มีน้ำวางทิ้งไว้แล้วน้ำแข็งค่อยๆ หายไป

จากข้อมูลข้างต้น การเปลี่ยนแปลงของทั้ง A และ B เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ก. เหมือนกัน เพราะเป็นการละลายทั้งคู่

ข. เหมือนกัน เพราะเป็นการหลอมเหลวทั้งคู่

ค. ต่างกัน เพราะ (A) เป็นการละลาย (B) เป็นการหลอมเหลว

ง. ต่างกัน เพราะ (A) เป็นการหลอมเหลว

ภาคผนวก ง
ค่าดัชนีความสอดคล้องและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางจำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วนมีความสัมพันธ์กัน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. การเขียนสาระการเรียนรู้แกนกลางในแผนถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหา	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนานักเรียนด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
6. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
7. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ เนื้อหาสาระ และระดับชั้นของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้จริง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางจำนวน 5 แผนการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

ประเด็นการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
	1	2	3	4	5		
12. วัสดุอุปกรณ์ สื่อแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13. นักเรียนได้ใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14. มีการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ (Pre-test)

สถานการณ์	ข้อที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
			1	2	3	4	5		
1	1	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
	2	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	3	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	4	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
	5	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
2	6	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	7	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	8	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	9	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	10	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
3	11	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	12	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	13	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	14	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	15	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
4	16	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	17	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	18	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	19	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	20	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ (Pre-test) (ต่อ)

สถานการณ์	ข้อที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นบูรณาการ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
			1	2	3	4	5		
5	21	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	0	0	+1	+1	0	0.40	สอดคล้อง
	22	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	23	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	24	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
	25	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
6	26	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	27	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	28	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	29	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	30	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Post-test)

สถานการณ์	ข้อที่	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	2	3	4	5	IOC เฉลี่ย	แปลผล
1	1	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	2	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	3	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	4	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	5	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	6	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	7	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	8	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	9	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	10	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
3	11	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	12	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	13	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	14	ทักษะการทดลอง	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
	15	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	16	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	17	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	18	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	19	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	20	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
5	21	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	22	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	23	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	24	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	25	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	26	ทักษะการตั้งสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	27	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	28	ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	0	0	+1	0.80	สอดคล้อง
	29	ทักษะการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	30	ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบบันทึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

รายการการบันทึก	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	
1. นักเรียนสามารถระบุคำตอบล่วงหน้าก่อนทำการทดลองได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรต้นได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรตามได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. นักเรียนสามารถกำหนดตัวแปรควบคุมได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. นักเรียนสามารถกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่างๆที่อยู่ในสมมติฐานหรือเกี่ยวข้องกับการทดลองได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. นักเรียนสามารถออกแบบการทดลองได้สอดคล้องกับสมมติฐาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. นักเรียนสามารถดำเนินการทดลองได้ตามแผน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. นักเรียนสามารถบันทึกผลการทดลองได้ละเอียดครบถ้วน และถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9. นักเรียนสามารถแปลความหมายหรือบรรยายลักษณะของข้อมูลที่มีอยู่ได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10. นักเรียนสามารถสรุปความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ทั้งหมดได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Pre-test)

สถานการณ์	ข้อที่	ประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
			1	2	3	4	5		
1	1	การให้เหตุผลแบบสมมตินัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	2	การให้เหตุผลแบบอธิบาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	3	การให้เหตุผลแบบนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	4	การให้เหตุผลแบบอุปนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	5	การให้เหตุผลแบบสมมตินัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	6	การให้เหตุผลแบบอธิบาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	7	การให้เหตุผลแบบนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	8	การให้เหตุผลแบบอุปนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	9	การให้เหตุผลแบบสมมตินัย	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
	10	การให้เหตุผลแบบอธิบาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	11	การให้เหตุผลแบบนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	12	การให้เหตุผลแบบอุปนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	13	การให้เหตุผลแบบสมมตินัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	14	การให้เหตุผลแบบอธิบาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	15	การให้เหตุผลแบบนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	16	การให้เหตุผลแบบอุปนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Post-test)

สถานการณ์	ข้อที่	ประเภทการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC เฉลี่ย	แปลผล
			1	2	3	4	5		
1	1	การให้เหตุผลแบบสมมตินัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	2	การให้เหตุผลแบบอธิบาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	3	การให้เหตุผลแบบนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	4	การให้เหตุผลแบบอุปนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	5	การให้เหตุผลแบบสมมตินัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	6	การให้เหตุผลแบบอธิบาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	7	การให้เหตุผลแบบนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	8	การให้เหตุผลแบบอุปนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	9	การให้เหตุผลแบบสมมตินัย	+1	+1	+1	+1	0	0.8	สอดคล้อง
	10	การให้เหตุผลแบบอธิบาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	11	การให้เหตุผลแบบนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	12	การให้เหตุผลแบบอุปนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	13	การให้เหตุผลแบบสมมตินัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	14	การให้เหตุผลแบบอธิบาย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	15	การให้เหตุผลแบบนิรนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
	16	การให้เหตุผลแบบอุปนัย	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร (Pre-test)

ข้อ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	แปลผล
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	0	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
17	+1	0	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
19	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร (Pre-test) (ต่อ)

ข้อ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	แปลผล
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
23	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
24	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
26	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
29	0	0	+1	+1	+1	0.60	สอดคล้อง
30	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
32	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
33	+1	+1	0	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
35	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
36	0	+1	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
37	+1	0	+1	+1	+1	0.80	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร (Post-test)

ข้อ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	แปลผล
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร (Post-test) (ต่อ)

ข้อ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	แปลผล
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
26	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
29	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
30	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
31	+1	+1	+1	+1	0	0.80	สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
35	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
36	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
38	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
40	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ

ข้อ	แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Pre-test)		แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ (Post-test)	
	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.63	0.34	0.59	0.39
2	0.64	0.49	0.71	0.42
3	0.56	0.22	0.60	0.39
4	0.65	0.41	0.39	0.22
5	0.63	0.27	0.59	0.46
6	0.58	0.24	0.55	0.27
7	0.40	0.24	0.38	0.20
8	0.53	0.44	0.58	0.34
9	0.40	0.20	0.38	0.20
10	0.30	0.20	0.38	0.20
11	0.56	0.25	0.51	0.29
12	0.55	0.31	0.39	0.25
13	0.58	0.41	0.63	0.44
14	0.45	0.20	0.70	0.41
15	0.60	0.22	0.55	0.31
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.84			ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.82	

ตาราง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) และค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ในการตรวจข้อสอบอัตนัย (RAI) ของแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสอบปรนัย)

ข้อ	แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Pre-test)		แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Post-test)	
	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.50	0.73	0.45	0.73
2	0.53	0.64	0.48	0.64
3	0.60	0.73	0.55	0.64
4	0.53	0.64	0.48	0.64
5	0.49	0.67	0.48	0.64
6	0.47	0.71	0.50	0.73
7	0.50	0.76	0.45	0.73
8	0.46	0.64	0.50	0.73
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.74			ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.75	

ตาราง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) และค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์ในการตรวจข้อสอบอัตนัย (RAI) ของแบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (ข้อสอบอัตนัย)

ข้อ	แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Pre-test)		แบบทดสอบการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (Post-test)	
	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.50	0.70	0.45	0.76
2	0.52	0.67	0.47	0.65
3	0.60	0.73	0.54	0.62
4	0.52	0.64	0.48	0.68
5	0.49	0.67	0.49	0.67
6	0.47	0.71	0.50	0.71
7	0.50	0.76	0.45	0.68
8	0.46	0.64	0.51	0.71
ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจข้อสอบอัตนัยทั้งฉบับเท่ากับ 0.95			ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจข้อสอบอัตนัยทั้งฉบับเท่ากับ 0.95	

ตาราง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

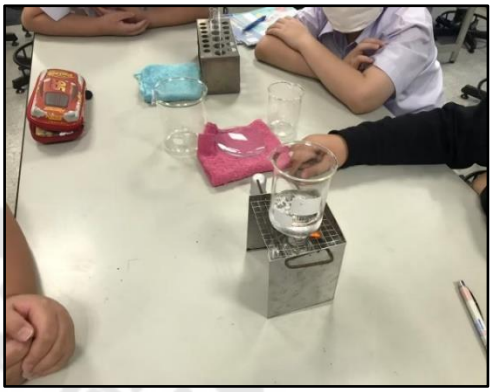
ข้อ	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (Pre-test)		แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ (Post-test)	
	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าความยากง่าย (r)
1	0.76	0.86	0.76	0.86
2	0.60	0.23	0.60	0.27
3	0.62	0.82	0.63	0.82
4	0.79	0.59	0.79	0.59
5	0.79	0.50	0.80	0.50
6	0.33	0.20	0.34	0.23
7	0.50	0.41	0.49	0.41
8	0.64	0.32	0.63	0.27
9	0.57	0.36	0.58	0.36
10	0.60	0.45	0.60	0.60
11	0.33	0.41	0.45	0.45
12	0.62	0.50	0.33	0.33
13	0.64	0.41	0.64	0.41
14	0.60	0.27	0.60	0.27
15	0.55	0.32	0.56	0.56
16	0.57	0.32	0.32	0.32
17	0.36	0.20	0.59	0.59
18	0.26	0.86	0.32	0.32
19	0.60	0.68	0.35	0.35
20	0.43	0.21	0.27	0.27
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.78			ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.79	

ภาคผนวก จ

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้และตัวอย่างผลงานนักเรียน

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมที่ 1 การเปลี่ยนสถาะของสสาร



ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมที่ 2 การระเหิดและการระเหิดกลับ

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมที่ 3 การละลายของสารในน้ำ

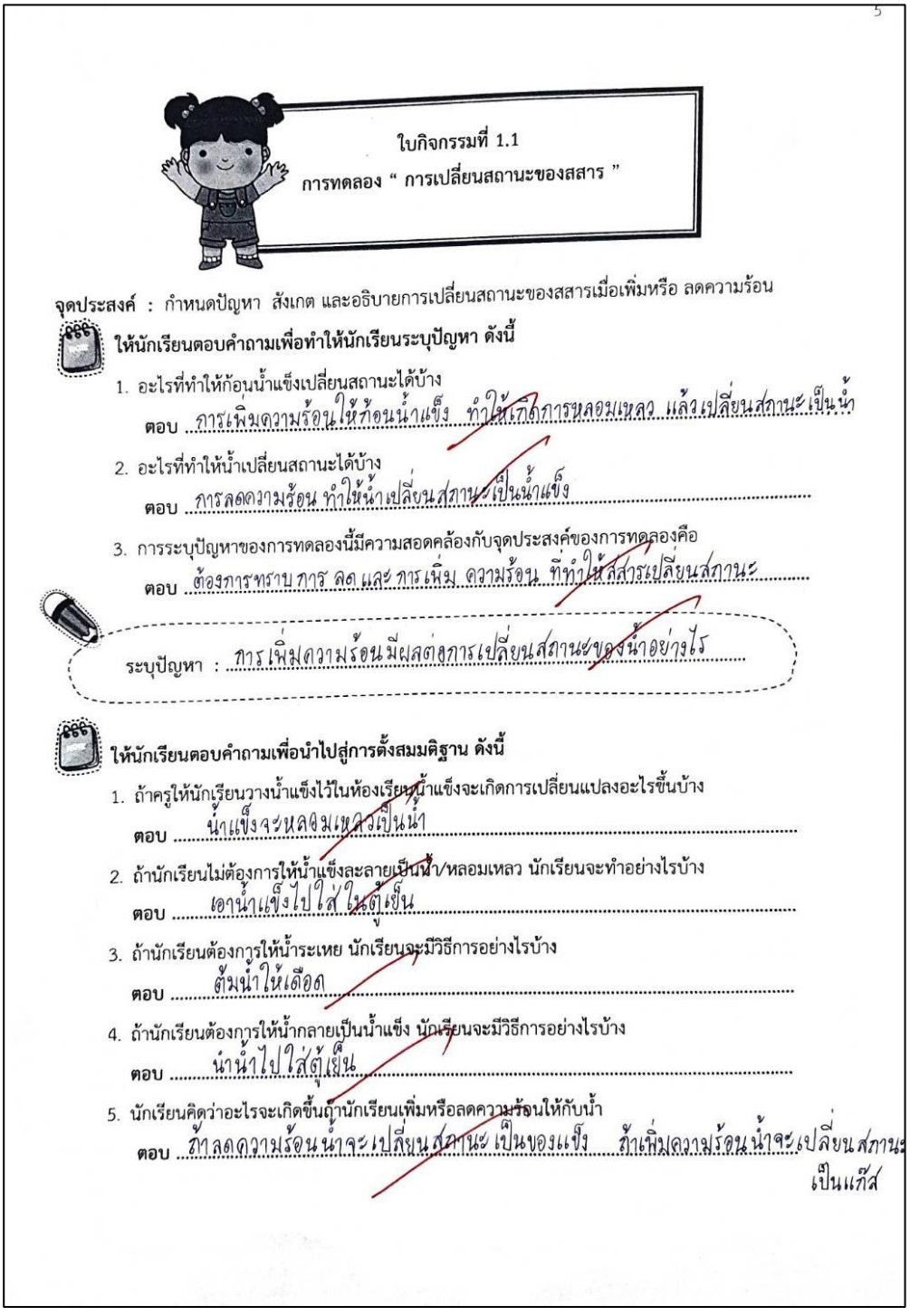
ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมที่ 4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมที่ 5 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

ตัวอย่างผลงานชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางของนักเรียน



ใบกิจกรรมที่ 1.1

การทดลอง " การเปลี่ยนสถานะของสสาร "

จุดประสงค์ : กำหนดปัญหา สังเกต และอธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสารเมื่อเพิ่มหรือ ลดความร้อน

ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อทำให้นักเรียนระบุปัญหา ดังนี้

1. อะไรที่ทำให้ก้อนน้ำแข็งเปลี่ยนสถานะได้บ้าง

   ตอบ การเพิ่มความร้อนให้ก้อนน้ำแข็ง ทำให้เกิดการหลอมเหลว แล้วเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำ

2. อะไรที่ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะได้บ้าง

   ตอบ การลดความร้อน ทำให้น้ำเปลี่ยนสถานะเป็นน้ำแข็ง

3. การระบุปัญหาของการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการทดลองคือ

   ตอบ ต้องการทราบ การ ลด และ การเพิ่ม ความร้อน ที่ทำให้สสารเปลี่ยนสถานะ

ระบุปัญหา : การเพิ่มความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของน้ำอย่างไร

ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. ถ้าครูให้นักเรียนวางน้ำแข็งไว้ในห้องเรียน น้ำแข็งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอะไรขึ้นบ้าง

   ตอบ น้ำแข็งจะหลอมเหลวเป็นน้ำ

2. ถ้านักเรียนไม่ต้องการให้น้ำแข็งละลายเป็นน้ำ/หลอมเหลว นักเรียนจะทำอย่างไรบ้าง

   ตอบ เอาน้ำแข็งไปใส่ในตู้เย็น

3. ถ้านักเรียนต้องการให้น้ำระเหย นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรบ้าง

   ตอบ ต้มน้ำให้เดือด

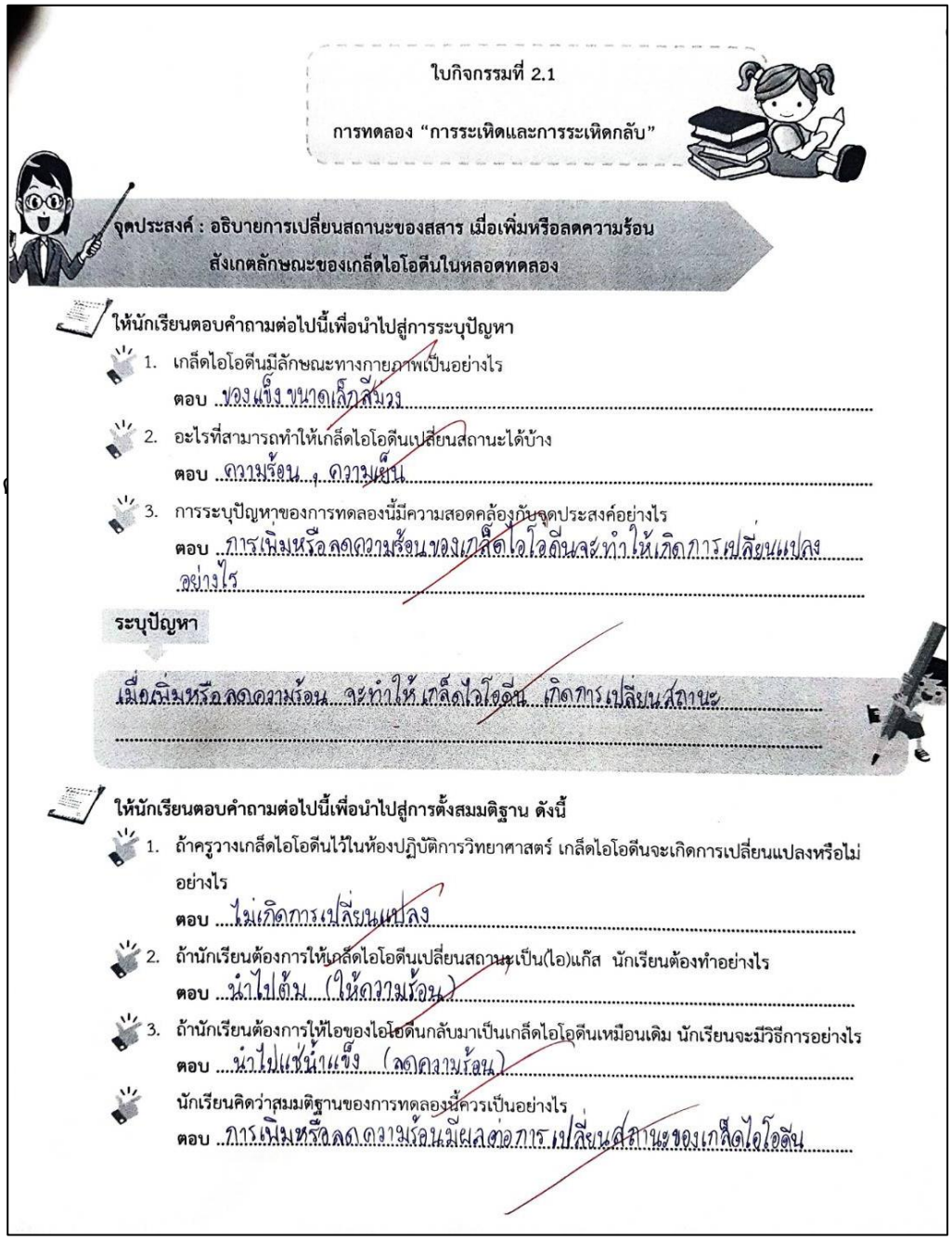
4. ถ้านักเรียนต้องการให้น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไรบ้าง

   ตอบ นำน้ำไปใส่ตู้เย็น

5. นักเรียนคิดว่าอะไรจะเกิดขึ้นถ้านักเรียนเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับน้ำ

   ตอบ ถ้าลดความร้อนน้ำจะเปลี่ยนสถานะ เป็นของแข็ง ถ้าเพิ่มความร้อนน้ำจะเปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส

ตัวอย่างผลงานชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางของนักเรียน (ต่อ)



ใบกิจกรรมที่ 2.1

การทดลอง "การระเหิดและการระเหิดกลับ"

จุดประสงค์ : อธิบายการเปลี่ยนสถานะของสสาร เมื่อเพิ่มหรือลดความร้อน สังเกตลักษณะของเกล็ดไอโอดีนในหลอดทดลอง

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เพื่อนำไปสู่การระบุปัญหา

1. เกล็ดไอโอดีนมีลักษณะทางกายภาพเป็นอย่างไร
   ตอบ ของแข็ง ขนาดเล็กสีม่วง
2. อะไรที่สามารถทำให้เกล็ดไอโอดีนเปลี่ยนสถานะได้บ้าง
   ตอบ ความร้อน , ความเย็น
3. การระบุปัญหาของการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์อย่างไร
   ตอบ การเพิ่มหรือลดความร้อนของเกล็ดไอโอดีนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ระบุปัญหา

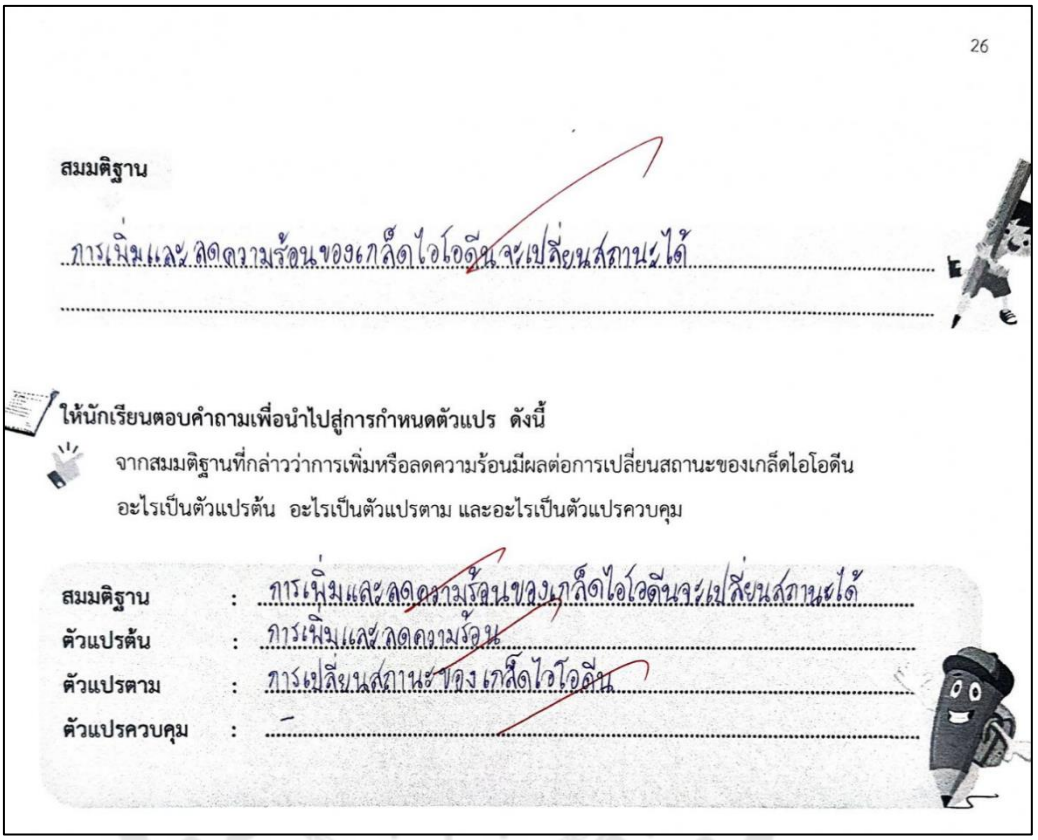
เมื่อเพิ่มหรือลดความร้อน จะทำให้ เกล็ดไอโอดีน เกิดการเปลี่ยนสถานะ

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐาน ดังนี้

1. ถ้าครูวางเกล็ดไอโอดีนไว้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เกล็ดไอโอดีนจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือไม่อย่างไร
   ตอบ ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง
2. ถ้านักเรียนต้องการให้เกล็ดไอโอดีนเปลี่ยนสถานะเป็น(ไอ)แก๊ส นักเรียนต้องทำอย่างไร
   ตอบ นำไปต้ม (ให้ความร้อน)
3. ถ้านักเรียนต้องการให้ไอของไอโอดีนกลับมาเป็นเกล็ดไอโอดีนเหมือนเดิม นักเรียนจะมีวิธีการอย่างไร
   ตอบ นำไปแช่น้ำแข็ง (ลดความร้อน)

นักเรียนคิดว่าสมมติฐานของการทดลองนี้ควรเป็นอย่างไร
ตอบ การเพิ่มหรือลดความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของเกล็ดไอโอดีน

ตัวอย่างผลงานชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางของนักเรียน (ต่อ)



26

สมมติฐาน

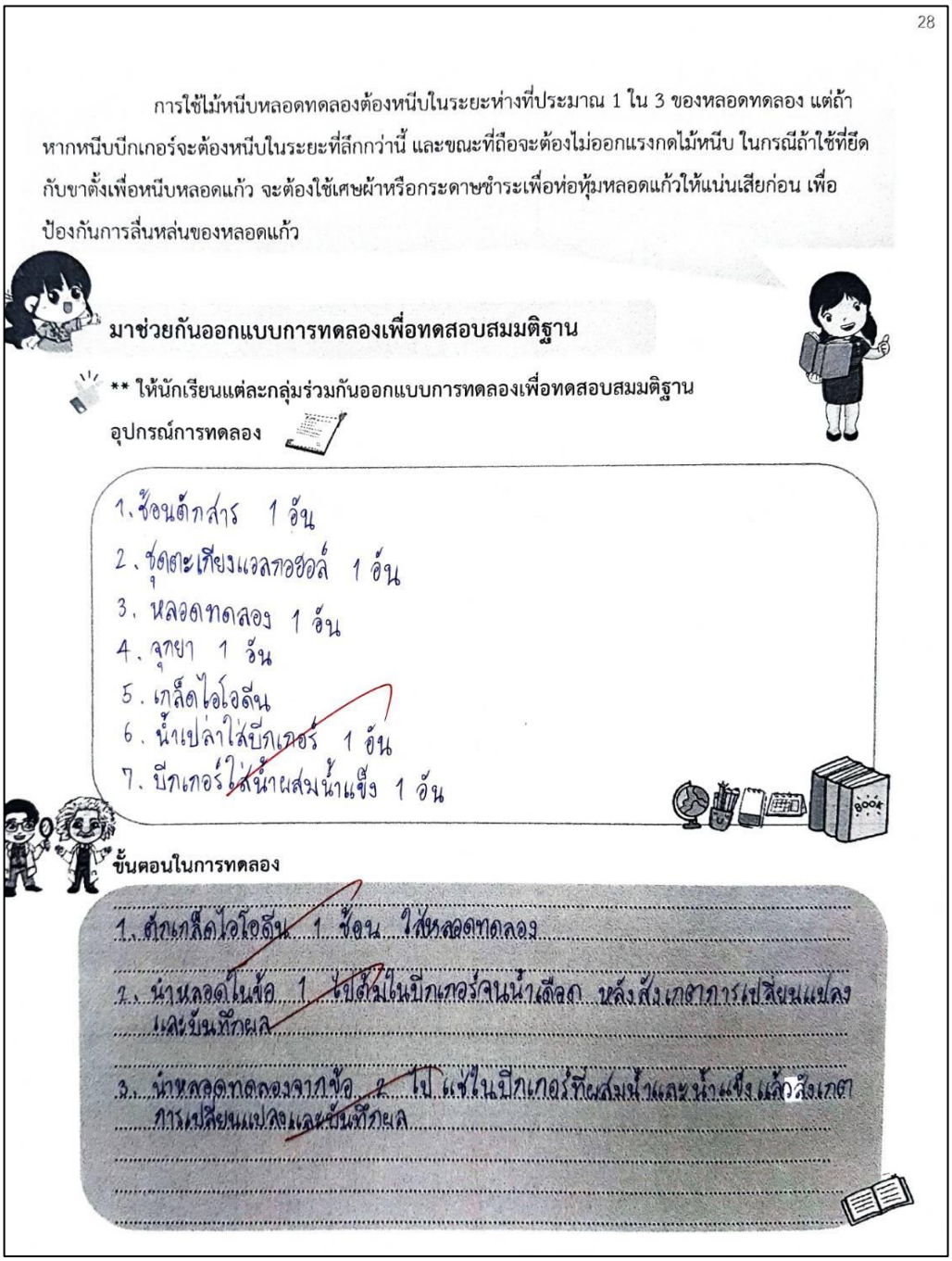
การเพิ่มและลดความร้อนของเกล็ดไอโอดีนจะเปลี่ยนสถานะได้

ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การกำหนดตัวแปร ดังนี้

จากสมมติฐานที่กล่าวว่าการเพิ่มหรือลดความร้อนมีผลต่อการเปลี่ยนสถานะของเกล็ดไอโอดีน อะไรเป็นตัวแปรต้น อะไรเป็นตัวแปรตาม และอะไรเป็นตัวแปรควบคุม

สมมติฐาน	:	การเพิ่มและลดความร้อนของเกล็ดไอโอดีนจะเปลี่ยนสถานะได้
ตัวแปรต้น	:	การเพิ่มและลดความร้อน
ตัวแปรตาม	:	การเปลี่ยนสถานะของเกล็ดไอโอดีน
ตัวแปรควบคุม	:	-

ตัวอย่างผลงานชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางของนักเรียน (ต่อ)



28

การใช้ไม้หนีบหลอดทดลองต้องหนีบในระยะห่างที่ประมาณ 1 ใน 3 ของหลอดทดลอง แต่ถ้าหากหนีบบีกเกอร์จะต้องหนีบในระยะที่สั้นกว่านี้ และขณะที่ถือจะต้องไม่ออกแรงกดไม้หนีบ ในกรณีถ้าใช้ที่ยึดกับขาตั้งเพื่อหนีบหลอดแก้ว จะต้องใช้เศษผ้าหรือกระดาษชำระเพื่อห่อหุ้มหลอดแก้วให้แน่นเสียก่อน เพื่อป้องกันการลื่นหล่นของหลอดแก้ว

มาช่วยกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน

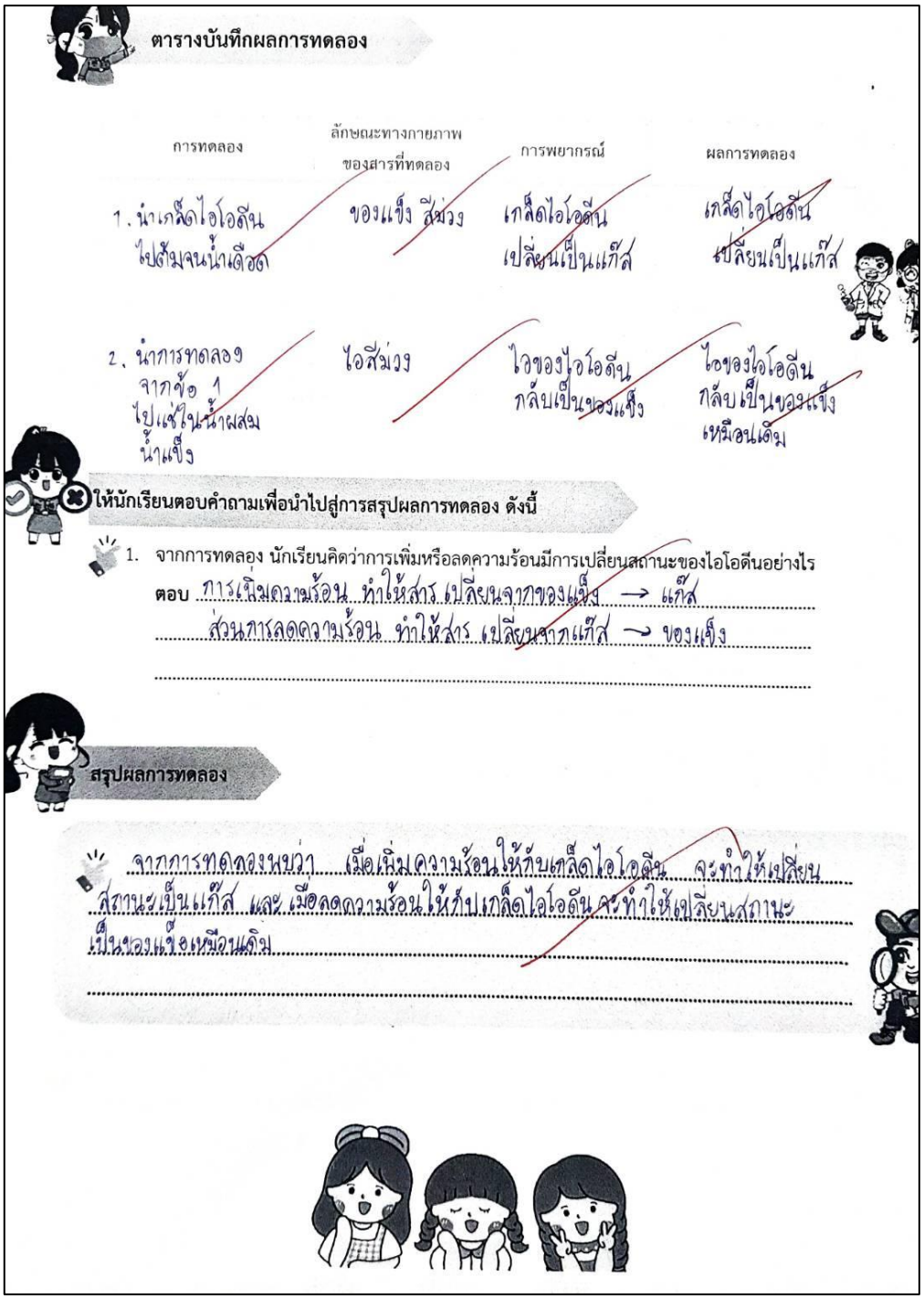
อุปกรณ์การทดลอง

1. ช้อนตักสาร 1 อัน
2. ชุดตะเกียงแอลกอฮอล์ 1 อัน
3. หลอดทดลอง 1 อัน
4. จุกยา 1 อัน
5. เกล็ดไอโอดีน
6. น้ำเปล่าใส่บีกเกอร์ 1 อัน
7. บีกเกอร์ใส่น้ำผสมน้ำแข็ง 1 อัน

ขั้นตอนในการทดลอง

1. ตักเกล็ดไอโอดีน 1 ช้อน ใส่หลอดทดลอง
2. นำหลอดในข้อ 1 ไปใส่ในบีกเกอร์จนน้ำเดือด หลังสังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล
3. นำหลอดทดลองจากข้อ 2 ไปแช่ในบีกเกอร์ที่ผสมน้ำและน้ำแข็ง แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงและบันทึกผล

ตัวอย่างผลงานชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางของนักเรียน (ต่อ)



ตารางบันทึกผลการทดลอง

การทดลอง	ลักษณะทางกายภาพของสารที่ทดลอง	การพยากรณ์	ผลการทดลอง
1. นำเกล็ดไอโอดีนไปต้มจนน้ำเดือด	ของแข็ง สีม่วง	เกล็ดไอโอดีนเปลี่ยนเป็นแก๊ส	เกล็ดไอโอดีนเปลี่ยนเป็นแก๊ส
2. นำการทดลองจากข้อ 1 ไปแช่ในน้ำผสมน้ำแข็ง	ไอสีม่วง	ไอของไอโอดีนกลับเป็นของแข็ง	ไอของไอโอดีนกลับเป็นของแข็งเหมือนเดิม

ให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อนำไปสู่การสรุปผลการทดลอง ดังนี้

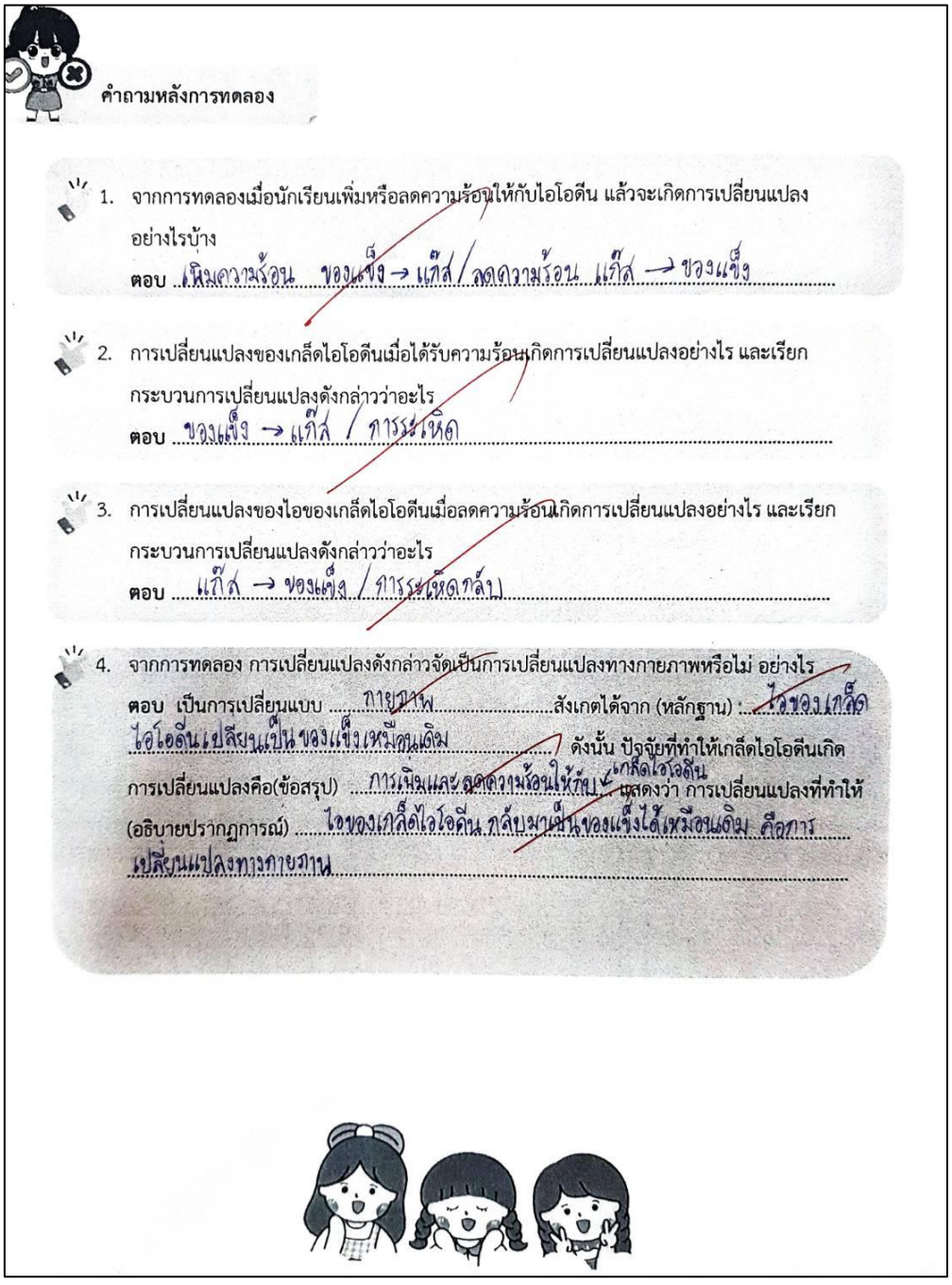
1. จากการทดลอง นักเรียนคิดว่าการเพิ่มหรือลดความร้อนมีการเปลี่ยนสถานะของไอโอดีนอย่างไร

ตอบ การเพิ่มความร้อน ทำให้สาร เปลี่ยนจากของแข็ง → แก๊ส
ส่วนการลดความร้อน ทำให้สาร เปลี่ยนจากแก๊ส → ของแข็ง

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า เมื่อเพิ่มความร้อนให้กับเกล็ดไอโอดีน จะทำให้เปลี่ยนสถานะเป็นแก๊ส และเมื่อลดความร้อนให้กับเกล็ดไอโอดีน จะทำให้เปลี่ยนสถานะเป็นของแข็งเหมือนเดิม

ตัวอย่างผลงานชุดกิจกรรมที่เน้นการสืบเสาะแบบแนะแนวทางของนักเรียน (ต่อ)



คำถามหลังการทดลอง

1. จากการทดลองเมื่อนักเรียนเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับไอโอดีน แล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง

ตอบ เพิ่มความร้อน ของแข็ง → แก๊ส / ลดความร้อน แก๊ส → ของแข็ง

2. การเปลี่ยนแปลงของเกล็ดไอโอดีนเมื่อได้รับความร้อนเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเรียกกระบวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวว่าอะไร

ตอบ ของแข็ง → แก๊ส / การระเหิด

3. การเปลี่ยนแปลงของไอของเกล็ดไอโอดีนเมื่อลดความร้อนเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และเรียกกระบวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวว่าอะไร

ตอบ แก๊ส → ของแข็ง / การระเหิดกลับ

4. จากการทดลอง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจัดเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือไม่ อย่างไร

ตอบ เป็นการเปลี่ยนแบบ กายภาพ สังเกตได้จาก (หลักฐาน) : ไอของเกล็ดไอโอดีนเปลี่ยนเป็นของแข็งเหมือนเดิม ดังนั้น ปัจจัยที่ทำให้เกล็ดไอโอดีนเกิดการเปลี่ยนแปลงคือ(ข้อสรุป) การเพิ่มและลดความร้อนให้กับเกล็ดไอโอดีน แสดงว่า การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้(อธิบายปรากฏการณ์) ไอของเกล็ดไอโอดีน กลับมาเป็นของแข็งได้เหมือนเดิม คือการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุรัตนา วงศ์ปุ่ย
วัน เดือน ปี เกิด	16 ธันวาคม 2529
สถานที่เกิด	สระบุรี
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2553 การศึกษาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พ.ศ.2566 การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	83/2 หมู่ที่ 9 ถนนสุดบรรทัด ตำบลบ้านป่า อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี 18110