

ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบาย
เชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี



นางสาวมารีสา กาญจนตลอด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

พ.ศ. 2565

The Effects of Flipped Classroom Together with 5Es Inquiry-based
Instruction on Analytical Thinking Skill and Scientific Explanation
Ability on the Topic of Force and Law of Motion of Grade 10 Students
at Muang Suratthani School in Surat Thani Province

Miss Marisa Kanjanaklod



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

2022

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ชื่อและนามสกุล นางสาวมารีสา กาญจนตลอด


วิชาเอก วิทยาศาสตร์ศึกษา

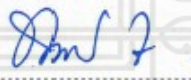
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช


อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์
2. รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์


วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2566

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์)


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

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผู้วิจัย นางสาวมาริสา กาญจนตลอด **รหัสนักศึกษา** 2632000226

ปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2) รองศาสตราจารย์ ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์ **ปีการศึกษา** 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 3) ศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ (ศึกษาพัฒนาการหลังเรียนหรือไม่ ตรวจสอบและเติมให้สมบูรณ์)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 36 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) 2) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และ 3) แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที

ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน การสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ทักษะการคิดวิเคราะห์ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษา

Thesis title: The Effects of Flipped Classroom Together with 5Es Inquiry-based Instruction on Analytical Thinking Skill and Scientific Explanation Ability on the Topic of Force and Law of Motion of Grade 10 Students at Muang Suratthani School in Surat Thani Province

Researcher: Miss Marisa Kanjanaklod; **ID:** 2632000226;

Degree: Master of Education (Science Education);

Thesis advisors: (1) Dr. Tweesak Chindanurak, Associate Professor;

(2) Chumnan Chowakeratipong, Associate Professor; **Academic year:** 2022

Abstract

The purposes of this research were to 1) compare the analytical thinking skill after learning with the 70% criterion; 2) compare scientific explanation ability between pre and post learning; and 3) study the scientific explanation ability of grade 10 students who learned through the flipped classroom together with 5Es inquiry-based instruction on the topic of Force and Law of Motion.

The research sample consisted of 36 grade 10 students in one intact classroom of Muang Suratthani School during the first semester of the academic year 2022, obtained by cluster random sampling. The employed research instruments were 1) instructional plans for the flipped classroom together with 5Es inquiry-based instruction; 2) an analytical thinking skill test; and 3) a scale to assess scientific explanation ability. Statistics for data analysis were the mean, standard deviation, and t-test.

The research results showed that 1) the students' critical thinking skill after learning was significantly higher than the 70 percent of full score criterion at the .05 level of statistical significance; 2) the students' post-learning scientific explanation ability was significantly higher than their pre-learning counterpart ability at the .05 level of statistical significance; and 3) the students' post-learning scientific explanation ability was at the good level.

Keywords: Flipped classroom, Inquiry-based instruction, Analytical thinking skill, Scientific explanation ability, Secondary education

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะผู้วิจัยได้รับความความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก รองศาสตราจารย์ ชำนาญ เขวกีร์ติพงษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และติดตามงานอย่างใกล้ชิด ทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ และประสบการณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ อาจารย์ ว่าที่ร้อยตรี ดร.มนัส บุญประกอบ ในการสอบปกป้องวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำ เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒินางปิยดา คล้ายเพชร นางบุษกร มากชิต นางนุจรี มณีจันทร์ และนางสุมณฑา เกิดทรัพย์ ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือในการสร้าง ตรวจสอบและแก้ไขเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และขอบคุณนักเรียนที่โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช เพื่อนนักศึกษา บุคคลในครอบครัว และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ทุกท่านที่ได้กรุณาให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

มารีสา กาญจนตลอด

กุมภาพันธ์ 2566

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	5
กรอบแนวคิดการวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย	6
ขอบเขตการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
ประโยชน์ที่ได้รับ	9
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	11
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	11
การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)	16
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	28
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E)	42
ทักษะการคิดวิเคราะห์	43
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	56
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	62
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	67
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	67
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	67
การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	68
การเก็บรวบรวมข้อมูล	79
การวิเคราะห์ข้อมูล	80

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	86
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและ กฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70	86
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน	87
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	90
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	93
สรุปการวิจัย	93
อภิปรายผล	96
ข้อเสนอแนะ	102
บรรณานุกรม	103
ภาคผนวก	111
ก รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	112
ข เอกสารการดำเนินการวิจัย	118
ค ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องของเครื่องมือวิจัย	122
ง คุณภาพของเครื่องมือวิจัย	168
จ ตัวอย่างเครื่องมืองานวิจัย	172
ฉ เครื่องมือที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย	203
ประวัติผู้วิจัย	210

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมและเวลาที่ใช้ระหว่างห้องเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน (ปรับจาก วิจารณ์ พานิช, 2557, น. 27-28)	23
ตารางที่ 2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E ของสุภาพร สุตบนิต (2557)	25
ตารางที่ 2.3 ระดับของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้	33
ตารางที่ 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้นปรับมาจาก นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ (2560)	38
ตารางที่ 2.5 สรุปประเภทของการคิดวิเคราะห์	48
ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์รายวิชาวิทยาศาสตร์ (ดัดแปลงจากชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ ,2557, น. 21-29)	52
ตารางที่ 2.7 การเชื่อมโยงขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะ องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้	58
ตารางที่ 2.8 แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป	60
ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้	69
ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	71
ตารางที่ 3.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้	73
ตารางที่ 3.4 การจำแนกข้อสอบในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์	74
ตารางที่ 3.5 การจำแนกข้อสอบในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	76
ตารางที่ 3.6 แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป	77
ตารางที่ 3.7 การแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	78
ตารางที่ 3.8 การแปลความหมายค่าความยาก (p) ของข้อสอบ	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 3.9 การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ	84
ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียน กลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70	87
ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่าง ก่อนเรียนและหลังเรียน	88
ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	89
ตารางที่ 4.4 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและ กฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	90
ตารางที่ 4.5 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบโดย การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	91
ตารางที่ 4.6 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายบุคคลโดย การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	91

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	5
ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้	35



บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมโลกในปัจจุบันนับตั้งแต่ก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 เป็นช่วงเวลาแห่งการเปลี่ยนแปลงและผันแปรอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เป็นผลจากการขับเคลื่อนของ 3 กระแสหลัก ซึ่งประกอบด้วย 1) กระแสโลกาภิวัตน์ (Globalization) ที่หลอมรวมสังคมทั้งโลกให้เป็นสังคมเดียว เชื่อมโยงโลกทั้งใบเข้าด้วยกัน ผู้คนสามารถติดต่อสื่อสาร หรือเดินทางถึงกันได้ทั่วโลกในเวลาอันรวดเร็ว 2) กระแสการพัฒนาเทคโนโลยี (Big Bang of Technology) ที่มีการพัฒนาขึ้นอย่างก้าวกระโดด ก่อให้เกิดนวัตกรรมทางเทคโนโลยีขึ้นในโลกอย่างมากมาย และทำให้โลกมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น และ 3) กระแสความเป็นใหญ่ของเงินทุน (Financialization) ที่เงินเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในโลกสมัยใหม่ โลกาภิวัตน์และเทคโนโลยีทางการเงินทำให้เงินเป็นตัวขับเคลื่อนโลกในแทบทุกด้าน พร้อมกับการพัฒนารูปแบบเป็นดิจิทัลมากขึ้น (ธานินทร์ เอื้ออภิธร, 2560) 3 กระแสหลักของโลกที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้สร้างปรากฏการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคมในโลกสมัยใหม่ที่เรียกว่า VUCA World ซึ่งหมายถึง โลกที่มีการเปลี่ยนแปลง พลิกผันอย่างรวดเร็ว เป็นคำย่อมาจากความผันผวน (Volatility) ความไม่แน่นอน (Uncertainty) ความสลับซับซ้อน (Complexity) และความคลุมเครือ (Ambiguity) VUCA World ถือว่าเป็น The New Normal หรือเป็นสภาวะปกติแบบใหม่ของโลกที่ผู้คนในสังคมจำเป็นต้องหาเทคนิค วิธีการ หรือเครื่องมือในการอยู่กับ VUCA World ให้ได้ เพื่อให้ทันหรือนำการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และเข้าถึงโอกาสใหม่ ๆ ที่เข้ามา ด้วยการสร้างความพร้อมในการรับมือความผันผวน ไม่แน่นอน ซับซ้อน และคลุมเครือให้ได้ (Namprom, 2019) ในการรับมือกับกระแสโลกที่พลิกผัน หรือ VUCA World นี้การศึกษาเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาคนให้มีคุณภาพ มีศักยภาพ ทักษะ ความรู้ ความสามารถ และสมรรถนะสำคัญที่จำเป็นที่พร้อมต่อสภาวะการณ์การเปลี่ยนแปลงของโลก

โดยสถานการณ์ด้านการศึกษาของประเทศไทย ในช่วงที่ผ่านมายังคงมีข้อจำกัดในหลายมิติ กล่าวคือด้านคุณภาพของการศึกษา ผลการประเมินการศึกษาในภาพรวมทั้งระดับชาติและนานาชาติยังอยู่ในระดับที่น่าเป็นห่วงและควรได้รับการพัฒนาอย่างยิ่ง และในระยะเวลา 2 ปีที่ผ่านมาการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ส่งผลกระทบต่อหลายมิติทั่วโลก รวมทั้งผลกระทบต่อการจัดการศึกษาในหลายแง่มุม จากการประเมินสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางการศึกษาที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 พบว่านำมาสู่ภาวะการเรียนรู้ถดถอย (learning loss) แม้จะ

เปลี่ยนมาจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ แต่ก็มีประสิทธิภาพไม่เท่ากับการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนได้ทำให้ผู้เรียนมีปัญหาทั้งการเรียนที่ต้องหยุดชะงักไป จนถึงความไม่พร้อมของผู้ปกครอง การขาดแคลนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ การเข้าถึงอินเทอร์เน็ต การใช้เวลาหน้าจอคอมพิวเตอร์นานเกินไป การขาดปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น ส่งผลทำให้เกิดความเครียดทั้งผู้เรียนและครูผู้สอน และอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือการที่ผู้เรียนมีเวลาในการเรียนรู้ที่ลดลง ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เป็นช่วงเวลาที่ผู้เรียนต้องใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่บ้าน ทำให้ขาดการทบทวนบทเรียนเป็นเวลานาน นอกจากความรู้บางส่วนที่ขาดหายไปแล้ว ยังอาจส่งผลต่อพื้นฐานความรู้ในด้านสำคัญ ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในสังคม

จากสภาวะวิกฤตที่เกิดขึ้นกับระบบการจัดการศึกษาของไทย และการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลก ส่งผลต่อวิถีการดำรงชีวิตของสังคมอย่างกว้างขวาง จะเห็นได้ว่าความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมของมนุษย์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานของคนทุกระดับ สังเกตได้จากช่วงที่มีการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 มีการใช้เทคโนโลยี นวัตกรรมรูปแบบการศึกษาใหม่ ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองในรูปแบบใหม่ ๆ หรือใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับบริบทของแต่ละพื้นที่ทั่วโลกโดยสิ่งเหล่านี้ล้วนมาจากความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ ฉะนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้อย่างสร้างสรรค์ และมีเหตุผล ดังนั้นเพื่อเตรียมพร้อมและพัฒนาความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องให้เกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพด้วย ซึ่งต้องให้ความสำคัญกับการมีบทบาทโดยตรงของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ทดลอง ค้นคว้า เก็บข้อมูล หาหลักฐาน และนำมาตีความ เพื่อนำไปสู่การสร้างคำอธิบายและลงข้อสรุปเป็นแนวคิด ความรู้ หรือหลักการ อีกทั้งจะต้องเตรียมความพร้อมให้นักเรียนมีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) สมรรถนะสำคัญตามแนวคิดทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่สนองตอบโลกยุค VUCA ประกอบด้วย 1) กลุ่มทักษะพื้นฐาน (Foundation Literacies) เช่น การอ่านออกเขียนได้ คิดคำนวณเป็น ใช้เทคโนโลยีได้ ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการเงิน ด้านการเป็นพลเมืองและวัฒนธรรม 2) กลุ่มทักษะที่เป็นสมรรถนะสำคัญ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสารและการให้ความร่วมมือ และ 3) กลุ่มทักษะที่เป็นคุณลักษณะที่สำคัญ เช่น ความสงสัย การมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความพยายามที่จะทำตามเป้าหมายให้สำเร็จ การปรับตัว ภาวะผู้นำ และความตระหนักรู้ทางสังคมและวัฒนธรรม (วัฒนาพร ระงับทุกข์, 2563) โดยจะเห็นว่าหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีความคิด เป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์และมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ มีความเข้าใจในแนวคิด หลักการ กฎและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และ

แก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาการคิดขั้นสูง พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร การตัดสินใจ และมีหลักการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ คือ การทำให้นักเรียนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) โดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development; OECD) ได้ให้ความหมายของการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง การที่บุคคลสามารถมีส่วนร่วมกับประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในฐานะพลเมือง และลักษณะสำคัญของผู้รู้เรื่องวิทยาศาสตร์คือจะต้องเป็นผู้ที่มีส่วนร่วมในการพูดคุยให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ถ้าประชาชนมีการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ในระดับที่เหมาะสมและเพียงพอประชาชนจะมีความเชื่อมั่นและสามารถตัดสินใจได้โดยใช้วิทยาศาสตร์เป็นฐาน (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2561, น. 21)

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific explanation) ก็นับว่าเป็นสมรรถนะหนึ่งของนักเรียนในการใช้ความรู้ความเข้าใจ ทักษะในการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงแนวคิดหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้กับปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่พบเจอในชีวิตจริงเพื่อนำเสนอประเด็น ข้อโต้แย้ง หรือการตัดสินใจของตนเองต่อสาธารณชน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557) รวมทั้งเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้เชิงวิทยาศาสตร์เนื่องจากคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการสื่อสารที่สามารถบ่งบอกความเข้าใจเชิงลึกได้ (Kuhnand Reiser, 2008)

เมื่อพิจารณาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันของประเทศไทยไม่มีความสอดคล้องหรือไม่ได้เป็นไปตามเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหาสาระ และความจำมากกว่าการพัฒนาทักษะและสมรรถนะ ในส่วนของผู้วิจัยได้พยายามออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ได้กำหนดไว้ คือ เน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ เรียนรู้อย่างมีความหมาย แต่เนื่องด้วยเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีไม่เพียงพอกับจำนวนเนื้อหาที่มาก ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมอภิปราย ไม่มีการพัฒนาทักษะและสมรรถนะในชั้นเรียนได้อย่างเต็มที่ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดกระบวนการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการแก้ปัญหา ที่มีประสิทธิภาพจึงไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ในชีวิตจริง ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ได้

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจในยุคปัจจุบัน การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาสื่อต่าง ๆ เช่น การเรียนนอกห้อง การอ่านหนังสือ วิดีโอ และ PowerPoint ที่มี

เสี่ยงก่อนการเข้าชั้นเรียน เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้เตรียมความพร้อมโดยการดูสื่อต่าง ๆ ก็จะมีการ ทบทวนสอบถามข้อสงสัย ซึ่งเป็นแนวทางที่สนับสนุนการเรียนรู้ด้านคิดวิเคราะห์ได้ดี (ปรีชา สามัคคีและ ปัญญา เลิศไกร, 2557) กิจกรรมในชั้นเรียนนักเรียนจะอภิปรายเป็นกลุ่มย่อย ๆ เกี่ยวกับปัญหาต่าง ๆ ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำ สังเกตว่านักเรียนมีแรงจูงใจมากกว่าการสอนในรูปแบบดั้งเดิม ซึ่งสอดคล้องกับ สรุศักดิ์ ปาเฮ (2556) ได้กล่าวไว้ว่า “ห้องเรียนกลับด้าน” เป็นวิธีการใช้ห้องเรียนให้เกิดคุณค่าแก่เด็กโดยใช้ ฝึกประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้แบบ “รู้จริง (Mastery Learning)” จึงจะมี ส่วนสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการคิด เกิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ขึ้นใน ชั้นเรียน ซึ่งกิจกรรมในชั้นเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางนั้นจะค่อนข้างยืดหยุ่น คือ อาจ ผสมผสานกับรูปแบบการเรียนอื่นได้หลากหลายเพื่อให้เหมาะสมแก่การจัดการเรียนรู้ในสาขาทาง วิทยาศาสตร์ เช่น การเรียนแบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) การเรียนแบบใช้ปัญหา เป็นฐาน (Problem- Based Learning) กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Based Learning) และ สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นต้น (วิจารณ์ พานิช, 2556ค) ห้องเรียนกลับด้านทำให้เกิดการ ปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนจากที่เคยเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาเป็นการเน้นกระบวนการ สิ่งสำคัญ คือ ครู จะต้องอธิบายกระบวนการเรียนให้นักเรียนเข้าใจและเพื่อจะให้ได้ผลดีควรให้นักเรียนจัดสิ่งรบกวนขณะดู วิดีโอการสอนหรือศึกษาเนื้อหานอกชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนจะต้องมีทักษะด้านการรู้เท่าทันการสื่อสาร สารสนเทศ และสื่อ (communications, information and media literacy) ที่เป็นหนึ่งในทักษะการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านจะขึ้นกับการให้ความร่วมมือและ ความรับผิดชอบของนักเรียนด้วย ดังนั้นนักเรียนจึงต้องมีการกำกับตนเองในการเรียน ฝึกวินัยและความ รับผิดชอบต่อหน้าที่การเรียนของตนจึงจะเกิดประสิทธิภาพที่ดีในการจัดการเรียนรู้ ถือได้ว่าเป็นการสร้าง พื้นฐานการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเองและเป็นแนวทางในการลดสภาวะถดถอยทางการ เรียนรู้ได้อีกเช่นกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับ สืบเสาะหาความรู้ (5E) มาใช้สอนในรายวิชาฟิสิกส์ 1 เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ เพราะเป็นเนื้อหาที่ นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้และเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น เช่น การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ งานพลังงาน โมเมนตัมและการชน เป็นต้น ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เนื่องจากการจัดการเรียนเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) จะช่วยให้นักเรียน สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบ และที่สำคัญการเรียนรู้แบบห้องเรียน กลับด้านเป็นตัวช่วยส่งเสริมให้ขั้นตอนเรียนรู้ 5 ขั้น ของการสืบเสาะหาความรู้ในชั้นเรียนมีประสิทธิภาพ มากขึ้น ทั้งนี้เพื่อศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาฟิสิกส์ 1 และนำผลการวิจัยไปใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ รวมถึงนำไปพัฒนาการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

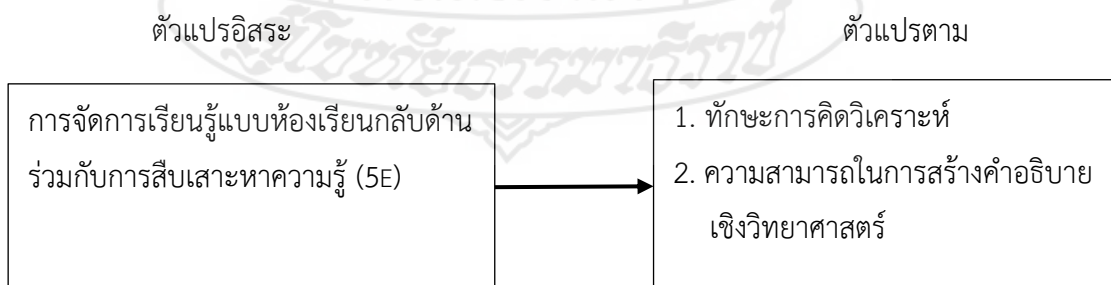
2.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2.3 เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ตามแนวคิดของไบรอัน มิลเลอร์ (Brian Miller) ที่มีการแบ่งห้องเรียนออกเป็น 2 ส่วนคือ ชั้นเรียนรู้นอกชั้นเรียน (Out Class Activities) และชั้นเรียนรู้ในชั้นเรียน (In Class Activities) ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ที่มี 3 ด้าน ได้แก่ ความสำคัญ ความสัมพันธ์ หลักการ การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดของแม็คเน็ลและคราร์จซิค (McNeill and Krajcik) ที่มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และเหตุผล รวมไปถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้เสนอกรอบแนวคิดในการวิจัยตามลักษณะตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

4. สมมติฐานการวิจัย

4.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

4.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน

4.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

5. ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ ที่มีต่อ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ 1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

5.1 ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.1 *ประชากร* คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 160 คน

5.1.2 *กลุ่มตัวอย่าง* คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 36 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม

5.2 ด้านตัวแปรที่ศึกษา

5.2.1 *ตัวแปรอิสระ*

- 1) การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

5.2.2 *ตัวแปรตาม*

- 1) ทักษะการคิดวิเคราะห์
- 2) ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

5.3 ด้านเนื้อหา

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหา เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ วิชาฟิสิกส์ 1 เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560

5.4 ด้านระยะเวลาที่ทำการทดลอง

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ระยะเวลา 5 สัปดาห์ รวมจำนวน 20 ชั่วโมง

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

6.1 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง การเรียนที่บ้านทำการบ้านที่โรงเรียน ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง โดยการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมด้วยตนเองซึ่งจะศึกษาวิดีโอออนไลน์ต่าง ๆ นอกห้องเรียน และจะมาทำกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะ เป็นกิจกรรมการทดลอง การทำโจทย์ แบบฝึกหัดต่าง ๆ โดยครูจะคอยเป็นผู้แนะนำ ตอบข้อสงสัยจากการเรียนรู้ในห้องเรียน รวมไปถึงการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตประจำวันได้

6.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีการสืบค้นความรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มาเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มต้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่การค้นหาคำตอบ และแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้รับกับบุคคลอื่นตลอดจนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสมเกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

6.3 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนศึกษาสื่อการเรียนรู้ก่อนการเรียนในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้พื้นฐานความรู้ ซึ่งครูจะตรวจสอบการเรียนรู้ ทำความเข้าใจของนักเรียนผ่านการจดบันทึก โปสต์ความคิดเห็นในสื่อและตั้งคำถามล่วงหน้า จากนั้นเมื่ออยู่ในชั้นเรียนจริงนักเรียนจะได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต่อยอดจากเนื้อหาเบื้องต้นและถามตอบจากสิ่งที่ได้เรียนผ่านสื่อมาแล้ว โดยจะอยู่ในลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่เน้นกิจกรรมในชั้นเรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และมีครูเป็นผู้ชี้แนะ ให้คำแนะนำหรือให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของไบรอันมิลเลอร์ (Brian Miller) สามารถแบ่งชั้นการสอนออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

6.3.1 ชั้นเรียนรู้นอกชั้นเรียน (Out Class Activities)

ชั้นเตรียม ผู้สอนสร้างกลุ่มโดยใช้กูเกิลคลาสรูม (Google Classroom) ขึ้นมาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากนั้นครูจะมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนกลับไปศึกษาเนื้อหาใน

เรื่องนั้น ๆ จากสื่อที่ผู้สอนได้รวบรวมไว้ในกลุ่มกุเกิล คลาสรูม ซึ่งอาจจะสร้างขึ้นเอง และนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้ด้วยตนเองจากหนังสือเรียนหรือจากแหล่งอื่น ๆ โดยตรวจสอบการเรียนรู้ ทำความเข้าใจของนักเรียนผ่านการจดบันทึก โปสต์ความคิดเห็นในสื่อและตั้งคำถามล่วงหน้า

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูสร้างความสนใจโดยตั้งคำถามระบุประเด็นที่สงสัย ในเนื้อหาหรือสาระสำคัญที่กำหนดไว้ หรือนักเรียนศึกษาจากวิดีโอ (ล่วงหน้าก่อนการสอนจริง) แล้วครูถามประเด็นปัญหาไว้ นักเรียนตั้งคำถามตั้งประเด็นที่ตนเองไม่เข้าใจแล้วนำมาอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การคิดวิเคราะห์และการสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claim)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและสืบค้น (Exploration) ให้นักเรียนได้ค้นพบประเด็นที่สงสัย โดยผู้สอนได้แชร์วิดีโอที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ไว้ให้ศึกษาค้นคว้า เมื่อนักเรียนได้สืบค้นหาคำตอบของคำถามนั้นแล้ว นักเรียนสรุปบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างเป็นระบบระเบียบในแบบบันทึกคอร์เนล เพื่อให้ได้หลักฐานของคำตอบที่จะเป็นข้อกล่าวอ้าง (Claim) โดยการบันทึกดังกล่าวมีการแบ่งกระดาษออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นพื้นที่ ที่ใหญ่ที่สุด เรียกว่า ส่วนที่ใช่จดบันทึก (Note-Taking Area) สำหรับจดโน้ตในช่วงที่เรียน

ส่วนที่ 2 เรียกว่า ส่วนบันทึกช่วยเตือนความจำ (Cue Column) สำหรับบันทึกประเด็นสำคัญเชื่อมโยงจากส่วนแรก โดยเป็นคำสำคัญหรือคำถามก็ได้ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ 2 ประการ คือ ง่ายสำหรับการทบทวนโดยไม่ต้องอ่านทั้งหมด และเพื่อให้เห็นโครงร่างทั้งหมดของบทเรียน

ส่วนที่ 3 เรียกว่า พื้นที่สำหรับสรุป ทบทวน (Summary Area) พื้นที่ใต้สุดของกระดาษใช้จัดสรุป หรือการวิเคราะห์จากผู้จดภายหลังจบคลาส หรือหลังได้ฟังเรื่องทั้งหมด เพื่อให้เข้าใจที่สุด

6.3.2 ชั้นเรียนรู้ในชั้นเรียน (In Class Activities)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและสืบค้น (Exploration) ให้นักเรียนได้ค้นพบประเด็นที่สงสัย เพื่อให้ได้หลักฐานของคำตอบที่จะเป็นข้อกล่าวอ้าง (Claim)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อมูล (Explanation) เมื่อเข้ามาในชั้นเรียนผู้สอนได้จัดให้แต่ละกลุ่มปรึกษากัน โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์/ความคิดเชิงตรรกะนำมาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ค้นพบจากการสืบค้น ซึ่งนักเรียนอธิบายและลงข้อสรุปที่เป็นข้อกล่าวอ้าง (Claim) ผ่านการแสดงผลหลักฐาน (Evidence) โดยการเขียนบรรยายหรือวาดรูป ก่อนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องที่ผู้สอนมอบหมายและสรุปความสำคัญ หลังจากการนำเสนอเสร็จนักเรียนและผู้สอนร่วมกันอธิบายและหาข้อสรุปจากกิจกรรมอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) ผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ใหม่ในอนาคตและเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียน โดยอาจจะตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียน

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน (Evaluation) 1) ประเมินการเรียนรู้โดยนักเรียนตอบคำถามของตนเองผ่านการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Writing) ซึ่งคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) (2) หลักฐาน (Evidence) และ (3) เหตุผล (Reasoning) 2) ให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้เรียนคนอื่น ๆ 3) ผู้สอนประเมินจากชิ้นงานหรือกิจกรรมเพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะคิดวิเคราะห์และการลงข้อสรุป 4) ให้นักเรียนพูดถึงวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของตนเอง และ 5) ให้นักเรียนนำความรู้ แบบจำลอง หรือแบบแผนความรู้ ไปอธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ หรือเรื่องอื่น ๆ

6.4 ทักษะการคิดวิเคราะห์

ทักษะการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกเป็นส่วนย่อย ๆ และมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูลเหล่านั้น เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการคิดระดับอื่น ๆ เพื่อให้เข้าใจสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบวัดตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ การวิเคราะห์หลักการ แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นด้าน ด้านละ 5 ข้อ

6.5 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างข้อความที่ใช้ในการให้ความหมาย อธิบาย และการกล่าวอ้างในบริบททางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้จากการสังเกต ทดลองหรือการสืบค้นอื่น ๆ ที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ นำมาเชื่อมโยงกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับหลักฐานโดยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ส่วน ดังนี้

6.5.1 **ข้อกล่าวอ้าง (Claim)** คือ คำตอบของคำถาม หรือข้อสรุปของคำถาม

6.5.2 **หลักฐาน (Evidence)** คือ ข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบหรือข้อสรุป

6.5.3 **เหตุผล (Reasoning)** คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างสามารถวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้จากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

7.1 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

7.2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์

7.3 เพื่อเป็นแนวทางให้ครู และผู้ที่สนใจได้นำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนในเนื้อหาของกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี หรือสาขาอื่น ๆ ต่อไป

7.4 เพื่อเป็นแนวทางสนับสนุนในการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนเพื่อลดภาวะการเรียนรู้ ถดถอย (learning loss)



บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งหัวข้อดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา
 2. การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)
 3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
 4. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
 5. ทักษะการคิดวิเคราะห์
 6. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก โดยยึดมั่นในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข และมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ

1.2 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

การจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานจะต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม สภาพแวดล้อม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพคนของชาติให้สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการเรียนรู้ให้มีคุณภาพและมาตรฐานระดับสากลสอดคล้องกับประเทศไทย 4.0 และโลกในศตวรรษที่ 21

กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจึงได้ดำเนินการ ทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยนำข้อมูลจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี และแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 มาใช้ เป็นกรอบและทิศทางในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความเหมาะสมชัดเจนยิ่งขึ้น และเห็นควรปรับปรุงหลักสูตร ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ และเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วย ให้มนุษย์มีความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมใน การบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานด้วย กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือสร้างนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เอื้อ ประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต การใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และ เทคโนโลยีและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้ความรู้ ความสามารถ ทักษะกระบวนการและเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวอย่างเข้าใจ สภาพที่เป็นอยู่ และการเปลี่ยนแปลงเพื่อนำไปสู่การจัดการและปรับใช้ในการดำรงชีวิตและการประกอบ อาชีพอย่างสร้างสรรค์

1.3 เป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีความเกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและอาชีพต่าง ๆ รวมทั้ง มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาผลผลิตต่าง ๆ ที่ใช้ในการอำนวยความสะดวกทั้งในชีวิต และการทำงาน ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบ เป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3) การจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชา วิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และ สภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหาและ การจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

1.4 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

1.4.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับ และส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง
- 2) ความสามารถในการคิด เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นในสมองที่ใช้สัญลักษณ์หรือภาพแทนสิ่งของ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ จากประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่หรือสิ่งเร้าใหม่ที่ได้ซึ่งประกอบไปด้วย ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นการนำเอาประสบการณ์เดิมที่เกิดจากการเรียนรู้มาเป็นพื้นฐานของการแก้ปัญหาในสถานการณ์เดิมหรือปัญหาใหม่
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นกระบวนการต่าง ๆ ที่ดำเนินในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี

1.4.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง

6) มุ่งมั่นในการทำงาน

7) รักความเป็นไทย

8) มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

1.5 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

ในการศึกษาของผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์จะต้องศึกษาสาระการเรียนรู้ให้ครบดังนี้

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

และในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม มีดังนี้

1. สาระชีววิทยา

2. สาระเคมี

3. สาระฟิสิกส์

4. สาระโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ไว้ดังนี้

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.2 เข้าใจการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ธรรมชาติของคลื่น เสียง และการได้ยินปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสงและการเห็น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแสง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.3 เข้าใจแรงไฟฟ้าและกฎของคูลอมบ์ สนามไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและกฎของโอห์ม วงจรไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าการเปลี่ยนพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า สนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กที่กระทำกับประจุไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า การเหนี่ยวนำ แม่เหล็กไฟฟ้าและกฎของฟาราเดย์ ไฟฟ้ากระแสสลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและการสื่อสาร รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 6.4 เข้าใจความสัมพันธ์ของความร้อนกับการเปลี่ยนอุณหภูมิและสถานะของสสาร สภาพยืดหยุ่นของวัสดุ และมอดูลัสของยัง ความดันในของไหล แรงพยาง และลักของอาร์คิมิดีส ความตึงผิวและแรงหนืดของของเหลว ของไหลอุดมคติ และสมการแบร์นูลลีกฎของแก๊ส ทฤษฎีจลน์ของแก๊สอุดมคติและพลังงานในระบบ ทฤษฎีอะตอมของโบร์ ปฏิกิริยาการณโฟโตอิเล็กทริก ทวิภาวะของคลื่นและอนุภาค กัมมันตภาพรังสี แรงนิวเคลียร์ ปฏิกิริยานิวเคลียร์ พลังงานนิวเคลียร์ ฟิสิกส์อนุภาค รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

1.6 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

1.6.1 คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาการค้นหาคำความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการ และแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาคำรู้ใหม่ และการพัฒนาเทคโนโลยี การวัดและการรายงานผล การวัดปริมาณทางฟิสิกส์ หลักการของกลศาสตร์ในเรื่องการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรง แรง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน การเขียนแผนภาพวัตถุอิสระ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่งๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่ง และวัตถุเคลื่อนที่

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสืบค้นข้อมูล การสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ อธิบาย อภิปราย และสรุป เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจมีความสามารถในการตัดสินใจ มีทักษะปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ในด้านการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการคิด และการแก้ปัญหา ด้านการสื่อสาร สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตของตนเอง มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

1.6.2 ผลการเรียนรู้

- 1) สืบค้น และอธิบายการค้นหาคำความรู้ทางฟิสิกส์ ประวัติความเป็นมา รวมทั้งพัฒนาการของหลักการและแนวคิดทางฟิสิกส์ที่มีผลต่อการแสวงหาคำรู้ใหม่และการพัฒนาเทคโนโลยี
- 2) วัด และรายงานผลการวัดปริมาณทางฟิสิกส์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยนำความคลาดเคลื่อนในการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล รวมทั้งแสดงผลการทดลองในรูปแบบของกราฟวิเคราะห์ และแปลความหมายจากกราฟเส้นตรง
- 3) ทดลอง และอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่ง การกระจัด ความเร็วและความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตรงที่มีความเร่งคงตัวจากกราฟและสมการ รวมทั้งทดลองหาค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลกและคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- 4) ทดลอง และอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

5) เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ ทดลอง และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

6) อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนักรวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

7) วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ชีวิตประจำวัน

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา สรุปได้ว่าเนื้อหาที่จะใช้ใน งานวิจัยนี้คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ตรงกับมาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งานและกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้งรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ อยู่ในผลการเรียนรู้ข้อที่ 4 - 7 โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 10 แผนรวม 20 ชั่วโมง

2. การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom)

2.1 แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

แนวคิดห้องเรียนกลับด้านได้มีมาเป็นเวลานานแล้วไม่ใช่สิ่งใหม่ โดยมีการสอนอย่างเป็นทางการตั้งแต่ปี 1998 ได้ปรับการเรียนเป็นเรียนบรรยายที่บ้านซึ่งในชั้นเรียนจะเป็นการเพิ่มเวลาให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างกระตือรือร้น มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีการประยุกต์ความรู้ให้ได้ในชั้นเรียนเพื่อให้เขามีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น และวิจารณ์ ฟานิช (2557, น. 20) ได้กล่าวว่าในปี ค.ศ. 2007 ที่มีครูวิชาเคมีโรงเรียนมัธยมศึกษา 2 คน ที่มีรัฐโคโลราโด สหรัฐอเมริกา คือ โจนาธาน เบิร์กแมน และแออรอน แซมส์ (Jonathan Bergman and Aaron Sams) ที่ต้องการช่วยนักเรียนที่มีปัญหาตามชั้นเรียนไม่ทันเพราะต้องขาดเรียนไปเล่นกีฬาหรือไปทำกิจกรรม หรือเพราะเรียนรู้ช้า โดยครูทั้ง 2 คนนำเนื้อหาทำเป็นวิดีโอการสอนง่าย ๆ แล้วนำไปไว้ในอินเทอร์เน็ตให้นักเรียนที่ขาดเรียนเข้าไปเรียนรู้ด้วยตนเองที่บ้าน แล้วนำผลการเรียนรู้มาอภิปราย สรุป ตรวจสอบความถูกต้อง และสอนเพิ่มเติมในชั้นเรียน โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือ วิธีการห้องเรียนกลับด้านจึงตรงข้ามกับชั้นเรียนแบบเดิมที่ครูสอนเนื้อหาในชั้นเรียน แล้วให้นักเรียนกลับไปทบทวนทำความเข้าใจและทำแบบฝึกหัดที่บ้าน ต่อมาวิธีการห้องเรียนกลับด้านได้พัฒนาและขยายขอบข่ายไปกว้างขวาง ใช้ทั้งนักเรียนหลายกลุ่มไม่เฉพาะกับนักเรียนที่มีปัญหาเท่านั้น และปรับใช้

กับสื่อ ICT อย่างหลากหลายประเภทที่มีศักยภาพค่อนข้างสูงในปัจจุบัน ครูทั้งสองคนได้เขียนหนังสือเรื่อง Flip Your Classroom : Reach Every Student in Every Class Every Day ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายจากโรงเรียน เบิร์กแมน และแอรอน แซมส์ เป็นผู้พัฒนาห้องเรียนกลับด้าน โดยเริ่มจากการทำวิดีโออย่างง่าย ๆ ให้นักเรียนที่ไม่ได้เข้าเรียนได้ดูวิดีโอ หลังจากนั้นเมื่อข่าวการทำวิดีโอที่ค้นการสอนแพร่ออกไปแล้ว ก็มีนักเรียนที่เข้าเรียนแล้วแต่กลับมาดูซ้ำเพื่อการสอบ นับเป็นสิ่งที่ดีต่อการสอนของโรงเรียน เบิร์กแมน และแอรอน แซมส์ เพราะไม่ต้องตามนักเรียนช่วงกลางวันหรือหลังเลิกเรียนเพื่อมาเรียนเสริม แต่สิ่งที่โรงเรียน เบิร์กแมน และแอรอน แซมส์ ไม่ได้คาดคิด คือ มีครูและนักเรียนจากทั่วโลกที่ศึกษาวิดีโอที่พวกเขาลงไว้ ครูจากต่างประเทศ หรือแม้แต่ครูใหม่ก็มาศึกษาจากวิดีโอ นี้ ซึ่งเป็นสิ่งที่พวกเขาคาดไม่ถึง ดังนั้นพวกเขาจึงเริ่มบันทึกวิดีโอ การสอนเตรียมไว้และนำมาใช้ในห้องเรียน เมื่อนำมาใช้และทำกิจกรรม พวกเขาพบว่าเมื่อทำการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ เสร็จ ยังมีเวลาเหลืออีก 20 นาที เมื่อเทียบกับการเรียนแบบเดิม เมื่อได้ห้องเรียนกลับด้าน มาใช้จนจบปีการศึกษาก็ได้ค้นพบว่า การสอนในรูปแบบนี้เป็นสิ่งที่ดีกับนักเรียน เช่น ห้องเรียนกลับด้าน เป็นวิธีที่ช่วยกำหนดกรอบให้นักเรียนได้รับการศึกษาส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับความต้องการของตน การใช้ห้องเรียนกลับด้านจะช่วยให้เด็กที่มีความแตกต่างกันได้รับการศึกษาเฉพาะที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนคนนั้นมากยิ่งขึ้น

2.2 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

Jonathan Bergmann and Aaron Sams (2012, p. 13) ผู้นำเสนอแนวคิดห้องเรียนกลับด้านและเป็นผู้เริ่มใช้ชื่อรูปแบบการเรียนนี้ว่า ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) กล่าวถึงหลักพื้นฐานของห้องเรียนกลับด้านว่าเป็นการเรียนที่นำเอารูปแบบการเรียนแบบดั้งเดิม (Traditional Learning) ที่ปกติเรียนในชั้นเรียนทำให้เสร็จสิ้นที่บ้าน และนำการบ้านซึ่งเดิมต้องทำให้เสร็จสิ้นที่บ้านมาทำที่โรงเรียน สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556, น. 2) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้าน เป็นการสอนโดยที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ด้วยตัวเองจากที่บ้าน จากสื่อวิดีโอ ซึ่งเป็นการศึกษานอกห้องเรียน ส่วนการเรียนในห้องเรียนปกติ นั้นจะเป็นการเรียนแบบสืบค้นคว้าหาความรู้ที่ได้รับร่วมกันกับเพื่อนในห้องเรียน โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือและแนะนำ

วิจารณ์ พานิช (2556, น. 45-47) กล่าวถึง ห้องเรียนกลับด้าน ว่าคือการเรียนตัววิชา (Acquire Knowledge) ที่บ้านแล้วมาทำการบ้าน หรือประยุกต์ความรู้ (Apply Knowledge) ที่โรงเรียน เป็นการเรียนที่ครูจะเน้นช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการ ไม่ใช่ท่องจำ หัวใจคือครูเน้นทำหน้าที่ช่วยแนะนำ การเรียนของเด็ก ไม่ใช่ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ครูเปลี่ยนจากบทบาทปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนทั้งชั้นเป็น มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนเป็นรายคน

จันทิมา ปัทมธรรมกุล (2557) ได้เรียบเรียงความหมายของ “Flipped Classroom” ว่าหมายถึง กระบวนการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยาย (Lecture) ในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหา และประยุกต์ใช้จริง ส่วนการบรรยายจะอยู่ใน

ช่องทางอื่น ๆ เช่น วิดีโอ วิดีโอออนไลน์ พ็อดคาสติง หรือ screen casting ฯลฯ ซึ่งนักเรียนเข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียน ดังนั้น การบ้านที่เคยมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำเองนอกห้องจะกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในห้องเรียน และในทางกลับกัน เนื้อหาที่เคยถ่ายทอดผ่านการบรรยายในห้องเรียนจะเปลี่ยนไปอยู่ในสื่อที่นักเรียน อ่าน-ฟัง-ดู ได้เองที่บ้านหรือที่ไหน ๆ ก็ตาม ครูอาจตั้งโจทย์ หรือให้นักศึกษาสรุปความเนื้อหานั้น ๆ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และนำมาอภิปรายหรือปฏิบัติจริงในห้องเรียน

สุพัตรา อุตมั่ง (2558, น. 51-58) กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้านตรงกับภาษาอังกฤษว่า The Flipped Classroom หมายถึง การสอนลักษณะหนึ่งซึ่งแตกต่างไปจากการสอนปกติ ที่ผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาที่ครูบรรยายจากสื่อวิดีโอ โดยใช้เวลานอกชั้นเรียน ส่วนเวลาในชั้นเรียนจะใช้ในการเรียนรู้แบบสืบสอบความรู้ และทำการบ้านที่ครูมอบหมายให้

จากการศึกษาความหมายของห้องเรียนกลับด้านสรุปได้ว่าห้องเรียนกลับด้านเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง โดยการเรียนรู้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมด้วยตนเอง ซึ่งจะศึกษาวิดีโอออนไลน์ สื่อวิดีโอต่าง ๆ นอกห้องเรียนและจะมาทำกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็กิจกรรมการทดลอง การทำโจทย์ แบบฝึกหัดต่าง ๆ โดยครูจะคอยเป็นผู้แนะนำตอบข้อสงสัยจากการเรียนรู้ นอกห้องเรียน รวมไปถึงการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงไปสู่ชีวิตประจำวันได้

2.3 สี่เสาหลักของห้องเรียนกลับด้าน

การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) มุ่งเน้นไปที่การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นการเรียนรู้รายบุคคล สี่เสาหลักของ F-L-I-P จะช่วยอธิบายให้ครูหรือผู้ที่จะนำห้องเรียนกลับด้าน ไปใช้นั้นได้เข้าใจถึงการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ว่ามีหัวใจหลักที่แท้จริงอย่างไร (ปางลีลา บุรพาพิชิตภัย, 2559 อ้างถึงใน ชนสิทธิ์ สิทธิสุนเนิน, 2560, น. 176)

F – Flexible Environment ต้องการความยืดหยุ่นของสภาพแวดล้อม เช่น รูปแบบของการเรียนรู้ที่หลากหลาย ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการทำงานของกลุ่มการศึกษาอิสระ การวิจัย ผลการดำเนินงานและการประเมินผล นักเรียนจะเลือกสภาพแวดล้อมที่มีความแตกต่าง เวลาและสถานที่ที่ต้องการเรียน นอกจากนี้ครูที่จะต้องมีความยืดหยุ่นในการคาดหวังด้วยระยะเวลาในการเรียนรู้ของนักเรียน หรือวิธีการประเมิน

L – Learning Culture การยกระดับจากวัฒนธรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ในการสร้างความรู้ผ่านการมีส่วนร่วมในเรียนและประเมินผล ในทางทฤษฎีนักเรียนสามารถเลือกการเรียนรู้ของพวกเขาโดยการหาเนื้อหาที่อยู่นอกเหนือจากเนื้อหาภายในห้อง หรือเนื้อหาที่กำหนดไว้ และครูสามารถเพิ่มปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและแนะนำสื่อต่าง ๆ ให้นักเรียน

I – Intentional Content ความตั้งใจในการศึกษาเนื้อหา รวมถึงการวางแผนด้วยว่าจะใช้สื่อใด ๆ ในการสอนเนื้อหานั้น ครูจะใช้วิธีการสอนแบบในห้อง เช่น กลยุทธ์การเรียนรู้เชิงรุก (active

learning strategies) การเรียนรู้แบบเพื่อนสอนเพื่อน (peer instruction) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) การเรียนรู้แบบรอบด้าน (mastery learning) หรือการเรียนรู้แบบโสเครติส (Socratic methods) ขึ้นอยู่กับระดับชั้นและหัวข้อเรื่องที่ครูต้องการสอน ครูจะต้องเข้าใจและศึกษาในเรื่องที่ต้องการจะสอนจริง ๆ เพื่อเป็นการวางแผนการเรียนในคาบนั้นให้เกิดผลประโยชน์กับนักเรียนสูงสุด

P – Professional Educator การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านต้องการทักษะด้านการศึกษามีอาชีพที่จะมีความสำคัญกับครูมากขึ้นกว่าเดิม ไปเป็นการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลและการเพิ่มเวลาการพบปะระหว่างครูและนักเรียนมากขึ้น มีการสังเกตนักเรียนในช่วงที่ทำกิจกรรม ช่วยให้การประเมินนักเรียนเป็นไปแบบรายบุคคลจริง ๆ

จะเห็นได้ว่าสี่เสาหลักของห้องเรียนกลับด้านเป็นลักษณะสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ทั้งในลักษณะการเรียนรู้และบทบาทหน้าที่ของครูและนักเรียนที่ควรเกิดขึ้นจริงเมื่อมีการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน จะช่วยให้อธิบายให้ครูนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556, น. 5-6) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้าน (Mastery Learning) มีองค์ประกอบสำคัญ 4 องค์ประกอบ เป็นวัฏจักร (Cycle) หมุนเวียนกันอย่างเป็นระบบ ซึ่งองค์ประกอบทั้ง 4 ที่เกิดขึ้น ได้แก่

1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ ทั้งการใช้กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเอง เกม สถานการณ์จำลอง สื่อปฏิสัมพันธ์ การทดลองหรืองานด้านศิลปะแขนงต่าง ๆ

2. การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) ที่ครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับนักเรียนจากสื่อหรือกิจกรรมหลากหลาย เช่น สื่อประเภทวิดีโอทัศน์บันทึกการบรรยาย, การใช้สื่อบันทึกเสียงประเภท Podcasts หรือการใช้สื่อออนไลน์

3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) ที่นักเรียนเป็นผู้สร้างทักษะองค์ความรู้ใหม่จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างความรู้ลงกระดานอิเล็กทรอนิกส์ (Blogs) แบบทดสอบ (Tests) การใช้สื่อสังคมออนไลน์ และการอภิปรายลงบนกระดานแบบออนไลน์ (Social Networking and Discussion Boards)

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration and Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดยนักเรียนเองเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงงาน (Project) และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน (Presentations) ที่เกิดจากการรวบรวมสร้างงานเหล่านั้น

ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และ พัลลภ พิริยะสุวรรณค์ (2558, น. 229) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ในการสร้างผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้าน (Mastery Learning) มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่

1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลายทั้งการใช้กิจกรรมที่กำหนดขึ้นเอง เช่น เกม สถานการณ์จำลอง สื่อปฏิสัมพันธ์การทดลองหรืองานด้านศิลปะในแขนงต่าง ๆ

2. การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) โดยครูเป็นผู้คอยให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน จากสื่อหรือกิจกรรมหลายประเภท เช่น สื่อประเภทวิดีโอบันทึกการบรรยาย การใช้สื่อบันทึกเสียงประเภท Podcasts การใช้สื่อ Websites หรือสื่อออนไลน์ Chats

3. การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) โดยผู้เรียนเป็นผู้บูรณาการสร้างทักษะองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างกระดานความรู้ อิเล็กทรอนิกส์ (Blogs) การใช้แบบทดสอบ (Tests) การใช้สื่อสังคมออนไลน์ และกระดานสำหรับอภิปรายแบบออนไลน์ (Social Networking & Discussion Boards)

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้โดยผู้เรียนเองในเชิงสร้างสรรค์ โดยการจัดทำเป็นโครงงาน (Project) และผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน (Presentations) ที่เกิดจากการรังสรรค์งานเหล่านั้น

จากการศึกษาองค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งถือว่าการเรียนการสอนที่สร้างผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้าน มี 4 องค์ประกอบ คือ การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย การสาธิตและประยุกต์ใช้

2.5 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีขั้นตอนดังนี้ (Bergmann and Sams, 2012 อ้างถึงใน วิจารย์ พานิช, 2557, น. 19-66)

ขั้นที่ 1 สื่อการเรียนการสอน เป็นสื่อวิดีโอทัศน์การเรียนการสอน โดยที่ผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเอง หรือเป็นสื่อวิดีโอทัศน์ที่ผู้อื่นสร้างไว้แล้วก็ได้ ครูจะเป็นผู้ชี้แนะแนวทางในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

ขั้นที่ 2 โอกาสเข้าถึงสื่อของนักเรียน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน คือ นักเรียนต้องมีโอกาสและเท่าเทียมกันในการดูวิดีโอ ซึ่งบางครั้งนักเรียนอาจจะไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต ครูอาจจะต้องทำเป็นไฟล์วิดีโอ ที่สามารถให้นักเรียนดาวน์โหลดจากเซิร์ฟเวอร์โดยแฟลชไดรฟ์หรืออุปกรณ์พกพา เพื่อให้นักเรียนนำกลับไปดูในคอมพิวเตอร์ที่บ้านได้ โดยที่ครูจะคอยชี้แนะให้กับนักเรียน เช่น สื่อ และกิจกรรมหลายประเภท เช่น สื่อประเภทวิดีโอ บันทึกการบรรยาย, การใช้สื่อบันทึกเสียงประเภทพอดแคสต์ การใช้สื่อ เว็บไซต์ หรือ สื่อออนไลน์ แชน

ขั้นที่ 3 การตรวจสอบการดูวิดีโอของนักเรียน เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนดูวิดีโอที่ได้มอบหมาย ครูได้ให้นักเรียนทำการบันทึกสรุปย่อจากการดูวิดีโอ นักเรียนอาจจะทำได้หลายลักษณะ เช่น จดลงสมุดบันทึก หรือโพสต์ลงบล็อกที่ครูสร้างไว้แล้ว หากมีข้อสงสัยจากการดูวิดีโอ หรือมีคำถามที่นักเรียนไม่ทราบคำตอบ สามารถนำมาถามครูในชั้นเรียนได้

ขั้นที่ 4 การวัดและการประเมินผล การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ภายใต้ห้องเรียนกลับด้าน มีทั้งการประเมินเพื่อพัฒนาซึ่งเป็นฐานสำคัญในการพัฒนาและการสร้างความรู้ ความเข้าใจแก่นักเรียน และการประเมินผลรวบยอด (Summative Assessment) เพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่ามีความรู้ ความสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายหรือไม่อย่างไร การวัดและการประเมินผล มีความยืดหยุ่นหลากหลายทั้งรูปแบบ วิธีการ และระยะเวลา เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง

จากขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิจารย์ พานิช (2557, น. 19-66) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดกลับด้าน ดังนี้

1. บทบาทของครู

1) การจัดการห้องเรียน จัดสภาพบรรยากาศ ในห้องเรียนให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ ใช้สื่อเทคโนโลยี รวมถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมเท่านั้น โดยรูปแบบการเรียนรู้นำเทคโนโลยีไม่ใช่เทคโนโลยีเป็นตัวนำ

2) ครูมีการทำงานที่กลับทางคือ แทนที่สอนวิชาหน้าชั้นเรียน เปลี่ยนการสอนมาสอนหน้ากล้องวิดีโอ แทน เตรียมหรือจัดหาสื่อวิดีโอ โดยสร้างเองหรือจัดหาเพื่อสาระความรู้แก่นักเรียน

3) เวลาที่โรงเรียน ครูทำหน้าที่เป็นครูฝึก (Coach) ให้นักเรียนฝึกแปลงวิชาหรือประยุกต์ใช้วิชา ซึ่งนักเรียนต้องสร้างความรู้ความเข้าใจของตนเองขึ้นมา ก่อนจะประยุกต์ใช้ความรู้ในกิจกรรมหรือโจทย์แบบฝึกหัด เป็นการฝึกฝนการเรียนรู้ที่แท้จริงได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้

2. บทบาทของนักเรียน

1) นักเรียนมีความรับผิดชอบในวิธีการเรียนที่กลับทางคือ ใช้เวลาเรียนเนื้อหาที่บ้าน มีอัตราเร็วที่เหมาะสมกับตนเองโดยผ่านการดูวิดีโอ นักเรียนต้องรู้จักหยุดวิดีโอ หรือดูบางตอนซ้ำ จดบันทึกประเด็นที่สำคัญ และสิ่งที่สงสัยไม่เข้าใจมาซักถามครูในเช้าวันรุ่งขึ้น

2) นักเรียนร่วมทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่โรงเรียน จะเป็นการทำการทดลอง กิจกรรมค้นคว้า โครงการหรือกิจกรรมแก้ปัญหา หรือการทดสอบ โดยนักเรียนต้องให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม หากเกิดข้อสงสัยสามารถถามและพูดคุยกับเพื่อนร่วมชั้นได้ทันทีอย่างเป็นธรรมชาติ เป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม

ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ (2557, น. 154-155) ได้กล่าวถึงว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีดังนี้

1. อธิบายประโยชน์ของการเรียนแบบใหม่ และให้เด็กดูวิดีโอ ที่อธิบายโดยการเรียนแบบนี้ แจงให้ผู้ปกครองนักเรียนทราบเรื่องการเรียนแบบใหม่ สอนวิธีดูและจัดการวิดีโอ ให้แก่นักเรียน กำหนดให้นักเรียนตั้งคำถามที่น่าสนใจ โดยนักเรียนแต่ละคนต้องตั้งคำถามมา คนละ 1 คำถามต่อวิดีโอ 1 ตอน

2. วางรูปแบบห้องเรียนแบบกลับด้าน โดยห้องเรียนต้องเปลี่ยนจาก Classroom เป็น Studio คือ กลายเป็นห้องทำงาน เป็นห้องที่จุดสนใจคือการเรียนของตนเอง เรียนโดยการลงมือทำไม่ใช่โดยการฟังครูสอนในห้องเรียนแบบเก่า เครื่องใช้ต่าง ๆ ในห้องต้องเน้นการใช้งานเพื่อการเรียนของนักเรียน และเพื่อการเรียนแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของนักเรียนไม่ใช่เพื่อการสอนของครูอย่างแต่ก่อน

3. ให้เด็กได้จัดการเวลาและงานของตนเอง ในห้องเรียนกลับด้านนักเรียนสามารถเรียนไว้ล่วงหน้า เรียนวิชาบางวิชาให้จบเร็ว สามารถสอบไล่ก่อนเวลา และใช้เวลาของวิชาที่เรียนจบเร็วเรียนวิชาอื่น นักเรียนที่เรียนช้าก็สามารถใช้เวลาเรียนช้าช่วงที่ต้องการได้

4. ส่งเสริมให้เด็กช่วยเหลือกันเอง ห้องเรียนคือ Learning Hub (ไม่ใช่ Teaching Hub) จุดสนใจคือนักเรียนด้วยกันเองไม่ใช่ครู นักเรียนจะตระหนักในความจริงข้อนี้ และเรียนรู้ร่วมกันและช่วยเหลือกัน จะรวมตัวกันเองเป็นกลุ่มเพื่อเรียนรู้ร่วมกัน

5. สร้างระบบประเมินที่เหมาะสม ระบบประเมินที่ประเมินความเข้าใจของเด็ก

6. การประเมินเพื่อปรับปรุง (Formative Assessment) ครูที่มีประสบการณ์ จะสามารถบอกได้ทันทีว่าเด็กคนไหนยังไม่เข้าใจเรื่องอะไร โดยเมื่อครูเดินไปรอบ ๆ ห้องเรียนจะลองสอบถามบางคำถามแก่นักเรียนบางคน และรับแก้ความเข้าใจผิดให้

จากที่กล่าวมาข้างต้น พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดทำหรือค้นหาสื่อวิดีโอ ทำเป็นแหล่งเรียนรู้ให้นักเรียนที่บ้าน โดยผู้เรียนอาจมีส่วนร่วมในการจัดทำหรือค้นหาสื่อวิดีโอ และครูมีหน้าที่เป็นโค้ชช่วยเหลือนักเรียนในการทำการบ้านหรือกิจกรรมในเวลาที่นักเรียนเกิดข้อสงสัยภาระงานที่โรงเรียน ส่วนนักเรียนมีหน้าที่แสวงหาความรู้ที่บ้านด้วยการเรียนรู้เนื้อหาผ่านทางวิดีโอ และทำการบ้านที่โรงเรียน หากเกิดข้อสงสัยให้ถามครูทันที

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมและเวลาที่ใช้ระหว่างห้องเรียนแบบเดิมกับห้องเรียนกลับด้าน
(ปรับจาก วิจารณ์ พานิช, 2557, น. 27-28)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิม		การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน	
กิจกรรม	เวลา	กิจกรรม	เวลา
การนำเข้าสู่บทเรียน (Warm-up)	5 นาที	การนำเข้าสู่บทเรียน (Warm-up)	5 นาที
ทบทวนการบ้านจากการเรียนครั้งที่แล้วที่นักเรียนได้รับมอบหมาย	20 นาที	ถาม-ตอบ เกี่ยวกับวิดีโอที่นักเรียนไปดูที่บ้าน หรือทดสอบ	10 นาที
บรรยายเนื้อหาใหม่	30 - 45 นาที	ช่วยเหลือนักเรียนทำงาน/กิจกรรม การเรียนรู้ต่าง ๆ หรือการทดลอง	75 นาที
ช่วยเหลือนักเรียนทำงาน/กิจกรรม การเรียนรู้ต่าง ๆ หรือการทดลอง	20 - 35 นาที		

จากการใช้เวลาในชั้นเรียนสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบเดิมจะเน้นที่ตัวครูผู้สอนเน้นการบรรยาย ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านครูมีปฏิสัมพันธ์สองทางกับนักเรียนและนักเรียน มีเวลาทำกิจกรรมมากขึ้น และมีเวลาในการค้นคว้าเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ในทุกสถานที่ ทุกเวลาตามต้องการ โดยครูคอยเป็นผู้ช่วยเหลือเพื่อให้เป็นเวลาที่มอบคุณค่าต่อการเรียนรู้สูงสุดของนักเรียน คือ สามารถเกิดการเรียนรู้ในมิติที่ลึกและเชื่อมโยง

วิจารณ์ พานิช (2557, น. 38) ระบุถึงกิจกรรมในชั้นเรียนของการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสามารถเป็นไปได้หลากหลายรูปแบบครูผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้กลวิธีต่าง ๆ เช่น ใช้เวลาในห้องเรียนในการทำการทดลอง ฝึกการคิดเชิงคำนวณ STEM ห้องเรียนกลับด้านจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (Inquiry-Based learning) และการเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning: PBL) ได้ดีเนื่องจากเด็กได้ดูวิดีโอหรือเรียนความรู้พื้นฐานมาก่อนและเมื่อเกิดคำถามข้อสงสัยจะนำไปสู่การตั้งคำถามและสืบเสาะความรู้เชิงลึกในชั้นเรียนได้ โดยมีครูเป็นผู้ช่วย หรือการเรียนแบบ POGIL (Process Oriented Guided Inquiry Learning) นอกเหนือจากนี้การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านช่วยให้การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-based learning) เป็นไปอย่างสะดวกมากขึ้น เพราะจากสิ่งที่นักเรียนได้ไปเรียนรู้จากนอกห้องเรียนแล้ว นักเรียนสามารถใช้เวลาในห้องเรียนทำโครงงานและมีครูเป็นที่เลี้ยง (Mentor) คอยช่วยเหลือและให้คำปรึกษา

Brian Miller (2014) ได้นำรูปแบบของการนำการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านไปผสมผสานกับการเรียนการสอนในห้องแบบต่าง ๆ ซึ่งมี 4 รูปแบบดังนี้

1. รูปแบบดั้งเดิม (Flipped classroom) เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับครูที่เพิ่งเริ่มใช้มากที่สุด ครูจะให้แหล่งการเรียนรู้แก่นักเรียนในชั้นเรียนแล้วให้คำแนะนำอยู่ข้าง ๆ นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มและจะได้รับการสนับสนุนให้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ของตัวเอง

2. รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Based Approach) นักเรียนจะได้เรียนรู้แบบส่วนบุคคลด้วยตัวเองโดยการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามของตัวเอง นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระหรือในกลุ่มที่จะดำเนินการขั้นตอนการสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม และทำตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ดังนี้

- 1) ปัญหา
- 2) แนวคิดการวิจัย
- 3) รูปแบบสมมติฐาน
- 4) ทดสอบสมมติฐาน
- 5) รวบรวมและประมวลผลข้อมูล
- 6) สรุป
- 7) นำเสนอผลงาน

3. รูปแบบการเรียนรู้แบบพลิกกลับ (Flipped Mastery Approach) รูปแบบนี้จะช่วยให้เป็นการศึกษาอย่างแท้จริง เป็นรูปแบบที่นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้ของแนวคิดก่อนจะย้ายไปหัวข้ออื่น ๆ นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระหรือในที่กลุ่มเพื่อน การศึกษาติดตามความคืบหน้าของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนศึกษาเพื่อจะเพิ่มศักยภาพของพวกเขา รูปแบบนี้จะให้โอกาสที่ดีที่สุดสำหรับความแตกต่างในห้องเรียนได้ ให้โอกาสเรียนเนื้อหาเกินกว่าวัตถุประสงค์ นักเรียนจะดำเนินการได้แตกต่างกันในแต่ละระดับเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ และใช้ความหลากหลายของเนื้อหาดิจิทัลและโหมตการประเมินนักเรียนที่ชอบหัวข้อนั้น ๆ สามารถใช้เวลาค้นหาลงไปในเรื่องที่ลึกลงไปเพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียน

4. รูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning) การใช้ปัญหาของโลกรจริง ๆ จะสร้างแรงบันดาลใจให้นักเรียนที่จะใช้เนื้อหาที่จะแก้ปัญหา นักเรียนใช้การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่นอกเหนือไปจากความเข้าใจในเนื้อหา แต่จะขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนได้รับการสนับสนุนในการสร้างการประเมินตนเองและข้อเสนอแนะเพื่อตรวจสอบความคืบหน้าของพวกเขาและความสำเร็จสูงสุดของผลโครงการของพวกเขา รูปแบบนี้ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะศตวรรษ 21 ที่จำเป็นในการเข้าสู่ตลาดงานในอนาคตของพวกเขา

สรุปได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบกลับด้านที่ผสมผสานกับรูปแบบการเรียนรู้แบบต่าง ๆ มี 4 รูปแบบ คือ 1) รูปแบบดั้งเดิม 2) รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 3) รูปแบบการเรียนรู้แบบพลิกกลับ 4) รูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงาน ซึ่งการเรียนแต่ละรูปแบบก็มีลักษณะเด่นต่างกันไปซึ่งผู้วิจัยเลือก

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบที่ 2 คือ รูปแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งรูปแบบนี้จะทำให้ผู้เรียนได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตัวเองและสามารถทำงานได้อย่างอิสระ

สุภาพร สุตบนิต (2557) ศึกษาเปรียบเทียบความรับผิดชอบต่อการเรียน เจตคติต่อการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางด้วยแผนการจัดการเรียนรู้สืบเสาะ 5E พบว่านักเรียนมีความรับผิดชอบต่อการเรียน เจตคติต่อการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตารางที่ 2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทางและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E ของสุภาพร สุตบนิต (2557)

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	
	การเรียนรู้แบบปกติ	แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)	- ครูทบทวนความรู้เดิม - นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับประเด็นที่จะศึกษา	ครูสร้างบล็อกและตั้งกระทู้ไว้บนอินเทอร์เน็ตหรือนักเรียนศึกษาจากวิดีโอ (ล่วงหน้าก่อนการสอนจริง) แล้วครูถามประเด็นปัญหาที่ได้ตั้งกระทู้ไว้ นักเรียนตั้งคำถาม ตั้งประเด็นที่ตนเองไม่เข้าใจ เพื่อนำมาอภิปรายในชั้นเรียน
ขั้นสำรวจและสืบค้น (Exploration)	นักเรียนศึกษาใบความรู้ ปฏิบัติกิจกรรมการทดลองที่ครูมอบหมายหรือนักเรียนคิดเอง	- นักเรียนวางแผนการทำงาน - ออกแบบการทดลองที่ครูมอบหมายหรือนักเรียนคิดเอง - ปฏิบัติการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	- นักเรียนนำเสนอผลการทดลอง - ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยมีครูใช้คำถามกระตุ้นการคิด	- อภิปรายประเด็นปัญหาที่ยังไม่เข้าใจ - นักเรียนทำแบบฝึกหัด
ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	นักเรียนร่วมกันอภิปราย ลงข้อสรุป ตรวจสอบความเข้าใจ เชื่อมโยงเนื้อหา	- ครูช่วยเหลือนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจเนื้อหาหรือนักเรียนที่ทำ
ขั้นประเมินผล (Evaluation)	นักเรียนทำแบบฝึกหัด ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียน	แบบฝึกหัดไม่ได้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้าน เป็นวิธีการสอนที่สามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพ เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามความพร้อมของนักเรียนเอง นักเรียนสามารถดูวิดีโอเรื่องต่าง ๆ ซ้ำหรือทบทวนได้จนเกิดการเรียนรู้จริง (Mastery learning) แต่แต่ละคนอยู่ในจุดการเรียนรู้ที่แตกต่างกันออกไป ไม่จำเป็นต้องไปถึงสิ่งที่หลักสูตรกำหนดพร้อม ๆ กัน นักเรียนทำกิจกรรมที่หลากหลายซ้ำเร็วแตกต่างกันออกไป โดยใช้สื่อที่หลากหลายในการเรียนรู้ ครูจะออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีคุณค่า และคอยดูแลช่วยเหลือนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกันออกไป รวมถึงคอยแนะวิธีช่วยตัวเองให้แก่กันนักเรียน ให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้แล้วนักเรียนต้องรับผิดชอบในการเรียนรู้เป็นของตนเอง จนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้

2.6 การประเมินผลการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน

Jonathan Bergmann and Aaron Sams (2012) ได้กล่าวถึง การวัดและประเมินผลของการเรียนรู้การกลับด้านชั้นเรียนมีทั้งการประเมินเพื่อการพัฒนา (Formative Assessment) ซึ่งเป็นฐานสำคัญในการพัฒนาและสร้างความรู้ความเข้าใจโดยนักเรียนเข้าใจแก่นความรู้หลัก ในขณะที่นักเรียนอยู่ในกระบวนการเรียนรู้เพื่อวางแผนต่อไป และการประเมินผลรวบยอด (Summative Assessment) เพื่อตัดสินผลว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ การวัดและประเมินผลมีความยืดหยุ่นหลากหลายทั้งรูปแบบ วิธีการและระยะเวลาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง ดังนี้

1. วัดและประเมินผลด้วยวิธีที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบ ชิ้นงาน การเขียนสรุปย่อ การพูด เพื่อรับการประเมินและพิสูจน์ให้ครูเห็นว่าบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้
2. ประเมินผลซ้ำได้ หากนักเรียนบางคนยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่ทดสอบในครั้งแรก หรือไม่เข้าใจได้ในบางเรื่อง ก็สามารถทำการทดสอบซ้ำได้ หรือนักเรียนบางคนยังไม่พอใจในผลหรือการทดสอบก็สามารถทดสอบหรือประเมินใหม่ได้
3. การใช้เทคโนโลยีในการวัดการประเมินผล เนื่องจากการวัดและประเมินผลอาจต้องดำเนินการหลายครั้ง ในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ทำให้ต้องมีแบบทดสอบหลายชุด การใช้คอมพิวเตอร์ในการออกข้อสอบและตรวจให้คะแนนจะช่วยให้ลดภาระงานของครู อีกทั้งนักเรียนจะสามารถทราบผลคะแนนได้อย่างรวดเร็ว
4. ใช้ผลการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้หลังการทดสอบแต่ละครั้งนักเรียนจะมาพบครูเพื่อสนทนาซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่เข้าใจและยังไม่เข้าใจ ถ้าหากนักเรียนมีผลการประเมินที่พิสูจน์ให้เห็นว่ามีความรู้ความเข้าใจ บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้แล้ว นักเรียนก็จะเรียนตามแผนการจัดการเรียนต่อไปได้ ส่วนนักเรียนที่ยังไม่สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ ครูก็จะพิจารณาว่าสิ่งใดต้องพัฒนาต่อไปเพื่อช่วยนักเรียนที่ไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์

จากการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านสามารถสรุปได้ว่า มีทั้งการประเมินเพื่อการพัฒนา (Formative Assessment) ซึ่งเป็นฐานสำคัญในการพัฒนาและสร้างความรู้ความเข้าใจแก่นักเรียนโดยครูผู้สอนสามารถพัฒนานักเรียนได้อย่างเต็มที่ในชั้นเรียน และการประเมินผลรวบยอด (Summative Assessment) เพื่อตัดสินผลว่าผู้เรียนมีความรู้ความสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่เป็นเป้าหมายหรือไม่ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง

2.7 ประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้าน

Jonathan Bergmann and Aaron Sams (2012) กล่าวไว้ในหนังสือของเขาที่ชื่อ Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day สรุปได้ดังนี้

1. เพื่อเปลี่ยนวิธีการสอนของครูจากการบรรยายหน้าชั้นเรียนหรือจากครูสอนไปเป็นครูฝึก ฝึกการทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมอื่นในชั้นเรียนให้แก่ศิษย์เป็นรายบุคคลหรืออาจเรียกว่าเป็นครูตัวต่อตัว
2. เพื่อใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ที่เด็กสมัยใหม่ชอบ โดยใช้สื่อ ICT ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการนำโลกของโรงเรียนเข้าสู่โลกของนักเรียนซึ่งเป็นโลกยุคดิจิทัล
3. ช่วยเหลือเด็กที่มีงานยุ่ง เด็กสมัยนี้มีกิจกรรมมาก ดังนั้นจึงต้องเข้าไปช่วยเหลือในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทสอนที่สอนด้วยวิดีโออยู่บนอินเทอร์เน็ต (Internet) ช่วยให้เด็กเรียนไว้ล่วงหน้าหรือเรียนตามชั้นเรียนได้ง่ายขึ้น รวมทั้งเป็นการฝึกเด็กให้รู้จักการจัดการเวลาของตนเอง
4. ช่วยเหลือเด็กเรียนอ่อนให้ชวนขวายหาความรู้ในชั้นเรียน ปกติเด็กเหล่านี้จะถูกทอดทิ้ง แต่ในห้องเรียนกลับด้านเด็กจะได้รับการเอาใจใส่จากครูมากที่สุดโดยอัตโนมัติ
5. ช่วยเหลือเด็กที่มีความสามารถแตกต่างกันให้ก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเองเพราะเด็กสามารถฟัง-ดูวิดีโอ ได้เองจะหยุดตรงไหนก็ได้ กรอกลับ (Review) ก็ได้ตามที่ตนเองพึงพอใจที่จะเรียน เบื่อก็หยุดพักได้ สามารถแบ่งเวลาในการดูเป็นช่วงได้
6. ช่วยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับครูเพิ่มขึ้น ห้องเรียนกลับด้านเป็นการประสานการใช้ประโยชน์ระหว่างการเรียนรู้แบบออนไลน์และการเรียนระบบพบหน้า ช่วยเปลี่ยนและเพิ่มบทบาทของครูให้เป็นทั้งพี่เลี้ยง (Mentor) เพื่อนหรือเพื่อนบ้าน (Neighbor) และผู้เชี่ยวชาญ (Expert)
7. ช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนดีขึ้น หน้าที่ของครูไม่ใช่เพียงช่วยให้ศิษย์ได้ความรู้หรือเนื้อหา แต่ต้องกระตุ้นให้เกิดแรงบันดาลใจ (Inspire) ให้กำลังใจ รับฟังและช่วยเหลือส่งเสริมผู้เรียนซึ่งเป็นมิติสำคัญที่จะช่วยเสริมพัฒนาการทางการเรียนของเด็ก
8. ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนนักเรียนด้วยกันเอง ผู้เรียนสามารถที่จะช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันได้
9. ช่วยให้เห็นคุณค่าของความแตกต่าง ความถนัดและความชอบที่แตกต่างกัน ครูได้เห็นจุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อนด้วยกันก็เห็น และช่วยเหลือกันด้วยจุดแข็งของแต่ละคน

10. เป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการห้องเรียน ครูสามารถทำหน้าที่ของการสอนที่สำคัญ

11. ประสานความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างโรงเรียนกับผู้ปกครองซึ่งการรับทราบและแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันจะทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่ดีได้

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ตามมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Science Education Standards) โดยสภาวิจัยแห่งชาติ (NRC, 1996) ได้นิยาม “การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์” (Scientific Inquiry) ว่าเป็นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติและนำเสนอผลการศึกษานั้นตามสารสนเทศหรือหลักฐานต่าง ๆ ที่รวบรวมได้จากการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการต่าง ๆ ระหว่างกระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ จึงกล่าวได้ว่า หัวใจสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนก็คือ การให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการในการสำรวจตรวจสอบ (Investigation Process) และรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหา ข้อสงสัยที่ตนมีเพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหลักการหรือเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้เรียนได้ทำระหว่างการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีส่วนที่คล้ายคลึงกับวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่สนใจ

Bybee (2009) ได้กล่าวถึงความหมายของการสืบเสาะไว้ว่า เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถสำรวจตรวจสอบความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิมของนักเรียนและสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยในการหาคำตอบ กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนสร้างและเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาตอบคำถามและการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอรายงานและอภิปรายผลจากการศึกษา และเก็บรวบรวมข้อมูล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2561) ได้กล่าวถึงกระบวนการเรียนการสอนที่ใช้ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหาสำรวจตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย สามารถที่จะนำความรู้ออกมาใช้ได้เมื่อพบปัญหาหรือสถานการณ์ใหม่

ศศิเทพ ปิติพรเทพิน (2558, น. 136) ได้กล่าวว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจทั้งเนื้อหาและแนวคิดของแต่ละบทเรียน โดยครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่น่าสนใจ หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม มีการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดขอบเขตที่จะศึกษา และใช้วิธีการตรวจสอบที่หลากหลาย การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางนี้ช่วยเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ทศิษา แคมมณี (2560, น. 141) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบสอบไว้ว่า เป็นการดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีบทบาทช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน โดยมีหลักการอยู่บนพื้นฐานของการสืบสอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการแสวงหาและศึกษาข้อความรู้ต่าง ๆ โดยคำถามที่เหมาะสมสามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบข้อความรู้ใหม่ได้

นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงส์ (2562ข) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เนื่องจากเป็นวิธีการที่นำมาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้วิทยาศาสตร์ผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาความหมายของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนมีการสืบค้นความรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้เริ่มต้นด้วยคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยนำไปสู่การค้นหาคำตอบ และแลกเปลี่ยนความรู้ที่ได้รับกับบุคคลอื่น ตลอดจนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เหมาะสม เกิดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย

3.2 แนวคิดทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จากการศึกษาเอกสารพบว่า แนวคิดทฤษฎีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยม (Constructivism) มีผู้อธิบายไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, น. 13) ได้กล่าวถึงทฤษฎีสร้างเสริมความรู้ (Constructivism) เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาแล้วไม่มากนักน้อย ก่อนที่ครูจะจัดการเรียนการสอนให้เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นด้วยตัวของนักเรียนเอง และการเรียนรู้เรื่องใหม่จะมีพื้นฐานมาจากความรู้เดิม ดังนั้นประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เป็นอย่างยิ่ง กระบวนการเรียนรู้ (Process of Learning) ที่แท้จริงของนักเรียนไม่ได้เกิดจากการบอกเล่าของครู หรือนักเรียนเพียงแต่จดจำแนวคิดต่าง ๆ ที่มีผู้บอกให้เท่านั้น แต่การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างเสริมความรู้ เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบ

และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อมีสถานการณ์ใด ๆ มาเผชิญหน้า ดังนั้นการที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process)

กึ่งฟ้า ลินธวงษ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์ (2561, น. 112-120) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยม (Constructivism) เน้นให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ใช่การจดจำเท่านั้น แต่เรียนเพื่อรู้เพื่อเข้าใจแก่นของความรู้ โดยการใช้กระบวนการปรับตัวที่ใช้ความสามารถในการคิด ลงมือทำ เพื่อตีความหมายของเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ สถานการณ์ และสิ่งของ โดยการมีปฏิสัมพันธ์อย่างกระตือรือร้นในบริบทของสังคม มีการแลกเปลี่ยนความเข้าใจในความรู้ในรูปแบบที่หลากหลายตามสภาพที่เป็นจริง รวมไปถึงมีการสะท้อนผลการเรียนรู้เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และวิธีการเรียนรู้ โดยแนวคิดที่ยึดหลักทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยมมาอธิบายการเรียนรู้ คือ เพียเจต์ วีก็อตสกี และออสเชเบล

1. แนวคิดของเพียเจต์ การเรียนรู้หมายถึง การแปลงรูปความเป็นจริงที่นักเรียนค้นพบ โดยการสร้างความเข้าใจที่มีความหมายต่อตนเอง ดังนั้นทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยม สามารถบอกได้ว่า คนเราเรียนรู้ได้อย่างไร โดยนักเรียนจะค่อย ๆ สะสมความรู้ความเข้าใจอย่างง่ายไว้เป็นพื้นฐาน และเพิ่มความซับซ้อนขึ้นตามประสบการณ์ ทำให้เกิดการพัฒนากายทางด้านความคิด จิตใจและสติปัญญา เรียกว่า พัฒนาการทางสติปัญญาอย่างง่าย เพียเจต์ได้แบ่งชนิดของความรู้เป็น 3 ประเภท (กึ่งฟ้า ลินธวงษ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2561, น. 35) คือ

1) ความรู้ทางกายภาพ (Physical Knowledge) หมายถึง ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ โดยการมีปฏิสัมพันธ์กับสมบัติหรือธรรมชาติของสาร

2) ความรู้ทางสังคม (Social Knowledge) หมายถึง ความรู้ที่เกิดจากการปฏิสัมพันธ์กับคนในสังคม

3) ความรู้เชิงเหตุและผล (Logical Knowledge) หมายถึง ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความคิดเชิงเหตุผลหรือตรรกศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีระดับพัฒนาการทางสติปัญญาอยู่ในขั้นปฏิบัติการรูปธรรมและนามธรรม

บทบาทของครูผู้สอนในการสร้างสรรคความรู้ด้านกายภาพและเชิงเหตุผล คือ การจัดสภาพแวดล้อมที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการใช้คำถามและการทดลองหลีกเลี่ยงการให้คำตอบโดยตรงต่อผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีโอกาสคิดและค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ครูต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจในความรู้ด้วยตนเอง ว่าความรู้นั้นเป็นอย่างไรตามความคิดความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนต้องมีความรู้พื้นฐานอยู่ก่อนแล้วและมีการแลกเปลี่ยนความรู้กับบุคคลอื่น ๆ ดังนั้น แนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามหลักการสร้างสรรคความรู้ของเพียเจต์ได้ดังนี้

1) การเรียนรู้จะต้องเกิดขึ้นโดยนักเรียนเข้าไปเรียนรู้ โดยได้รับกระบวนการทางสังคมที่ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

2) นักเรียนต้องตัดสินใจในการเรียนรู้ว่าเขาอยากเรียนอะไร ให้เขาวางแผนและตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นกิจกรรมในชั้นเรียนควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนว่าต้องการลักษณะการเรียนการสอนแบบใด

3) นักเรียนจะต้องสร้างความเข้าใจด้วยตนเองจากความรู้ที่มีอยู่เดิมกับความรู้ที่เรียนใหม่ โดยนักเรียนใช้สมองและร่างกายโดยการลงมือกระทำ จะทำให้เกิดการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้อย่างมีความหมาย

4) นักเรียนควรจะใช้วิธีการที่หลากหลายในการเรียนรู้

5) บรรยากาศในการเรียนการสอน ประสบการณ์การเรียนรู้ต้องเป็นประสบการณ์ที่เป็นประสบการณ์จริงในชีวิตที่สามารถนำไปใช้ได้

6) นักเรียนต้องมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการเรียนรู้ โดยเรียนด้วยตนเองและสามารถนำความรู้ที่ไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นได้โดยวิธีการที่นักเรียนคิดว่าเหมาะสมที่สุด

7) ครูต้องมีบทบาทเกื้อหนุนและอำนวยความสะดวกการเรียนรู้ให้เป็นไปตามที่นักเรียนต้องการ นักเรียนควรได้รับการเรียนรู้อย่างอิสระ โดยมีผู้คอยเกื้อหนุนเพื่อที่จะทำให้นักเรียนได้เกิดการแสวงหาความรู้

2. แนวคิดของวิกิออตสกี โดยวิกิออตสกีให้ความสำคัญกับบริบทของสังคมและวัฒนธรรม รวมทั้งพื้นฐานความเป็นมาของบุคคลนั้น ๆ เพราะการที่นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดีหรือไม่ ครอบครัวยังหรือสิ่งแวดล้อมก็เป็นสิ่งสำคัญ การเลี้ยงดูจะส่งผลให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและปฏิบัติเป็นแรงผลักดันให้เกิดพัฒนาการทางสติปัญญา ในการนำหลักการของวิกิออตสกีไปใช้ครูต้องสร้างสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ค่อย ๆ พัฒนาความสามารถไปจนถึงในระดับสูง และนักเรียนจะต้องมีโอกาสในการแลกเปลี่ยนความรู้เพื่อทำความเข้าใจกับความรู้ที่ตนเองเป็นผู้สร้างขึ้น

3. ออซูเบล เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกัน ได้นำเสนอทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (meaningful learning) โดยได้ชี้ให้เห็นความแตกต่างระหว่างการเรียนรู้แบบท่องจำและการเรียนรู้ที่มีความหมาย ดังนี้

1) การเรียนรู้แบบท่องจำเป็นการรับรู้สิ่งที่เรียน และพยายามจดจำให้ได้

2) การเรียนรู้ที่มีความหมาย เป็นการเรียนรู้โดยการนำสิ่งที่เรียนรู้เชื่อมโยงเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม

นอกเหนือจากหลักการที่กล่าวข้างต้น ออซูเบลยังชี้ให้เห็นว่า วิธีสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายนั้นขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 3 ประการ ดังนี้

1) ความรู้ใหม่ต้องมีความหมายเชิงเหตุและผลต่อเนื้อเกี่ยวกับความรู้เดิมของผู้เรียน

2) โครงสร้างความรู้เดิมของผู้เรียนต้องสัมพันธ์กันกับความรู้ใหม่ได้

3) ผู้เรียนต้องสนใจ และมีเจตนาแน่วแน่ที่จะเรียนรู้อย่างมีความหมาย มิฉะนั้นแล้วการมีเงื่อนไขเพียง 2 ข้อแรก ก็อาจทำให้เกิดการเรียนรู้แบบท่องจำได้

นอกจากนี้โนแวก (Novak, 1975 อ้างถึงใน กิ่งฟ้า สินธวงษ์ และสุจินต์ วิศวธีรานนท์, 2561, น. 49-50) ได้กล่าวถึงความจำเป็นของการมีความรู้ความเข้าใจเรื่องจิตวิทยาการจัดการเรียนรู้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ใช้วิธีสืบเสาะจะต้องเกี่ยวข้องกับเรื่องการเรียนรู้มนมัติที่จะช่วยนำผู้สอนไปสู่การสร้างหลักสูตรและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้มนมัติได้ และทฤษฎีสำคัญที่โนแวกมีความคิดเห็นว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาเรื่องการเรียนรู้มนมัติคือ ทฤษฎีการเรียนรู้ของออบุเบล (Ansible's cognitive learning) ซึ่งจะเห็นได้ว่าทฤษฎีการเรียนรู้ของออบุเบล เป็นการนำสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ไปเชื่อมโยงเข้ากับความรู้หรือประสบการณ์เดิม ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองซึ่งความรู้ี้จะเป็นความรู้ที่คงทนถาวรเช่นเดียวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

จุฬารัตน์ ธรรมประทีป (2563, น. 16-17) กล่าวว่า จอห์น ดิวอี้เป็นเจ้าของแนวคิด learning by doing กล่าวว่หลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมาให้ความสำคัญกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์มากเกินไป ขาดการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้จึงเริ่มนำการสืบเสาะมาใช้ในห้องเรียน โดยวิธีการดังกล่าวนี้นักเรียนต้องเป็นผู้ลงมือกระทำปฏิบัติการทดลอง เพื่อค้นคว้าหาคำตอบ และครูต้องเป็นผู้ช่วยเหลือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการสืบค้น ต่อมาจอห์น ดิวอี้ ได้ทำการศึกษาต่อจนค้นพบว่า การสืบเสาะในห้องเรียนต้องมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์และความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียน

จากแนวคิดและทฤษฎีที่กล่าวมาพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีแนวคิดที่สำคัญ คือ เน้นให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม สำรวจตรวจสอบด้วยตนเองเปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ เสริมแรงและกระตุ้นการเรียนรู้โดยการใช้คำถาม ตลอดจนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางสติปัญญา พื้นฐานความรู้ของนักเรียน ซึ่งการเรียนรู้ของนักเรียนจะเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายเมื่อนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างสรรค์ความรู้นิยม

3.3 แนวทางในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนสามารถทำได้หลากหลายระดับ ตั้งแต่การที่ผู้สอนเป็นผู้กำหนดการสำรวจตรวจสอบของผู้เรียน เพื่อตรวจสอบยืนยันสิ่งที่รู้มาแล้ว ไปจนถึงการที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกแบบการสำรวจตรวจสอบอย่างอิสระ เพื่อสำรวจปรากฏการณ์ที่ยังไม่สามารถอธิบายได้ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้แบ่งเป็น 3 ระดับ (สสวท, 2560) คือ

1. การสืบเสาะแบบกำหนดโครงสร้าง

2. การสืบเสาะแบบกึ่งกำหนดโครงสร้าง

3. การสืบเสาะไม่กำหนดโครงสร้าง

โดยบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนแต่ละระดับมีความแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ระดับของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้

ขั้น	ระดับของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์		
	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3
การกำหนดปัญหา	ผู้สอนหรือหนังสือเรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา	ผู้สอนหรือผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา	ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหา
กระบวนการแก้ปัญหา	ผู้สอนหรือหนังสือเรียนเป็นผู้กำหนดวิธีการแก้ปัญหา	ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบการแก้ปัญหา	ผู้เรียนเป็นผู้ออกแบบการแก้ปัญหา
แนวทางการแก้ปัญหา	ผู้เรียนแก้ปัญหาตามวิธีการที่กำหนดไว้	ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหา	ผู้เรียนเป็นผู้แก้ปัญหา

การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ไม่ได้มีลำดับขั้นตอนหรือกิจกรรมที่ตายตัวแน่นอน และสามารถจัดกิจกรรมกรรมด้วยรูปแบบการสอนที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้อง โครงการพัฒนามาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (The National Science Education Standards: NSES) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการระบุลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (จุฬารัตน์ ธรรมประทีป, 2563, น. 7-23) ไว้ดังนี้

1. นักเรียนมีความสนใจและมีส่วนร่วมต่อคำถามทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนให้ความสำคัญกับหลักฐานที่จะใช้ตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์
3. นักเรียนสามารถสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่มี
4. นักเรียนสามารถเชื่อมโยงคำอธิบายนั้นกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์
5. นักเรียนสามารถสื่อสารถ่ายทอด ลงข้อสรุป และแสดงให้เห็นถึงความสมเหตุสมผลต่อคำอธิบายนั้น

คำอธิบายนั้น

นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์ (2562ข) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีทั้งประเภทปฏิบัติการและไม่ทำปฏิบัติการ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ประเภทปฏิบัติการเน้นการปฏิบัติการทดลอง ที่ให้นักเรียนมีโอกาสคิดและลงมือปฏิบัติโดยผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล

จัดกระทำข้อมูล แปลความหมาย และลงข้อสรุป มี 3 ประเภท คือ 1) การสืบเสาะแบบสำเร็จรูป 2) การสืบเสาะแบบแนะนำ และ 3) การสืบเสาะแบบเปิดกว้าง ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่ทำปฏิบัติการ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นการปฏิบัติการทดลอง แต่ใช้วิธีการซักถาม เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบในสิ่งที่สงสัย มี 3 ประเภท คือ 1) การสืบเสาะแบบครูเป็นผู้สอบถาม 2) การสืบเสาะแบบนักเรียนเป็นผู้สอบถาม และ 3) การสืบเสาะแบบผสม จากลักษณะการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีหลายระดับ ครูสามารถเลือกใช้ได้ตามระดับความสามารถของนักเรียน และในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ครูสามารถเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ได้หลายรูปแบบ เช่น 3E 5E และ 7E แต่ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย คือการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

ขั้นตอนสำคัญที่เป็นพื้นฐานของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 อย่าง (นวลจิตต์ เขาวงกตพิงศ์, 2562ก) คือ

1. การทำให้นักเรียนเกิดความสนใจจนนำไปถึงขั้นเกิดความสงสัย
2. การจัดการให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ เพื่อให้ได้คำตอบของสิ่งที่สนใจ หรือคำตอบของสิ่งที่สงสัย
3. การจัดการให้นักเรียนได้ตอบคำถาม หรือแสดงข้อมูลของสิ่งที่ตนสนใจตามความเข้าใจของตนเอง

ถ้านักเรียนได้แสดงออกตามขั้นตอนหลักของกิจกรรม 3 ขั้นตอนแล้ว ถือว่าครบวงจรของการสืบเสาะหาความรู้เป็นพื้นฐาน แต่หากยังมีสาระสำคัญอื่นที่ต้องการสอนและเป็นเรื่องที่ต้องยออดเพิ่มเติมบนฐานเดียวกับสาระสำคัญ ที่นักเรียนได้เรียนรู้ใน 3 ขั้นตอน ซึ่งเป็นพื้นฐานแล้วครูก็สามารถเพิ่มกิจกรรมในชั้นขยายความรู้เป็นกิจกรรมขั้นที่ 4 เมื่อนักเรียนได้มีโอกาสประเมินหรือตัดสินสิ่งใดที่เกี่ยวข้องกับการสืบเสาะหาความรู้ที่ดำเนินการไปแล้ว นักเรียนก็จะได้ทำกิจกรรมที่ 5 ต่อไป คือ การประเมิน จึงเป็นที่มาของการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E)

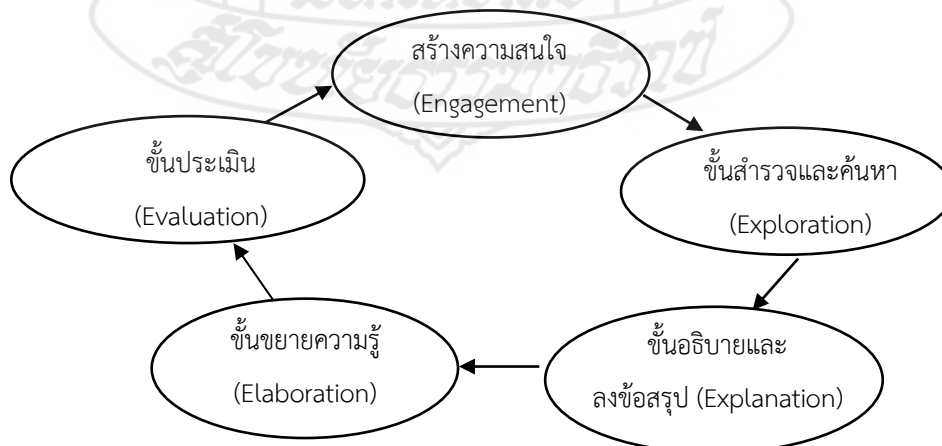
สามารถสรุปได้ว่าลักษณะของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ได้ นำไปสู่วิธีการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานที่ใช้ในการตอบคำถาม สามารถอธิบายหรือลงข้อสรุปบนพื้นฐานของข้อมูลที่มี ตลอดจนสื่อสารและให้เหตุผลของการตรวจสอบแก่ผู้อื่นได้ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งจัดเป็นการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน

3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

จากการศึกษาเอกสารพบว่า มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, น. 219-220) กล่าวว่า ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E หรือการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) มีขั้นตอนการจัดกิจกรรม 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรืออาจเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้อื่นที่เพิ่งเรียนมาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ จะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่จะเป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะที่ได้มาวิเคราะห์ แปรผล สรุปผลและนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้เรื่องอะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ



ภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

จากภาพที่ 2.1 วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ ถือเป็นการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ คือ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาให้ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการฝึกให้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนมีบทบาทในการกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถาม เพื่อให้ได้ใช้กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ไขปัญหา แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการ หรือวิธีการแก้ปัญหา ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ (เวินา ประชากุล และประสาท เมืองเฉลิม , 2553, น. 228)

Bybee (2009) ได้นำเสนอขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่โดยใช้กิจกรรมสั้น ๆ ที่ช่วยตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและสามารถเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ใหม่
2. ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้องค์ความรู้
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายและนำเสนอ กับสิ่งที่ได้จากประสบการณ์การเรียนรู้ในขั้นสำรวจและค้นหา เป็นขั้นที่นักเรียนได้แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจของตนเอง
4. ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำประสบการณ์เรียนรู้ไปเชื่อมโยงสู่ความรู้ใหม่ ซึ่งสามารถช่วยพัฒนาความรู้ความเข้าใจของนักเรียนได้
5. ขั้นประเมิน เป็นการประเมินความรู้ความเข้าใจของนักเรียนด้วยรูปแบบและกระบวนการประเมินที่หลากหลาย

สุทธิดา จำรัส (2561, น. 7-10) ได้สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ กล่าวคือ การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เป็นที่ยอมรับและมีการใช้กันมาก คือ การจัดการเรียนการสอนโดยการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์แบบ 5E เนื่องจากเป็นรูปแบบที่มีขั้นตอนที่ชัดเจน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อนำไปสู่การดำเนินกิจกรรมเพื่อสร้างแนวคิดใหม่ โดยใช้กิจกรรมสั้น ๆ ที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และเกิดคำถาม
2. ขั้นสำรวจและค้นหา เป็นหัวใจของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนทำกิจกรรมลงมือปฏิบัติ สำรวจตรวจสอบและได้ใช้ประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย รวมทั้งฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนสะท้อนความเข้าใจโดยการอธิบายเกี่ยวกับผลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา
4. ขั้นขยายความรู้ ผู้สอนช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจแนวคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม โดยลงรายละเอียดในแนวคิดนั้นหรือขยายแนวคิดออกไปเพื่อให้เห็นภาพรวมของสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องได้

5. ชั้นประเมิน สามารถทำการประเมินได้ทุก ๆ ชั้นตอนของ 5E ทำให้นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งเปิดโอกาสผู้สอนประเมินพัฒนาการของนักเรียน

ทิสนา แคมมณี (2560) ได้กล่าวถึง กระบวนการเรียนการสอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ให้นักเรียนเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ที่ชวนให้งุนงงสงสัยโดยใช้ปัญหาหรือสถานการณ์ที่เหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของนักเรียน เป็นคำถามหรือสถานการณ์ปัญหาที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความใฝ่รู้ ใฝ่เรียนได้

ขั้นที่ 2 ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นต่อปัญหาหรือสถานการณ์นั้น โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด อันนำไปสู่ความพยายามแสวงหาความรู้หรือพิสูจน์ข้อเท็จจริง

ขั้นที่ 3 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนในการแสวงหาความรู้ อันเป็นกระบวนการฝึกทักษะการสืบสอบ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการกลุ่ม

ขั้นที่ 4 ให้นักเรียนดำเนินการแสวงหาความรู้ตามแผนงานที่ได้วางไว้

ขั้นที่ 5 ให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลข้อมูล นำเสนอ และอภิปรายผล

ขั้นที่ 6 ให้นักเรียนกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการสืบเสาะหาคำตอบต่อไป จากการทำกิจกรรมสืบเสาะแสวงหาความรู้ตามกระบวนการข้างต้นแล้วนั้น นักเรียนอาจพบประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ อันนำไปสู่การเริ่มต้นวงจรการเรียนรู้ใหม่ตั้งแต่ขั้นที่ 1 เป็นต้นไป กลายเป็นวงจรการเรียนรู้ที่ต่อเนื่อง

จากการศึกษาเอกสารขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ในการดำเนินงานวิจัย เนื่องจากมีรูปแบบขั้นตอนที่ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสำรวจตรวจสอบ การศึกษาและค้นคว้าด้วยกระบวนการและวิธีต่าง ๆ เช่น กระบวนการคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้ หรือแนวทางแก้ไขปัญหา แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งถือว่าการเรียนรู้ที่มีความหมาย ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ 5 ขั้น ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนของการนำเข้าสู่บทเรียน โดยการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใคร่รู้ เกิดคำถามในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง หรือครูอาจใช้คำถามกระตุ้นเพื่อนำนักเรียนไปสู่การหาคำตอบก็ได้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา การทำกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้น

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบหรือการสืบค้นมาวิเคราะห์ อภิปรายร่วมกัน และนำเสนอข้อมูลที่ได้

4. ขยายความรู้ การนำความรู้ที่สร้างขึ้นจากกิจกรรมการสำรวจตรวจสอบไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน หรือการเชื่อมโยงไปสู่ปัญหา หรือสถานการณ์ใหม่เพื่อให้เกิดความรู้ที่กว้างมากขึ้น

5. ชั้นประเมิน เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการที่หลากหลายว่า นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างอย่างน้อยเพียงใด

3.5 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

จากการศึกษาเอกสารพบว่ามีกรกล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้ Szesze (2001) Bybee et al. (2006) สุทธิดา จำรัส (2561) และ นวลจิตต์ เขวกีร์ติพงษ์ (2560) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สอดคล้องกัน สรุปได้ว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้กำหนดปัญหาในการสำรวจตรวจสอบ วางแผนและออกแบบการศึกษาค้นคว้าและสำรวจตรวจสอบ เป็นผู้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมสำรวจตรวจสอบ การทดลอง อภิปรายและแสดงความคิดเห็นร่วมกันและครูเป็นผู้ให้คำแนะนำเท่านั้น และสามารถแสดงบทบาทของครูและนักเรียนได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ปรับมาจาก นวลจิตต์ เขวกีร์ติพงษ์ (2560)

ขั้นตอน	เป้าหมาย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. สร้างความสนใจ (Engage)	กระตุ้นให้นักเรียนแสดง ความสนใจ/สงสัย/อยากรู้ คำตอบของข้อมูลที่เป็น ความรู้ใหม่ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องระบุ ประเด็นของสิ่งที่สนใจ/สงสัยได้	1. จัดกิจกรรม/สร้าง สถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความอยากรู้ อยากรู้เห็น กระตุ้นให้ นักเรียนตั้งคำถามโดยการ สาธิตการทดลอง 2. นำเสนอข้อมูลที่น่าสงสัย/ การนำเสนอข่าว เหตุการณ์ที่น่าสงสัย	1. ตั้งคำถาม 2. กำหนดประเด็น ปัญหาที่จะศึกษา
2. สำรวจและค้นหา (Explore)	ให้นักเรียนได้ทำงานใน ลักษณะต่าง ๆ เพื่อค้นหา คำตอบของสิ่งที่สนใจ/	1. อำนวยความสะดวก 2. ให้คำแนะนำส่งเสริมให้ นักเรียนตั้งสมมติฐานและ วางแผนการทดลอง/	1. สำรวจข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา ตั้งสมมติฐานทดลอง

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ขั้นตอน	เป้าหมาย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	สงสัย ที่ระบุไว้ในขั้นสร้าง ความสนใจ	สืบค้นและรวบรวมข้อมูล เพื่อสำรวจตรวจสอบ สมมติฐานที่ตั้งไว้	2. สืบค้นข้อมูลด้วยวิธี ต่าง ๆ เพื่อ ตรวจสอบสมมติฐาน
3. อธิบายและ ลงข้อสรุป (Explain)	ให้นักเรียนนำคำตอบที่ เป็นข้อมูลจากการทำงาน ในขั้นสำรวจและค้นหา ประมวล/สังเคราะห์เพื่อ ตอบคำถามสิ่งที่สนใจ/ สงสัยที่ตั้งประเด็นไว้ในขั้น สร้างความสนใจ	1. ส่งเสริมให้นักเรียนนำ ข้อมูลจากการสำรวจและ ค้นหาวิเคราะห์ แนะนำ วิธีการจัดกระทำข้อมูลใน รูปของตาราง กราฟ แผนภาพ ฯลฯ 2. ใช้คำถามกระตุ้นให้ นักเรียนแสดงแนวโน้มนำ/ แสดงความสัมพันธ์ของ ข้อมูล โดยตั้งคำถามนำ ทางให้นักเรียนได้สรุปและ อภิปรายผลการทดลอง/ ข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น อย่างมีเหตุผลกระตุ้นให้ นักเรียนตรวจสอบความ สอดคล้องของผลการ ทดลองกับสมมติฐานที่ นักเรียนตั้งไว้	สร้างองค์ความรู้ใหม่ ด้วยตนเองโดยการ อธิบายความคิดของ ตนเองพร้อมแสดง หลักฐานประกอบ คำอธิบายแสดงผลการ ตรวจสอบ ผลการ ทดลองว่า สอดคล้อง กับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือไม่
4. ขยายความรู้ (Elaborate)	ให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล ใหม่เพิ่มเติมจาก ฐานความรู้ที่ได้ค้นพบเป็น ความรู้ที่ต่อเนื่องกันทำ ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ประเด็นเดิมแต่มีขอบเขต กว้างขวางมากขึ้นหรือ	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้น และอำนวยความสะดวกให้ นักเรียนได้ตรวจสอบ/เพิ่มเติม ความสมบูรณ์/ขยายกรอบ ความคิดของความรู้ที่สร้างขึ้น โดย	1. ประยุกต์ความรู้ที่ ได้รับกับสถานการณ์ ใหม่ 2. ใช้ข้อมูลที่ได้ศึกษา มาตอบคำถามของ ปัญหา

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ขั้นตอน	เป้าหมาย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
	ตรวจสอบความรู้เดิมให้มี ความชัดเจนสมบูรณ์มาก ขึ้น	1) ตั้งประเด็นให้นักเรียน อภิปราย แสดงความ คิดเห็นเพิ่มเติมเกี่ยวกับ ความรู้ใหม่ที่นักเรียน นำเสนอไว้หรือ 2) ชักถามให้นักเรียนเกิด ความชัดเจนหรือกระจ่าง ในความรู้/ข้อค้นพบที่ นักเรียนนำเสนอไว้หรือ 3) ตั้งคำถาม/ประเด็นให้ นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ ใหม่ที่สร้างขึ้นกับความรู้ เดิม หรือ 4) กระตุ้นให้เกิดข้อสงสัยใหม่ ในเรื่องที่ต่อเนื่องกับ ความรู้ที่ได้ค้นพบ และ เปิดโอกาสให้ทำการสำรวจ และค้นหาและอธิบายลง ข้อสรุปใหม่อีกรอบ	3. ออกแบบการทดลอง ในสถานการณ์ใหม่ 4. ตรวจสอบความ เข้าใจกับครูและ เพื่อน
5. ประเมินผล (Evaluate)	ให้นักเรียนได้ประเมินผล การเรียนรู้ของตนเองและ กระบวนการที่ทำให้เกิด การเรียนรู้	จัดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นให้ นักเรียนได้ประเมินจุดเด่น จุดด้อยในกระบวนการสืบ เสาะหาความรู้ของตนเอง เช่น 1) ให้นักเรียนตรวจสอบ ความรู้ของตนเองกับ ผู้เรียนคนอื่น ๆ 2) ให้นักเรียนพูดถึงวิธีการสืบ เสาะหาความรู้ของตนเอง	แสดงการประเมิน ตรวจสอบ/ประยุกต์ใช้ ความรู้ที่สร้างขึ้น/ เริ่มต้นความสนใจใน การเสาะแสวงหาความรู้ ใหม่

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ขั้นตอน	เป้าหมาย	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
		3) ให้นักเรียนนำความรู้หรือ แบบจำลอง หรือแบบ แผนผังความรู้ไปอธิบาย หรือประยุกต์ใช้กับ เหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ	

จากที่กล่าวมาข้างต้น บทบาทของครูและนักเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
สืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถสรุปได้ดังนี้

1. บทบาทของครู
 - 1) สร้างสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความอยากรู้
 - 2) ให้คำแนะนำในการตั้งสมมติฐานและวางแผนการทดลอง/สืบค้นและรวบรวม
ข้อมูลแก่นักเรียน
 - 3) สังเกต/กระตุ้นด้วยคำถามนำทางให้นักเรียนได้สรุปและอภิปรายผลการทดลอง
 - 4) กระตุ้นให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงประเด็นความรู้ใหม่กับความรู้เดิม
 - 5) ขยายองค์ความรู้ของนักเรียน โดยอาจให้นักเรียนนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้
 - 6) ตรวจสอบผลการเรียนรู้ของนักเรียน
2. บทบาทของนักเรียน
 - 1) กำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา
 - 2) ค้นคว้าหาวิธีการที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา (ตั้งสมมติฐาน ออกแบบการ
ทดลอง/สืบค้นและรวบรวม)
 - 3) ปฏิบัติการทดลองเพื่อสืบเสาะ โดยทำการสังเกตและบันทึกผล
 - 4) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสืบเสาะและนำเสนอข้อมูล และเชื่อมโยงความรู้ที่
ค้นพบกับความรู้เดิม
 - 5) นำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่
 - 6) ประเมินความรู้ของตนเองและปรับปรุงพัฒนาจุดเด่นจุดด้อยของตนเอง

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการนำวิธีการสอนทั้ง 2 วิธี มาใช้ร่วมกันทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนศึกษาสื่อการเรียนรู้ก่อนการเรียนในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้พื้นฐานความรู้ ซึ่งครูจะตรวจสอบการเรียนรู้ ทำความเข้าใจของนักเรียนผ่านการจดบันทึก โปสต์ความคิดเห็นในสื่อและตั้งคำถามล่วงหน้า จากนั้นเมื่ออยู่ในชั้นเรียนจริงนักเรียนจะได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต่อยอดจากเนื้อหาเบื้องต้นและถามตอบจากสิ่งที่ได้เรียนผ่านสื่อมาแล้ว โดยจะอยู่ในลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่เน้นกิจกรรมในชั้นเรียนด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และมีครูเป็นผู้ชี้แนะ ให้คำแนะนำหรือให้ความช่วยเหลือ ผู้วิจัยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดของไบรอัน มิลเลอร์ (Brian Miller) สามารถแบ่งชั้นการสอนออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 ชั้นเรียนรู้นอกชั้นเรียน (Out Class Activities)

ขั้นเตรียม ผู้สอนสร้างกลุ่มโดยใช้ภูเกิลคลาสรูมขึ้นมาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากนั้นครูจะมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนกลับไปศึกษาเนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ จากสื่อที่ผู้สอนได้รวบรวมไว้ในกลุ่มภูเกิลคลาสรูม ซึ่งอาจจะสร้างขึ้นเอง และนักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวได้ด้วยตนเองจากหนังสือเรียนหรือจากแหล่งอื่น ๆ โดยตรวจสอบการเรียนรู้ ทำความเข้าใจของนักเรียนผ่านการจดบันทึก โปสต์ความคิดเห็นในสื่อและตั้งคำถามล่วงหน้า

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูสร้างความสนใจโดยตั้งคำถาม ระบุประเด็นที่สงสัย ในเนื้อหาหรือสาระสำคัญที่กำหนดไว้ หรือนักเรียนศึกษาจากวิดีโอ (ล่วงหน้าก่อนการสอนจริง) แล้วครูถามประเด็นปัญหาไว้ นักเรียนตั้งคำถาม ตั้งประเด็นที่ตนเองไม่เข้าใจแล้วนำมาอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การคิดวิเคราะห์และนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้าง (Claim)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและสืบค้น (Exploration) ให้นักเรียนได้ค้นพบประเด็นที่สงสัย โดยผู้สอนได้แชร์วิดีโอที่เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ไว้ให้ศึกษาค้นคว้า เมื่อนักเรียนได้สืบค้นหาคำตอบของคำถามนั้นแล้ว นักเรียนสรุปบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างเป็นระบบระเบียบในแบบบันทึกคอร์เนล เพื่อให้ได้หลักฐานของคำตอบที่จะเป็นข้อกล่าวอ้าง (Claim) โดยการบันทึกดังกล่าวมีการแบ่งกระดาษออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ใช้จดบันทึก (Note-Taking Area) สำหรับจดโน้ตในช่วงที่เรียน ส่วนบันทึกช่วยเตือนความจำ (Cue Column) สำหรับบันทึกประเด็นสำคัญเชื่อมโยงจากส่วนแรก และส่วนพื้นที่สำหรับสรุป ทบทวน (Summary Area) พื้นที่ใต้สุดของกระดาษใช้จดสรุป หรือการวิเคราะห์จากผู้จดภายหลังเรียนจบ หรือหลังได้ฟังเรื่องทั้งหมด เพื่อให้เข้าใจที่สุด

4.2 ชั้นเรียนรู้ในชั้นเรียน (In Class Activities)

ขั้นที่ 3 ชั้นอภิปรายและลงข้อมูล (Explanation) เมื่อเข้ามาในชั้นเรียน ผู้สอนได้จัดให้แต่ละกลุ่มปรึกษากัน โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์/ความคิดเชิงตรรกะนำมาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ค้นพบจากการสืบค้น ซึ่งนักเรียนอธิบายและลงข้อสรุปที่เป็นข้อกล่าวอ้าง (Claim) ผ่านการแสดงหลักฐาน (Evidence) โดยการเขียนบรรยาย หรือวาดรูป ก่อนออกมาอภิปรายหน้าชั้นเรียน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายเกี่ยวกับเรื่องที่ผู้สอนมอบหมายและสรุปความสำคัญ หลังจากการนำเสนอเสร็จนักเรียนและผู้สอนร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากกิจกรรมอีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) ผู้สอนเพิ่มเติมความรู้ใหม่ในอนาคตและเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียน โดยอาจจะตั้งคำถามเพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียน

ขั้นที่ 5 ชั้นประเมิน (Evaluation) 1) ประเมินการเรียนรู้โดยนักเรียนตอบคำถามของตนเองผ่านการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Writing) ซึ่งคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) (2) หลักฐาน (Evidence) และ (3) เหตุผล (Reasoning) 2) ให้นักเรียนตรวจสอบความรู้ของตนเองกับผู้เรียนคนอื่น ๆ 3) ผู้สอนประเมินจากชิ้นงานหรือกิจกรรมเพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ ทักษะคิดวิเคราะห์และการลงข้อสรุป 4) ให้นักเรียนพูดถึงวิธีการสืบเสาะหาความรู้ของตนเอง 5) ให้นักเรียนนำความรู้ แบบจำลองหรือแบบแผนความรู้ ไปอธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ หรือเรื่องอื่น ๆ

5. ทักษะการคิดวิเคราะห์

5.1 ความหมายของทักษะการคิดวิเคราะห์

Dewey (1933 อ้างถึงใน ไพฑูริย์ สินลารัตน์ และคณะ, 2557, น. 9) Bloom (1959 อ้างถึงใน ขบาพร พิมวัน, 2563) Good (1973 อ้างถึงในขบาพร พิมวัน, 2563) ซึ่งเป็นนักการศึกษาชาวต่างชาติ ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า

การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดอย่างใคร่ครวญ ไตร่ตรอง ส่วนย่อยของเหตุการณ์ เรื่องราว หรือเนื้อหาต่าง ๆ พิจารณาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง อย่างรอบคอบตามหลักของการประเมิน และมีหลักฐานอ้างอิง เพื่อหาข้อสรุปที่เป็นไปได้สมเหตุสมผล

นวลจิตต์ เขวกีรติพงศ์ (2557, น. 10) ได้ให้ความหมายว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การแยกแยะข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกเป็นส่วนย่อย ๆ และมีการเชื่อมโยงความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของข้อมูลเหล่านั้น เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการคิดระดับอื่น ๆ หรือทำให้เกิดความเข้าใจเหตุการณ์ในแง่มุมต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้น

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2560, น. 189-190) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ว่าเป็น การคิดที่สามารถจำแนกแยกแยะข้อมูล หรือเรื่องราวเหตุการณ์ต่าง ๆ เป็นส่วนย่อยตามหลักการหรือเกณฑ์ ที่กำหนด เพื่อค้นหาความสำคัญและข้อเท็จจริงที่ปรากฏอยู่ จนได้ความคิดไปสู่การสรุปและสามารถนำไป ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

ชรา เล่าเรียนดี และคณะ (2560) ได้ให้ความหมายของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่าหมายถึง การแสดงออกด้วยคำพูด หรือพฤติกรรมการปฏิบัติที่บอกถึงความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่าง ๆ อย่างละเอียด สามารถอธิบายเหตุผล ระบุปัญหา ระบุความเชื่อมโยง สามารถจำแนกส่วนประกอบ ต่าง ๆ รวบรวมข้อมูลที่ สำคัญ เพื่อนำมาเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจและประเมินผล หรือเพื่อสรุปอย่างเหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสรุปว่า การคิดวิเคราะห์ หมายถึง การคิดอย่างรอบคอบ ไตร่ตรองและมีเหตุผล เพื่อนำไปสู่การหาข้อเท็จจริง แก้ปัญหาและหาข้อสรุป โดยการแยกแยะองค์ประกอบ ต่าง ๆ เพื่อศึกษาความสำคัญ ความสัมพันธ์ และหลักการของสิ่งนั้น ๆ

5.2 ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์

ไพฑูรย์ สิ้นลารัตน์ (2557, น. 8) กล่าวว่า การวิเคราะห์เป็นต้นน้ำของการแก้ปัญหา ทั้งปวง ถ้าเราไม่เริ่มต้นที่การคิดวิเคราะห์ก่อนแล้ว การที่จะแก้ปัญหาอะไรอย่างไรจะไม่ชัดเจนด้วย จึงมี ความจำเป็นที่ทุกคนจะได้พัฒนาตัวเองให้รู้จักคิดวิเคราะห์ให้มากขึ้น เพื่อการแก้ไขปัญหานั้นที่เราจะต้องเผชิญ ตลอดไป

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ (2554, น. 31) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดวิเคราะห์ ไว้ดังนี้

1. เป็นรากฐานที่สำคัญของการแสวงหาความรู้ การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ทำให้รู้จักคิด จัดประเภทสิ่งต่าง ๆ หรือจำแนกแยกแยะสิ่งที่เรารู้รู้อย่างมีหลักเกณฑ์ สามารถคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้น หรือทำนายผลได้ใกล้เคียงความเป็นจริง และนำไปสู่การตัดสินใจอย่างเหมาะสม
2. ทำให้สามารถแยกข้อเท็จจริงออกจากข้อมูล หรือจากความคิดเห็นได้กระจ่างชัดเจน ทำให้มองเห็นเป็นแนวทางในการตัดสินใจที่จะดำเนินกิจกรรม หรือทำงานอย่างเป็นระบบ และบรรลุ เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ
3. ทำให้เป็นคนมีเหตุผล ไม่สรุปเรื่องราวต่าง ๆ ตามอารมณ์ หรือความรู้สึกของตนเอง และไม่กระทำการใด ๆ ตามใจตนเองอย่างเลื่อนลอยไร้ทิศทาง
4. ทำให้เป็นผู้ที่น่าเชื่อถือ ได้รับการยอมรับจากผู้อื่นในด้านการแสดงความคิดเห็น หรือ การให้ข้อเสนอแนะอย่างมีเหตุผล
5. สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องตามขั้นตอน มีเหตุผลและสามารถปรับตนเอง ให้เข้ากับสถานการณ์ เหตุการณ์ต่าง ๆ ในปัจจุบันได้ ไม่หลงเชื่อหรือคล้อยตามบุคคลอื่นจนเกิดความพลาดพลั้งในกิจการต่าง ๆ

6. ทำให้เป็นผู้มีทักษะในการลำดับ เรื่องราวเหตุการณ์ต่าง ๆ และหลอมรวมกันได้ ใจความเพื่อนำเสนอความคิดเห็นอย่างมีเหตุผลไปยังบุคคลอื่นได้

7. ทำให้สามารถประมวลข้อคิดเห็นของบุคคลที่หลากหลายมาสัมพันธ์กันเพื่อนำมาสรุป เป็นแนวคิดใหม่ นำไปใช้ในการพัฒนาและ/หรือปรับปรุงคุณภาพของงาน

8. ทำให้ได้ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน มาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างเป็น ระบบ และสามารถตรวจสอบความถูกต้องตามหลักเกณฑ์ได้ตรงประเด็น

จากการกล่าวถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ ถือได้ว่ามีความสำคัญมากในการใช้ ชีวิตประจำวันในสังคมปัจจุบัน เพื่อจะได้เข้าใจ เรียนรู้ และเข้มแข็ง ไม่ตกเป็นเหยื่อของการโฆษณาชวนเชื่อ ทั้งเศรษฐกิจ การเมืองและสังคม

5.3 ขอบเขตของการคิดวิเคราะห์

การคิดวิเคราะห์เป็นการแสดงพฤติกรรมทางสมอง จึงต้องมีขั้นตอนย่อยในการปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ทำให้เกิดความเข้าใจ เหตุการณ์ในแง่มุมต่าง ๆ ทำให้มีการคิดวิเคราะห์ได้หลายประเภท และการคิดวิเคราะห์เป็นพื้นฐานในการคิดระดับอื่น ๆ จึงสามารถเชื่อมโยงการคิดวิเคราะห์ไปยังการคิดแบบ อื่น ๆ ได้ โดยสามารถกล่าวถึงรายละเอียดของขอบเขตการคิดวิเคราะห์ได้ดังนี้ (นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์, 2557, น. 10)

5.3.1 ด้านขั้นตอนย่อยของการคิดวิเคราะห์

ทศนา แฉมมณี และคณะ (2544, น. 133) ได้กล่าวถึงขั้นตอนย่อยของการ คิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1) การรวบรวมข้อมูลทั้งหมดมาจัดระบบหรือเรียบเรียงให้ง่ายแก่การทำความเข้าใจ

2) การกำหนดมิติหรือแง่มุมที่จะวิเคราะห์ โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิม

3) การกำหนดหมวดหมู่ในแง่มุมที่ต้องการวิเคราะห์

4) การแจกแจงข้อมูลที่มีอยู่ลงในแต่ละหมวดหมู่ โดยคำนึงถึงความเป็นตัวอย่าง เหตุการณ์ การเป็นสมาชิก และความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องโดยตรง

5) การนำข้อมูลที่แจกแจงเรียบร้อยแล้วในแต่ละหมวดหมู่ มาจัดระบบเรียงลำดับ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ

6) การเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละหมวดหมู่ตามความมาก/น้อย ความสอดคล้อง/ ความขัดแย้ง ผลทางบวก/ผลทางลบ ความเป็นเหตุ/เป็นผล ลำดับความต่อเนื่อง

เพ็ญศรี จันทรดวง (2545 อ้างถึงใน สุภลักษณ์ พลเรือง, 2561) ได้อธิบายถึง ขั้นตอนของการคิดวิเคราะห์ไว้ ดังนี้

1) กำหนดขอบเขตหรือนิยามสิ่งที่เราจะวิเคราะห์ให้ชัดเจนว่าจะวิเคราะห์อะไร

- 2) กำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าจะวิเคราะห์เพื่ออะไร
 - 3) พิจารณาหลักความรู้หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องว่าใช้หลักใดเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์
 - 4) สรุปและรายงานผลการวิเคราะห์ให้เป็นระเบียบชัดเจน
- จากขั้นตอนย่อยของการคิดวิเคราะห์ ถ้าหากผู้สอนมีความเข้าใจ จะทำให้รู้และเข้าใจเกี่ยวกับการทำให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ จะต้องทำขั้นตอนอะไรบ้าง และสามารถนำข้อมูลไปออกแบบเพื่อสร้างตัวบ่งชี้พฤติกรรม นำไปสู่การสร้างเกณฑ์ชี้วัดในการประเมินพฤติกรรมการคิดวิเคราะห์ได้

5.3.2 ด้านประเภทของการวิเคราะห์

Bloom (1956 อ้างถึงใน ชบาพร พิมวัน, 2563) ได้กล่าวถึง การคิดวิเคราะห์ (Analysis) แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1) วิเคราะห์ความสำคัญ (Analysis of Element) คือ การแยกแยะสิ่งที่กำหนดมาให้ว่าอะไรสำคัญหรือจำเป็น อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผลประกอบด้วย

(1) วิเคราะห์ชนิด คือการวินิจฉัยว่าสิ่งนั้นหรือเหตุการณ์นั้นเป็นชนิดใด ลักษณะใด เพราะเหตุใด

(2) วิเคราะห์สิ่งสำคัญ คือ การวินิจฉัยว่าสิ่งใดสำคัญ ไม่สำคัญ เป็นการค้นหาสาระสำคัญ ข้อความหลัก ข้อสรุป จุดเด่น จุดด้อยของสิ่งต่าง ๆ

(3) วิเคราะห์เลศนัย คือ การมุ่งค้นหาสิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้น หรืออยู่เบื้องหลังจากสิ่งที่เห็น ซึ่งมีได้บ่งบอกตรง ๆ แต่มีร่องรอยของความจริงซ่อนเร้นอยู่

2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) คือ การค้นหาว่าความสำคัญย่อย ๆ ของเรื่องราวหรือเหตุการณ์นั้น เกี่ยวพันกันอย่างไร หรือสอดคล้องขัดแย้งกันอย่างไร ประกอบด้วย

(1) วิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์ ค้นหาว่าเป็นความสัมพันธ์แบบใดมีสิ่งใดสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกัน เช่น มีสิ่งใดไม่สมเหตุสมผล สองสิ่งนี้เหมือนหรือแตกต่างกัน

(2) วิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์ เป็นการคิดวิเคราะห์ที่มุ่งให้คิดเพื่อค้นขนาด ระดับของความสัมพันธ์

(3) วิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์ เป็นการวิเคราะห์ที่มุ่งให้คิดเพื่อค้นลำดับขั้น ของความสัมพันธ์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

(4) วิเคราะห์จุดประสงค์และวิธีการ เป็นการคิดค้นหาการกระทำหรือพฤติกรรม นั้นมีเป้าหมายอะไร หรือมุ่งให้บรรลุผลอะไร

(5) วิเคราะห์สาเหตุและผลการคิดแบบแยกแยะให้เห็นความสัมพันธ์เชิงเหตุผล สอนให้คิดหาเหตุและผลได้ดี

(6) วิเคราะห์แบบความสัมพันธ์ในรูปอุปมาอุปไมย เป็นการคิดวิเคราะห์ที่มุ่งให้ ค้นหาแบบสัมพันธ์ระหว่าง 2 สิ่งแล้วบอกแบบความสัมพันธ์นั้น หรือเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์ คู่อื่น ๆ ที่คล้ายกันทำนองเดียวกันในรูปอุปมาอุปไมย

3) การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of Organizational Principles) คือ การ ค้นหาโครงสร้างของระบบ สิ่งของ เรื่องราว และการกระทำต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นร่วมกันจนดำรงสภาพ เช่นนั้นอยู่เนื่องด้วยอะไร มีหลักการอะไรเป็นแกน มีเทคนิคหรือยึดคติใด มีสิ่งใดเป็นตัวเชื่อมโยง การจะ วิเคราะห์หลักการได้ที่ดีจำเป็นต้องมีความรู้ ความสามารถในการวิเคราะห์องค์ประกอบและความสัมพันธ์ได้ดี เสียก่อน เพราะจะสามารถสรุปเป็นหลักการได้ประกอบด้วย

(1) วิเคราะห์โครงสร้าง เป็นการค้นหาโครงสร้างของสิ่งต่าง ๆ เช่น คุณลักษณะ สำคัญของการเป็นแพทย์ที่ดีมีอย่างไรบ้างค้ำกล่าวนี้มีลักษณะอย่างไร

(2) วิเคราะห์หลักการ เป็นการแยกแยะเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ แล้ว สรุปเป็นคำตอบหลักได้ เช่น หลักการสอนที่ดีเป็นอย่างไร เป็นต้น

สอดคล้องกับนวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์ (2557, น. 11-14) ที่ได้สรุปการคิดวิเคราะห์ ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ไว้ดังนี้

1) การวิเคราะห์ความสำคัญ

- (1) การวิเคราะห์ชนิดของสิ่งของ/เหตุการณ์
- (2) การวิเคราะห์เพื่อระบุว่าสิ่งใดสำคัญ/ไม่สำคัญ
- (3) การวิเคราะห์สิ่งที่แอบแฝงซ่อนเร้นอยู่

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

- (1) การวิเคราะห์ชนิดของความสัมพันธ์
 - ก. การวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มเป็นพวกเดียวกัน
 - ข. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล
 - ค. การวิเคราะห์เพื่อระบุความเหมือน/ความต่าง
- (2) การวิเคราะห์ขนาดของความสัมพันธ์
 - ก. ระบุความมาก/น้อยของความสัมพันธ์
 - ข. เรียง/จัดลำดับความสัมพันธ์
 - ค. การวิเคราะห์ขั้นตอนความสัมพันธ์

3) การคิดวิเคราะห์หลักการ

(1) การระบุโครงสร้างของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยพิจารณาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่แสดงความสัมพันธ์แบบซ้ำ ๆ กัน

(2) การแยกแยะข้อมูลเพื่อค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ แล้วสรุปเป็นคำตอบหลัก

วีระ สุตสังข์ (2550, น. 30) ได้กล่าวถึงขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ไว้ 3 ส่วน ดังนี้

1) การวิเคราะห์ส่วนประกอบ เป็นความสามารถในการหาส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งของหรือเรื่องราวต่าง ๆ ว่ามีสาระสำคัญ ปัจจัยอะไรบ้าง มีเหตุผลอย่างไร เช่น การวิเคราะห์บทความข่าว สารคดี เรื่องสั้น เป็นต้น

2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญต่าง ๆ โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างความคิด ความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผล หรือความแตกต่างระหว่างข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างคำถาม เช่น สิ่งใดจะเกิดตามมาหากประชาชนยังไม่ช่วยกันประหยัดพลังงาน เป็นต้น

3) การวิเคราะห์หลักการ ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ส่วนสำคัญในเรื่องนั้น ๆ ว่าสัมพันธ์กันอยู่โดยอาศัยหลักการใด เช่น การให้นักเรียนค้นหาหลักการของเรื่อง การระบุจุดประสงค์ของนักเรียน ประเด็นสำคัญของเรื่อง เช่น หลักการสำคัญของการเกิดปรากฏการณ์รุ่งกินน้ำคืออะไร สาระสำคัญของเรื่องสั้นนี้คืออะไร เป็นต้น

จากขอบเขตด้านประเภทของการคิดวิเคราะห์ข้างต้น มีความคล้ายคลึงกัน สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 สรุปประเภทของการคิดวิเคราะห์

ประเภทของการคิดวิเคราะห์	ตัวชี้วัด
การวิเคราะห์ความสำคัญ	ความสามารถในการแยกแยะข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ ระบุลักษณะหรือปัจจัยสำคัญ จุดเด่นจุดด้อยของสิ่งต่าง ๆ
การวิเคราะห์ความสัมพันธ์	ระบุหรือสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล การเชื่อมโยงเหตุผล รวมไปถึงการพิจารณาความสอดคล้องหรือขัดแย้งของสิ่งต่าง ๆ
การวิเคราะห์หลักการ	ค้นหาหรือระบุหลักการของสิ่งที่ศึกษา ตลอดจนสามารถนำหลักการมาค้นหาความจริงของสิ่งต่าง ๆ รวมไปถึงความสามารถในการกำหนดกฎเกณฑ์จำแนกข้อมูล

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม ซึ่งมีการแบ่งประเภทของการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ด้าน ประกอบไปด้วยการคิดวิเคราะห์ความสำคัญ การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการคิดวิเคราะห์หลักการ เนื่องจากแต่ละด้านจะส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ เป็นไปตามขั้นตอนพัฒนาการของสติปัญญาถือเป็นขั้นพื้นฐานที่จะนำไปต่อยอดในการคิดระดับสูง

5.3.3 ด้านการเชื่อมโยงการคิดวิเคราะห์กับการคิดแบบอื่น ๆ ในระดับที่สูงขึ้น

การคิดวิเคราะห์เป็นส่วนประกอบส่วนต้นของการคิดระดับสูงแบบอื่น ๆ ได้แก่ การคิดสังเคราะห์ การให้คำจำกัดความ การคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา และการคิดเชิงระบบ (นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์, 2557, น. 11-14) ดังรายละเอียด ต่อไปนี้

1) การคิดวิเคราะห์กับการคิดสังเคราะห์

การคิดวิเคราะห์ เป็นการคิดแยกแยะและเชื่อมโยงรายละเอียดของข้อมูล และเมื่อนำข้อมูลที่แยกแยะแล้วมารวมกัน โดยการจัดกลุ่มใหม่ทำให้ได้ผลของการคิดเป็นสิ่งใหม่เรียกว่า การคิดสังเคราะห์

2) การวิเคราะห์กับการให้คำจำกัดความ

การให้คำจำกัดความ (Defining) เป็นการคิดแบบหนึ่ง หมายถึง การระบุลักษณะสำคัญของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในขั้นตอนของการคิด ผู้คิดจะต้องได้รับข้อมูลที่เป็นตัวอย่างของสิ่งที่ต้องการให้คำจำกัดความเป็นตัวอย่างหลายชุด ที่มีรายละเอียดครอบคลุมขอบเขตของสิ่งที่ต้องการให้คำจำกัดความ ผู้คิดจะต้องแยกแยะรายละเอียดของตัวอย่างแต่ละชุด และเชื่อมโยงข้อมูลที่แยกแยะแล้วเพื่อระบุลักษณะสำคัญอันเป็นลักษณะร่วมของตัวอย่างทุกชุด ซึ่งการคิดส่วนนี้คือการวิเคราะห์ หลังจากนั้นผู้คิดจะต้องนำข้อความที่แสดงลักษณะร่วมนั้นมาเรียบเรียงเป็นประโยคที่แสดงความหมาย หรือคำจำกัดความของสิ่งนั้นออกมา การคิดส่วนนี้เป็นการคิดสังเคราะห์ ดังนั้นในการคิดเพื่อการให้คำจำกัดความได้ ผู้คิดจะต้องใช้การคิดวิเคราะห์และคิดสังเคราะห์เป็นขั้นตอนสำคัญของการคิด

3) การคิดวิเคราะห์กับการคิดสร้างสรรค์

การคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) หมายถึง การคิดเพื่อสร้างสิ่งใหม่ที่มีความแปลกแตกต่างจากสิ่งที่มีอยู่ก่อน และสิ่งนั้นต้องมีประโยชน์หรือนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ในการคิดสร้างสรรค์ ผู้คิดจะต้องคิดแยกแยะและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูล/สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ต้องการสร้างใหม่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์หรือวิธีการใหม่ที่จะนำไปใช้แก้ปัญหา จะเห็นได้ว่าการคิดวิเคราะห์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดสร้างสรรค์ด้วย

4) การคิดวิเคราะห์กับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) หมายถึง การคิดที่ผ่านการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องอย่างรอบคอบ สมเหตุสมผล มีการถ่วงถ่วง ไตร่ตรอง ด้านคุณ-โทษ และคุณค่า

ที่แท้จริงของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา หรือเลือกสิ่งของที่น่าไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม จะเห็นว่าในกระบวนการดังกล่าวจะต้องใช้การคิดวิเคราะห์ ความสัมพันธ์หลายแบบเป็นส่วนหนึ่งของการคิดด้วย

5) การคิดวิเคราะห์กับการคิดแก้ปัญหา

การคิดแก้ปัญหา เป็นการคิดเพื่อหาคำตอบหรือวิธีการจัดการกับสภาวะที่มีความไม่แน่นอน การคิดแก้ปัญหาประกอบด้วยขั้นตอนในการคิดและการดำเนินการหลัก ๆ คือ

- (1) ระบุปัญหา
- (2) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา
- (3) แสวงหาทางแก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง
- (4) เลือกการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด
- (5) ลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่เลือกไว้
- (6) รวบรวมข้อมูล
- (7) ประเมินผล

จะเห็นว่าการวิเคราะห์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการคิดแก้ปัญหาด้วย

6) การคิดวิเคราะห์กับการคิดเชิงระบบ

การคิดเชิงระบบ (Systems Thinking) หมายถึง การคิดในเชิงองค์รวม หรือภาพรวมโดยตระหนักถึงองค์ประกอบย่อยที่มีความสัมพันธ์ และมีหน้าที่เชื่อมโยงกัน การคิดเชิงระบบทำให้ผู้คิดเข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งที่เกี่ยวข้องกันในภาพรวม การคิดนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการทำงานที่มีประสิทธิภาพ หรือการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายด้านที่สัมพันธ์กัน การคิดเชิงระบบมีการคิดวิเคราะห์เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย

จากข้อมูลข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การคิดวิเคราะห์ จะเป็นพื้นฐานที่สำคัญ หรือเป็นส่วนประกอบของการคิดระดับสูง

5.4 การจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2557, น. 21-29) กล่าวว่า การพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์นั้นผู้สอนต้องมีกระบวนการเข้าไปฝึกให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ ซึ่งนำเสนอกระบวนการฝึกการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. กำหนดปัญหา หรือสิ่งที่นักเรียนสนใจจะวิเคราะห์
2. กำหนดจุดมุ่งหมายของการวิเคราะห์
3. กำหนดแนวทางในการวิเคราะห์
4. ดำเนินการวิเคราะห์
5. สรุปผลและนำเสนอผลการวิเคราะห์

กระบวนการคิดวิเคราะห์ดังกล่าวหากผู้เรียนได้ฝึกบ่อย ๆ ก็จะทำให้เขามีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น และเป็นคนที่มีกระบวนการคิดวิเคราะห์ติดตัวไปใช้ในการดำเนินชีวิตได้

การจัดกิจกรรมส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ให้แก่ผู้เรียนมีเทคนิคมากมาย ตัวอย่างบางส่วนที่นำไปปฏิบัติได้ง่าย ดังนี้

1. การวิเคราะห์จากนิทาน
2. การวิเคราะห์โดยใช้คำถามกระตุ้น
3. การวิเคราะห์จากการสังเกตสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์
4. การวิเคราะห์จากชีวิตประจำวันของตนเอง
5. การวิเคราะห์เหตุการณ์จากสถานที่จริงในชุมชน
6. การวิเคราะห์บุคคลในชุมชน
7. การวิเคราะห์ข่าว
8. การวิเคราะห์กรณีตัวอย่าง
9. การวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค/วิธีการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการคิด
10. การวิเคราะห์จากวารสาร/งานวิจัย
11. การวิเคราะห์จากเรื่องราวในโลกอินเทอร์เน็ต

จากเทคนิคการจัดกิจกรรมส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ข้างต้น ครูต้องวิเคราะห์ว่า จะใช้เทคนิคใดในการนำไปจัดกิจกรรม โดยพิจารณาจากจุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ที่จะสอนที่เหมาะสมกับระดับผู้เรียนในชั้นนั้น ๆ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์นิยมนำเทคนิคการตั้งคำถามแบบ 5W1H (เทคนิคข้อที่ 2) และการใช้ผังกราฟิก (Graphic Organizers) (เทคนิคข้อที่ 9) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งในการวิจัยได้ยึดแนวคิดของการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom, 1956) เป็นหลัก ก็จะต้องออกแบบกิจกรรมตามลักษณะของการคิดวิเคราะห์ 3 ลักษณะ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ ตัวอย่างการจัดกิจกรรมที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์รายวิชาวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่

ตารางที่ 2.6 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์รายวิชาวิทยาศาสตร์ (ดัดแปลงจาก ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ ,2557, น. 21-29)

วิชา/ ระดับ	จุดประสงค์ การเรียนรู้	สาระ การเรียนรู้	การวิเคราะห์	กิจกรรม	แหล่งเรียนรู้
วิทยา ศาสตร์/ มัธยม ศึกษา	วิเคราะห์ สาเหตุของการ เกิดภาวะโลก ร้อนได้	ธรรมชาติ รอบตัว	- วิเคราะห์ ความสำคัญ - วิเคราะห์ ความสัมพันธ์ - วิเคราะห์ หลักการ	ให้นักเรียนทดลองดังนี้ 1. ใส่ดินลงในกล่องรองเท้า แต่ละใบประมาณ 1/3 ของกล่อง 2. วางเทอร์โมมิเตอร์แต่ละอันลง ในกล่องรองเท้าในข้อ1 แต่ ละใบ 3. ใช้พลาสติกใสปิดกล่อง รองเท้าใบที่หนึ่งไว้ ส่วนใบที่ 2 ไม่ต้องปิด 4. นำกล่องรองเท้าทั้งสองใบวาง ไว้กลางแจ้ง แล้วยบันทึก อุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ ทุก ๆ 10 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ลงในตารางบันทึก	บริเวณ โรงเรียน ที่มีแดด หรือ ที่บ้านของ นักเรียน

สุวิทย์ มูลคำ (2553, น. 151) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนการคิดวิเคราะห์ ดังนี้

1. ชั้นเตรียมความพร้อมของครูผู้สอน
 - 1.1 ศึกษาระเบียบกฎหมาย พ.ร.บ. ที่เกี่ยวข้องที่กำหนดเกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์
 - 1.2 ศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับทฤษฎี หลักการ วิธีการ รูปแบบ เทคนิค ตัวอย่างเกี่ยวกับ

การคิดและการพัฒนาการคิด

2. ชั้นกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1 หมั่นช่วยผู้เรียนเกิดข้อสงสัยหรือปัญหา
 - 2.2 สนับสนุนให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบหรือมีเสรีภาพที่จะเลือกทำกิจกรรมต่าง ๆ
 - 2.3 สนับสนุนให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการหาคำตอบ หรือการแก้ปัญหา
 - 2.4 ควรพูดให้น้อยลงและฟังให้มากขึ้น
 - 2.5 สร้างบรรยากาศที่อบอุ่นและเป็นกันเองกับผู้เรียน
 - 2.6 เสริมแรงอย่างสม่ำเสมอด้วยวิธีการหรือรูปแบบที่หลากหลาย

- 2.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้คิด
- 2.8 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้นำเสนอหรือสะท้อนความคิด
3. ขั้นวัดและประเมินผล
 - 3.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของการวัด
 - 3.2 กำหนดตัวชี้วัด หรือพฤติกรรมเฉพาะสิ่งที่มุ่งวัด หรือลักษณะของการคิดนั้น ๆ
 - 3.3 สร้างเครื่องมือสำหรับใช้วัด
 - 3.4 การตรวจให้คะแนน

จากการจัดกิจกรรมจะเห็นได้ว่า การจัดกิจกรรมส่งเสริมการคิดวิเคราะห์นั้นไม่ยากเลย แต่ครูต้องพยายามดึงเหตุการณ์ที่อยู่รอบตัวนักเรียนมาให้ นักเรียนได้ทดลองและคิดจนมองเห็นผลที่เกิดขึ้นทันที ให้นักเรียนได้ฝึกตั้งคำถามด้วยตนเอง ลองคาดผลที่จะเกิดขึ้น และตอบคำถามข้อสงสัยของตนเองได้ จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดวิเคราะห์จะสอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์

5.5 การวัดและประเมินการคิดวิเคราะห์

นักการศึกษาได้อธิบายการวัดและประเมินการคิดวิเคราะห์สามารถวัดได้หลายแนวทาง แต่ละแนวทางจะมีวิธีการวัดหลายวิธี ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวัดก็แตกต่างกันไป

ศิริชัย กาญจนวาสี (2547 อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2551, น. 169) ได้ให้แนวทางในการวัดและประเมินความสามารถในการคิดไว้เป็น 2 แนวทาง ดังนี้

1. วัดโดยใช้แบบวัดมาตรฐานและพัฒนา เป็นการวัดความสามารถของสมองสู่การวัดผลสัมฤทธิ์ ความถนัด ความสามารถต่าง ๆ และบุคลิกภาพ รวมถึงความสามารถในการคิดจากการสังเกต การคิดคล่อง การเปรียบเทียบ เป็นต้น ซึ่งแบบวัดมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิด แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- 1.1 แบบวัดการคิดทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นแบบเลือกตอบ มุ่งวัดให้ครอบคลุมความสามารถในการคิดอยู่บนพื้นฐานของการใช้ความรู้ทั่วไป

- 1.2 แบบวัดความสามารถในการคิดลักษณะเฉพาะ มุ่งวัดความสามารถในการคิดเฉพาะแบบที่แสดงถึงลักษณะของการคิด เช่น การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดวิเคราะห์

2. วัดจากการปฏิบัติจริง เป็นการวัดทักษะการคิดซับซ้อนในการปฏิบัติงานความร่วมมือในการแก้ปัญหา และการประเมินตนเอง อาจวัดโดยใช้การสังเกตสภาพงานที่ปฏิบัติ เช่น การเขียนรายงาน การแก้ปัญหาในสถานการณ์ การรวบรวมงานในแฟ้มสะสมผลงาน เป็นต้น

สุนันท์ ศลโกสุม (2554, น. 67) ได้ให้ความหมายการวัดการคิดวิเคราะห์ว่า คือ การวัดความสามารถในการแยกแยะส่วนย่อย ๆ ของเหตุการณ์เรื่องราวหรือเนื้อหาต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร

มีจุดมุ่งหมาย หรือประสงค์สิ่งใด นอกจากนั้นยังมีส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง และเกี่ยวพันกันโดยอาศัยหลักการใด การวิเคราะห์จึงไม่ใช่การถามเนื้อหาตามตำรา สำหรับการวัดพฤติกรรมย่อยทั้ง 3 ชนิด มีแนวทางการวัด ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสำคัญ เป็นการวัดความสามารถให้ค้นหาองค์ประกอบที่เด่นชัด ของสิ่งนั้น ซึ่งผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ได้ ต้องอาศัยความรู้ความจำเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ ความเข้าใจที่จะนำมาวินิจฉัยจึงจะสามารถค้นความเด่น-ด้อยของสิ่งนั้นได้ แนวทางในการถาม มี 3 แบบ

- 1) ถามให้วิเคราะห์ชนิด
- 2) ถามให้วิเคราะห์สิ่งสำคัญ
- 3) ถามให้วิเคราะห์เลขศูนย์

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นการวัดความสามารถให้ค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบย่อยของสิ่งนั้น เป็นการค้นหาสาเหตุของผลที่ปรากฏ หรือเป็นการค้นหาผลของสาเหตุที่กำหนดให้ หรือเป็นการค้นหาเหตุและผลก็ได้

3. วิเคราะห์หลักการ เป็นวิธีการวัดความสามารถให้ค้นหาโครงสร้างและระบบของวัตถุสิ่งของนั้น หรือหลักการที่ครอบคลุมสิ่งนั้น แนวในการถามมี 2 แบบ คือ

- 1) ถามให้วิเคราะห์โครงสร้าง
- 2) ถามให้วิเคราะห์หลักการ

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่า การวัดทักษะการคิดวิเคราะห์จะเป็นไปตามแนวคิดของบลูมซึ่งผู้วิจัยก็ได้ใช้แบบวัดตามแนวคิดของบลูมเช่นกัน ซึ่งประกอบด้วย 3 ด้าน คือ วิเคราะห์ความสำคัญวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการ โดยใช้แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ซึ่งแบ่งเป็นด้าน ด้านละ 5 ข้อ

ทวิศศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2557, น. 30-39) กล่าวว่า การวัดความสามารถทางการคิดของบุคคล ผู้สร้างเครื่องมือจะต้องมีความรอบรู้ในแนวคิดหรือทฤษฎีเกี่ยวกับ “การคิด” เพื่อนำมาเป็นกรอบหรือโครงสร้างของการคิด เมื่อกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของโครงสร้าง หรือองค์ประกอบของการคิดแล้วจะทำให้ได้ตัวชี้วัด หรือลักษณะพฤติกรรมเฉพาะที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงโครงสร้างหรือองค์ประกอบของการคิด จากนั้นจึงเขียนข้อความตามตัวชี้วัด หรือลักษณะเฉพาะของพฤติกรรมแต่ละองค์ประกอบของการคิดนั้น ๆ

การพัฒนาแบบทดสอบความสามารถทางการคิด มีขั้นตอนการดำเนินการที่สำคัญ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบ สิ่งสำคัญของการสร้างแบบทดสอบ คือ การกำหนดจุดมุ่งหมาย ซึ่งผู้พัฒนาแบบทดสอบจะต้องพิจารณาจุดมุ่งหมายของการนำแบบทดสอบไปใช้ว่าต้องการใช้วัดความสามารถทางการคิดทั่ว ๆ ไป หรือต้องการวัดความสามารถทางการคิดเฉพาะรายวิชา (aspect - specific)

2. กำหนดกรอบของการทดสอบและนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดวิเคราะห์ ผู้พัฒนาแบบทดสอบควรศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางการคิดตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

3. สร้างผังข้อสอบ (table of specification) การสร้างผังข้อสอบ เป็นการกำหนดเค้าโครงของแบบทดสอบวัดความสามารถทางการคิดที่ต้องการสร้างว่า ต้องการให้ครอบคลุมโครงสร้างหรือองค์ประกอบใดบ้าง และกำหนดว่าแต่ละส่วนมีน้ำหนักความสำคัญมากน้อยเพียงใด

4. เขียนข้อสอบ กำหนดรูปแบบของการเขียนข้อสอบ ตัวคำถาม ตัวคำตอบ และวิธีการตรวจให้คะแนน จากนั้นลงมือร่างข้อสอบตามผังข้อสอบที่กำหนดไว้จนครบทุกองค์ประกอบ ตรวจสอบความชัดเจนของภาษาที่ใช้โดยผู้เขียนข้อสอบเอง และผู้ตรวจสอบที่มีความเชี่ยวชาญในการสร้างข้อสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหา

5. นำแบบทดสอบไปทดลองวิเคราะห์คุณภาพ วิเคราะห์ข้อทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อทดสอบเป็นรายข้อในด้านความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) เพื่อคัดเลือกข้อทดสอบที่มีความยากง่ายปานกลาง มีอำนาจจำแนกสูงไว้ และปรับปรุงข้อทดสอบที่ไม่เหมาะสม

6. นำแบบทดสอบไปใช้จริง

ในงานวิจัยผู้วิจัยเขียนข้อคำถามแบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ โดยพิจารณาจากขอบเขตการคิดวิเคราะห์ของบลูม (Bloom) ที่ได้กำหนดไว้ 3 ประเภท คือ 1) การคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาของสิ่งต่าง ๆ 2) การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และ 3) การคิดวิเคราะห์หลักการ มีรายละเอียดดังนี้

1. การคิดวิเคราะห์ความสำคัญหรือเนื้อหาของสิ่งต่าง ๆ (analysis of element) เป็นความสามารถในการแยกแยะได้ว่าสิ่งใดจำเป็น สิ่งใดสำคัญ สิ่งใดมีบทบาทมากที่สุด

2. การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (analysis of relationship) เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ มีอะไรสัมพันธ์กัน สัมพันธ์เชื่อมโยงกันอย่างไร สัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด สอดคล้องหรือขัดแย้งกัน

3. การวิเคราะห์หลักการ (analysis of organizational principles) หมายถึง การค้นหาโครงสร้างของระบบ/เรื่องราว/สิ่งของ/การทำงานต่าง ๆ ว่าสิ่งเหล่านั้นดำรงอยู่ในสภาพเช่นนั้นได้ เนื่องจากอะไร มีอะไรเป็นแกนหลัก มีหลักการอย่างไร ในการวิเคราะห์หลักการนี้ผู้คิดจะต้องมีความรู้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์องค์ประกอบ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เสียก่อนจึงจะสามารถสรุปหลักการได้

5.6 ประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2553) ได้อธิบายถึงประโยชน์ของการคิดวิเคราะห์ไว้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา
2. ช่วยให้คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของขนาดกลุ่มตัวอย่าง
3. ช่วยวินิจฉัยข้อเท็จจริงจากประสบการณ์ส่วนบุคคล

4. เป็นพื้นฐานในการคิดในมิติอื่น ๆ
5. ช่วยในการแก้ไขปัญหา
6. ช่วยในการประเมินและตัดสินใจ
7. ช่วยให้เข้าใจเรื่องต่าง ๆ ชัดเจน

สรุปได้ว่าการคิดวิเคราะห์ช่วยให้สามารถแก้ปัญหา ประเมิน ตัดสินใจ และสรุปข้อมูลต่าง ๆ ที่รับรู้ด้วยความสมเหตุสมผล

6. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

6.1 ความหมายและองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

McNeill et al. (2006) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การรายงานผลของปรากฏการณ์โดยองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งปรับเปลี่ยนมาจากการโต้แย้งของToulmin (Toulmin's Model) มี 3 องค์ประกอบ คือ

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ การยืนยันหรือข้อสรุปของคำถาม
2. หลักฐาน คือ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างซึ่งหลักฐานนี้ได้มาจากการค้นคว้าสืบเสาะ
3. การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงถึงเหตุผลที่เลือกใช้หลักฐานเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง

McNeill and Krajcik (2008) ได้เสนอองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบเช่นเดียวกัน ดังนี้

1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) คือ คำตอบของคำถาม
2. หลักฐาน (Evidence) คือ ข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ
3. การให้เหตุผล (Reasoning) คือ การตัดสินใจที่แสดงว่าหลักฐานสนับสนุนคำตอบ

Gilbert et al. (อ้างถึงใน สุกัลยา เวชสิทธิ์, 2559) กล่าวว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์คือ ผลผลิตของสังคมวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติและได้นำเสนอคำอธิบายในวิทยาศาสตร์ 5 ความหมาย ดังนี้

1. คำอธิบาย คือ การให้ความหมายของคำในบริบททางวิทยาศาสตร์ให้มีความหมายชัดเจน
2. คำอธิบาย คือ ประโยคที่แสดงถึงความเชื่อหรือการกระทำอย่างมีเหตุผลในบริบททางวิทยาศาสตร์

3. คำอธิบาย คือ การอธิบายสาเหตุของสภาพเหตุการณ์ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

4. คำอธิบาย คือ การอธิบายลักษณะและหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์

5. คำอธิบาย คือ การกล่าวอ้างทฤษฎีที่มาจากกรณีการนิรนัยจากกฎต่าง ๆ

คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อความที่ใช้สำหรับให้ความหมายอธิบาย และการกล่าวอ้างในบริบททางวิทยาศาสตร์ เป็นคำอธิบายที่สะท้อนผลการสังเกตการทดลอง หรือการสืบค้นอื่นๆ ที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์นำมาเชื่อมโยงกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับหลักฐาน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ (สันติชัย อนุวรชัย, 2557 อ้างถึงใน นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์, 2560, น. 111-127)

1. ข้อกล่าวอ้าง คือ ข้อยืนยันหรือคำตอบของการศึกษาประสบการณ์

2. หลักฐาน คือ ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

3. การให้เหตุผล คือ ข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง จากความหมายและองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ คือ คำที่ใช้ในการอธิบาย และการกล่าวอ้างในทางวิทยาศาสตร์ที่สะท้อนผลการสังเกตการทดลอง หรือการสืบค้นอื่น ๆ ที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

1) ข้อกล่าวอ้าง คือคำตอบของคำถาม หรือข้อสรุปของคำถาม 2) หลักฐาน คือข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบหรือข้อสรุป และ 3) เหตุผล คือข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

6.2 พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาเอกสารพบว่า มีผู้ระบุพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

Ruiz-Primo, Li, Tsai and Schneider (2010 อ้างถึงใน ศศิกานต์ นิมดำ, 2561) กล่าวว่า พฤติกรรมบ่งชี้ของความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรม ดังนี้

1. นักเรียนให้ความสนใจกับหลักฐาน และนำหลักฐานนั้นมาสร้างเป็นคำอธิบาย
2. นักเรียนสร้างคำอธิบายจากหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับคำถาม
3. นักเรียนสร้างและปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างมีเหตุผล
4. นักเรียนสามารถโต้แย้งโดยใช้หลักการ หรือทฤษฎี

Woody (2015 อ้างถึงใน ศศิกานต์ นิมดำ, 2561) พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน นักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ในห้องเรียน

1. นักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้
2. สมาชิกในกลุ่มควรตระความสามารถเพื่อร่วมกันสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. เมื่อสมาชิกในกลุ่มสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แล้ว มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างกลุ่ม เพื่อตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น
4. การสร้างและแลกเปลี่ยนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่ม เป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์

จากที่พฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ข้างต้นพบว่า นักเรียนจะต้องแสดงพฤติกรรมเป็นผู้สำรวจตรวจสอบ เพื่อให้ได้มาซึ่งหลักฐานและทำการประเมินหลักฐาน ซึ่งจะเน้นการทำกิจกรรมเป็นกลุ่มเพื่อสร้างข้อสรุปและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกัน ตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้าง โดยการแลกเปลี่ยนระหว่างกลุ่ม นำไปสู่การปรับปรุงคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีความสมบูรณ์ที่สุด

การทราบตัวบ่งชี้ที่ชัดเจนจะทำให้การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปได้อย่างยิ่งขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์ (2560, น. 111-127) ได้แสดงการออกแบบกิจกรรมเพื่อเชื่อมโยงขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะ ในขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา และขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป โดยนำองค์ประกอบ 3 ส่วนของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เชื่อมโยงกับเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้น ในกระบวนการสืบเสาะขั้นที่ 1-3 ของ 5E ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การเชื่อมโยงขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะ องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	องค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) เป้าหมายคือ ให้นักเรียนระบุประเด็นที่สงสัย	1. ข้อกล่าวอ้าง (C) คือ ข้อความที่นำเสนอสาระสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนได้ค้นพบ	1. ครูกำหนดสาระสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนค้นพบและเรียนรู้ 2. ครูคิดสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสงสัยเพื่อนำไปหาคำตอบที่เป็นสาระสำคัญที่กำหนดไว้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

ขั้นตอนของการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ (5E)	องค์ประกอบของการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นที่ 2 สำรวจและสืบค้น (Exploration) เป้าหมาย คือ ให้นักเรียนได้ค้นพบ คำตอบของประเด็นที่ สงสัย โดยการใช้ทักษะ การคิดวิเคราะห์	2. หลักฐาน (E) คือข้อมูล เชิงประจักษ์ที่ได้จากการ สังเกต ทดลอง หรือ สืบเสาะด้วยวิธีต่าง ๆ นำมาใช้ยืนยันคำตอบที่ ค้นพบ	3. ครูจัดสถานการณ์/แนะนำ/เปิดโอกาสให้ นักเรียนใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียน ได้พบข้อมูลเชิงประจักษ์ ที่จะนำมาใช้ ตอบคำถามที่สงสัย 4. ครูจัดการให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้ จากการสำรวจ และค้นหาอย่างมีระบบ ระเบียบ
ขั้นที่ 3 อภิปรายและลง ข้อมูล (Explanation) เป้าหมาย คือ ให้นักเรียน สร้างคำอธิบายคำตอบ ของสิ่งที่สงสัย โดยใช้ ทักษะการคิดวิเคราะห์	3. การให้เหตุผล (R) คือ การใช้ข้อความที่เป็น ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ หรือข้อมูลเชิงตรรกะ เพื่อเชื่อมโยงข้อกล่าว อ้าง (C) กับหลักฐาน (E)	5. ครูใช้คำถามกระตุ้น/นำทางให้นักเรียนใช้ ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์/ความคิดเชิง ตรรกะ นำมาเชื่อมโยงกับข้อมูลที่ค้นพบ จากการสืบเสาะเป็นหลักฐานในการสร้าง คำอธิบาย ข้อกล่าวอ้าง ที่นักเรียนสรุป ได้เป็นคำตอบของสิ่งที่สงสัยในขั้นสร้าง ความสนใจ

จากข้อมูลในตารางที่ 2.7 จะเห็นได้ว่าข้อมูล C E และ R มีความสัมพันธ์กับการออกแบบกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนที่ 1, 2 และ 3 ของขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะแบบ 5E โดยเริ่มจากครูจะต้องกำหนดสาระสำคัญที่ต้องการสอนในบทเรียนนั้น นำมาเป็นข้อกล่าวอ้าง (C) ที่ครูจะต้องคิดหาวิธีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัยที่คำตอบเป็นข้อกล่าวอ้างนั้น ต่อมาครูต้องคิดหากิจกรรมที่จะนำทางให้นักเรียนได้พบหลักฐาน (E) ที่นักเรียนจะนำไปใช้ประกอบกับเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (R) ซึ่งนักเรียนต้องใช้ความรู้ หรือการคิดเชิงตรรกะ ที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อกล่าวอ้าง และหลักฐาน เพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของตนเอง

6.3 เครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

Mcneill and Krajcik (2008) ได้กล่าวถึง การสร้างเครื่องมือวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ว่า การวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติงาน (Learning Performance) และใช้วิธีการประเมินโดยการทดสอบ (Testing) ด้วยแบบสอบความเรียง (Essay Test) ซึ่งมีลักษณะของข้อคำถามเป็น ข้อคำถามแบบปลายเปิด

(The Open-Ended Explanation Items) โดยมีองค์ประกอบของการวัดและการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2 ส่วน ได้แก่ 1) แบบทดสอบ และ 2) เกณฑ์การให้คะแนน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. แบบทดสอบหรือแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีลักษณะเป็นข้อคำถามที่มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

(1) ข้อคำถามที่มีลักษณะเป็นสถานการณ์ ที่กำหนดให้เกี่ยวกับหัวข้อเรื่องที่กำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถอยู่ในรูปของข้อความบรรยาย กราฟ รูปภาพ ตามความสอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด เพื่อให้ให้นักเรียนใช้เป็นข้อมูลในการอ้างอิง หรือเป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

(3) ข้อคำถามหรือข้อความ ที่กำหนดให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2. เกณฑ์การให้คะแนนรูบริกส์ (Scoring rubrics) ในการประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นการตรวจให้คะแนนจากแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น โดยในการสร้างเกณฑ์การประเมินจะใช้เกณฑ์การประเมินแบบรูบริกส์ 3 ระดับ คือ 0 – 2 ซึ่งเป็นรูบริกส์แบบทั่วไป เพื่อนำมาใช้แบบแนวทางในการสร้างเกณฑ์การประเมินแบบรูบริกส์ที่เจาะจงในเนื้อหาของนักเรียน ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	คำตอบถูกต้องสมบูรณ์	คำตอบถูกต้องบางส่วน และมีคำตอบที่ไม่ถูกต้อง	คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ
2) หลักฐาน (Evidence)	แสดงข้อมูลที่สนับสนุน คำตอบถูกต้องและเหมาะสม	แสดงข้อมูลที่สนับสนุน คำตอบถูกต้องบางส่วน และไม่เหมาะสม มีข้อมูลที่ไม่สนับสนุนคำตอบ	ไม่สามารถแสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบได้ หรือไม่ตอบ
3) เหตุผล (Reasoning)	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุน คำตอบกับคำตอบถูกต้องสมบูรณ์หรือมีการวาด	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุน คำตอบกับคำตอบถูกต้องบางส่วน และมีการ	ไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ หรือไม่ตอบ

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
ภาพประกอบคำอธิบาย ถูกต้องและครบถ้วน	เชื่อมโยงข้อมูลที่ไม่ สนับสนุนคำตอบ หรือขาด ภาพประกอบคำอธิบายได้ ถูกต้องบางส่วน		

จากแนวทางการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีแนวทางในการสร้างเครื่องมือวัด (สันติชัย อนุวรชัย, 2553) ดังนี้

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อกำหนดกรอบหรือขอบข่ายของการสร้างเครื่องมือวัด
2. กำหนดโครงสร้างของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. สร้างข้อสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยข้อสอบ 1 ข้อ ประกอบด้วย (1) สถานการณ์ (2) ข้อมูลประกอบสถานการณ์ ได้แก่ ตารางข้อมูลและแผนภาพ และ (3) ข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
4. ตรวจสอบความถูกต้อง และวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด
5. นำแบบวัดไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาเอกสารพบว่า ในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สามารถแยกเครื่องมือออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัย อาจเป็นข้อคำถาม มีการกำหนดสถานการณ์ กราฟในการหาคุณภาพเครื่องมือ จึงมีแนวทางทางการใช้การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ โดยการคำนวณค่าความเที่ยงด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบาร์คและ 2) เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นเกณฑ์แบบบริกส์กำหนดคะแนนไว้อย่างชัดเจนมีการเจาะจงตามเนื้อหาที่ใช้วัด

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

อรยา แจ่มใจ (2557) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง” กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 37 คน โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาเขตกรุงเทพมหานคร เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แบบทดสอบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 2) แบบประเมินการโต้แย้งเชิงวิทยาศาสตร์ 3) บันทึกหลังสอนของครูแบบสัมภาษณ์ ผลการวิจัยพบว่า หลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก

อลาวิยะ สะอะ (2558) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้” กลุ่มตัวอย่าง ที่ศึกษาในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 1 ห้องเรียน จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง พันธุศาสตร์และเทคโนโลยีทาง DNA 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา 3) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ 4) แบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก

ธนภรณ์ กาญจนพันธ์ (2559) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การกำกับตนเอง และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้” กลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา 3) แบบวัดการกำกับตนเอง 4) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ 5) แบบสำรวจพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ และ 6) แบบบันทึกภาคสนามของผู้วิจัย ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางมีการกำกับตนเอง หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ 0.01 และมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง (3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ทุกด้านอยู่ในระดับมาก

เจนจิรา คำดี (2561) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผวนเทคนิค KWL Plus ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดนาอูน ซึ่งอยู่ในกลุ่มโรงเรียนภาชีระพีพัฒนา 1 ห้องเรียน จำนวน 14 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผวนเทคนิคการสอนแบบ KWL Plus เรื่อง วัสดุรอบตัวเรา 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุรอบตัวเรา และ 3) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผวนเทคนิคการสอนแบบ KWL Plus หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผวนเทคนิคการสอนแบบ KWL Plus หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภัทรสุดา หาดขุนทด (2561) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์” กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี จำนวน 88 คน จาก 2 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และแผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลมฟ้าอากาศ 3) แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 4) แบบบันทึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และ 5) บันทึกหลังสอน ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า ของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศศิกันต์ นิมดำ (2561) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (Science Writing Heuristic : SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนพะโต๊ะวิทยา จังหวัดชุมพร จำนวน 31 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัด

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และ 3) แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยปรากฏว่า 1) นักเรียนดังกล่าวที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนดังกล่าวมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนดังกล่าวมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี

ณัฐวรรณ ศิริธรและเอกภูมิ จันทร์ขันธ์ (2562) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่” กลุ่มที่ศึกษา คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 29 คน ในโครงการห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) บันทึกลับหลังการสอนของครูอนุทินของนักเรียน 2) วิดีโอบันทึกการสอน 3) วิเคราะห์ข้อมูลแบบอุปนัย 4) แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง นักเรียนมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี โดยในการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์นั้น ลักษณะของแบบทดสอบที่ใช้ในการวัดที่ดี มีคะแนนเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ที่ 1.75 จากการวิจัยในครั้งนี้ยังพบว่าคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถแสดงแนวคิดของนักเรียนในเนื้อหานี้ได้อย่างชัดเจน

มณีนรัตน์ แก่นทอง และอรสา จรูญธรรม (2562) ศึกษาวิจัยเรื่อง “ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการชี้แนะที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5” กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนวัดแสงสรรค์ จังหวัดปทุมธานี จำนวน 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการชี้แนะ 2) แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบประเมินความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการชี้แนะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการชี้แนะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีมาก

ชบาพร พิมวัน (2563) ศึกษาวิจัยเรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน” กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวาปีปทุม ภาคเรียนที่

1/2562 จำนวน 49 คน เครื่องมือวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) 2) แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 23.68 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 84.59 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียน ที่มีผลคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.67 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 73.83 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22.86 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Mcneill and Krajcik (2006) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเสริมศักยภาพที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการทดลอง คือ นักเรียนระดับเกรด 7 จำนวน 331 คน ในการดำเนินงานวิจัยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มที่เรียนแบบโครงการงานด้วยการเสริมศักยภาพต่อเนื่อง และกลุ่มที่เรียนแบบโครงการงานด้วยการลดการเสริมศักยภาพ หน่วยการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่อง สารและสมบัติของสาร และเรื่องปฏิกิริยาเคมี ซึ่งใช้ระยะเวลาในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ 8 สัปดาห์ โดยครูผู้สอนจำนวน 6 คน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนที่เรียนแบบโครงการงานด้วยการเสริมศักยภาพต่อเนื่องกับนักเรียนที่เรียนแบบโครงการงานด้วยการลดการเสริมศักยภาพมีคะแนนในส่วนของการกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลสูงขึ้น นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีคะแนนทดสอบหลังเรียนไม่แตกต่างกัน โดยจากองค์ประกอบทั้งสามของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบด้านการให้เหตุผลนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด

Abdi (2014) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน โดยวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และกลุ่มควบคุมคือกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Fezile (2017) ศึกษาผลกระทบของวิธีการเรียนแบบกลับด้านบนพื้นฐานของแบบจำลองการเรียนรู้แบบ 5E (5ELFA :The Flipped Classroom Approach Based on the 5E Learning Cycle Model) ซึ่งเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักศึกษา นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับรูปแบบการศึกษาครั้งนี้ โดยใช้วิธีการแบบผสมผสาน ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ จำนวน 94 คน ที่เข้าร่วมหลักสูตรฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ผลคะแนนฟิสิกส์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การสัมภาษณ์ นักศึกษากลุ่มทดลองที่ได้จากอาสาสมัคร พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเห็นเชิงบวกเกี่ยวกับวิธีการเรียนแบบกลับด้านและนักเรียนเชื่อว่ามีผลกระทบทางบวกต่อหลักสูตรฟิสิกส์

Yuli Rohyama and Thorikul Huda (2020) ศึกษาผลของการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือต่อผลการเรียนรู้ในรายวิชาเคมีวิเคราะห์ การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ โดยในการทดลองมีกลุ่มควบคุม คือกลุ่มที่มีการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ รูปแบบการจัดการกิจกรรมของกลุ่มทดลองได้มีการนำเสนอวิดีโอและสื่อการเรียนรู้ก่อนทำกิจกรรมแบบในชั้นเรียนโดยใช้ระบบการจัดการเรียนรู้ในกูเกิลคลาสรูม (Google Classroom) ส่วนในชั้นเรียนนักเรียนทำกิจกรรมอภิปรายการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้วิธีการแบ่งผลสัมฤทธิ์ของทีมนักเรียน (STAD) และการแข่งขันเกมทีม (TGT) ในการวิจัยมีการเก็บข้อมูล คือ 1) ผลการจัดกิจกรรมทำโดยแบบทดสอบเชิงโต้ตอบและการแข่งขันเกมทีม ตามด้วยการสะท้อนการเรียนรู้เพื่อรับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกระบวนการ และ 2) ผลลัพธ์ของผลลัพธ์การเรียนรู้ การเก็บรวบรวมข้อมูลการวัดผลการเรียนรู้ทำผ่านกิจกรรมมอบหมายงาน แบบทดสอบ เกมการแข่งขันแบบทีม สอบกลางภาคและปลายภาคเรียน จากผลวิจัยพบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือ ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนในรายวิชาเคมีวิเคราะห์ได้

จากการศึกษางานวิจัยทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติ โดยมีการวางแผน ออกแบบการสำรวจตรวจสอบด้วยตนเอง ใช้เวลาของการทำกิจกรรมอย่างคุ้มค่า จนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย คือ การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านและการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ล้วนเป็นวิธีที่สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ทั้งนี้จะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบจะมีการผสมผสานผสมกับรูปแบบการสอนที่หลากหลายขึ้นอยู่กับลักษณะของสาระการเรียนรู้ ทำให้วิธีการสอนขั้นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์อย่างการสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นนำไปสู่การพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดวิเคราะห์ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ดำเนินการดังนี้

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

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 160 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 36 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

2.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 10 แผน ระยะเวลาทั้งหมด 20 ชั่วโมง ประกอบด้วย

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 แรง จำนวน 2 ชั่วโมง

- 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 แรงลัพธ์ 1 (กิจกรรมการทดลอง) จำนวน 2 ชั่วโมง
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 แรงลัพธ์ 2 (การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์โดยการวาดภาพและคำนวณ) จำนวน 2 ชั่วโมง
- 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 มวล ความเฉื่อย และกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน จำนวน 2 ชั่วโมง
- 5) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน จำนวน 2 ชั่วโมง
- 6) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน จำนวน 2 ชั่วโมง
- 7) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 แรงเสียดทาน1 (กิจกรรมการทดลอง) จำนวน 2 ชั่วโมง
- 8) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 แรงเสียดทาน 2 จำนวน 2 ชั่วโมง
- 9) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 แรงดึงดูดระหว่างมวล จำนวน 2 ชั่วโมง
- 10) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่ จำนวน 2 ชั่วโมง

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

- 2.2.1 แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ
- 2.2.2 แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่เป็นแบบทดสอบอัตนัยให้นักเรียนเขียนตอบ ในลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ

3. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

- 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 10 แผน มีลำดับการดำเนินการดังต่อไปนี้
 - 3.1.1 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านและสืบเสาะหาความรู้ (5E) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E)
 - 3.1.2 ศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) แต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียน
 - 3.1.3 ศึกษา และทำความเข้าใจ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) จากรายละเอียดในวิชาฟิสิกส์ 1

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ช่วงชั้นที่ 4 มาตรฐานรายวิชา คำอธิบายรายวิชา เนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่กำหนดไว้ในหลักสูตร เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยผู้วิจัยได้แบ่งเนื้อหา ในบทเรียนออกเป็น 6 เรื่องย่อย ดังนี้

เรื่องที่ 1 แรง

เรื่องที่ 2 แรงลัพธ์

เรื่องที่ 3 มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่

เรื่องที่ 4 แรงเสียดทาน

เรื่องที่ 5 แรงดึงดูดระหว่างมวล

เรื่องที่ 6 การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่

3.1.4 วิเคราะห์เนื้อหาและสาระการเรียนรู้ เพื่อวางแผนในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานและการประเมินผลการเรียนรู้ ให้ตรงตามหลักสูตรกำหนด หลักสูตรของโรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ได้กำหนดจำนวนหน่วยกิต ของวิชาฟิสิกส์ 1 ว30201 จำนวน 2 หน่วยกิต โดยจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ สามารถกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม หน่วยการเรียนรู้ ได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ และเวลาในการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
1	แรง	1. อธิบายแรงและผลของแรงลัพธ์ที่มีต่อ	2
2	แรงลัพธ์ 1 (กิจกรรมการทดลอง)	การเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งทดลองหา แรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน	2
3	แรงลัพธ์ 2 (การหาขนาดและ ทิศทางของแรงลัพธ์โดยการ วาดภาพและคำนวณ)		2
4	มวล ความเฉื่อย และกฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน	2. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุ อิสระ และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของ	2
5	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน	นิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของ นิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ	2
6	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน	รวมทั้งทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ ระหว่างแรง มวล และความเร่ง ตามกฎ ข้อที่สองของนิวตัน	2

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	ผลการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
7	แรงเสียดทาน 1 (กิจกรรมการทดลอง)	3. วิเคราะห์และอธิบายแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่	2
8	แรงเสียดทาน 2	รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน	2
9	แรงดึงดูดระหว่างมวล	4. อธิบายกฎความโน้มถ่วงสากลและผลของสนามโน้มถ่วงที่ทำให้วัตถุมีน้ำหนัก รวมทั้งคำนวณปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง	2
10	การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่	5. เขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุอิสระ และอธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันและการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ รวมทั้งทดลองและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง ตามกฎข้อที่สองของนิวตัน	2

3.1.5 สร้างเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 20 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย เป้าหมายการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ สารสำคัญ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แหล่งการเรียนรู้ และสื่อ โดยแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) จะมีการจัดการเรียนรู้ ที่ให้นักเรียนศึกษาสื่อการเรียนรู้ก่อนการเรียนในชั้นเรียน (Out Class Activities) ซึ่งนักเรียนจะได้พื้นฐานความรู้ ซึ่งครูจะตรวจสอบการเรียนรู้ ความเข้าใจของนักเรียนผ่านการจดบันทึก โปสต์ความคิดเห็นในสื่อและตั้งคำถามล่วงหน้า จากนั้นเมื่ออยู่ในชั้นเรียน (In Class Activities) นักเรียนจะได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต่อยอดจากเนื้อหาเบื้องต้นและถามตอบจากสิ่งที่ได้เรียนผ่านสื่อมาแล้ว โดยจะอยู่ในลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ด้วยวิธีการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และมีครูเป็นผู้ชี้แนะ ให้คำแนะนำ หรือให้ความ

ช่วยเหลือ และกระบวนการเรียนรู้ต้องส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีกรอบขั้นตอนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	กิจกรรมการเรียนรู้
1.1) นอกชั้นเรียน (Out Class Activities)	
1.1.1) ขั้นเตรียม เป้าหมายให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในวิธีและรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกัน	<ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนสร้างกลุ่มโดยใช้ Google Classroom ขึ้นมาสำหรับนักเรียน - ครูจะมอบหมายให้นักเรียนแต่ละคนกลับไปศึกษาเนื้อหาในเรื่องนั้น ๆ จากสื่อที่ผู้สอนได้รวบรวมไว้ในกลุ่ม Google Classroom ซึ่งอาจจะสร้างขึ้นเอง
1.1.2) ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) เป้าหมาย คือ ให้นักเรียนระบุประเด็นที่สงสัย	<ol style="list-style-type: none"> 1. ครูกำหนดสาระสำคัญที่ต้องการให้นักเรียนค้นพบและเรียนรู้ 2. ครูจัดสถานการณ์ให้นักเรียนเกิดความสงสัยเพื่อนำไปหาคำตอบที่เป็นสาระสำคัญที่กำหนดไว้
1.1.3) ขั้นที่ 2 สำรวจและสืบค้น (Exploration) เป้าหมาย คือ ให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบของประเด็นที่สงสัย โดยการใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์	<ol style="list-style-type: none"> 3. ครูจัดการให้นักเรียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ และค้นหาอย่างมีระบบระเบียบ
1.2) ในชั้นเรียน (In Class Activities)	
1.2.1) ขั้นที่ 2 สำรวจและสืบค้น (Exploration) เป้าหมาย คือ ให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบของประเด็นที่สงสัย โดยการใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์	<ol style="list-style-type: none"> 4. ครูจัดสถานการณ์/แนะนำ/เปิดโอกาสให้นักเรียนใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้พบข้อมูลเชิงประจักษ์ ที่จะนำมาใช้ตอบคำถามที่สงสัย 5. นักเรียนทำการทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน/หาคำตอบของสิ่งที่สงสัย โดยกระบวนการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและมีครูเป็นผู้ช่วยให้คำแนะนำ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ขั้นตอนของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับ การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)	กิจกรรมการเรียนรู้
1.2.2 ขั้นที่ 3 อภิปรายและลงข้อมูล(Explanation) เป้าหมาย คือ ให้นักเรียนสร้างคำอธิบายคำตอบ ของสิ่งที่สงสัย โดยใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์	6. ครูใช้คำถามกระตุ้น/นำทางให้นักเรียนใช้ความรู้ เชิงวิทยาศาสตร์/ความคิดเชิงตรรกะนำมา เชื่อมโยงกับข้อมูลที่ค้นพบจากการสืบเสาะเป็น หลักฐานในการสร้างคำอธิบาย ข้อกล่าวอ้างที่ นักเรียนสรุปได้เป็นคำตอบของสิ่งที่สงสัยใน ขั้นสร้างความสนใจ
1.2.3 ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และประยุกต์ (Elaboration) เป้าหมาย คือ ให้นักเรียนได้สร้างข้อสรุปได้ ชัดเจนครบถ้วนมากยิ่งขึ้น	7. นักเรียนเพิ่มเติมความรู้โดยผ่านการอภิปราย การอ่านข้อสรุปของผู้อื่น และสะท้อนความคิด
1.2.4 ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) เป้าหมาย คือ ให้ นักเรียนได้ประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและ กระบวนการที่ทำให้เกิดการเรียนรู้	8. ประเมินการเรียนรู้โดยนักเรียนตอบคำถามของ ตนเองผ่านการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีการใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ด้าน ความสำคัญ ด้านหลักการและด้านความสัมพันธ์

3.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาให้
คำแนะนำความถูกต้องของเนื้อหา และความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แนวทางการจัดกิจกรรม
การเรียนรู้ การวัดและประเมินผล ซึ่งได้มีการปรับเปลี่ยนในส่วนของจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสมรรถนะ
สำคัญของผู้เรียน (C) ให้ประเมินสมรรถนะที่ชัดเจนที่สุดของแต่ละแผนการเรียนรู้

3.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
จำนวน 3 ท่าน (แสดงรายชื่อในภาคผนวก ก) เพื่อพิจารณาตรวจสอบความสอดคล้ององค์ประกอบต่าง ๆ
ภายในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น การจัดสร้างแบบประเมินแผนการจัด
การเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของ
ลิเคิร์ต (Likert) ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม มาก
- 3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม น้อย
- 1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสม น้อยที่สุด

3.1.8 นำผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 102-103) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการสอนมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน แสดงผลดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัด การเรียนรู้ที่	เรื่อง	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	แรง	4.88	0.20	เหมาะสมมากที่สุด
2	การหาแรงลัพธ์ 1 (กิจกรรมการทดลอง)	4.97	0.10	เหมาะสมมากที่สุด
3	การหาแรงลัพธ์ 2 (การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ โดยการวาดภาพและคำนวณ)	4.99	0.05	เหมาะสมมากที่สุด
4	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน	4.92	0.14	เหมาะสมมากที่สุด
5	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน	4.93	0.19	เหมาะสมมากที่สุด
6	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน	4.99	0.05	เหมาะสมมากที่สุด
7	แรงเสียดทาน 1 (กิจกรรมการทดลอง)	4.91	0.17	เหมาะสมมากที่สุด
8	แรงเสียดทาน 2	4.97	0.09	เหมาะสมมากที่สุด
9	แรงดึงดูดระหว่างมวล	4.97	0.09	เหมาะสมมากที่สุด
10	การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่	5	0	เหมาะสมมากที่สุด
รวม		4.92	0.04	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 3.3 พบว่า ค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.92 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นตรงกันว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 10 แผน มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.88 ถึง 5.0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ระหว่าง 0.00 ถึง 0.20 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความ

สอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะซึ่งได้แสดงผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.1.9 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง ก่อนนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

3.2.1 แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

1) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) ของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหลักสูตรโรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการวิเคราะห์จุดประสงค์ทุกแผนการเรียนรู้ ศึกษาทฤษฎีการคิดวิเคราะห์ และวิธีการประเมินผลตามแนวคิดของบลูม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

2) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี รูปแบบวิธีการสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์และวิเคราะห์หลักการ

3) สร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งสร้างตามขอบข่ายวัตถุประสงค์ของทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม และองค์ประกอบการเรียนรู้ เป็นแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์จำนวน 30 ข้อ ต้องการใช้จริง 15 ข้อ ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การจำแนกข้อสอบในการสร้างแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

เนื้อหา	การคิดวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบ	จำนวนข้อสอบที่ใช้
แรง/แรงลัพธ์	1. วิเคราะห์ความสำคัญ	2	1
	2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์	2	1
	3. วิเคราะห์หลักการ	2	1
มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่	1. วิเคราะห์ความสำคัญ	2	1
	2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์	2	1
	3. วิเคราะห์หลักการ	2	1
แรงเสียดทาน	1. วิเคราะห์ความสำคัญ	2	1
	2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์	2	1
	3. วิเคราะห์หลักการ	2	1

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

เนื้อหา	การคิดวิเคราะห์	จำนวนข้อสอบ	จำนวนข้อสอบที่ใช้
แรงดึงดูดระหว่างมวล	1. วิเคราะห์ความสำคัญ	2	1
	2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์	2	1
	3. วิเคราะห์หลักการ	2	1
การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่	1. วิเคราะห์ความสำคัญ	2	1
	2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์	2	1
	3. วิเคราะห์หลักการ	2	1
รวม	30	15	

4) นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์จำนวน 30 ข้อ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบเนื้อหา ภาษา และข้อคำถาม และปรับปรุงแก้ไข

5) นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเชิงพฤติกรรม (IOC) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

6) นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง และคัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรง 0.60 ขึ้นไป ผลการประเมินได้ค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 มีจำนวน 28 ข้อ (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค)

7) นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ คือ ปรับแก้ตัวเลือกของข้อสอบและข้อคำถาม ให้มีความชัดเจนมากขึ้น และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบและอนุมัติให้นำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ไปทดลองใช้

8) นำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 28 ข้อไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 - 6/10 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 30 คน เพื่อปรับปรุงเนื้อหา ภาษา ข้อคำถาม และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ โดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน และข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน

9) นำผลที่ได้จากการทดลองใช้แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ จำนวน 28 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบรายข้อ คัดเลือกแบบทดสอบ วัดทักษะการคิดวิเคราะห์เฉพาะข้อที่มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากทั้งหมด 28 ข้อ ให้เหลือเพียง 15 ข้อ ซึ่งพบว่าการวิจัยในครั้งนี้แบบทดสอบ วัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่คัดเลือกทั้งหมดมีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.72 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.56

10) นำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ที่คัดเลือกไว้ จำนวน 15 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น พบว่า มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88 (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ง)

11) จัดพิมพ์เป็นแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพ จำนวน 15 ข้อ เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้วัดทักษะการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่

1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดนิยามของข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและเหตุผล ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของแม็คนีลและคราร์จซิค (2008)

2) กำหนดขอบข่ายในเนื้อหา เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ เพื่อสร้างแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การจำแนกข้อสอบในการสร้างแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

เนื้อหา	การสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	จำนวนข้อสอบที่ใช้
แรง /แรงลัพธ์	1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2. หลักฐาน (Evidence) 3. เหตุผล (Reasoning)	2	1
มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่	1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2. หลักฐาน (Evidence) 3. เหตุผล (Reasoning)	2	1
แรงเสียดทาน	1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2. หลักฐาน (Evidence) 3. เหตุผล (Reasoning)	2	1

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

เนื้อหา	การสร้างคำอธิบาย เชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบ	จำนวนข้อสอบที่ใช้
แรงดึงดูดระหว่างมวล	1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2. หลักฐาน (Evidence) 3. เหตุผล (Reasoning)	2	1
การประยุกต์ใช้กฎการเคลื่อนที่	1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim) 2. หลักฐาน (Evidence) 3. เหตุผล (Reasoning)	2	1
รวม	10	5	

3) สร้างแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย จำนวน 10 ข้อ โดยแต่ละข้อเป็นข้อคำถามเพื่อให้นักเรียนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ และสร้างเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ใช้เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป (McNeil and Krajcik, 2008 อ้างถึงในศศิกันต์ นิ่มดำ, 2561) ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์แบบทั่วไป

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
1. ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	คำตอบถูกต้องสมบูรณ์	คำตอบถูกต้องบางส่วนและมีคำตอบที่ไม่ถูกต้อง	คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ
2. หลักฐาน (Evidence)	แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบถูกต้องและเหมาะสม	แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบถูกต้องบางส่วนและไม่เหมาะสม มีข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	ไม่สามารถแสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบได้หรือไม่ตอบ
3. เหตุผล (Reasoning)	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบกับคำตอบถูกต้องสมบูรณ์หรือมีการวาดภาพประกอบคำอธิบายถูกต้องและครบถ้วน	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบกับคำตอบถูกต้องบางส่วน และมีการเชื่อมโยงข้อมูลที่ไม่สนับสนุนคำตอบ คำตอบ หรือวาดภาพประกอบคำอธิบายได้ถูกต้องบางส่วน	ไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบหรือไม่ตอบ

การใช้เกณฑ์ประเมินแบบมาตราประมาณค่า ตามตารางที่ 3.6 จะมีการสร้างและปรับให้มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น ซึ่งจะช่วยในการประเมินความเข้าใจของนักเรียนในด้านเนื้อหาและการให้เหตุผลได้ดีขึ้น และกำหนดการแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับดีมาก ระดับดีและระดับควรปรับปรุง ซึ่งประยุกต์มาจาก Sampson and Clark (2009) โดยได้แบ่งอันตรภาคชั้นทางสถิติ ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การแปลผลคะแนนเป็นระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

คะแนนรวม	คะแนนรวมแต่ละองค์ประกอบ	คะแนนแต่ละองค์ประกอบ/ข้อ	ระดับความสามารถ
21 - 30	7 - 10	1.40 - 2.00	ดีมาก
11 - 20	4 - 6	0.70 - 1.39	ดี
0 - 10	0 - 3	0 - 0.69	ปรับปรุง

4) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) นำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบ โดยได้มีการปรับแก้ในส่วนของข้อคำถามย่อยที่ต้องการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จากข้อ 1.1, 1.2, 1.3 เป็น ข้อ ก., ข., ค.

(2) นำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาดำเนินการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ในการสร้างข้อคำถาม โดยเป็นการประเมินระดับความคิดเห็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ฉ)

(3) นำผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลความหมายโดยใช้เกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	หมายถึง	ข้อสอบมีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	หมายถึง	ข้อสอบมีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	หมายถึง	ข้อสอบมีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	หมายถึง	ข้อสอบมีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง ข้อสอบมีความเหมาะสมน้อยที่สุด
(แสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ค) และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของ
ผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ เพิ่มรูปประกอบโจทย์ปัญหา ข้อที่ 1 และข้อที่ 5

(4) นำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และ
เกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ที่ปรับปรุงแก้ไขเสนอต่อ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบและอนุมัติให้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง
จำนวน 30 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 - 6/10 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี
อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างและผ่านการเรียนเนื้อหา
เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่มาแล้ว

(5) นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำมาตรวจสอบหาคุณภาพของ
แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ทำได้โดย
การหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่าความยาก (p) อยู่ใน
0.20 ถึง 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ระดับ 0.20 ขึ้นไป

แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น
ข้อสอบอัตนัยซึ่งมีระบบการให้คะแนนไม่เป็น แบบ 0 - 1 จึงวิเคราะห์ข้อสอบโดยใช้วิธีการของวินัยและ
ซาเบอร์ส และคัดเลือกแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จากทั้งหมด 10 ข้อ
ให้เหลือเพียง 5 ข้อ พบว่าแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าความยาก
(p) อยู่ระหว่าง 0.32 - 0.60 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.31 - 0.48

(6) นำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน
5 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการหาค่าความสอดคล้องภายใน โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha coefficient
Method) ของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรคำ, 2561) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77

(7) จัดพิมพ์แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง
แรงและกฎการเคลื่อนที่ ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับนักเรียน
กลุ่มตัวอย่าง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคการเรียนที่ 1 ปีการศึกษา
2565 จำนวน 20 ชั่วโมง โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

4.1 ปฐมนิเทศ ซึ่งแจ้งวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบและอธิบายถึง
บทบาทหน้าที่ของนักเรียนและผู้วิจัย

4.2 ดำเนินการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนก่อนเรียน จำนวน 5 ข้อคะแนนเต็ม 30 คะแนน แล้วนำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไปตรวจให้คะแนน และใช้เป็นองค์ประกอบสำหรับแบ่งกลุ่มในการจัดกิจกรรม

4.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

4.4 เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผู้วิจัยวัดทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

4.4.1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 30 นาที

4.4.2 นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง

4.5 ผู้วิจัยนำข้อมูลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ และรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ ประมวลผลในรูปความเรียง

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์และแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติต่าง ๆ ดังนี้

5.1 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาดดี, 2545)

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

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

5.1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาดดี, 2545)

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

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 $n \sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 ร้อยละ (Percentage) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (อิทธิพิพัทธ์ สุวพันธ์พรกุล, 2561)

$$P(100) = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ $P(100)$ แทน ค่าร้อยละ
 f แทน ความถี่
 $(\sum X)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
 n แทน จำนวนทั้งหมด

5.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

5.2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ใช้สำหรับหาความตรงเชิงเนื้อหาโดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทรัตน์ศิริกุล, 2563)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าร้อยละ
 R แทน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 ถ้าแน่ใจว่าคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่า +1
 ถ้าไม่แน่ใจว่าคำถามวัดตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่า 0
 ถ้าแน่ใจว่าคำถามวัดไม่ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ค่า -1
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5.2.2 ค่าความยาก (Difficulty) คือ สัดส่วนของจำนวนผู้สอบที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้อง โดยลักษณะของแบบทดสอบต่างกันจะมีวิธีการที่ต่างกัน

1) ค่าความยากของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ คำนวณจากสูตรดังนี้ (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2563)

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

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

R แทน จำนวนผู้เข้าสอบที่เลือกคำตอบถูก

T แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

2) ค่าความยากของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการของวิทนีและซาเบอร์ส การหาความยาก มีสูตรดังนี้ (กัญญา ลินทร์ตันศิริกุล, 2563)

$$p = \frac{\sum_H + \sum_L (2N \text{Score}_{\min})}{2N(\text{Score}_{\max} - \text{Score}_{\min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยาก

\sum_H แทน ผลรวมของคะแนนของกลุ่มสูง 25%

\sum_L แทน ผลรวมของคะแนนของกลุ่มต่ำ 25%

N แทน 25% ของจำนวนผู้สอบ

Score_{\max} แทน คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนสูงสุด

Score_{\min} แทน คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนต่ำสุด

ค่าความยาก (p) ของข้อสอบ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00 - 1.00 การแปลความหมายของค่าความยากอาจแบ่งช่วงได้ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การแปลความหมายค่าความยาก (p) ของข้อสอบ

ค่าความยาก	การแปลความหมาย
0.81 - 1.00	เป็นข้อสอบที่ง่ายมาก
0.61 - 0.80	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
0.41 - 0.60	เป็นข้อสอบที่ยากปานกลาง
0.21 - 0.40	เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างยาก
0.00 - 0.20	เป็นข้อสอบที่ยากมาก

5.2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ ความสามารถของข้อสอบที่จำแนกผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนสูงออกจากผู้เข้าสอบที่ได้คะแนนต่ำ

1) ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยสามารถคำนวณจากสูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล, 2563)

$$r = \frac{H - L}{N_H} \quad \text{หรือ} \quad r = \frac{H - L}{N_L}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

H แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูงที่เลือกตัวเลือกนั้น

L แทน จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวเลือกนั้น

N_H แทน คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนสูงสุด

N_L แทน คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนต่ำสุด

2) ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการของวิทนีย์และซาเบอร์ส การหาค่าอำนาจจำแนก มีสูตรดังนี้ (กัญจนา ลินทร์ตันศิริกุล, 2563)

$$r = \frac{\sum_H - \sum_L}{N(\text{Score}_{\max} - \text{Score}_{\min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนก

\sum_H แทน ผลรวมของคะแนนของกลุ่มสูง 25%

\sum_L แทน ผลรวมของคะแนนของกลุ่มต่ำ 25%

N แทน 25% ของจำนวนผู้สอบ

Score_{\max} แทน คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนสูงสุด

Score_{\min} แทน คะแนนของผู้สอบที่ได้คะแนนต่ำสุด

ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง 1.00 การแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนกสามารถแปลความได้ตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ

ค่าอำนาจจำแนก	การแปลความหมาย
0.40 และสูงกว่า	เป็นข้อสอบที่ดีมาก
0.30 - 0.39	เป็นข้อสอบที่ดี
0.20 - 0.29	เป็นข้อสอบที่อยู่ในระดับพอใช้
ต่ำกว่า 0.19	เป็นข้อสอบที่ไม่ดีควรแก้ไขใหม่

5.2.4 ค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach) (ไพศาล วรคำ, 2561)

$$\alpha = \frac{k}{(k - 1)} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา

k แทน จำนวนข้อสอบ

s_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

s_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

5.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

5.3.1 สถิติ *t-test* แบบ *One-Sample t-test* ในการทดสอบสมมติฐานข้อที่เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} ; df = n - 1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที่

μ_0 แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

\bar{x} แทน ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบ

s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่ม

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

5.3.2 สถิติ t-test แบบ t-test for dependent samples ในการทดสอบสมมติฐาน
 ข้อที่เปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ
 ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
 โดยใช้สูตร (ไพศาล วรคำ, 2561) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d/\sqrt{n}} ; df = n - 1$$

- เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที่
 \bar{d} แทน ผลต่างเฉลี่ยของคู่คะแนน
 s_d แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่างคู่คะแนน
 n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

จากการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	\bar{X}	SD	ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	t	P-value Sig. (2-tailed)
หลังเรียน	36	11.39	0.77	75.93	6.96*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่า การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	\bar{X}	S.D.	t	P-value Sig. (2-tailed)
ก่อนเรียน	36	2.25	2.61	12.82*	.00
หลังเรียน	36	14.78	4.91		

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.2 พบว่าผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เก็บข้อมูลได้ดังนี้ ก่อนเรียนคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คะแนนเฉลี่ย 2.25 จัดอยู่ในระดับควรปรับปรุง เมื่อพิจารณาแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลประกอบ ปรากฏว่า ก่อนเรียนนักเรียนสร้างคำอธิบายที่ไม่ชัดเจน หรือไม่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งแสดงดังคำตอบข้อคำถามข้อที่ 2 ของนักเรียนเลขที่ 33

ข้อกล่าวอ้าง : “กระป๋องที่ 3”

หลักฐาน : “กระป๋องที่ 3 ไม่มีทรายมาถ่วงน้ำหนัก จึงทำให้เบา”

เหตุผล : “หากผลึกกระป๋องทั้ง 3 ด้วยแรงเท่ากัน กระป๋องที่ 3 จะแกว่งไปได้ง่าย และหยุดได้ยาก เพราะมีน้ำหนักเบาที่สุด และไม่มีทรายเลย จึงสามารถเคลื่อนที่ตามแนวแรงได้มากที่สุด”

(นักเรียนเลขที่ 33)

หลังเรียน คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คะแนนเฉลี่ย 14.78 จัดอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ โดยให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และ

การให้เหตุผลประกอบ ปรากฏว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ค่อนข้างสมบูรณ์ ซึ่งแสดงดังคำตอบข้อคำถามข้อที่ 4 ของนักเรียนเลขที่ 16

ข้อกล่าวอ้าง : “ดาวพฤหัสบดี ยูเรนัส เสาร์ เนปจูน โลก ศุกร์ พุธ อังคาร ดวงจันทร์ ”

หลักฐาน : “จากตารางข้อมูลกราฟความสัมพันธ์แสดงการชั่งน้ำหนักในระบบสุริยะเทียบกับจำนวนเท่าของการชั่งน้ำหนักบนโลก พบว่าดาวพฤหัสบดี(2.6), ยูเรนัส(1.4), เสาร์(1.2), เนปจูน(1.1), โลก(1.2), ศุกร์(0.9), พุธ(0.4), อังคาร(0.4), ดวงจันทร์(0.3) โดยที่ชั่งน้ำหนักบนดาวดวงใดแล้วมีค่าน้ำหนักมากแสดงว่าค่าความเร่งโน้มถ่วงมากด้วย ส่วนดาวดวงใดชั่งน้ำหนักแล้วมีน้ำหนักน้อยแสดงว่าค่าความเร่งโน้มถ่วงน้อยด้วยเช่นกัน ”

การให้เหตุผล : “ค่าความเร่งโน้มถ่วงมีค่ามากจะส่งผลให้การชั่งน้ำหนักบนดาวดวงนั้นมีค่ามากด้วย จากความสัมพันธ์ คือ $\vec{w} = m\vec{g}$ พบว่าน้ำหนักแปรผันโดยตรงกับค่าความเร่งโน้มถ่วง (g) ”

(นักเรียนเลขที่ 16)

เมื่อนำคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาหาคะแนนเฉลี่ย แต่ละองค์ประกอบแล้วเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คะแนนเฉลี่ยแต่ละองค์ประกอบเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบ	n	ข้อกล่าวอ้าง		หลักฐาน		การให้เหตุผล	
		\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.
ก่อนเรียน	36	1.61	0.26	0.64	0.14	0.00	0.00
หลังเรียน	36	7.39	0.34	4.44	0.23	2.94	0.16

จากตารางที่ 4.3 พบว่า เมื่อพิจารณาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยในแต่ละองค์ประกอบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งก่อนเรียนในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล มีคะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 1.61, 0.64 และ 0.00 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26, 0.14 และ 0.00 ตามลำดับ หลังเรียนในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน การให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.39,

4.44 และ 2.94 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34, 0.22 และ 0.16 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าแต่ละองค์ประกอบมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จากการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ เพื่อศึกษาระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนน	n	\bar{X}	S.D.	ความสามารถ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	36	14.78	4.91	ดี

จากตารางที่ 4.4 พบว่าระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.78 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.91 ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบมาศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คะแนน	n	\bar{X}	S.D.	ความสามารถ
ข้อกล่าวอ้าง	36	7.39	0.34	ดีมาก
หลักฐาน	36	4.44	0.23	ดี
การให้เหตุผล	36	2.94	0.16	ปรับปรุง

จากตารางที่ 4.5 เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้มากที่สุด รองลงมาคือ การระบุหลักฐาน และการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.39, 4.44 และ 2.94 ตามลำดับ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34, 0.23 และ 0.16 ตามลำดับ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดีมาก ดี และควรปรับปรุง ตามลำดับ

เมื่อนำคะแนนของนักเรียนรายบุคคลมาจัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รายบุคคลโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
ดีมาก	5	13.89
ดี	25	69.44
ปรับปรุง	6	16.67
รวม	36	100

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก จำนวน 5 คน ระดับดี 25 คน และระดับควรปรับปรุง 6 คน โดยคิดเป็นร้อยละ 13.89, 69.44 และ 16.67 ตามลำดับ



บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องนี้เป็นการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งมีลำดับขั้นตอนการวิจัย สรุปผล
ดังนี้

1. สรุปการวิจัย

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อเปรียบเทียบทักษะคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการ
จัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

1.1.3 เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการ
เรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า
ก่อนเรียน

1.2.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน
ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

1.3 วิธีดำเนินการวิจัย

1.3.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 160 คน

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 36 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม

1.3.3 เครื่องมือการวิจัย

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

(1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 10 แผน ระยะเวลาทั้งหมด 20 ชั่วโมง มีคะแนนเฉลี่ยของผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เท่ากับ 4.92 เมื่อเทียบเกณฑ์แล้วอยู่ในเกณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

(1) แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.72 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33 - 0.56 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.88

(2) แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ เป็นแบบทดสอบอัตนัยให้นักเรียนเขียนตอบ ในลักษณะของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ มีค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.32 - 0.60 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.31 - 0.48 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.77

1.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ปฐมนิเทศ ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบและอธิบายถึงบทบาทหน้าที่ของนักเรียนและผู้วิจัย

2) ดำเนินการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนก่อนเรียน จำนวน 5 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน แล้วนำแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ไปตรวจให้คะแนน และใช้เป็นองค์ประกอบสำหรับแบ่งกลุ่มในการจัดกิจกรรม

3) ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ตามแผนการจัดการเรียนรู้

4) นักเรียนทำแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่เป็น แบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ จำนวน 30 นาที และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 1 ชั่วโมง

5) ผู้วิจัยนำข้อมูลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ และแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ ประมวลผลในรูปความเรียง

1.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยใช้สถิติ t-test for One-Sample

2) การเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ทดสอบสมมติฐานการวิจัยโดยใช้สถิติ t-test for Dependent-Samples

3) การศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ การหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวมและคะแนนในแต่ละองค์ประกอบ

1.4 ผลการวิจัย

1.4.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.4.3 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 14.78 คะแนน ซึ่งมีความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี

2. อภิปรายผล

จากผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีต่อ ทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการ เคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผู้วิจัยได้ แยกอภิปรายผลเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

จากการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้ แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ส่งผลต่อทักษะการคิดวิเคราะห์ ทั้งนี้อาจ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นรูปแบบการ เรียนรู้ที่เกิดจากการผสมผสานกันระหว่างการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้น การสร้างนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้าน (Mastery Learning) โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำวิธี การเรียนรู้ให้กับนักเรียนโดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ นักเรียนสืบค้นและสรุปเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอดจน สามารถสร้างองค์ความรู้และนำเสนออย่างสร้างสรรค์ด้วยตนเอง ผสานกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หาความรู้ (5E) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือ เสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยผู้สอนมีบทบาทช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้นักเรียนโดยมีหลักการอยู่บนพื้นฐานของการสืบสอบด้วยกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ (Scientific inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการที่จำเป็นต่อการแสวงหาและศึกษาข้อความรู้ต่าง ๆ โดยคำถามที่เหมาะสมสามารถนำนักเรียนไปสู่การค้นพบข้อความรู้ใหม่ได้ (ทิตินา แชมมณี, 2560, น. 141)

การเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีการจัดการเรียนรู้เป็น 2 ส่วนคือ การเรียนรู้ก่อนเข้าชั้นเรียน (Out Class Activities) ที่ให้นักเรียนศึกษาสื่อการเรียนรู้ก่อน การเรียนในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนจะได้จัดเรียงลำดับขั้นตอนและจัดจำแนกเนื้อหา เชื่อมโยง ความสัมพันธ์ ของเนื้อหา พร้อมทั้งสรุปเป็นแนวคิดของตนเองลงในคอร์เนล รวมไปถึงการออกแบบกิจกรรมการทดลอง โดยครูจะตรวจสอบการเรียนรู้ ความเข้าใจของนักเรียนผ่านการจดบันทึก โปสต์ความคิดเห็นในสื่อและ

ตั้งคำถามล่วงหน้า ซึ่งจะเป็นแนวทางที่สนับสนุนการเรียนรู้ด้านคิดวิเคราะห์ได้ดี (ปรีชา สามัคคี และปัญญาเลิศไกร, 2557) และการเรียนรู้ในชั้นเรียน (In Class Activities) เป็นการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ช่วยให้นักเรียนมีการสืบค้นความรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ โดยจะต่อยอดจากเนื้อหาเบื้องต้นและกระตุ้นให้หาคำตอบจากสิ่งที่ได้เรียนผ่านสื่อมาแล้ว โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่มีการคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ไขปัญหา แล้วสรุปออกมาเป็นหลักการหรือวิธีการ ในกิจกรรมแต่ละขั้นตอนนักเรียนจะได้ฝึกใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom) ตลอดเวลา ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวถือเป็นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองที่มีความคงทน ตามทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้ นิยม ซึ่งสอดคล้องกับกิงฟ้า ลินธุวงษ์ และสุจินต์ วิชวธีรานนท์ (2561, น. 112-120) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยม (Constructivism) เน้นให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ไม่ใช่การจดจำเท่านั้น แต่เรียนเพื่อรู้เพื่อเข้าใจแก่นของความรู้ โดยการใช้กระบวนการปรับตัวที่ใช้ความสามารถในการคิด ลงมือทำ เพื่อตีความหมายของเหตุการณ์ ปรากฏการณ์ สถานการณ์และสิ่งของ โดยการมีปฏิสัมพันธ์อย่างกระตือรือร้นในบริบทของสังคม มีการแลกเปลี่ยนความรู้ในรูปแบบที่หลากหลายตามสภาพที่เป็นจริง รวมไปถึงมีการสะท้อนผลการเรียนรู้เพื่อให้ได้ทั้งความรู้และวิธีการเรียนรู้

ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) จะเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบเดิมที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายทำให้นักเรียนขาดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับวิจารณ์ พานิช (2556) กล่าวว่ากิจกรรมในชั้นเรียนของการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสามารถเป็นไปได้หลากหลายรูปแบบ ครูผู้สอนสามารถประยุกต์ใช้กลวิธีต่าง ๆ เช่น ใช้เวลาในห้องเรียนในการทำการทดลอง ฝึกการคิดเชิงคำนวณ STEM ห้องเรียนกลับด้านจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based learning) สอดคล้องกับงานวิจัยของเจนจิรา คำดี (2561) ที่ศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผนวกเทคนิค KWL Plus พบว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผนวกเทคนิคการสอนแบบ KWL Plus หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของอาลาวิยะ สะอะ (2558) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาและทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านในระดับมาก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยชบาพร พิมวัน (2563) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน

พบว่านักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 22.86 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นได้ว่า นอกจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะส่งผลต่อทักษะการคิดวิเคราะห์แล้วยังส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ในภาพรวมของนักเรียนด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธนภรณ์ กาญจนพันธ์ (2559) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา การกำกับตนเอง และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ พบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางมีการกำกับตนเอง หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีคะแนนพัฒนาการสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ในระดับกลาง 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ทุกด้านอยู่ในระดับมาก

ด้วยเหตุข้างต้นจึงเป็นข้อสนับสนุนข้อค้นพบที่ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

จากการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อใช้ร่วมกัน โดยทั้ง 2 รูปแบบเป็นกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนมีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเป็นสำคัญ นักเรียนได้ใช้เวลาอย่างเต็มที่ เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย นักเรียนในกลุ่มทดลองจะได้รับการฝึกฝนการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ในขั้นตอนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

นักเรียนได้ฝึกการสร้างข้อกล่าวอ้าง โดยการตอบคำถามที่ครูตั้งคำถาม ระบุประเด็นที่สงสัย ในเนื้อหาหรือสาระสำคัญที่กำหนดไว้ ในขั้นตอนการสร้างความสนใจ มีการฝึกให้ศึกษาค้นคว้า เมื่อนักเรียนค้นพบประเด็นที่สงสัยแล้วนักเรียนสรุปบันทึกข้อมูลที่ได้อย่างเป็นระบบในแบบบันทึกคอร์เนล หรือแบบบันทึกการทำกิจกรรมทดลองเพื่อใช้เป็นหลักฐานที่จะสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง โดยมีการ

ตรวจสอบข้อมูลกันระหว่างสมาชิกในกลุ่มเพื่อสร้างองค์ความรู้ที่ถูกต้อง หลังจากนั้นจะนำความรู้และหลักฐานที่ได้จากการทำกิจกรรมมาใช้ในการให้เหตุผลโดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง ซึ่งนักเรียนสามารถตรวจสอบข้อกล่าวอ้าง ได้จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันระหว่างกลุ่ม เพื่อปรับปรุงแก้ไขหลักฐานที่มาสืบสนุนข้อกล่าวอ้างให้มีความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันจนมีความถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด ตลอดจนสามารถนำประสบการณ์ไปใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นมาได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียนที่จะต้องอยู่ในขั้นปฏิบัติการ คือ ต้องได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดและการทดลอง จะทำให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยมตามแนวคิดของเพียเจต์ รวมทั้งพฤติกรรมที่นักเรียนได้แสดงออกในแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับ Woody (2015 อ้างถึงใน ศศิกานต์ นิมิตา, 2561) ที่กล่าวถึงพฤติกรรมบ่งชี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในห้องเรียนต้องแสดงพฤติกรรมต่อไปนี้ 1) นักเรียนมีการพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังเรียนรู้ 2) สมาชิกในกลุ่มควรตระความสามารถเพื่อร่วมกันสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3) เมื่อสมาชิกในกลุ่มสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แล้วมีการแลกเปลี่ยนกันระหว่างกลุ่มเพื่อตรวจสอบคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น 4) การสร้างและแลกเปลี่ยนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่ม เป็นสิ่งสำคัญในการศึกษาวิทยาศาสตร์

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถสำรวจตรวจสอบความรู้พื้นฐาน หรือความรู้เดิมของนักเรียนและสามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสงสัยในการหาคำตอบ กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนสร้างและเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาตอบคำถาม และการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอรายงาน และอภิปรายผลจากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล (Bybee, 2009) ดังนั้นลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) สามารถช่วยส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ เพราะคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นข้อความที่ใช้สำหรับให้ความหมาย อธิบาย และการกล่าวอ้างในบริบททางวิทยาศาสตร์เป็นคำอธิบายที่สะท้อนผลการสังเกตการทดลองหรือการสืบค้นอื่น ๆ ที่เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์นำมาเชื่อมโยงกับการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ที่มีความสอดคล้องกับหลักฐาน (สันติชัยอนนุรักษ์, 2557 อ้างถึงใน นวลจิตต์ เขาวงกิตพิงศ์, 2560, น.111-127)

จากเหตุผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ทำให้นักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวยังสอดคล้องกับงานวิจัยภัทรสุดา หาดขุนทด (2561) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง

ลมฟ้าอากาศ หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) มีคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เฉลี่ยอยู่ที่ 14.78 คะแนน ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล ผู้วิจัยได้ฝึกการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจะทำให้ความรู้มีความคงทนซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีการสร้างสรรคความรู้นิยมซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองจะได้รับฝึกในเนื้อหาสาระที่แตกต่างกันออกไป และเมื่อได้ฝึกอย่างต่อเนื่องก็จะทำให้เกิดเป็นทักษะติดตัวนักเรียนสามารถนำไปใช้ในเรื่องหรือเหตุการณ์ที่แตกต่างออกไปได้ ดังกฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของธอร์นไดค์ (Edward L Thorndike) ที่เชื่อว่าการฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวร ถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ การเรียนรู้จะไม่คงทนถาวร และในที่สุดอาจลืมได้ ซึ่งวิธีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองสอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสำรวจตรวจสอบหรือการทดลอง เพื่อให้นักเรียนเข้าใจทั้งเนื้อหา และแนวคิดของแต่ละบทเรียน โดยครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยเรื่องที่น่าสนใจ หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม มีการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดขอบเขตที่จะศึกษา และใช้วิธีการตรวจสอบที่หลากหลาย การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวทางนี้ช่วยเพิ่มความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ (ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, 2558, น. 136)

จากเหตุผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ทำให้นักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดี ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวยังสอดคล้องกับงานวิจัย อรยา แจ่มใจ (2557) ศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งพบว่า หลังผ่านการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งส่งผลให้นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในระดับดีมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของศศิเทพ

นันทา (2561) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า 1) นักเรียนดังกล่าวที่เรียนโดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนดังกล่าวมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนดังกล่าวมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของมณีรัตน์ แก่นทอง และอรสา จรุงธรรม (2562) ที่ศึกษาวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการชี้แนะที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการชี้แนะมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการชี้แนะมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด จัดอยู่ในเกณฑ์ที่มีความสามารถระดับดีมาก

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบมา ศึกษาในระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้มากที่สุด รองลงมา คือ การระบุหลักฐาน และการให้เหตุผล มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.39, 4.44 และ 2.94 ตามลำดับ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมากดีและควรปรับปรุง ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากข้อกล่าวอ้างเป็นการสร้างคำตอบจากคำถาม หรือสถานการณ์ปัญหา ส่วนหลักฐานนั้นนักเรียนสามารถเก็บรวบรวมได้ จากกิจกรรมการเรียนรู้แบบสำรวจตรวจสอบ ส่วนการให้เหตุผลที่เป็นการให้ความสัมพันธ์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างกับหลักฐาน โดยใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mcneill and Krajcik (2006) ที่ศึกษาผลของการเสริมศักยภาพที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ที่มีการเรียนแบบที่เรียนแบบโครงงานด้วยการเสริมศักยภาพต่อเนื่องกับนักเรียนที่เรียนแบบโครงงานด้วยการลดการเสริมศักยภาพ พบว่านักเรียนที่เรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนในส่วนของข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผลสูงขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเรียน นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนทดสอบหลังเรียนไม่แตกต่างกัน โดยพิจารณาจากองค์ประกอบทั้งสามของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบด้านการให้เหตุผลนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด

3. ข้อเสนอแนะ

3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

3.1.1 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ครูและนักเรียนจะต้องเตรียมความพร้อม วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา เตรียมสื่อการสอนที่น่าสนใจ และครูต้องสำรวจความพร้อมของนักเรียน ครูจะต้องทราบข้อมูลและความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาและส่งเสริมนักเรียนได้เรียนรู้เต็มที่ตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน และเพื่อจัดเตรียมสื่อให้นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลได้ไม่เท่ากัน

3.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการเรียนที่เน้นการทำกิจกรรมในห้องซึ่งเป็นกระบวนการกลุ่ม โดยครูมีหน้าที่ดูแลและให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำต่าง ๆ ครูจะคอยให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนกลุ่มที่อ่อนมากกว่านักเรียนที่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ ทำให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวขาดการพัฒนาความสามารถให้สูงขึ้นไปอีก ครูจึงอาจมีการเตรียมแบบฝึกหัดในระดับที่มีระดับยากขึ้นนอกเหนือจากในชั้นเรียนให้กับนักเรียนเรียนกับกลุ่มดังกล่าว

3.1.3 รูปแบบการบันทึกความรู้ ก่อนการเข้าเรียนควรมีการศึกษาในรูปแบบที่หลากหลายนอกเหนือจากการทำบันทึกคอร์เนลที่มีการแบ่งพื้นที่กระดาษออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ใช้จดบันทึกขณะเรียน บันทึกช่วยเตือนความจำและสรุปบทวน เพราะลักษณะของเนื้อหาที่แตกต่างกัน อาจจะมีวิธีการนำเสนอในรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปด้วย

3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

3.2.1 เนื่องด้วยผลการวิจัยพบว่า ในองค์ประกอบทำให้เหตุผลนักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุดอยู่ในระดับที่ต้องปรับปรุง ดังนั้นควรดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาการให้เหตุผลของนักเรียน

3.2.2 ควรมีการศึกษาผลของการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อทักษะอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผล การคิดวิจารณ์ ญาณ ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา เจตคติในการเรียน เป็นต้น

3.2.3 ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้หรือร่วมกับแนวคิดอื่น ๆ เพื่อให้ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายมากขึ้น



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ศูนย์วิจัยบรรณารักษศาสตร์

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กัญจนา ลินทรตันศิริกุล. (2563). เครื่องมือและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. (หน่วยที่ 9). (พิมพ์ครั้งที่ 9). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- กิงฟ้า สีนธวัช และสุจินต์ วิศวธีรานนท์. (2561). พื้นฐานทางจิตวิทยาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะวิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 7). (พิมพ์ครั้งที่ 6). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2553). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- จันทิมา ปัทมธรรมกุล. (2557, 6 ตุลาคม). ทำความรู้จัก Flipped Classroom. สืบค้นจาก PIYANUTPHRASONG025: <https://piyanutphrasong025.wordpress.com/>.
- จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2561). การรู้วิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะ วิทยวิธีและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 4). (พิมพ์ครั้งที่ 6). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- _____. (2563). การเรียนรู้ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสัมมนาหลักสูตรและการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 7). (พิมพ์ครั้งที่ 4). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- เจนจิรา คำดี. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ผนวกเทคนิค KWL Plus ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มโรงเรียนภาชีระพีพัฒนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. (วิทยานิพนธ์-ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน. (2560). ห้องเรียนกลับด้าน : ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. *วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์*, 6(2), 171-181.
- ชบาพร พิมวัน. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา), มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2557). *การจัดกิจกรรมส่งเสริมการคิดวิเคราะห์: สอนและสร้างได้อย่างไร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐวรรณ ศิริธรและ เอกภูมิ จันทรวงศ์. (2562). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้งเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่. *มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 39(1), 130-141.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2557). *การประเมินการคิดวิเคราะห์ในคดีวิเคราะห์: สอนและสร้างได้อย่างไร*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณี และคณะ. (2555). *วิทยาการด้านการคิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- ทิตนา แคมมณี. (2551). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2560). *ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. (พิมพ์ครั้งที่ 21). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนภรณ์ กาญจนพันธ์. (2559). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาการกำกับตนเอง และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ปัตตานี.
- ธานินทร์ เอื้ออภิธร. (2560). “มนุษย์จะสร้างทักษะ - การเรียนรู้ใหม่ เพื่อรับมือ ‘ความเปลี่ยนแปลง’ ในอนาคตอย่างไร?”. สืบค้นจาก The Standard: <https://thestandard.co/learning-for-change/>.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2560). การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ: สถิติบรรยายและสถิติพาราเมตริก. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาการวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน*. (หน่วยที่ 10). (พิมพ์ครั้งที่ 7). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2557). *ความหมายและขอบเขตของการคิดวิเคราะห์ในคดีวิเคราะห์: สอนและสร้างได้อย่างไร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- _____. (2560). การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์. *Veridian E-Journal สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 10(1), 111-127.
- _____. (2562ก). การส่งเสริมความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 12(1), 40-54.

- นวลจิตต์ เขาวีรติพงศ์. (2562ข). *เพื่อนคู่คิดครูวิทยาศาสตร์มีอาชีพ: การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการเขียนแผนจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *หลักการวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปรียาภรณ์ ตั้งคุณานันต์. (2557). *การจัดการห้องเรียนและแหล่งเรียนรู้*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: มิน เซอร์วิส ซัพพลาย.
- ปรีชา สามัคคี และปัญญา เลิศไกร. (2557). การสังเกต 360 องศาเพื่อการวิจัยและพัฒนา. *วารสารนาคบุตร-ปริทรรศน์มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*. 6(1).
- ปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์ และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2558). ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐาน. *ครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 6(2), 228-234.
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์ และคณะ. (2557). *คิดวิเคราะห์: สอนและสร้างได้อย่างไร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์. (2557). *ความสำคัญและจำเป็นของการคิดวิเคราะห์: สอนและสร้างได้อย่างไร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- ไพศาล วรคำ. (2561). *การวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 9). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- ภัทรสุดา หาดขุนทด. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น โดยเน้นการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง ลมฟ้าอากาศ และการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย ปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- มณีนรัตน์ แก่นทอง และอรสา จรุงธรรม. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการชี้แนะที่มีต่อมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิจัยและพัฒนาวิจัยของกรม ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*. 14(1), 254-270.
- วัชรา เล่าเรียนดี และคณะ. (2560). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อพัฒนาการคิดและยกระดับคุณภาพการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21*. นครปฐม: เพชรเกษมพรินติ้ง กรุ๊ป.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2563). สมรรถนะเด็กไทยในยุคโลกพลิกผัน (VUCA World). *ครุสภาวิทยาจารย์ JOURNAL OF TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT*, 1(1), 8-18.
- วิจารณ์ พานิช. (2556ก). *การสร้างการเรียนรู้สู่ศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พรินติ้ง แมสโปรดักส์.
- _____. (2556ข). *ครูในศตวรรษที่ 21*. เชียงใหม่: หน่วยทะเบียนและพัฒนาวิชาการ งานบริการการศึกษาและพัฒนาคุณภาพนักศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- วิจารณ์ พานิช. (2556ค). *วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ตาตาพับลิเคชั่น.
- _____. (2557). *ครูเพื่อศิษย์: สร้างห้องเรียนกลับทาง*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: เอส.อาร์.พรีนติ้งแมสโปรดักส์.
- วีณา ประชากุล และประสาธน์ เนื่องเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศศิกานต์ นิมดำ. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้เทคนิคการเขียนทางวิทยาศาสตร์ (SWH) เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนขนาดเล็ก สังกัดสภามหาวิทยาลัยราชภัฏ 2 จังหวัดชุมพร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์กับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21*. สมุทรปราการ: บอส์การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2547). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2557). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไรและทำอะไรได้บ้าง*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- _____. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. สืบค้นจาก <https://www.scimath.org/ebook-science/item/8415-2-2560-2551>.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สันติชัย อนุวรชัย. (2553). *ผลของการเรียนการสอนชีววิทยาด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสืบสอบร่วมกับกลวิธีการโต้แย้งที่มีต่อความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- สุกัลยา เวชสิทธิ์. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้ผังกราฟิกร่วมกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลาง อำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- สุคนธ์ สีนพานนท์ และคณะ. (2554). พัฒนาทักษะการคิดตามแนวปฏิรูปการศึกษา. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิคพรินต์ติ้ง.
- _____. (2560). ครูยุคใหม่กับการจัดการเรียนรู้สู่การศึกษา 4.0. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิค พรินต์ติ้ง.
- สุพธิดา จำรัส. (2561). การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ 1. ใน *ประมวลสาระชุดวิชาสาระตะถะ วิทยวิธี และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์*. (หน่วยที่ 8). (พิมพ์ครั้งที่ 6). นนทบุรี: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุนันท์ ศลโกสม. (2554). พฤติกรรมด้านการวิเคราะห์. ใน *การวัดและประเมินผลการศึกษา เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: พัฒนาศึกษา.
- สุพัตรา อุตมั่ง. (2558). แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน : ภาพฝันที่เป็นจริงในวิชาภาษาไทย. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 16(1), 51-58.
- สุกัลลักษณ์ พลเรือง. (2561). ความสัมพันธ์ของความสามารถในการอ่านจับใจความ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติต่อการเรียนภาษาไทยที่มีต่อความสามารถในการเขียนย่อความภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัยจังหวัดนครราชสีมา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี.
- สุภาพร สุกชนิด. (2557). การเปรียบเทียบความรับผิดชอบต่อการเรียน เจตคติต่อการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับทาง (Flipped Classroom) และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). ห้องเรียนกลับทาง : ห้องเรียนมิติใหม่ในศตวรรษที่ 21. การประชุมผู้บริหารโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาแพร่ เขต 2.แพร่: ม.ป.ท.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2553). *กลยุทธ์การสอนคิดวิเคราะห์*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- อรยา แจ่มใจ. (2557). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ด้วยรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะร่วมกับกลวิธีการโต้แย้ง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- อาลาวีเยะ สะอะ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทักษะการคิดวิเคราะห์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. (2561). การวิจัยทางการศึกษาแนวคิดและการประยุกต์ใช้. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Abdi, A. (2014). *The Effect of Inquiry-based Learning Method on Students' Academic Achievement in Science Course*. Retrieved from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1053967.pdf>.
- Bybee R. W. (2009). *The BSCS 5E Instructional Model and 21st Century Skill*. Retrieved from https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf.
- Fezile Ozdamli. (2017, April). The Flipped Classroom Approach Based on the 5E Learning Cycle Model - 5ELFA. *Croatian Journal of Education*, 19(4), 1131-1166.
- Jonathan Bergmann and Aaron Sams. (2012). *Flipped Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day*. Technology Coordinators. curriculum specialists. policy makers.
- Kuhn, L. and Reiser, B. (2008). Making Sense of Argumentation and Explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- McNeill, K. L., and Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53-78. Retrieved from <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/57509>.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., and Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191. Retrieved from https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15327809jls1502_1.
- Miller B. (2014). Flipped Classroom. Retrieved from <https://sites.google.com/site/flipped4science/>.
- Namprom, Thum. (2019, Dec 18). *VUCA World...Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity*. Retrieved from <https://reder.red/vuga-world-18-12-2019/>.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Sampson, V. and D.V. Clark. 2009. "The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation". *Science Education*, 93, 448-484.

Yuli Rohyama and Thorikul Huda. (2020). The Effect of Flipped Classroom Cooperative Learning on Learning Outcomes in the Analytical Chemistry Course. *AIP Conference Proceedings*, 2229(1), 020008-1-020008-8. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/340858385>.





ภาคผนวก

สภามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย



ที่ อว.0602.16 (บ) / 400

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

๗ มิถุนายน 2565

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน นางปิยดา คล้ายเพชร
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวมารีสา กาญจนคลออด นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณ
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนสา)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 085-792-7267



ที่ ฮว.0602.16 (บ) / 400

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

๗ มิถุนายน 2565

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน นางบุษกร มากชิต
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวมาริสรา กาญจนคลอต นักศึกษาลัทธิศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอคุณ
มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนสา)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. 0-2504-8505
โทรสาร. 0-2503-3566-7
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 085-792-7267



ที่ อว.0602.16 (บ) / 400

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

๗ มิถุนายน 2565

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน นางนุจรี มณีจันทร์
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวมาริสา กาญจนตลอด นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ชิ้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนสา)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 085-792-7267



ที่ อว.0602.16 (บ) / 400

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

๗ มิถุนายน 2565

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือวิจัย
เรียน นางสมณฑา เกิดทรัพย์
สิ่งที่ส่งมาด้วย โครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ชุด

ด้วยนางสาวมาริสา กาญจนตลอด นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แร่งและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี ตามโครงการวิทยานิพนธ์ที่แนบมาด้วยนี้

การจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว นักศึกษาได้จัดทำเครื่องมือที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลและได้รับความเห็นชอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ไว้ขั้นหนึ่งแล้ว แต่เพื่อให้เครื่องมือที่จัดทำนั้นมีความครอบคลุมเนื้อหาวิชา แนวปฏิบัติ และสอดคล้องกับหลักและกระบวนการวิจัย ทางสาขาวิชาจึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในฐานะผู้ทรงคุณวุฒิด้านหลักสูตรและการสอน ได้โปรดพิจารณาตรวจสอบและให้ความคิดเห็นเพื่อการปรับปรุงเครื่องมือการวิจัยของนักศึกษาผู้นี้ด้วย สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ นักศึกษาจะนำเรียนด้วยตนเอง

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนสา)

ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2504-8505

โทรสาร. 0-2503-3566-7

เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 085-792-7267



ภาคผนวก ข

เอกสารการดำเนินการวิจัย

คำสั่งอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์



คำสั่งมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

ที่ 2623/2565

เรื่อง อนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์และแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท

ภาคต้น ปีการศึกษา 2565 สาขาวิชาศึกษาศาสตร์

เพื่อให้การพิจารณาเค้าโครงวิทยานิพนธ์และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการค้นคว้าเพื่อทำวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย อาศัยอำนาจตามความในข้อ 2 ของประกาศ เรื่อง การกำหนดองค์ประกอบ อำนวยการและหน้าที่ของ คณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ลงวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2562 และมติคณะกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ในการประชุมครั้งที่ 17/2565 วันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2565 จึงให้อนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์และแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาระดับปริญญาโท จำนวน 3 ราย ดังเอกสารแนบท้ายคำสั่ง

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2565 เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2565

(รองศาสตราจารย์ ดร.นราธิป ศรีวิกรม)

รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายการศึกษาและสนับสนุนการเรียนรู้
ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

คำสั่งอนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์

อนุมัติหัวข้อวิทยานิพนธ์และแต่งตั้งอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
ภาคต้น ปีการศึกษา 2565
หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา
ตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรปี 2558

ชื่อนักศึกษา (รหัสประจำตัว)	หัวข้อวิทยานิพนธ์ (ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ)	รายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาหลัก วิทยานิพนธ์	รายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม วิทยานิพนธ์
นางสาวภาวิศา กาญจนคลอ 2632000226	ผลการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับ ด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และ ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิง วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการ เคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี The Effects of Flipped Classroom Together with SEs Inquiry-based Instruction on Analytical Thinking Skill and Scientific Explanation Ability on the Topic of Force and Law of Motion of Grade 10 Students at Muang Suratthani School in Surat Thani Province	รศ.ดร.ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์ กศ.บ. (ฟิสิกส์) ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์) ศ.ศ. (หลักสูตรและการสอน)	รศ.ชำนานู เขาวงกตพิพิธ กศ.บ. (ฟิสิกส์) ค.ม. (การศึกษาวิทยาศาสตร์) วท.ม. (วิทยาการคอมพิวเตอร์)



หนังสือขอความอนุเคราะห์ทดลองเครื่องมือวิจัย

ฝ่ายวิชาการ
โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี
๑๑๔
๑๐ มิ.ย. ๖๕
โทร. ๐๖๐๒.๑๖ (๐๗๗) ๗๑๑



ครุภัณฑ์หนังสือภายนอก
โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี
เลขที่รับ 1097
วันที่รับ 14 มิ.ย. 65
เวลา ๐๙.๐๐ น.

สาขาวิชาศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช
ตำบลบางพูด อำเภอปากเกร็ด
จังหวัดนนทบุรี 11120

๘ มิถุนายน 2565

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดลองเครื่องมือ
เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ด้วยนางสาวมารีลา กาญจนคลอด นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (SE) ที่มีต่อทักษะการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ในการนี้ นักศึกษาจำเป็นต้องทดลองใช้เครื่องมือในการวิจัย โดยใช้นักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5-6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ปีการศึกษาที่ 1/2565 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 30 คน เพื่อทดลองใช้เครื่องมือวิจัยในวันที่ 25 มิถุนายน 2565 ทั้งนี้จะมีให้เป็นการรบกวนเวลาเรียนตามปกติของนักเรียนและผลการวิจัยที่ได้จะเป็นประโยชน์แก่งานวิชาการสืบไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการอนุญาตให้นักศึกษาได้ทดลองเครื่องมือ ตามวัน เวลา และรายละเอียดที่นักศึกษาเสนอมาพร้อมนี้ หวังว่าจะได้รับความกรุณาจากท่านและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

ณีน ผู้อำนวยการโรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี เพื่อ

1. ทราบ
2. เห็นควรมอบครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์

ลงชื่อ _____
14 / ๖ / ๖๕

ฝ่ายบัณฑิตศึกษา
โทร. 0-2504-8505
โทรสาร. 0-2503-3566-7
เบอร์โทรศัพท์นักศึกษา 085-792-7267

(รองศาสตราจารย์ ดร.นิรนาท แสนลา)
ประธานกรรมการประจำสาขาวิชาศึกษาศาสตร์

- มอนกุ่มนริพรวิจิตร
- มอนกุ่มนริพรวิจิตร
วิเทศศาสตร์ ๒ ภาค
ดำเนินการ
15 มิ.ย. 65
0 มิ.ย. 65
14 มิ.ย. 65
21 มิ.ย. 65



ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบความเหมาะสม/สอดคล้องของเครื่องมือวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้

ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่าง
แผนการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ
รายวิชาฟิสิกส์ 1 รหัสวิชา ว 30201 เรื่อง แรงแยกการเคลื่อนที่ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ชื่อผู้เขียนแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อ : นางสาวมารีสา กาญจนคลอด

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์

ชื่อผู้เชี่ยวชาญ : 1. นางปิยดา คล้ายเพชร ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี
2. นางนุจรี มณีจันทร์ ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี
3. นางสุนันทา เกิดทรัพย์ ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนติบุกพังงาวิทยายน

ความหมายของสัญลักษณ์ที่ใช้

X̄ แทน ค่าเฉลี่ยจากผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจากผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

การแปลความหมายคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์คุณภาพของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้อโดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และ ด้านเจตคติ	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.66	0.58	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58	มากที่สุด
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	4	5	4	4.33	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระ การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.88	0.20	มากที่สุด



ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐาน การเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านเจตคติ	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรม การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระ การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือที่เหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่าง เหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของ นักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียน กลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของ ผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวม				4.97	0.10	มากที่สุด

ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และ ด้านเจตคติ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
6. สาระการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลาและกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระ การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวม				4.99	0.05	มากที่สุด



ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และ ด้านเจตคติ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	4.67	0	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0.58	มากที่สุด
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวม				4.92	0.14	มากที่สุด



ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และ ด้านเจตคติ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	4	4	4	0	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวม				4.93	0.19	มากที่สุด



ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการและ ด้านเจตคติ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวม				4.99	0.05	มากที่สุด



ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการและ ด้านเจตคติ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระ การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	4	5	4	4.33	0.58	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวม				4.91	0.17	มากที่สุด



ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญและสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระ การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการและ ด้านเจตคติ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวม				4.97	0.09	มากที่สุด



ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการและ ด้านเจตคติ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวม				4.97	0.09	มากที่สุด



ตาราง ผลการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการ
เรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระ การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระ การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้ง ด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และ ด้านเจตคติ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.2 ใจความถูกต้อง	5	5	5	5	0	มากที่สุด
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	5	5	5	5	0	มากที่สุด
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5	5	5	5	0	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมินจาก ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/ แหล่งเรียนรู้	5	5	5	5	0	มากที่สุด
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน	5	5	5	5	0	มากที่สุด
รวม				5	0	มากที่สุด



2. แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

ชื่อเครื่องมือ : แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

ผู้วิจัย : นางสาวมารีสา กาญจนตลอด

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ชำนาญ เขวกีร์ติพงษ์

ผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. นางปิยดา คล้ายเพชร | ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี |
| 2. นางบุษกร มากชิต | ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี 2 |
| 3. นางสุนันทา เกิดทรัพย์ | ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนติบุกพังงาวิทยายน |

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

คำชี้แจง

แบบประเมินครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องข้อคำถามกับองค์ประกอบการเรียนรู้ ซึ่งจะครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน ที่ต้องการวัดตามแนวคิดของบลูม ได้แก่ 1) การคิดวิเคราะห์ ด้านความสำคัญ 2) การคิดวิเคราะห์ด้านความสัมพันธ์ 3) การคิดวิเคราะห์ด้านหลักการขอให้ท่านพิจารณาความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ในแต่ละข้อ แล้วทำเครื่องหมาย P ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญโปรดบันทึกรายละเอียดในส่วนข้อเสนอแนะในหัวข้อที่ควรปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ถ้าข้อคำถามวัดได้ตรงวัตถุประสงค์	ให้	+1	คะแนน
ถ้าไม่แน่ใจข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงวัตถุประสงค์	ให้	0	คะแนน
ถ้าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงวัตถุประสงค์	ให้	-1	คะแนน

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน

ข้อ	เรื่อง	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ΣR	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
ด้านที่ 1 การวิเคราะห์ความสำคัญ								
1	แรง/แรงลัพธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
2		1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
3	มวล แรง และกฎ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
4	การเคลื่อนที่	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
5	แรงเสียดทาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
6		1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง	
7	แรงดึงดูดระหว่าง	0	1	1	2	0.67	สอดคล้อง	
8*	มวล	0	1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง	
9	การประยุกต์ใช้กฎ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
10	การเคลื่อนที่	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
ด้านที่ 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์								
11	แรง/แรงลัพธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
12		1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
13	มวล แรง และกฎ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
14	การเคลื่อนที่	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง	
15	แรงเสียดทาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
16		1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
17	แรงดึงดูดระหว่างมวล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
18		1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
19	การประยุกต์ใช้กฎ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
20	การเคลื่อนที่	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
ด้านที่ 3 การวิเคราะห์หลักการ								
21		1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	

ข้อ	เรื่อง	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ				ΣR	ค่าความ สอดคล้อง IOC	แปล ความหมาย
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3				
22	แรง/แรงลัพธ์	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
23	มวล แรง และกฎ	1	0	1	2	0.67	สอดคล้อง	
24	การเคลื่อนที่	1	1	0	2	0.67	สอดคล้อง	
25	แรงเสียดทาน	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
26		1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
27*	แรงดึงดูดระหว่าง	1	1	-1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง	
28	มวล	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
29	การประยุกต์ใช้กฎ	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	
30	การเคลื่อนที่	1	1	1	3	1.00	สอดคล้อง	

* ข้อสอบที่ตัดทิ้ง



3. แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับความสอดคล้องของแบบวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ชื่อเครื่องมือ : แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัย : นางสาวมารีสา กาญจนตลอด

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ชำนาญ เขาวงกิตพิงศ์

ผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. นางปิยดา คล้ายเพชร | ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี |
| 2. นางนุจรี มณีจันทร์ | ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนสุราษฎร์ธานี |
| 3. นางสุมณฑา เกิดทรัพย์ | ตำแหน่ง ครู คศ.3 โรงเรียนติบุกพังงาวิทยายน |

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสร้างคำอธิบายอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เกณฑ์การแปลความหมาย โดยใช้เกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, น. 102-103) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00	หมายถึง	ข้อสอบมีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50	หมายถึง	ข้อสอบมีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50	หมายถึง	ข้อสอบมีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50	หมายถึง	ข้อสอบมีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50	หมายถึง	ข้อสอบมีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็น ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 1

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าว อ้างที่ค้นพบคือเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว เท่าเดิม/ความเร็วไม่เปลี่ยนไป/รักษา สภาพการเคลื่อนที่เดิม	4	4	4	4.00	0.00	มาก
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้าง ของนักเรียน	4	4	4	4.00	0.00	มาก
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือแสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือ เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5. แนวทางในการวัดความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าว อ้างมีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
รวมเฉลี่ย				4.29	0.23	มาก

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็น ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าว อ้างที่ค้นพบคือการออกแรงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 กล้อง P เคลื่อนที่ด้วย ความเร่งในทิศเดียวกับแรง F_1 และ F_2 ตามลำดับ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้าง ของนักเรียน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือแสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือ เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5. แนวทางในการวัดความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าว อ้างมีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.62	0.34	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็น ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าว อ้างที่ค้นพบคือแรงดึงดูดที่แก้วกระทำ ต่อโลก และเขียนลูกศรแสดงทิศทางของแรง คู่กิริยา-ปฏิกิริยากำกับในภาพได้ถูกต้อง	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้าง ของนักเรียน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือแสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือ เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. แนวทางในการวัดความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าว อ้างมีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
รวมเฉลี่ย				4.43	0.25	มาก

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็น ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 4

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าว อ้างที่ค้นพบคือ ระบุได้ว่ากระป๋องที่ 3 เคลื่อนที่ได้ง่าย และกระป๋องที่ 2 หยุดได้ยาก	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้าง ของนักเรียน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือแสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือ เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. แนวทางในการวัดความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าว อ้างมีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
รวมเฉลี่ย				4.52	0.34	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็นของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 5

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าวอ้าง ที่ค้นพบคือ การเพิ่มจำนวนถุงทรายที่ มากขึ้นจะส่งผลทำให้แรงเสียดทานมี ขนาดมากขึ้นด้วย	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้างของ นักเรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือ แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือ เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
รวมเฉลี่ย				4.62	0.36	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็น ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 6

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าวอ้างที่ ค้นพบคือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน จลน์ระหว่างแผ่นไม้กับพื้นทั้งสองแตกต่าง กัน โดยกราฟ B จะมีค่าสัมประสิทธิ์ความ เสียดทานจลน์ มากกว่ากราฟ A และทำให้ แผ่นไม้ ที่เคลื่อนที่บนพื้น B เคลื่อนที่ได้ยาก กว่าการบนพื้น A เมื่อตั้งวัตถุที่มีน้ำหนัก เท่ากัน	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้างของ นักเรียน	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือ แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือเชื่อมโยง ข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5. แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.67	0.00	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็น ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 7

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าวอ้าง ที่ค้นพบคือ ดาวพฤหัสบดี, ดาวยูเรนัส, ดาวเสาร์, ดาวเนปจูน, โลก, ดาวศุกร์, ดาวอังคาร, ดาวพุธ, ดวงจันทร์	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้างของ นักเรียน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือ แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือ เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.71	0.36	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็น ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 8

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{X}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าวอ้าง ที่ค้นพบคือ พีหน่อง นักตบสาวไทย ไปชั่ง น้ำหนักบนดาวเคราะห์ T จะทำให้มี น้ำหนักน้อยที่สุด และชั่งบนดาวเคราะห์ U จะให้น้ำหนักมากที่สุด	4	5	4	4.33	0.58	มาก
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้างของ นักเรียน	4	5	4	4.33	0.58	มาก
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือ แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือ เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
รวมเฉลี่ย				4.52	0.34	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็น ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 9

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าวอ้างที่ ค้นพบคือ แรงที่มวล m และ M กระทำ ต่อกันทั้งสองกรณีมีค่าไม่เท่ากัน โดยแรง ที่กระทำต่อกันในกรณีที่ 1 มากกว่า กรณีที่ 2	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้างของ นักเรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือ แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือ เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	4	5	4	4.33	0.58	มาก
รวมเฉลี่ย				4.71	0.36	มากที่สุด

ตาราง คะแนนของผู้เชี่ยวชาญในการประเมินการประเมินระดับความคิดเห็น ของแบบทดสอบ
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 10

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัด ความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ (คนที่)			\bar{x}	S.D.	ระดับความ เหมาะสม
	1	2	3			
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าวอ้าง ที่ค้นพบคือ แรงปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อ มวล แต่ละก้อน มีขนาดต่างกันโดย แรง ปฏิกิริยาที่พื้นกระทำต่อ $m_C > m_A > m_B$	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้างของ นักเรียน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงหลักฐาน หรือ แสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือ เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ	4	5	4	4.33	0.58	มาก
5. แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้าง คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์						
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐาน มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทาง วิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผล มีความถูกต้องและเหมาะสม	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย				4.76	0.33	มากที่สุด



ภาคผนวก ง

คุณภาพของเครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

สถาบันวิจัยและพัฒนา

1. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 28 ข้อ

ตารางที่ 1 วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรง
และกฎการเคลื่อนที่

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลคุณภาพข้อสอบ
1*	0.22	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.61	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
3*	0.17	ใช้ไม่ได้	0.11	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
4	0.44	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
5*	0.33	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.33	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.39	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
8*	0.28	ใช้ได้	-0.33	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
9	0.67	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.72	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
11*	0.39	ใช้ได้	0.11	ใช้ไม่ได้	ไม่ได้
12*	0.61	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.39	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.39	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
15*	0.22	ใช้ได้	0.00	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
16*	0.50	ใช้ได้	0.11	ใช้ไม่ได้	ใช้ไม่ได้
17	0.72	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
18*	0.22	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
19	0.33	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.56	ใช้ได้	0.44	ใช้ได้	ใช้ได้
21*	0.56	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	ใช้ได้
22	0.50	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลคุณภาพข้อสอบ
23*	0.39	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
24*	0.22	ใช้ได้	0.22	ใช้ได้	ใช้ได้
25	0.61	ใช้ได้	0.56	ใช้ได้	ใช้ได้
26	0.39	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้
27	0.39	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	ใช้ได้

* ข้อสอบที่ถูกตัดทิ้ง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ จำนวน 15 ข้อ ที่ได้คัดเลือกมีค่า $\alpha = 0.88$ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88



2. แบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 ข้อ

ตารางที่ 2 วิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	แปลผล	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	แปลคุณภาพข้อสอบ
1*	0.34	ใช้ได้	0.69	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.60	ใช้ได้	0.31	ใช้ได้	ใช้ได้
3*	0.61	ใช้ได้	0.78	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.58	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
5*	0.52	ใช้ได้	0.96	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.39	ใช้ได้	0.48	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.55	ใช้ได้	0.39	ใช้ได้	ใช้ได้
8*	0.50	ใช้ได้	1.00	ใช้ได้	ใช้ได้
9*	0.60	ใช้ได้	0.11	ใช้ได้	ใช้ไม่ได้
10	0.32	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	ใช้ได้

* ข้อสอบที่ถูกตัดทิ้ง

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ จำนวน 5 ข้อ ที่ได้คัดเลือกมีค่า $\alpha = 0.77$ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient Method) ดังนั้นค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77



ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเครื่องมืองานวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาคเรียนที่ 1/2565

วิชา ฟิสิกส์ 1

รหัสวิชา ว30201

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่

เวลาเรียน 20 ชั่วโมง

เรื่อง แรงเสียดทาน 1 (กิจกรรมการทดลอง)

เวลา 2 ชั่วโมง

1. เป้าหมายการเรียนรู้

เข้าใจธรรมชาติทางฟิสิกส์ ปริมาณและกระบวนการวัด การเคลื่อนที่แนวตรง แรงและ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎความโน้มถ่วงสากล แรงเสียดทาน สมดุลกลของวัตถุ งาน และกฎการอนุรักษ์พลังงานกล โมเมนตัมและกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม การเคลื่อนที่แนวโค้ง รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ผลการเรียนรู้

วิเคราะห์และอธิบายแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและวัตถุเคลื่อนที่ รวมทั้งทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ และนำความรู้เรื่องแรงเสียดทานไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

➤ ด้านความรู้ (K)

1. วิเคราะห์และอธิบายแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ในกรณีที่วัตถุหยุดนิ่งและในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่

➤ ด้านกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักของวัตถุ เรื่อง แรงเสียดทาน
ได้

2. นักเรียนสามารถทดลองหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ

➤ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

1. ความรับผิดชอบ
2. ความสนใจใฝ่รู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

➤ ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (C)

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

3. สาระการเรียนรู้

1. แรงเสียดทาน
2. ความความสัมพันธ์ ระหว่างแรงเสียดทานกับแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับพื้น
3. ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

4. สารสำคัญ/แนวคิดหลัก

แรงเสียดทาน (Frictional force) คือ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ สำหรับการเรียนในบทนี้จะศึกษา แรงเสียดทานเกี่ยวข้องกับสภาพของวัตถุ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับวัตถุจะมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกันคือ

1. แรงเสียดทานสถิต (static friction: f_s) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสถานะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง
2. แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction: f_k) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ ในสถานะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ การเคลื่อนที่ของวัตถุใด ๆ ไปบนพื้นผิวของอีกวัตถุ จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ทั้งในลักษณะของผิวสัมผัสและชนิดของวัตถุที่สัมผัส รวมทั้งน้ำหนักที่กดทับในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสเป็นผลให้เกิดแรงต้านการเคลื่อนที่และมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่เสมอแรงนี้เรียกว่าแรงเสียดทาน

5. แนวทางบูรณาการ

คณิตศาสตร์ : การพล็อตกราฟ การวิเคราะห์กราฟหาความสัมพันธ์ต่าง ๆ

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

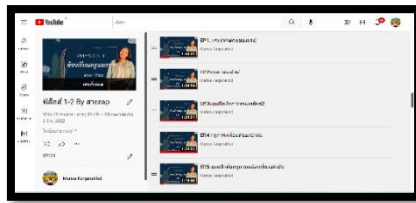
1. ชั้นเรียนรู้นอกชั้นเรียน (Out Class Activities)

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ครูนำเสนอคลิปการแข่งขันกีฬาไตรกีฬา และถามนักเรียนว่า “ถ้านักเรียนเป็นนักกีฬาคนดังกล่าว เมื่อวิ่ง/เดินตามพื้นบริเวณต่างๆ เช่น ทราบ ดิน ไม้ ยาง กระเบื้อง เป็นต้น นักเรียนคิดว่าบริเวณดังกล่าว มีแรงเสียดทานหรือไม่ และถ้าราดน้ำมันลงบนพื้นดังกล่าวเมื่อเดินนักเรียนจะรู้สึกอย่างไร” ครูให้นักเรียนตอบคำถามในคลาสรูม อย่างอิสระ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1) ครูให้นักเรียนศึกษาคลิปความรู้เรื่องแรงเสียดทานเกี่ยวกับแรงเสียดทานสถิต และแรงเสียดทานจลน์ ซึ่งจะอยู่ใน Google Classroom และบันทึกลงใน Cornell ครั้งที่ 7 แล้วส่งให้คุณครูในเวลาที่กำหนด



ภาพที่ 1 วิดีโอการสอนในแต่ละบทเรียน เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ของ Marisa Kanjanaklod *

ซึ่งมีเนื้อหาถูกต้องและสอดคล้องตามหนังสือแบบเรียนของ สสวท.

(ที่มา : <https://youtu.be/N9r-EzV3Vmw>)

2) นักเรียนศึกษากิจกรรมที่ 7 (กิจกรรมที่ 3.3) เรื่อง การทดลองเรื่องแรงเสียดทาน ในเอกสารการเรียนรู้หรือจากหนังสือเรียนเพิ่มเติมฟิสิกส์ 1

2. ชั้นเรียนรู้ในชั้นเรียน (In Class Activities)

ชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นหา

1) ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้ที่เรียนรู้มาแล้ว กับเพื่อนที่อยู่ข้าง ๆ แล้วช่วยกันคิดอีกครั้งสรุปความคิดรวบยอดเกี่ยวกับแรงเสียดทานออกมา อีกครั้ง (Think-pair-share) พร้อมบันทึกเพิ่มเติมใน Cornell ครั้งที่ 7

2) ครูให้นักเรียนออกแรงผลักวัตถุ แล้วสังเกตขนาดของแรงที่ใช้ผลักวัตถุ ในขณะที่วัตถุยังไม่เคลื่อนที่ ขณะที่วัตถุเริ่มจะเคลื่อนที่ และขณะที่วัตถุกำลังเคลื่อนที่ และเชื่อมโยงไปยังความรู้ที่นักเรียนได้ศึกษามาแล้วใน Google Classroom

3) นักเรียนทำกิจกรรมที่ 7 เรื่องแรงเสียดทาน เพื่อศึกษาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานและแรงแนวฉาก โดยให้ประธานกลุ่มชักชวนสมาชิกทำงานร่วมกัน และให้ช่วยกันบันทึกสรุปคำตอบของกลุ่มดังนี้

ตอนที่ 1 แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

1. ขณะออกแรงดึงวัตถุด้วยแรงขนาดต่าง ๆ แต่ครั้งวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร
2. ขนาดของแรงที่ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เป็นอย่างไร

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงแนวฉาก

1. ขนาดของแรงดึงที่ทำให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่เมื่อวางถุทรายทับ 1,2,3 และ 4 ถุ มีขนาดเท่าใด แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานจลน์และแรงแนวฉาก

1. ขนาดของแรงดึงที่ทำให้แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเมื่อวางถุงทรายทับ 1, 2, 3 และ 4 ถุง มีขนาดเท่าใด แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1) ตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่ม ออกมาอภิปรายผลการทดลองโดยในการตอบคำถามในประเด็นต่าง ๆ ของการทดลองตอนที่ 1-3 ซึ่งนักเรียนต้องระบุได้ว่ามีเหตุผลและหลักฐานใดสนับสนุนคำตอบของตนเอง

ตอนที่ 1 เพื่อหาแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

1. ขณะออกแรงดึงแผ่นไม้ มีแรงเสียดทานกระทำต่อแผ่นไม้หรือไม่
2. เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้แต่ละกรณี แรงลัพธ์ที่กระทำต่อแผ่นไม้มีค่าเท่าใด อธิบาย
3. เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้แต่ละกรณี แรงเสียดทานมีขนาดเท่าใด และมีทิศทางอย่างไร

4. แรงเสียดทานในกรณีใดมีค่ามากกว่า

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงแนวฉาก

1. น้ำหนักของถุงทรายรวมกับแผ่นไม้มีความสัมพันธ์กับแรงแนวฉากที่กระทำต่อแผ่นไม้อย่างไร
2. ขนาดน้ำหนักของถุงทรายรวมกับแผ่นไม้มีความสัมพันธ์กับแรงเสียดทานอย่างไร
3. กราฟที่ได้จากกิจกรรมมีลักษณะอย่างไร
4. ความชันของกราฟคือค่าอะไร

และตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานจลน์และแรงแนวฉาก

1. น้ำหนักของถุงทรายรวมกับแผ่นไม้มีความสัมพันธ์กับแรงแนวฉากที่กระทำต่อแผ่นไม้อย่างไร
2. ขนาดน้ำหนักของถุงทรายรวมกับแผ่นไม้มีความสัมพันธ์กับแรงเสียดทานอย่างไร
3. กราฟที่ได้จากกิจกรรมมีลักษณะอย่างไร
4. ความชันของกราฟคือค่าอะไร
5. ความชันของเส้นกราฟจากกิจกรรมตอนที่ 2 และ 3 เท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากัน

กราฟใดมีความชันมากกว่า มีเหตุผลและหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบของตนเอง

2) นักเรียนและครูอภิปรายร่วมกันอีกครั้ง จนได้ข้อสรุปผลการทดลอง ที่ได้ว่า

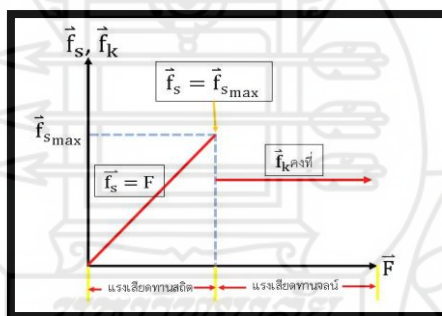
2.1) เมื่อวางแผ่นไม้ (ที่มีถุงทรายทับ) บนรางไม้ ขณะที่ยังไม่ออกแรงดึง จะมีแรง 2 แรง กระทำต่อแผ่นไม้และถุงทราย ได้แก่ แรงเนื่องจากน้ำหนักของแผ่นไม้และถุงทราย และแรงของพื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากกับพื้น ซึ่งแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน อยู่ในแนวตั้งและมีทิศตรงกันข้าม ทั้งนี้

เนื่องวัตถุอยู่นิ่งตามกฎการเคลื่อนที่ข้อหนึ่งของนิวตัน มีผลทำให้แรงลัพธ์บนแผ่นไม้และถุงทรายเท่ากับศูนย์

2.2) เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้โดยแผ่นไม้อยู่นิ่ง แสดงว่าแรงลัพธ์บนแผ่นไม้และถุงทรายมีค่าเท่ากับศูนย์จะได้แรงในแนวตั้งมีค่าเช่นเดียวกับข้อ 1.1 และแรงในแนวระดับมี 2 แรง คือ แรงดึง และแรงต้านการเคลื่อนที่เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของแผ่นไม้และพื้นราบ เรียกว่า แรงเสียดทาน มีขนาดเท่ากับขนาดของแรงดึงและมีทิศตรงกันข้าม

2.3) เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้ด้วยขนาดของแรงมากขึ้น โดยแผ่นไม้ยังไม่เคลื่อนที่แสดงว่าแผ่นไม้อยู่ในสมดุล หมายความว่าแรงเสียดทานมีขนาดมากขึ้นด้วย และค่าเพิ่มมากขึ้นตามแรงดึงจนถึงค่าหนึ่งเมื่อแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่เรียกแรงเสียดทานค่านี้อาแรงเสียดทานสถิตสูงสุด (f_{smax})

2.4) เมื่อแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ ออกแรงดึงต่อไปเพื่อให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แสดงว่าแผ่นไม้อยู่ในสภาพสมดุล ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อหนึ่งของนิวตัน จะได้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อแผ่นไม้เป็นศูนย์ ได้ผลเช่นเดียวกับข้อ 1.2 แรงเสียดทานระหว่างแผ่นไม้กับพื้นโต๊ะขณะที่แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ (f_k) มีขนาดเท่ากับแรงดึงมีค่าคงตัว สำหรับผิวสัมผัสคู่หนึ่ง แรงนี้จะมีค่าน้อยกว่าแรงดึงสูงสุดที่ดึงแผ่นไม้ให้เริ่มเคลื่อนที่ พร้อมทั้งแสดงกราฟระหว่างแรงเสียดทาน f_s , f_k และแรงดึง F



กราฟระหว่างแรงเสียดทาน f_s , f_k และแรงดึง F

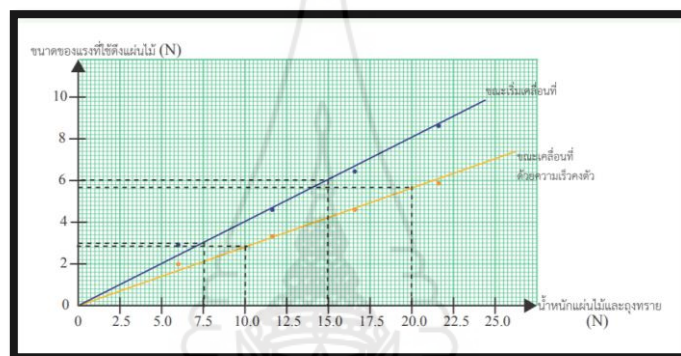
3) จากการทดลองตอนที่ 2 และ 3 เพื่อหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง ๆ ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปดังนี้

3.1) ในแต่ละค่าของน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถุงทราย ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ขณะแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวตามลำดับ

3.2) เขียนกราฟระหว่างน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถุงทรายและแรงดึงทั้งสองค่า เป็นกราฟเส้นตรงที่ผ่านจุดกำเนิด แสดงว่าแรงดึงแปรผันตรงกับน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถุงทราย

3.3) กราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถุงทรายขณะแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่มีความชันมากกว่าความชันของกราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถุงทรายขณะแผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ซึ่งความชันนี้คือ อัตราส่วนระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้รวมกับถุงทราย เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง

4) ครูให้นักเรียนพิจารณาความชันของกราฟทั้งสองเส้นเปรียบเทียบกับค่า μ_s และ μ_k และให้นักเรียนระบุว่าความชันของกราฟเส้นเส้นใดเป็นค่า μ_s และความชันของกราฟเส้นใดเป็น μ_k และนักเรียนควรสรุปได้ว่า $\mu_s > \mu_k$ สำหรับผิวสัมผัสคู่หนึ่ง



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้และถุงทราย

ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงวัตถุกับขนาดของแรงเสียดทาน

ขั้นที่ 4 ขันขยายความรู้

1) ครูให้นักเรียนพิจารณาดารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ ของพื้นผิวสัมผัสที่แตกต่างกันออกไป โดยได้ตั้งคำถามกับนักเรียนว่า

- จากตารางในกรณีที่วัตถุมีน้ำหนักเท่ากันออกแรงให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว บนพื้นที่มีชนิดของผิวสัมผัสต่างกัน ขนาดของแรงเสียดทานจะเป็นอย่างไร ครูเฉลยและให้นักเรียนช่วยกันเรียงลำดับขนาดของแรงเสียดทานจากน้อยไปมาก

2) ครูแสดงตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ ความเสียดทานสถิต และสัมประสิทธิ์ ความเสียดทานจลน์ เพิ่มเติม ซึ่งเป็นพื้นผิวสัมผัสชนิดเดียวกันแต่มีลักษณะแตกต่างกัน พร้อมกับให้นักเรียนตอบคำถามว่าจากข้อมูลถ้าวัตถุมีน้ำหนักเท่ากันขนาดของแรงเสียดทานที่ทำให้วัตถุเริ่มเคลื่อนที่และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ครูได้เฉลยคำตอบแก่นักเรียนและสรุปพร้อมกันจนได้ว่าแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิววัตถุที่สัมผัสกัน ขนาดของแรงเสียดทานจะขึ้นกับลักษณะและชนิดของผิวสัมผัส

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน

1) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าจากหัวข้อที่เรียนมา และการปฏิบัติกิจกรรมมีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัยถ้ามีครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

2) ครูประเมินนักเรียนจากการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและการนำเสนอผลการทดลอง

7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่วัดผล	วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K)	- การอภิปรายความรู้เรื่องแรงเสียดทาน สมบัติของแรงเสียดทาน	- คำถาม	ตอบคำถามได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะกระบวนการ (P)	- แบบบันทึก Cornell ครั้งที่ 7 - ตรวจสอบกิจกรรมที่ 7 - ประเมินทักษะการทดลอง	- แบบประเมินการทักษะกระบวนการ - แบบประเมินทักษะการทดลอง	- ระดับคุณภาพดี ผ่านเกณฑ์ - มีความถูกต้อง ครบถ้วนร้อยละ 60 - ระดับคุณภาพพอใช้ ขึ้นไปผ่านเกณฑ์
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)	- การสังเกตคุณลักษณะอันพึงประสงค์	- แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์
ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (C)	- ประเมินสมรรถนะสำคัญ	- แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ	ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์

8. กิจกรรมเสนอแนะ

-

9. หลักฐานการเรียนรู้

1. แบบบันทึก Cornell ครั้งที่ 7
2. ใบบันทึกกิจกรรมที่ 7

10. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 1 (สสวท.)
2. เอกสารประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ (หน้า 40-47)
3. PowerPoint

เกณฑ์การประเมิน

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1.แบบประเมินด้านความรู้ (K)				
1. การอภิปราย ถาม-ตอบ ใน ห้องเรียน	ได้ใจความ ครบถ้วนและ ถูกต้องมากกว่า ร้อยละ 70	ได้ใจความ ครบถ้วนและ ถูกต้องมากกว่า ร้อยละ 60	ได้ใจความ ครบถ้วนและ ถูกต้องมากกว่า ร้อยละ 50	ใจความไม่ ครบถ้วนและ ถูกต้องน้อยกว่า ร้อยละ 50
2.แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ (P)				
1. สืบค้นข้อมูล	ข้อมูลถูกต้อง อธิบายชัดเจน สมาชิกในกลุ่มมี ส่วนร่วมในการ ค้นคว้า	ข้อมูลถูกต้อง อธิบายชัดเจน สมาชิกในกลุ่มไม่มี ส่วนร่วมในการ ค้นคว้า	ข้อมูลถูกต้อง อธิบายไม่ชัดเจน สมาชิกในกลุ่มไม่มี ส่วนร่วมในการ ค้นคว้า	ข้อมูลไม่ถูกต้อง อธิบายไม่ชัดเจน สมาชิกไม่มีส่วน ร่วมในการ ค้นคว้า
2. แบบบันทึก Comell	ได้ใจความ ครบถ้วนและ ถูกต้องมากกว่า ร้อยละ 70	ได้ใจความครบถ้วน และถูกต้อง มากกว่าร้อยละ 60	ได้ใจความครบถ้วน และถูกต้อง มากกว่าร้อยละ 50	ใจความไม่ ครบถ้วนและ ถูกต้องน้อยกว่า ร้อยละ 50
3. ใบกิจกรรม/ แบบฝึกหัด	ทำได้ถูกต้อง มี ความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับบทเรียน มากกว่าร้อยละ 70	ทำได้ถูกต้อง มี ความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับบทเรียน มากกว่าร้อยละ 60	ทำได้ มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับบทเรียน มากกว่าร้อยละ 50	ทำได้ มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับบทเรียน น้อยกว่าร้อยละ 50

3. แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ความรับผิดชอบ	นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์ตามกำหนดและตรงต่อเวลา	นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายให้สมบูรณ์เล็กน้อยตามกำหนดและตรงต่อเวลา	นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่สมบูรณ์แต่ตรงต่อเวลา	นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่สมบูรณ์และไม่ตรงต่อเวลา
2. ความสนใจใฝ่รู้	นักเรียนมีความใฝ่ใจกระตือรือร้นชอบซักถามทุกครั้ง	นักเรียนมีความใฝ่ใจกระตือรือร้นชอบซักถามบ่อยครั้ง	นักเรียนมีความใฝ่ใจกระตือรือร้นชอบซักถามบางครั้ง	นักเรียนไม่มีความใฝ่ใจกระตือรือร้น และซักถาม
3. มุ่งมั่นในการทำงาน	ตั้งใจทำงานที่ได้รับมอบหมาย พยายามหาคำตอบ สืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้เพื่อให้ได้มาของคำตอบ	เสนอความจริงถึงแม้ว่าผลที่ออกมาตรงกับคนอื่น แต่แอบอ้างข้อมูลคนอื่น	เสนอเป็นความจริงและแอบอ้างข้อมูลคนอื่นบ่อยครั้ง	เสนอไม่เป็นความจริงและแอบอ้างข้อมูลคนอื่น
4. ความซื่อสัตย์	นักเรียนเสนอความจริงถึงแม้ว่าผลที่ออกมาไม่ตรงกับคนอื่น ไม่แอบอ้างข้อมูลคนอื่น	นักเรียนเสนอความจริงถึงแม้ว่าผลที่ออกมาตรงกับคนอื่น แต่แอบอ้างข้อมูลคนอื่น	นักเรียนเสนอเป็นความจริงและแอบอ้างข้อมูลคนอื่นบ่อยครั้ง	นักเรียนเสนอไม่เป็นความจริงและแอบอ้างข้อมูลคนอื่น

4. แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

4.1 ความสามารถในการคิด: ตัวชี้วัดที่ 1 คิดพื้นฐาน (การคิดวิเคราะห์)

พฤติกรรมบ่งชี้	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
1. จำแนกจัดหมวดหมู่ จัดลำดับความสำคัญและเปรียบเทียบ ข้อมูลในบริบทต่าง ๆ	มีพฤติกรรมบ่งชี้ ดังนี้ 1. จำแนกข้อมูลได้ 2. จัดหมวดหมู่ข้อมูลได้ 3. จัดลำดับความสำคัญของข้อมูลได้ 4. เปรียบเทียบข้อมูลได้ในบริบทต่าง ๆ อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความเป็นจริง	มีพฤติกรรมบ่งชี้ 3 พฤติกรรมในบริบทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับความเป็นจริง	มีพฤติกรรมบ่งชี้ 2 พฤติกรรม ในบริบทต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับ ความเป็นจริง	มีพฤติกรรมบ่งชี้ พฤติกรรมใด พฤติกรรมหนึ่ง หรือไม่ปรากฏ พฤติกรรมใดเลย
2. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของข้อมูลในบริบทต่าง ๆ	ระบุความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ของข้อมูล และสามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ที่พบเห็นในบริบทต่างๆ ได้ อย่างสมเหตุสมผล	ระบุความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ ของข้อมูล และสามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ที่พบเห็นในบริบทต่างๆ ได้	ระบุความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ของข้อมูลได้ถูกต้อง แต่ไม่สามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ที่พบเห็นในบริบทต่าง ๆ ได้	ไม่สามารถระบุความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ของข้อมูล และไม่สามารถเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ที่พบเห็นในบริบทต่าง ๆ ได้
3. ระบุหลักการสำคัญหรือแนวคิดในเนื้อหาความรู้ ข้อมูลที่พบเห็นในบริบทต่าง ๆ	ระบุหลักการสำคัญหรือแนวคิดในเนื้อหาความรู้หรือข้อมูลต่างๆ ที่พบเห็นในบริบทต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน	ระบุหลักการสำคัญหรือแนวคิดในเนื้อหาความรู้หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่พบเห็นในบริบทต่างๆ ได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน	ระบุหลักการหรือแนวคิดที่มีอยู่ในเนื้อหาความรู้หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่พบเห็นในบริบทต่างๆ ได้ถูกต้องเป็นบางส่วนและไม่ครบถ้วน	ระบุหลักการสำคัญหรือแนวคิดในเนื้อหาความรู้ หรือข้อมูลต่าง ๆ ที่พบเห็นในบริบทต่าง ๆ ไม่ถูกต้อง

4.2 ความสามารถในการสื่อสาร : ตัวชี้วัดที่ 1 ใช้ภาษาถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึกและทัศนคติของตนเองด้วยการพูดและการเขียน

พฤติกรรมบ่งชี้	เกณฑ์การให้คะแนน			
	ดีเยี่ยม (3)	ดี (2)	พอใช้ (1)	ปรับปรุง (0)
1. พุดถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟัง หรือดู ด้วยภาษาของตนเอง พร้อมยกตัวอย่าง ประกอบได้	พุดถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟัง หรือดู ด้วยภาษาของตนเอง พร้อมยกตัวอย่าง ประกอบสอดคล้องกับเรื่องที่ถ่ายทอด	พุดถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟัง หรือดู ด้วยภาษาของตนเอง พร้อมยกตัวอย่างประกอบ แต่ไม่สอดคล้องกับเรื่องที่ถ่ายทอด	พุดถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟัง หรือดู ด้วยภาษาของตนเอง	พุดถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟัง หรือดูตามแบบ
2. เขียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟังหรือดูด้วยภาษาของตนเอง พร้อมยกตัวอย่าง ประกอบได้	เขียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟังหรือดู ด้วยภาษาของตนเอง พร้อมยกตัวอย่าง ประกอบสอดคล้องกับเรื่องที่ถ่ายทอด	เขียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟังหรือดู ด้วยภาษาของตนเอง พร้อมยกตัวอย่างประกอบ แต่ไม่สอดคล้องกับเรื่องที่ถ่ายทอด	เขียนถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจจากสารที่อ่าน ฟังหรือดูด้วยภาษาของตนเอง และไม่มีตัวอย่างประกอบ	เขียนถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจจากสาร ที่อ่าน ฟังหรือดูตามแบบ

แบบประเมินทักษะปฏิบัติการทดลอง

กลุ่มที่.....

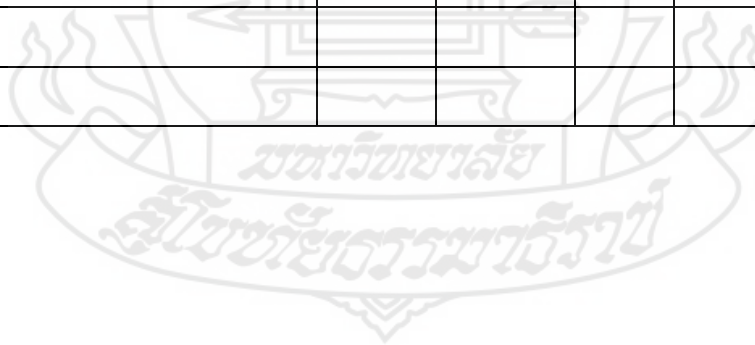
ให้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างพฤติกรรมที่สังเกตได้กับรายการพฤติกรรมของนักเรียน
ให้พิจารณาน้ำหนักคะแนน แล้วเขียน ✓ ลงช่องประเมินตามน้ำหนักคะแนน

เกณฑ์การประเมินการปฏิบัติการทดลองกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

9-12 คะแนน = ดี 5-8 คะแนน = พอใช้

1-4 คะแนน = ต้องปรับปรุง

ชื่อ-สกุล นักเรียน	ทักษะการปฏิบัติการทดลอง				รวมคะแนน	ระดับคุณภาพ
	การเลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลอง	การใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลอง	การทดลองแผนที่กำลังกำหนด	การเขียนรายงาน		



ทักษะการปฏิบัติการ ทดลอง	คะแนน		
	3	2	1
การเลือกใช้อุปกรณ์/ เครื่องมือในการทดลอง	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสมกับงาน	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองได้ถูกต้อง แต่ไม่เหมาะสมกับงาน	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองไม่ถูกต้อง
การใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลอง	เลือกใช้อุปกรณ์/เครื่องมือ ในการทดลองได้อย่างคล่อง แคล่วและถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติ	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือใน การทดลองได้ถูกต้องตาม หลักการปฏิบัติแต่ ไม่คล่องแคล่ว	ใช้อุปกรณ์/เครื่องมือใน การทดลองไม่ถูกต้อง
การทดลองแผนที่กำหนด	ทดลองตามวิธีการและ ขั้นตอนที่กำหนดไว้อย่าง ถูกต้อง มีการปรับปรุงแก้ไข เป็นระยะ	ทดลองตามวิธีการและ ขั้นตอนที่กำหนดไว้มี การปรับปรุงแก้ไขบ้าง	ทดลองตามวิธีการและ ขั้นตอนที่กำหนดไว้หรือ ดำเนินการข้ามขั้นตอนที่ กำหนดไว้ไม่มีการปรับปรุง แก้ไข
การเขียนรายงาน	เขียนรายการตามลำดับ ขั้นตอน ผลการทดลองตรง ตามสภาพจริงและสื่อ ความหมาย	เขียนรายงานการทดลอง ตาม ลำดับ แต่ไม่สื่อ ความหมาย	เขียนรายงานโดยลำดับ ขั้นตอนไม่สอดคล้องกัน และสื่อความหมาย



บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รหัสวิชา ว 30201 รายวิชาฟิสิกส์ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

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

2. ปัญหา อุปสรรค

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

3. ข้อเสนอแนะ / แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวมารีสา กาญจนตลอด)

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

กิจกรรมที่ 6 (การทดลองที่ 3.3) การทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน

กลุ่มที่ ...วันที่ .../...../.....

ชื่อผู้ปฏิบัติการทดลอง

- | | |
|---------|------------------------|
| 1. | เลขที่ชั้น |
| 2. | เลขที่ชั้น |
| 3. | เลขที่ชั้น |
| 4. | เลขที่ชั้น |
| 5. | เลขที่ชั้น |

จุดประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานและแรงแนวฉาก

อุปกรณ์การทดลอง

1. รางไม้ 1 ชุด
2. แผ่นไม้สี่เหลี่ยมมีขอเกี่ยว 1 แผ่น
3. เครื่องชั่งสปริง 1 เครื่อง
4. ถ่วงทราย 4 ถัง
5. เส้นด้ายยาว 30 เซนติเมตร 1 เส้น

วิธีทำกิจกรรม

ตอนที่ 1 แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

1. ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวกับขอเกี่ยวของแผ่นไม้ ซึ่งวางอยู่บนรางไม้ และใช้ถ่วงทราย 1 ถัง วางทับแผ่นไม้ ดังรูป



รูป การจัดอุปกรณ์ตามกิจกรรมที่ 3.3

2. ออกแรงน้อย ๆ แล้วค่อย ๆ เพิ่มแรงดึงสังเกตแรงที่อ่านได้ก่อนที่แผ่นไม้จะเริ่มเคลื่อน
3. บันทึกแรงดึงที่ทำให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ และแรงที่ทำให้แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความคงตัวอย่าง
ละประมาณ 5 - 7 ค่า แล้วหาค่าเฉลี่ยในสองกรณี

ตารางบันทึกผลการทดลอง : แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

จำนวนครั้งที่ทดลอง	ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ (นิวตัน)	
	เริ่มเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
เฉลี่ย		

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ขณะออกแรงดึงแผ่นไม้ มีแรงเสียดทานกระทำต่อแผ่นไม้หรือไม่

.....

.....

2. เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้แต่ละกรณี แรงลัพธ์ที่กระทำต่อแผ่นไม้มีค่าเท่าใดอธิบาย

.....

.....

3. เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้แต่ละกรณี แรงเสียดทานมีขนาดเท่าใด และมีทิศทางการอย่างไร

.....

.....

4. แรงเสียดทานในกรณีใดมีค่ามากกว่า

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงแนวฉาก

1. จัดรางไม้ให้พื้นรางอยู่ในแนวระดับ ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวขอเกี่ยวของแผ่นไม้ที่มีถุทรายวางทับอยู่ 1 ถุ
2. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้ทิศทางของแรงดึงอยู่ในแนวระดับ เพิ่มแรงจนทำให้แผ่นไม้และถุทรายเริ่มจะเคลื่อนที่ บันทึกแรงดึงนี้
3. ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มถุทรายวางทับแผ่นไม้เป็น 2, 3 และ 4 ถุ
4. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างของแรงดึงที่ทำให้แรงเคลื่อนที่ (F) กับขนาดน้ำหนักของถุทรายรวมกับแผ่นไม้ (W) หาความชันของเส้นกราฟ

ตารางบันทึกขนาดของแรงกับน้ำหนักของแผ่นไม้และถุทราย

จำนวนถุทราย (ถุ)	น้ำหนักถุทรายและแผ่นไม้ (นิวตัน)	ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ (นิวตัน)
1		
2		
3		
4		

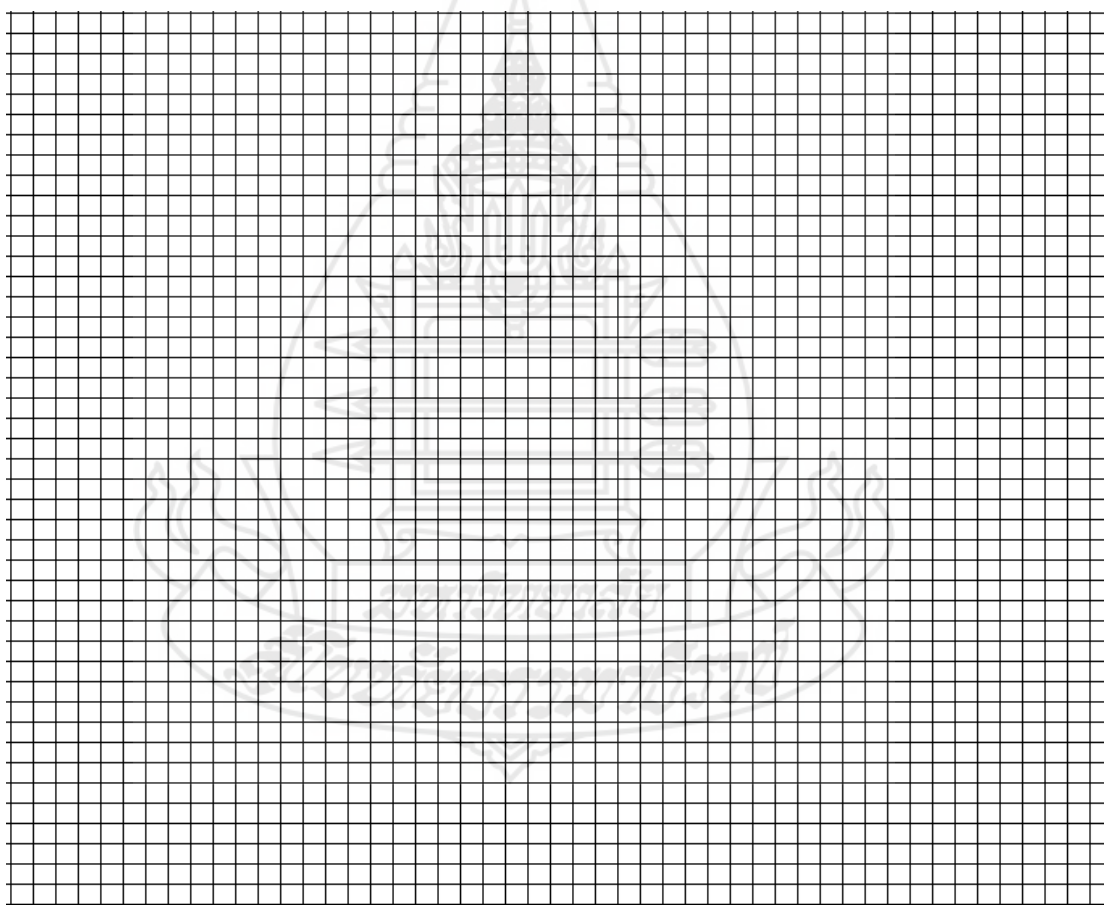
ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานจลน์และแรงแนวฉาก

1. ทำการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 2 แต่ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเพื่อดึงแผ่นไม้ที่มีถุทรายวางทับให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
2. บันทึกขนาดของแรงดึง (F) และขนาดของน้ำหนักถุทรายรวมกับแผ่นไม้ (W)
3. เขียนกราฟระหว่าง F กับ W หาความชันของเส้นกราฟ

ตารางบันทึกขนาดของแรงกับน้ำหนักของแผ่นไม้และฉลุทราย

จำนวนฉลุทราย (ถุง)	น้ำหนักฉลุทรายและแผ่นไม้ (นิวตัน)	ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วคงที่ (นิวตัน)
1		
2		
3		
4		

กราฟแสดงผลการทดลอง



คำถามท้ายกิจกรรม

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงแนวฉาก

1. น้ำหนักของตุ้มน้ำหนักรวมกับแผ่นไม้มีความสัมพันธ์กับแรงแนวฉากที่กระทำต่อแผ่นไม้อย่างไร

.....

.....

2. ขนาดน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักรวมกับแผ่นไม้มีความสัมพันธ์กับแรงเสียดทานอย่างไร

.....

.....

3. กราฟที่ได้จากกิจกรรมมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

4. ความชันของกราฟคือค่าอะไร

.....

.....

ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานจลน์และแรงแนวฉาก

1. น้ำหนักของตุ้มน้ำหนักรวมกับแผ่นไม้มีความสัมพันธ์กับแรงแนวฉากที่กระทำต่อแผ่นไม้อย่างไร

.....

.....

2. ขนาดน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักรวมกับแผ่นไม้มีความสัมพันธ์กับแรงเสียดทานอย่างไร

.....

.....

3. กราฟที่ได้จากกิจกรรมมีลักษณะอย่างไร

.....

.....

4. ความชันของกราฟคือค่าอะไร

.....

.....

5. ความชันของเส้นกราฟจากกิจกรรมตอนที่ 2 และ 3 เท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากันกราฟใดมีความชันมากกว่า มีเหตุผลและหลักฐานใดมาสนับสนุนคำตอบของตนเอง

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

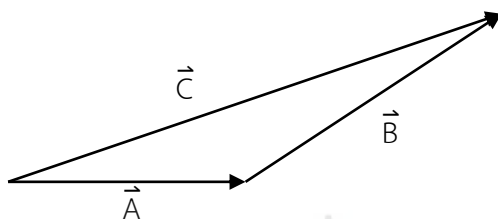


2. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์

แบบวัดทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

1. นักฟุตบอลเตะลูกฟุตบอลให้เคลื่อนที่ไปในอากาศเป็นแนวโค้ง ขณะลูกบอลกำลังเคลื่อนที่อยู่ในอากาศ มีแรงใดกระทำต่อลูกบอลบ้าง (ไม่คิดแรงต้านอากาศ)
- ก. แรงที่เท้าเตะฟุตบอล
ข. แรงที่ลูกบอลดึงดูดโลก
ค. แรงที่โลกกระทำต่อลูกบอล
ง. ไม่มีแรงใดกระทำต่อลูกบอล
2. เด็กคนหนึ่งออกแรงผลักรถเข็นให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ข้อใดสรุปเกี่ยวกับขนาดของแรงที่รถเข็นกระทำกับเด็กได้ถูกต้อง
- ก. มีค่ามากกว่าขนาดของแรงที่เด็กกระทำกับรถเข็นตลอดเวลา
ข. มีค่าเท่ากับขนาดของแรงที่เด็กกระทำกับรถเข็นตลอดเวลา
ค. มีค่าน้อยกว่าขนาดของแรงที่เด็กกระทำกับรถเข็นตลอดเวลา
ง. มีค่ามากกว่าขนาดของแรงที่เด็กกระทำกับรถเข็นเมื่อยังไม่เคลื่อนที่ แต่น้อยกว่าขนาดของแรงที่เด็กกระทำกับรถเข็นเมื่อเคลื่อนที่ไปแล้ว
3. เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงขนาดของแรงเสียดทาน ทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงสิ่งใดต่อไปนี้
- (1) ขนาดของแรงกดพื้นในแนวตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัส
(2) ขนาดพื้นผิวสัมผัสและรูปร่างของวัตถุ
(3) สภาพผิวสัมผัสของวัตถุสัมผัส
- คำตอบที่ถูกต้องที่สุดคือ ข้อใด
- ก. (1), (2)
ข. (1), (3)
ค. (2), (3)
ง. (1), (2), (3)
4. การที่ค่าความเร่งโน้มถ่วงของโลก (g) บนดวงจันทร์มีค่าน้อยกว่าบนผิวโลกเป็นเพราะเหตุใด
- ก. ดวงจันทร์เป็นบริวารของโลก
ข. ดวงจันทร์มีขนาดเล็กกว่าโลก
ค. บนดวงจันทร์ไม่มีชั้นบรรยากาศห่อหุ้ม
ง. ดวงจันทร์มีมวลน้อยกว่าโลก
5. รถ A ลากจูงรถ B ขณะที่ลากจูงมา รถ A กำลังเล่นด้วยความเร่งคงที่ไปบนถนนแนวราบ แรงที่รถ A กระทำต่อรถ B จะมีขนาดเป็นอย่างไร
- ก. เท่ากับแรงที่รถ B กระทำต่อรถ A
ข. น้อยกว่าแรงที่รถ B กระทำต่อรถ A
ค. มากกว่าแรงที่รถ B กระทำต่อรถ A
ง. ยังสรุปแน่นอนไม่ได้

6. จากรูป ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ของเวกเตอร์ \vec{A} , \vec{B} และ \vec{C} ได้ถูกต้อง



ก. $\vec{C} - \vec{B} = \vec{A}$

ข. $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$

ค. $\vec{A} + \vec{C} = \vec{B}$

ง. $\vec{B} + \vec{C} = \vec{A}$

7. พิจารณาเหตุการณ์ต่อไปนี้

(1) ผู้โดยสารที่อยู่ในรถที่กำลังแล่นอยู่ จะเซไปทางขวาเมื่อรถเลี้ยวซ้าย

(2) นักวิ่ง 100 เมตร ในการแข่งขันซีเกมส์ทุกคน ใช้เท้าถีบตัวพุ่งออกไปข้างหน้า เมื่อได้ยินเสียง

ปืนสัญญาณให้เริ่มวิ่ง

เมื่อนำเหตุการณ์ข้างต้นมาพิจารณาตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน เหตุการณ์ในข้อ (1) และข้อ (2) จะเป็นไปตามกฎข้อใดตามลำดับ

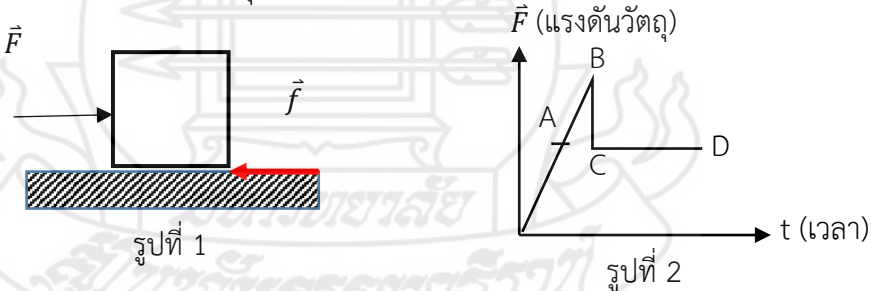
ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 1 และ 3

ค. ข้อ 3 และ 2

ง. ข้อ 2 และ 3

8. จากรูปแสดงแรงเสียดทานและกราฟของแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุ ตำแหน่งใดในกราฟที่แรงดันวัตถุ จะเท่ากับแรงเสียดทานสถิตขณะที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่



ก. ตำแหน่ง A

ข. ตำแหน่ง B

ค. ตำแหน่ง C

ง. ตำแหน่ง D

9. สมมติดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีดาวบริวารที่มีมวลเท่ากันสองดวง ดาวดวงหนึ่งอยู่ใกล้ อีกดวงหนึ่งอยู่ไกล แรงที่ดาวเคราะห์ดึงดูดดวงดาวบริวารทั้งสองมีขนาดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

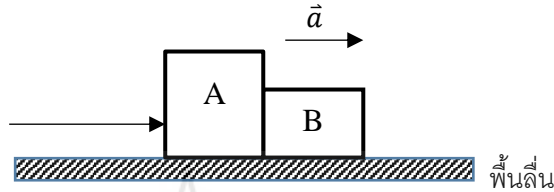
ก. เหมือนกัน เพราะ มวลของดาวบริวาร เท่ากัน

ข. ต่างกัน เพราะ ดาวบริวารที่อยู่ใกล้มีขนาดแรงดึงดูดมากกว่าดาวบริวารที่อยู่ไกล

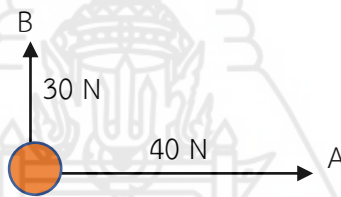
ค. ต่างกัน เพราะ ดาวบริวารที่อยู่ใกล้มีขนาดแรงดึงดูดน้อยกว่าดาวบริวารที่อยู่ไกล

ง. ไม่สามารถระบุได้ชัดเจน

10. มวล A และ B วางอยู่บนพื้นที่ไม่มีความฝืด ถ้ามีแรง \vec{F} กระทำต่อมวล A ในแนวขนานกับพื้น ทำให้มวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร่ง \vec{a} ดังรูป ข้อความใดต่อไปนี้สอดคล้องกับสถานการณ์ ดังกล่าว



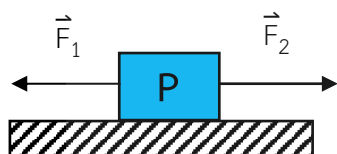
- ก. แรงที่ทำให้มวล A มีความเร่ง \vec{a} มีขนาดเท่ากับแรง F
 ข. มวล A และ B ถูกกระทำให้เคลื่อนที่ด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากัน
 ค. แรงที่ A กระทำต่อ B มีขนาดมากกว่าแรงที่ B กระทำต่อ A
 ง. แรงที่ A กระทำต่อ B มีขนาดเท่ากับแรงที่ B กระทำต่อ A
11. ออกแรงสองแรงขนาด 30 นิวตัน และ 40 นิวตัน เพื่อดึงวัตถุขึ้นหนึ่งโดยที่มุมระหว่างแรงทั้งสองเป็น 90 องศา ถ้าต้องการให้วัตถุนี้ไม่มีการเคลื่อนที่ จะต้องออกแรงที่สามกระทำต่อวัตถุนี้โดยที่แรงที่สามจะต้องมีขนาดกี่นิวตัน และทำมุมกี่องศากับแนว A



- ก. 50 นิวตัน ทำมุม 53 องศา กับแนว A
 ข. 50 นิวตัน ทำมุม 37 องศา กับแนว A
 ค. 50 นิวตัน ทำมุม 143 องศา กับแนว A
 ง. 50 นิวตัน ทำมุม 127 องศา กับแนว A
12. จากการทดลองเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง ในกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ในกรณีที่มวลของวัตถุมีค่าคงตัว มีขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น และถ้าแรงลัพธ์คงตัวแต่มวลของวัตถุเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น วัตถุจะมีความเร่งเป็นอย่างไร ตามลำดับ
- ก. เพิ่มขึ้น , ลดลง
 ข. ลดลง , เพิ่มขึ้น
 ค. เพิ่มขึ้น , ไม่เปลี่ยนแปลง
 ง. ไม่เปลี่ยนแปลง , ลดลง
13. ออกแรง 45 นิวตัน เช็นครกไปตามพื้นราบด้วยความเร็วคงที่ ถ้าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์ของพื้นราบมีค่าเท่ากับ 0.05 ครกจะมีน้ำหนักเท่าใด
- ก. 45 นิวตัน
 ข. 9 นิวตัน
 ค. 90 นิวตัน
 ง. 900 นิวตัน

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

1. ออกแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 พร้อมกันในทิศตรงกันข้าม 4 ครั้ง กระทำต่อกล่อง P ที่วางนิ่งอยู่บนพื้นลื่น ดังรูป และได้ผลการทดลองดังตาราง



ครั้งที่	1	2	3	4
แรง \vec{F}_1 (นิวตัน)	50	25	25	60
แรง \vec{F}_2 (นิวตัน)	25	25	50	60

- ก) การออกแรงครั้งใดทำให้กล่อง P เคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศเดียวกับแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 ตามลำดับ

.....

.....

.....

- ข) ให้นักเรียนระบุหลักฐานเพื่อสนับสนุนคำตอบของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

- ค) ให้นักเรียนระบุเหตุผลหรือวาดภาพประกอบคำอธิบายที่แสดงความเชื่อมโยงหลักฐานกับข้อกล่าวอ้าง

.....

.....

.....

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim)	ระบุได้ว่าการออกแรงครั้งใด ทำให้กล่อง P เคลื่อนที่ด้วย ความเร่งในทิศเดียวกับแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 นั่นก็คือ การออกแรง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 กล่อง P เคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศ เดียวกับแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 ตามลำดับ	ระบุได้ว่าการออกแรงครั้งใด ทำให้กล่อง P เคลื่อนที่ด้วย ความเร่งในทิศเดียวกับแรง \vec{F}_1 หรือ \vec{F}_2 แต่อาจจะยังไม่ ชัดเจนหรือผิดบางส่วน เช่น การออกแรงครั้งที่ 1 กล่อง P เคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศ เดียวกับแรง \vec{F}_1 /การออกแรง ครั้งที่ 3 กล่อง P เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ในทิศเดียวกับแรง \vec{F}_2	ระบุไม่ได้ว่าการออกแรง ครั้งใดทำให้กล่อง P เคลื่อนที่ด้วยความเร่งใน ทิศเดียวกับแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 หรือไม่ตอบ
2) หลักฐาน (Evidence)	เขียนแสดงหลักฐานที่ถูกต้องและ เหมาะสม คือ จากตารางการ ทดลองออกแรงแต่ละครั้ง เมื่อนำ แรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 มาหาแรงลัพธ์โดย การคำนวณ $\sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ พบว่า ครั้งที่ 1 $\sum \vec{F} = (-50) + 25 = -25$ นิวตัน แรงลัพธ์มีทิศไปทางซ้าย ทิศเดียวกับ \vec{F}_1 ครั้งที่ 3 $\sum \vec{F} = (-25) + 50 = 25$ นิวตัน แรงลัพธ์มีทิศไปทางขวา ทิศเดียวกับ \vec{F}_2	เขียนแสดงหลักฐานที่ เหมาะสมได้บางส่วนหรือ ผิดบางส่วน เช่น จากตาราง การทดลองออกแรงแต่ละครั้ง เมื่อนำแรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 มาหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ แต่ขาดการแสดงค่าข้อมูลที่ได อย่างชัดเจน ครั้งที่ 1 $\sum \vec{F} = (-50) + 25 = -25$ นิวตัน แรงลัพธ์มีทิศไปทางซ้าย ครั้งที่ 3 $\sum \vec{F} = (-25) + 50 = 25$ นิวตัน แรงลัพธ์มีทิศไปทางขวา แต่ ไม่ได้อิงถึงตารางการทดลอง	ไม่สามารถเขียนแสดง หลักฐานที่เหมาะสมได้ หรือไม่ตอบ
3) เหตุผล (Reasoning)	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ กับคำตอบถูกต้องสมบูรณ์หรือมี การวาดภาพประกอบคำอธิบาย ถูกต้องและครบถ้วน คือ การ	เชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุน คำตอบกับคำตอบถูกต้อง บางส่วน แต่ไม่ได้กล่าวถึงผล ของแรงลัพธ์ที่มีเปลี่ยนสภาพ	ไม่สามารถเชื่อมโยง ข้อมูลที่สนับสนุน คำตอบ หรือไม่ตอบ

องค์ประกอบ	ระดับ		
	2	1	0
	<p>เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุจะขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ เมื่อมีแรงมากระทำวัตถุที่อยู่นิ่ง ถ้าแรงลัพธ์ไปทางด้านขวา วัตถุจะเคลื่อนที่ไปทางขวา แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุไปทางซ้ายวัตถุก็จะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและถ้าแรงลัพธ์เป็นศูนย์ วัตถุก็จะหยุดนิ่งเช่นเดิม</p>	<p>การเคลื่อนที่ เช่น การเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุจะขึ้นอยู่กับขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์</p>	





ภาคผนวก ฉ

เครื่องมือที่ใช้ในการหาคุนภาพของเครื่องมือวิจัย

1. ตัวอย่างแบบประเมินความสอดคล้องของแผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับเนื้อหาและนิยามศัพท์เฉพาะของผู้เชี่ยวชาญ
แผนการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้						
สอดคล้องกับตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้						
2. ตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับ สาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์ การเรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้						
2.2 ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้และปฏิบัติได้จริง						
2.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย						
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ผลการ เรียนรู้ สาระสำคัญ และสาระการเรียนรู้						
3.2 ครอบคลุมการวัดและประเมินผลทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านเจตคติ						
3.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย						
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
4.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย						
4.4 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง						
5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน						
5.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
5.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย						
5.3 สามารถวัดและประเมินผลได้จริง						

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
6. สารการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระสำคัญ						
6.2 เหมาะสมกับเวลา และกิจกรรมการเรียนรู้						
6.3 เหมาะสมกับวัยและวุฒิภาวะของผู้เรียน						
7. สาระสำคัญ						
7.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้						
7.2 ใจความถูกต้อง						
7.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย						
8. กิจกรรมการเรียนรู้						
8.1 สอดคล้องกับสาระ/มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด/ ผลการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ และ สารการเรียนรู้						
8.2 เรียงลำดับขั้นตอนได้อย่างเหมาะสม						
8.3 เนื้อหาเหมาะสมกับเวลา						
8.4 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน						
8.5 จัดกิจกรรมแบบเชิงรุก เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ						
8.6 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย						
9. การวัดและประเมินผล						
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
9.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
9.3 ใช้วิธีการ และเครื่องมือ ที่เหมาะสม						
9.4 กำหนดเกณฑ์การประเมินอย่างเหมาะสม						
10. หลักฐานการเรียนรู้						
10.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
10.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล						
10.3 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของนักเรียน						

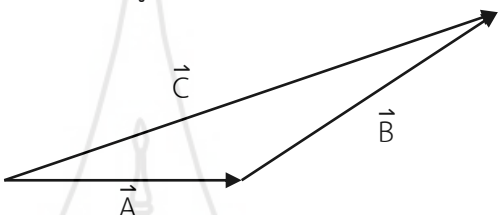
รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
11. สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้						
11.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
11.3 สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน						
11.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
11.5 เหมาะสมกับวัย และวุฒิภาวะของผู้เรียน						

2. ตัวอย่างแบบประเมิน IOC แบบทดสอบ

ตารางที่ 1 แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้านที่ 1 การวิเคราะห์ความสำคัญ

นิยามเชิงปฏิบัติการ	แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
การคิดวิเคราะห์ ความสำคัญ (Analysis of Element) เป็น ความสามารถในการ แยกแยะข้อเท็จจริงที่ เกิดขึ้นในสถานการณ์ ต่างๆ ระบุลักษณะหรือ ปัจจัยสำคัญ จุดเด่น จุดด้อยของสิ่งต่างๆ	แรง/แรงลัพธ์			
	ข้อที่ 1 แก้วน้ำวางนิ่งอยู่บนโต๊ะอาหารมีแรงกระทำหรือไม่ อย่างไร ก. ไม่มีแรงมากกระทำ เพราะแก้วน้ำอยู่นิ่ง ข. มีแรงที่โต๊ะกระทำต่อแก้วน้ำและแรงที่โลกกระทำต่อแก้วน้ำ ค. มีแรงที่แก้วน้ำกระทำต่อโต๊ะและโต๊ะกระทำต่อแก้วน้ำ ง. มีแรงที่แก้วน้ำกระทำโลกและโลกกระทำต่อแก้วน้ำ			
	ข้อที่ 2 นักฟุตบอลเตะลูกฟุตบอลให้เคลื่อนที่ไปในอากาศเป็น แนวโค้ง ขณะลูกบอลกำลังเคลื่อนที่อยู่ในอากาศ มีแรงใดกระทำต่อลูกบอลบ้าง (ไม่คิดแรงต้านอากาศ) ก. แรงที่เท้าเตะฟุตบอล ข. แรงที่ลูกบอลดึงดูดโลก ค. แรงที่โลกกระทำต่อลูกบอล ง. ไม่มีแรงใดกระทำต่อลูกบอล			

ตารางที่ 2 แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ด้านที่ 2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

นิยามเชิงปฏิบัติการ	แบบทดสอบวัดการคิดวิเคราะห์	คะแนน พิจารณา		
		+1	0	-1
การคิดวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ (Analysis of Relationship) เป็นการระบุหรือสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล การเชื่อมโยงเหตุผล รวมไปถึงการพิจารณาความสัมพันธ์ที่สอดคล้องหรือขัดแย้งของสิ่งต่าง ๆ	แรง/แรงลัพธ์ ข้อที่ 1 จากรูป ข้อใดแสดงความสัมพันธ์ของเวกเตอร์ \vec{A} , \vec{B} และ \vec{C} ได้ถูกต้อง  <p>ก. $\vec{C} - \vec{B} = \vec{A}$ ข. $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$ ค. $\vec{A} + \vec{C} = \vec{B}$ ง. $\vec{B} + \vec{C} = \vec{A}$</p>			
	ข้อที่ 2 ขอความต่อไปนี้ ข้อใดที่แสดงว่าไม่มีแรงลัพธ์กระทำต่อวัตถุ A. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น B. วัตถุตกลงสู่พื้นในแนวตั้ง C. วัตถุเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงด้วยความเร็วสม่ำเสมอ คำตอบที่ถูกต้อง ก. ข้อ A และ B ข. ข้อ B และ C ค. ข้อ A และ C ง. ข้อ C			

3. ตัวอย่างแบบประเมินความคิดเห็นแบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ตารางบันทึกคะแนนการประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
 เกี่ยวกับความเที่ยงตรงของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ในการสร้างข้อความของ
 แบบวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2

ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบวัดความสามารถใน การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์	ความคิดเห็นของ ผู้ทรงคุณวุฒิ				
	5	4	3	2	1
1. จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ข้อกล่าวอ้างที่ค้นพบคือการออกแรงครั้งที่ 1 และครั้งที่ 3 กล่อง P เคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศเดียวกับแรง F_1 และ F_2 ตามลำดับ					
2. ข้อคำถามนำไปสู่การสร้างข้อกล่าวอ้างของนักเรียน					
3. ข้อคำถามนำไปสู่การแสดงผลหลักฐาน หรือแสดงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ					
4. ข้อคำถามนำไปสู่การให้เหตุผล หรือเชื่อมโยงข้อมูลที่สนับสนุนคำตอบ					
5. แนวทางในการวัดความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์					
5.1 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้างมีความถูกต้องและเหมาะสม					
5.2 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบหลักฐานมีความถูกต้องและเหมาะสม					
5.3 เกณฑ์การประเมินคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบเหตุผลมีความถูกต้องและเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวมารีสา กาญจนตลอด
วัน เดือน ปีเกิด	11 มิถุนายน 2536
สถานที่เกิด	อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์) สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี พ.ศ. 2560
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนเมืองสุราษฎร์ธานี อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ตำแหน่ง	ครู คศ.1

