

การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะ  
ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

**THE DEVELOPMENT OF MULTIMEDIA LEARNING PACKAGE ON  
FORCE AND MOTION ENHANCING OF EXPLAIN PHENOMENA  
SCIENTIFICALLY COMPETENCY OF GRADE 4-6<sup>th</sup> STUDENTS**



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

พ.ศ. 2567

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาชุดการเรียนรู้เพื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัย

ศุภนุช คีระมา

สาขาวิชา

การสอนวิทยาศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

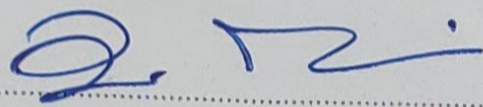
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล

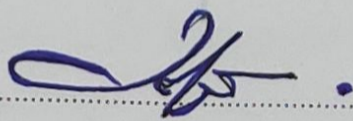
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรกร กรพรม

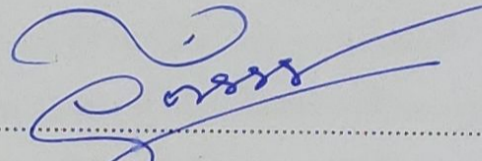
คณะกรรมการสอบ



..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ ทองอ่อน)

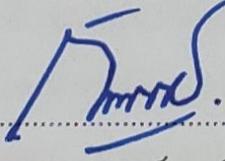


..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล)



..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรกร กรพรม)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ โชติกเดชาณรงค์)

วันที่ 12 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2567

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

**หัวข้อวิทยานิพนธ์** : การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

**ผู้วิจัย** : ศุภนุช ติ๊ะมา

**สาขาวิชา** : การสอนวิทยาศาสตร์

**กลุ่มวิชา** : วิทยาศาสตร์ทั่วไป

**อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์**

: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรกร กรพรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อศึกษาและส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่กำลังเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนวัดจอมทอง รวมจำนวนทั้งหมด 32 คน ที่ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ โดยมีทั้งหมด จำนวน 8 แผน แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) จำนวน 2 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา ค่าความยากง่าย การหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ การหาความเชื่อมั่น

หาประสิทธิภาพสามารถคำนวณค่า  $E_1/E_2$  และค่าความก้าวหน้าทางการเรียน ( $\langle g \rangle$ ) โดยการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอนผลการวิจัยพบว่า

ตอนที่ 1 ผลการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กล้องวิดีโออัตราเร็วสูงบันทึกการเคลื่อนที่ด้วยอัตรา 240 ภาพต่อวินาที และใช้โปรแกรม แทรคเกอร์ ในการศึกษาวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีที่ว่า ความเร่งของรถวัตถุแปรผกผันกับมวลของรถวัตถุ ซึ่งสอดคล้องกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน โดยผลการศึกษาสามารถเป็นตัวอย่างการนำเทคโนโลยีมาใช้ในปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาทฤษฎีทางฟิสิกส์ ซึ่งทำให้พบว่าเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูงสามารถเชื่อมโยงการเคลื่อนที่จริงเข้ากับทฤษฎีหรือกฎการเคลื่อนที่ทางฟิสิกส์ได้

ตอนที่ 2 การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1. การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 82.34/81.51 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และหลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนสูงกว่าก่อนทำกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ความก้าวหน้าทางการเรียน หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีค่าอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง ( $\langle g \rangle = 0.73$ ) เมื่อพิจารณาตามตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์รายตัวบ่งชี้ จัดอยู่ในระดับสูงและระดับปานกลาง โดยก้าวหน้าทางการเรียน ตัวบ่งชี้ข้อที่ 5 คือ ด้านการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม อยู่ในระดับสูงที่สุด ด้วยค่า 0.78 รองลงมาคือตัวบ่งชี้ที่ 1 3 และ 4 มีค่า 0.77, 0.71 และ 0.77 ตามลำดับ จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง สำหรับตัวบ่งชี้ที่ 2 คือด้านการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย มีค่าความก้าวหน้าในระดับปานกลาง ด้วยค่า 0.65

3. การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยภาพรวมนักเรียนกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนที่กำลังเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนวัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน

ทั้งหมด 32 คน มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่  
ในระดับมากที่สุด คิดเป็นเฉลี่ยร้อยละ 63.28 นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก คิดเป็นเฉลี่ย  
ร้อยละ 32.97 และนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง คิดเป็นเฉลี่ยร้อยละ 3.75

**คำสำคัญ :** สื่อประสม, เทคนิคการวิเคราะห์หัตถ์ไอ้อัตราเร็วสูง, สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการ  
อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย, แรงและการเคลื่อนที่



**The Title** : The Development of Multimedia Learning Package on Force and Motion Enhancing of Explain Phenomena Scientifically Competency of Grade 4-6<sup>th</sup> Students

**The Author** : Supanuch Tama

**Program** : Science Teaching

**Study Field** : General Science

**Thesis Advisors**

: Assistant Professor Dr.Jiraporn Poonyawatpornkul Advisor

: Assistant Professor Dr.Chittakorn Kornphom Co – advisor

### ABSTRACT

This research aimed to 1) develop a multimedia learning package on force and motion to reach the 80/80 efficiency criteria, 2) study and promote explain phenomena scientifically competency of grade 4-6th students, and 3) study satisfaction towards the use of the multimedia learning package on force and motion. The sample was 32 students of Grades 4-6, the second semester of the academic year 2023 from Wat Chom Thong School, selected by a purposive sampling technique. The research instruments comprised 8 learning management plans on force and motion to promote competencies in explaining scientific phenomena of elementary school students, a competency measurement tool for explaining scientific phenomena of secondary school students before and after learning management activities, consisting of a multiple choice test having 10 question items, each with 4 answer choices, and extended response questions with 2 items, and a questionnaire about satisfaction towards the use of the multimedia learning package on force and motion. Statistics for data analysis were percentage, mean, standard deviation, content validity, difficulty value, discriminating power of each item, reliability, efficient criterion of E1/E2, and the value of learning progress ( $\langle g \rangle$ ). The research was divided into 2 parts. The research results revealed as follows:

Part 1: Experimental results to study the nature of motion in comparison with the theory of force and motion.

For studying the nature of motion by comparing it with the theory of force and motion, a high-speed video camera was used to record motion at a rate of 240 frames per second and a tracker program was used to study and analyze the motion of objects. The experimental results were in line with the theory that the acceleration of a vehicle is inversely proportional to its mass, which is consistent with Newton's Second Law of Motion. The results could be beneficial as an example of how technology can be used in experimental procedures to study physics theories. High-speed video analysis techniques can link real motion with theoretical or physical laws of motion.

Part 2: Development of a mixed-media learning package on force and motion to promote competencies in explaining scientific phenomena of elementary school students.

1. The efficient criterion of  $E_1/E_2$  of the development of the multimedia learning package reached 82.34/81.51, compliant to the 80/80 efficiency. The students had the higher scores after performing learning activities than before performing learning activities with the statistical significance level of 0.05.

2. With regard to learning progress, after the learning management activities on force and motion to promote students' competencies in explaining scientific phenomena was held, students' learning progress was at a high level ( $\langle g \rangle = 0.73$ ), considered by each indicator of competencies in science on explaining scientific phenomena, students' learning progress was at a high level and a moderate level. Learning progress based on the indicator 5 is explanation of the potential of scientific knowledge applied for the society was at the highest level, with the value of 0.78, followed by the indicator 1, 3, and 4, with the value of 0.77, 0.71 and 0.77, respectively, classified as a high criterion. The indicator 2 is identifying, using and creating a model, and explanation agent, the progress was at a moderate level, 0.65.

3. The study on satisfaction towards the use of the multimedia learning package on force and motion found overall students from Grades 4-6, the second semester of the academic year 2023 of Wat Chom Thong School, Hang Dong district, Chiang Mai province were satisfied with the multimedia learning package at the highest level, accounting for 63.28% on average, 32.97% of the students were satisfied with the multimedia learning package at a high level, and 3.75% of the students were satisfied with the multimedia learning package at a moderate level.

**Keywords:** Multimedia, High-speed video analysis technique, Explaining scientific phenomena, Grade 4-6th students, Force and motion

## กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรกร กรพรม ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอดจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยความสมบูรณ์

ขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อนุสรณ์ ตองอ่อน ประธานกรรมการควบคุม วิทยานิพนธ์ได้กรุณาให้คำชี้แนะอย่างดีจนวิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์

ขอบพระคุณ นางสาววราณี เลี้ยววิวัฒน์ชัย รองผู้อำนวยการสถาบันทดสอบทาง การศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) นางสาวสุดาภรณ์ สืบสุติน ศึกษาพิเศษชำนาญการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัชฌมศึกษาลำปาง ลำพูน และนางศิริณี หน่อคำ ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขต พื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต 4 ที่ได้อนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย

ขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษาคณะครูและบุคลากรและนักเรียนชั้นประถมศึกษา ตอนปลาย โรงเรียนบ้านวังศรี อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้กรุณาให้ความร่วมมือและ อำนวยความสะดวกในการทดลองใช้ (Try Out) เครื่องมือการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้บริหารสถานศึกษาคณะครูและบุคลากรและกลุ่มตัวอย่าง โรงเรียน วัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาอำเภอหางดง กลุ่มที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 จำนวน 11 โรงเรียนที่ได้กรุณาให้ความร่วมมือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง การวิจัยในครั้งนี้

ประโยชน์อันพึงได้จากการศึกษาครั้งนี้ขอมอบเป็นกตเวทิตาแด่บิดา มารดาครอบครัว ตลอดจนครูอาจารย์ผู้เขียนหนังสือและบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย จนสามารถทำให้ วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดีและเป็นตัวอย่างการศึกษาสำหรับผู้สนใจต่อไป

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ .....	ข
ABSTRACT .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ช
สารบัญ .....	๗
สารบัญตาราง .....	ฉ
สารบัญภาพ .....	๓
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ</b> .....	<b>1</b>
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	3
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย .....	3
สมมติฐานการวิจัย .....	4
ขอบเขตของการวิจัย .....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	6
<b>2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง</b> .....	<b>7</b>
การพัฒนาสื่อประสม.....	8
เทคนิคการวิเคราะห์หัตถ์วิดีโออัตราเร็วสูงและการใช้โปรแกรมแทรกเกอร์ เบื้องต้น.....	16
การส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	20
แนวคิดการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 เพื่อส่งเสริม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	24
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุง พุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	33
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>3</b> <b>วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	<b>46</b>
รูปแบบการวิจัย .....	46
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	47
เครื่องมือที่การวิจัย.....	48
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือของการวิจัย.....	52
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	68
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	73
<b>4</b> <b>ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b> .....	<b>79</b>
ตอนที่ 1 ผลการทดลองเพื่อศึกษาดัชนีภาวะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่องแรงและการเคลื่อนที่.....	80
ตอนที่ 2 การพัฒนาชุดการเรียนรู้ดีต่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย.....	83
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	129
<b>5</b> <b>สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b> .....	<b>148</b>
สรุปผลการวิจัย.....	148
อภิปรายผล.....	149
ข้อเสนอแนะ.....	152
<b>บรรณานุกรม</b> .....	<b>154</b>

ญ

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	161
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	162
ภาคผนวก ข การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	166
ภาคผนวก ค ผลการดำเนินงานวิจัย.....	188
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	195
ภาคผนวก จ หนังสือรับรองจริยธรรมในการวิจัย.....	349
ประวัติผู้วิจัย.....	350



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	36
3.1	47
3.2	50
3.3	51
3.4	52
3.5	54
3.6	57
3.7	58
3.8	59
3.9	60

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.10	ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่สร้างและต้องการสำหรับ แบบวัดสมรรถนะ ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ.....	61
3.11	เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบอัตนัย.....	62
3.12	เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์.....	63
3.13	เกณฑ์การประเมิน ดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) ระหว่างข้อคำถามในแบบวัดสมรรถนะกับวัตถุประสงค์.....	64
3.14	เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณคะแนน 5 ระดับตามวิธีลิเคิร์ต (Likert Scale) สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบถาม ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	66
3.15	เกณฑ์แปลผลค่าเฉลี่ยการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีลิเคิร์ต (Likert Scale) สำหรับกำหนดช่วงของคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของนักเรียนจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	66
3.16	เกณฑ์การประเมิน ดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามของความพึงพอใจที่ต้องการวัด.....	68
3.17	เครื่องมือและระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
3.18	เกณฑ์การประเมินการวิเคราะห์ข้อมูลระดับค่าร้อยละ.....	73
3.19	เกณฑ์แปลความหมายค่าความก้าวหน้าทางการเรียน.....	77
3.20	เกณฑ์การประเมินการวิเคราะห์ข้อมูลระดับค่าร้อยละ.....	78
4.1	ความเร่งของรถวัตถุ มวลของรถวัตถุ และร้อยละความแตกต่างของความเร่ง.....	82
4.2	แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย.....	84

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.3	การประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE).....	130
4.4	การหาคุณภาพแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์.....	131
4.5	คะแนนการทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายและแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังทำกิจกรรม.....	133
4.6	ลักษณะแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่.....	134
4.7	ลักษณะการตอบคำถามจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่.....	135
4.8	ความก้าวหน้าทางการเรียนที่แสดงตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์แบบปรนัยและอัตนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่.....	138
4.9	ความก้าวหน้าทางการเรียนที่แสดงตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์แบบปรนัยและอัตนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่.....	139

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	6
2.1	แสดงหน้าต่าง Tracker ที่ทำการวิเคราะห์หัตวีดีโอ woodpecker toy.....	17
2.2	แสดงหน้าต่าง Data Tool สำหรับวิเคราะห์กราฟของโปรแกรม Tracker.....	19
2.3	กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์.....	21
2.4	กรอบความคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.....	25
2.5	วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.....	28
2.6	แผนภาพสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	35
2.7	แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุไปทางขวา.....	37
2.8	แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุไปทางซ้าย.....	37
2.9	แสดงการออกแรง 2 แรง เท่ากัน ในทิศตรงกันข้าม.....	38
2.10	แสดงการใช้เครื่องชั่งสปริงวัดค่าของแรง.....	38
2.11	ลักษณะการเกิดแรงเสียดทาน.....	39
3.1	ความสัมพันธ์แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้มหัศจรรย์รถของเล่น โดย มีการกำหนดขั้นตอนวิธีการดำเนินกิจกรรมรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) เพื่อส่งเสริม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย.....	56
3.2	ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
4.1	การติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หัตวีดีโอ อัตราเร็วสูง.....	80
4.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับเวลาของรถวัตถุ มวล 212.4, 232.4, 252.4, 272.4, 312.4 กรัม.....	81
4.3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับมวลของรถวัตถุ.....	81
4.4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับส่วนกลับของมวลรถวัตถุ.....	82
4.5	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรง ในชีวิตประจำวัน.....	119

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.6	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไขความลับของการเคลื่อนที่.....	120
4.7	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ออกแบบรถชิงกัณเฑาะ.....	121
4.8	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (1) .....	122
4.9	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (2).....	123
4.10	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 ใครไววกว่ากัน.....	124
4.11	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สรุปลักษณะห้ศจรรยัรถของเล่น.....	126
4.12	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง จริงหรือไม่.....	127
4.13	แผนภูมิแท่งแสดงผลการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-8 โดยใช้เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A).....	128
4.14	การเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนที่แสดงสมรรถนะทางการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง.....	140
4.15	ความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างตามสมรรถนะทางการ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์.....	140
4.16	แผนภูมิแท่งแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างรายบุคคล ตามสมรรถนะทางการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ตัวบ่งชี้.....	142
4.17	แผนภูมิแท่งจำนวนและร้อยละของความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มี ต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่.....	145

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนการสอนในปัจจุบัน ต้องมีการปรับให้เข้ากับสถานการณ์ ครูจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมในการปรับการจัดการเรียนการสอนอยู่ตลอดเวลา เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงด้านการศึกษาในอนาคต (เสาวลักษณ์ อนุพันธ์, 2563) ปัจจุบันสื่อและเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทำให้มนุษย์สามารถเรียนรู้จากหลายช่องทางและหลายรูปแบบ ซึ่งผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองโดยเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีการนำเสนอความรู้ที่หลากหลายและเรียนรู้จากประสบการณ์จริง โดยครูผู้สอนควรเลือกใช้สื่อให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียนใช้สื่อเทคโนโลยีและเครือข่ายการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีในท้องถิ่น โดยสถานศึกษาจึงควรจัดให้มีอย่างพอเพียงเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

สื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพราะสื่อการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ทั้งนี้สื่อประสม หมายถึง การใช้สื่อหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ ตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ซึ่งอยู่ในรูปของไฟล์เอกสาร ไฟล์ภาพและไฟล์เพลงที่บันทึกอยู่ในสื่อบันทึกข้อมูลชนิดต่าง ๆ มาประกอบรวมกัน เพื่อนำเสนอข้อมูลหรือข่าวสารให้ผู้ชม ผู้ฟังเกิดความเข้าใจในข้อมูลที่นำเสนอมากยิ่งขึ้นและได้รับเพลิดเพลิน นอกจากนี้สื่อการเรียนรู้อายุปัจจุบันยังมีอิทธิพลสูงต่อการกระตุ้นให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้แสวงหาความรู้ด้วยตัวเอง การนำสื่อประสมมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์และควรคัดเลือกสื่อการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมให้หลากหลาย เนื่องจากสื่อเป็นตัวกลางที่ช่วยให้สื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไปได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนผู้สอนมีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้สื่อแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเด่นและ

ค้อยแตกต่างกัน การเลือกใช้ต้องพิจารณาถึงจุดมุ่งหมายของการสอนเป็นสำคัญ โดยครูผู้สอนต้อง
 จัดเตรียมสื่อประกอบการสอน เพื่อการนำเสนอให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นใน
 การสอนแต่ละครั้งต้องจัดเตรียมสื่อหลาย ๆ อย่างเพื่อนำมาประกอบในการสอนแต่ละครั้งใน
 ลักษณะที่เรียกว่า “สื่อประสม” (สุนันทา ยินดีรัมย์, บุญเรือง ศรีเหรียญ และชาติรี เกิดธรรม, 2557)
 นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก โทรศัพท์มือถือในปัจจุบัน
 สามารถนำมาจับภาพความเร็วสูงซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการในทางการแพทย์ และการศึกษาการ
 เคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตหรือวัตถุต่าง ๆ อีกทั้งยังมีโปรแกรมที่วิเคราะห์วีดิโอที่บันทึกการทดลองและ
 สามารถแปลผลของการทดลองเป็นค่าปริมาณต่าง ๆ ทางฟิสิกส์พร้อมทั้งนำเสนอผลการทดลองใน
 รูปแบบของกราฟช่วยให้สามารถสังเกตผลการทดลองได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถอธิบาย
 ปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน ให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น (จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล และวิไลพร ลักษมีวานิชย์,
 2562) อีกทั้งการเคลื่อนที่ในแนวตรงโดยใช้ชุดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้น
 มัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของของชุดการเรียนรู้มีค่ามากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และ
 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่
 ระดับ .01 ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการใช้กล้องวีดิโออัตราสูงและการวิเคราะห์ภาพถ่ายวีดิโอ
 สามารถช่วยให้นักเรียนและครูทุกระดับการศึกษามองเห็นภาพปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และ
 สามารถเชื่อมโยงปรากฏการณ์ดังกล่าวเข้ากับหลักการทางฟิสิกส์และเชื่อมโยงกับทฤษฎีที่เรียนใน
 ชั้นเรียนได้ อีกทั้งสามารถช่วยให้พัฒนาการทดลองให้เข้าใจง่ายและสอดคล้องกับการเคลื่อนที่จริง
 ซึ่งส่งผลต่อความเข้าใจทางทฤษฎีและเนื้อหาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่และการเกิดแรงเสียดทาน
 ในระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งนับว่าเป็นพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ควรทราบ การนำความรู้
 ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการตั้งคำถาม ค้นหา การแก้ไขปัญหา เป็นการส่งเสริมสมรรถนะที่สำคัญ
 ให้แก่ผู้เรียน โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 (2563) กล่าวถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่ทำให้บุคคลนั้น ๆ
 สามารถปฏิบัติงานได้ผลโดดเด่นกว่าบุคคลอื่น อีกทั้งยังมีตัวชี้วัดประการหนึ่งที่สะท้อนว่าเยาวชน
 หรือนักเรียนเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์ คือ นักเรียนต้องมีความสามารถ 3 ประการ ได้แก่ 1) การอธิบาย
 ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทาง
 วิทยาศาสตร์และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งกำหนด
 โดยองค์การ เพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา

ดังนั้นการพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถดังกล่าวจึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการศึกษา
 วิทยาศาสตร์ในยุคปัจจุบัน ทั้งนี้สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง
 ความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ด้านเนื้อหาเพื่อแปลความ ให้คำอธิบาย รวมถึงประเมิน

คำอธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันและที่ไม่คุ้นเคย เป็นความสามารถที่ผู้วิจัยสนใจในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ อีกทั้งผู้วิจัยจึงสนใจการปรับรูปแบบการเรียนการสอนให้มีความทันสมัยยิ่งขึ้นสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนในยุคปัจจุบันที่เน้นกระบวนการเรียนการสอน โดยผู้เรียน ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองโดยเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษา (จารุพันธ์ พากักดี และสุมาลี ชุกกำแพง, 2563) โดยจัดการเรียนการสอนที่การสร้างองค์ความรู้ที่เกิดจากความสนใจและความสงสัยของนักเรียนด้วยกระบวนการใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ร่วมกับการใช้โปรแกรมการวิเคราะห์วิถีโอ้อัตราเร็วสูง (Tracker Program)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จัดเป็นรากฐานของการนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนรัก และใส่ใจเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
- 1.2.2 เพื่อศึกษาและส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
- 1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

## 1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

- 1.3.1 สนับสนุนกิจกรรมทางการเรียนการสอนให้สามารถอธิบาย ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่ซับซ้อนให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น
- 1.3.2 พัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่
- 1.3.3 ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

#### 1.4 สมมติฐานการวิจัย

1.4.1 ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายได้

1.4.2 นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายมีความก้าวหน้าทางสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

1.4.3 นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายมีพึงพอใจต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

#### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

##### 1.5.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนในศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาอำเภอหางดง กลุ่มที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 จำนวน 11 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนวัดจอมทอง ศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาอำเภอหางดง กลุ่มที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 เป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน, นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 คน, นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 17 คน รวม จำนวนทั้งหมด 32 คน ที่ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีผลการเรียนต่ำกว่าระดับ 3.00 จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาสมรรถนะทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เพื่อส่งเสริมให้มีความก้าวหน้าทางการเรียนที่สูงขึ้น

##### 1.5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

- ตอนที่ 1 เป็นการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

- ตอนที่ 2 เป็นการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

### 1.5.3 ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

### 1.5.4 ขอบเขตด้านสถานที่

โรงเรียนวัดจอมทอง ตำบลบ้านแหวน อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่

### 1.5.5 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ทำการศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ ชุดการเรียนรู้สื่อประสมร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้สื่อประสมร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่, สมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 สื่อประสม คือ การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ในการสื่อความหมาย ได้แก่ สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.6.2 เทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูง คือ วิธีการนำกล้องวิดีโอความเร็วสูงจับภาพการเคลื่อนที่ของรถของเล่น แล้วนำไปวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุจากวิดีโออัตราเร็วสูงด้วยโปรแกรม Tracker ซึ่งเป็น โปรแกรมจำลองปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ โดยกำหนดอัตราเร็วของการบันทึกภาพที่ 240 เฟรม/วินาที

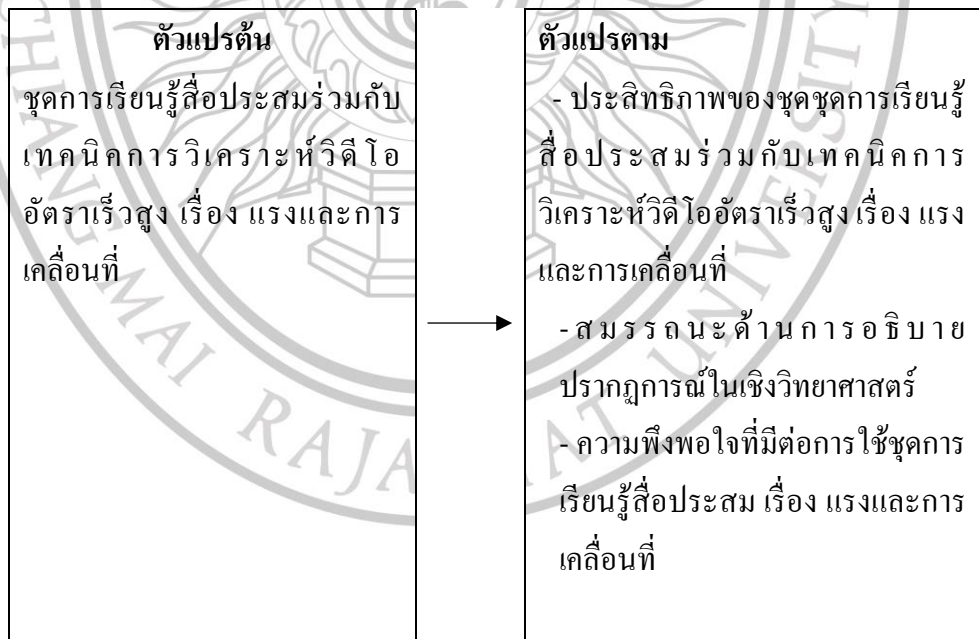
1.6.3 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การที่ผู้เรียนมีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี เกี่ยวกับเรื่อง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยแบ่งความสามารถออกเป็น 5 ด้าน คือ 1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล, 2) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย, 3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล, 4) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย, 5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

1.6.4 นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย คือ นักเรียนที่กำลังเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนวัดจอมทอง ตำบลบ้านแหวน อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสาคร

1.6.5 แรงและการเคลื่อนที่ คือ แรงเป็นอำนาจภายนอกที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง ทั้งทางลักษณะรูปร่าง ตำแหน่งทิศทาง และการเคลื่อนที่ เป็นปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างวัตถุต่อวัตถุด้วยกันเอง หรือระหว่างวัตถุต่อสิ่งภายนอก ในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแรงถูกกำหนดให้เป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector) ที่มีทั้งขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Direction) แรงประกอบไปด้วยแรงย่อยและแรงลัพธ์ ถ้ามีแรงมากกว่าหนึ่งแรงกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์คือผลรวมของแรงย่อยทั้งหมดที่มากระทำต่อวัตถุดังกล่าว โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน (Newton) ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน เช่น การเดิน, รถยนต์เคลื่อนที่บนถนนบางช่วง, รถไฟเคลื่อนที่ตามรางรถไฟ, คนวิ่งแข่งบนลู่วิ่ง, คนลากล่อตึง เป็นต้น

## 1.7 กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework)

## บทที่ 2

### การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำแนวคิดทฤษฎีมา สนับสนุนการวิจัยสรุปเป็นประเด็นสำคัญ ได้ดังนี้

#### 2.1 การพัฒนาสื่อประสม

2.1.1 ความหมายของสื่อประสม

2.1.2 รูปแบบของสื่อประสม

2.1.3 องค์ประกอบของสื่อประสม

2.1.4 กระบวนการในการสอนโดยใช้สื่อประสม

2.1.5 คุณค่าและประโยชน์ของการใช้สื่อประสม

#### 2.2 เทคนิคการวิเคราะห์วีดิโออัตราเร็วสูงและการใช้โปรแกรมแทรกเกอร์เบื้องต้น

#### 2.3 การส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายและความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2.3.2 วิธีการพัฒนาผู้เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

#### 2.4 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2.4.1 การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21

2.4.2 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.4.3 กระบวนการจัดกิจกรรมแบบ POE

2.4.4 ความหมายพัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2.5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

- 2.5.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์
- 2.5.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่
- 2.5.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงเสียดทาน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 2.6.1 งานวิจัยในประเทศ
  - 2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

## 2.1 การพัฒนาสื่อประสม

### 2.1.1 ความหมายของสื่อประสม

สื่อประสม คือระบบสื่อสารข้อมูลข่าวสารหลายชนิดโดยผ่านสื่อทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยข้อความ ฐานข้อมูล ตัวเลข กราฟิก ภาพ เสียง และวีดิทัศน์หรือวีดิโอ (video) (พัลลภ พิริยสุรวงศ์, 2540)

สื่อประสม คือการใช้คอมพิวเตอร์สื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก ภาพศิลป์ (graphic art) เสียง ภาพเคลื่อนไหว (animation) และวีดิทัศน์ เป็นต้น ถ้าผู้ใช้สามารถควบคุมสื่อเหล่านี้ให้แสดงออกมาตามต้องการได้ ระบบนี้จะเรียกว่า สื่อประสมเชิงโต้ตอบ (interactive multimedia) (Vaughan, 1998, น. 99 อ้างถึงใน นิสากร สกุลแพทย์, 2560, น.11)

สื่อประสม คือ โปรแกรมประยุกต์ที่อาศัยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอซึ่งเป็นการนำเสนอข้อความ สี สัน ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และภาพยนตร์วีดิทัศน์ ส่วนสื่อประสมเชิงโต้ตอบจะเป็น โปรแกรมประยุกต์ที่ยอมรับการตอบสนองจากผู้ใช้ด้วยแผงแป้นอักขระ (keyboard) เมาส์ (mouse) หรือตัวชี้ (pointer) เป็นต้น (Hall, 1996, น. 67 อ้างถึงในนิสากร สกุลแพทย์, 2560)

ส่วนทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ (2546, น. 2) ได้กล่าวถึงความหมายของสื่อประสมไว้ ดังนี้ คำว่าสื่อประสม มักจะมีความหมายที่ค่อนข้างกว้างไกล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับมุมมองของผู้ที่จะนำสื่อประสมไปใช้งานตามความต้องการของตนเอง ตัวอย่างเช่น มุมมองของนักการศึกษาอาจหมายถึง การนำสื่อหลากหลายประเภทมาใช้จัดทำเป็นสื่อการเรียนการสอน มุมมองของผู้เยี่ยมชมอาจหมายถึง การนำเสนอสิ่งที่น่าสนใจ ทำให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น มุมมองของผู้พัฒนาสื่ออาจหมายถึง การโต้ตอบระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามความหมายที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เป็นเพียงแนวความคิดในแต่ละมุมมองเท่านั้น สื่อประสม มาจากภาษาอังกฤษว่า มัลติมีเดีย (multimedia) คำว่า มัลติ (multi) หมายถึง หลาย ๆ อย่างผสมรวมกัน ซึ่งมีศัพท์ที่ใกล้เคียงกัน เช่น

many, much และ multiple เป็นต้น ส่วนคำว่า มีเดีย (media) หมายถึง สื่อ ข่าวสาร ช่องทางการติดต่อสื่อสาร เมื่อนำมารวมกันเป็นคำว่ามัลติมีเดียหรือสื่อประสม จึงหมายถึงการนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่าง ๆ มาผสมผสานเข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และวีดิทัศน์ โดยผ่านกระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายกับผู้ใช้อย่างมีการโต้ตอบและบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2531, น. 3) ได้ให้ความหมายของ สื่อประสมหมายถึง การนำสื่อการสอนหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน มีคุณค่าที่ส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เร้าความสนใจในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้อธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหา หรืออีกชนิดหนึ่งอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และของกันการเข้าใจผิด การใช้สื่อประสมจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกัน ได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากขึ้น พิชัย วัฒนศิริ (2547, น. 23) ได้ให้ความหมายของสื่อประสมว่าหมายถึง การนำสื่อหลาย ๆ ชนิดมาใช้ร่วมกันอย่างมีระบบและสัมพันธ์กันซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้หลาย ๆ อย่างจากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกัน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ วิชาฤติ วิชาวิน (2543, น. 35) ได้ให้ความหมายของสื่อประสม หมายถึง การนำสื่อการเรียนการสอนตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป มาใช้ร่วมกันอย่างสัมพันธ์และมีระบบ โดยส่งเสริมซึ่งกันและกันทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างสมบูรณ์ขึ้น จริยา เหนียนเฉลย (2546, น. 171) กล่าวว่า สื่อประสม (Multimedia) หมายถึงการนำเอาสื่อการสอนหลายอย่างมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไปมาสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่องในเวลาเดียวกันและมีคุณค่าที่ส่งเสริมกันและกัน สื่อการสอนอย่างหนึ่งอาจใช้เพื่อหาความสนใจในขณะที่อีกอย่างหนึ่งใช้เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงของเนื้อหาและอีกชนิดอาจใช้เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งการใช้สื่อประสมจะช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์จากประสาทสัมผัสที่ผสมผสานกัน ได้ค้นพบวิธีการที่จะเรียนในสิ่งที่ต้องการได้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น สื่อแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเด่นและด้อยแตกต่างกัน การเลือกใช้ต้องพิจารณาถึงจุดมุ่งหมายของการสอน เป็นสำคัญ โดยครูผู้สอนต้องจัดเตรียมสื่อ ประกอบการสอนเพื่อนำเสนอให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นในการสอนแต่ละครั้งต้องจัดเตรียมสื่อหลาย ๆ อย่างเพื่อนำมาประกอบในการสอนแต่ละครั้งในลักษณะที่เรียกว่า “สื่อประสม” (สุนันทา ยินดีรัมย์, บุญเรือง ศรีเหรียญ และชาติรี เกิดธรรม, 2557) สรุปความหมายของสื่อประสมได้ว่า สื่อประสมคือการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และวีดิทัศน์ เป็นต้น และถ้าผู้ใช้สามารถควบคุมสื่อให้นำเสนอออกมาตามต้องการได้จะเรียกว่าสื่อประสมเชิงโต้ตอบ การโต้ตอบของผู้ใช้สามารถจะกระทำได้โดยผ่านทาง แผงแป้นอักขระ เมาส์ หรือตัวชี้ เป็นต้น การใช้สื่อประสมในลักษณะเชิงโต้ตอบก็เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้หรือทำกิจกรรม รวมถึงคู่มือต่าง ๆ

ด้วยตัวเองได้ สื่อต่าง ๆ ที่นำมารวมไว้ในสื่อประสม เช่น ภาพ เสียง วิดิทัศน์ จะช่วยให้เกิดความหลากหลายในการใช้คอมพิวเตอร์อันเป็นเทคโนโลยีในแนวทางใหม่ที่ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจ และเร้าความสนใจ เพิ่มความสนุกสนานในการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น

### 2.1.2 รูปแบบของสื่อประสม

จากรูวรรณ กิติจันทร์ (2561) ได้รวบรวมรูปแบบของสื่อประสมโดยกล่าวว่า จากความหมายของสื่อประสมที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า สื่อประสมในปัจจุบันจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการเสนอสารสนเทศในรูปแบบรวมของข้อความ เสียง ภาพนิ่ง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว และภาพเคลื่อนไหวแบบวิดิทัศน์ เพื่อรวมเป็นองค์ประกอบของสื่อประสมในลักษณะของ "สื่อหลายมิติ" โดยก่อนที่จะมีการประมวลเป็นสารสนเทศนั้น ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับรูปแบบโดยแบ่งเป็นลักษณะดังนี้

1) ภาพนิ่ง ก่อนที่ภาพถ่าย ภาพวาด หรือภาพต่าง ๆ ที่เป็นภาพนิ่งจะเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ให้แลดูสวยงามได้นั้น ภาพเหล่านี้จะต้องถูกเปลี่ยนรูปแบบก่อนเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้และเสนอภาพเหล่านั้นได้ โดยมีรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก 2 รูปแบบ คือ

1.1) กราฟิกแผนที่บิต (bitmapped graphics) หรือกราฟิกแรสเตอร์ (Raster graphics) เป็นกราฟิกที่แสดงด้วยจุดภาพในแนวตั้งและแนวนอนเพื่อประกอบรวมเป็นภาพ ภาพที่อยู่ในรูปแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .gif, tiff, และ .bmp

1.2) กราฟิกเส้นสมมติ (vector graphics) หรือกราฟิกเชิงวัตถุ (object - oriented graphics) เป็นกราฟิกที่ใช้สูตรคณิตศาสตร์ในการสร้างภาพ โดยที่จุดภาพจะถูกระบุด้วยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แทนที่จะอยู่ในแนวตั้งและแนวนอน ภาพกราฟิกประเภทนี้จะสร้างและแก้ไขได้ง่ายและมองดูสวยงามมากกว่ากราฟิกแผนที่บิต ภาพในรูปแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .eps, .wmf, และ .pict

2) ภาพเคลื่อนไหว ที่ใช้ในสื่อประสมจะหมายถึง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว หรือที่เรียกกันว่าภาพ "แอนิเมชัน" (animation) ซึ่งนำภาพกราฟิกที่วาดหรือถ่ายเป็นภาพนิ่งไว้มาสร้างให้แลดูเคลื่อนไหว ด้วยโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการจำลองสถานการณ์จริง เช่น ภาพการขับเครื่องบิน นอกจากนี้ยังอาจใช้การเพิ่มผลพิเศษ เช่น การหลอมภาพ (morphing) ซึ่งเป็นเทคนิคการทำให้เคลื่อนไหวโดยใช้ "การเติมช่องว่าง" ระหว่างภาพที่ไม่เหมือนกัน เพื่อให้ดูเหมือนว่าภาพหนึ่งถูกหลอมละลายไปเป็นอีกภาพหนึ่ง โดยมีการแสดงการหลอมของภาพหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่งให้ดูด้วย

3) ภาพเคลื่อนไหวแบบวิดิทัศน์ การบรรจุจุดภาพเคลื่อนไหวแบบวิดิทัศน์ลงในคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องใช้โปรแกรมและอุปกรณ์เฉพาะในการจัดทำ ปกติแล้วเพิ่มภาพวิดิทัศน์จะมี

ขนาดเนื้อที่บรรจุใหญ่มาก ดังนั้น จึงต้องลดขนาดเพิ่มภาพลงด้วยการใช้เทคนิคการบีบอัดภาพ (compressin) ด้วยการลดพารามิเตอร์ บางส่วนของสัญญาณในขณะที่คงเนื้อหาสำคัญไว้ รูปแบบของภาพวิดีโอที่บีบอัดที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ Quicktime, AVI, และ MPEG

4) เสียง เช่นเดียวกับข้อมูลภาพ เสียงที่ใช้ในสื่อประสมจำเป็นต้องบันทึกและจัดรูปแบบเฉพาะเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและใช้ได้ รูปแบบเสียงที่นิยมใช้กันมากจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ Waveform (WAV) และ Musical Instrument Digital Interface (MIDI) เพิ่มเสียง WAV จะบันทึกเสียงจริงดังเช่นเสียงเพลงในแผ่นซีดีและจะเป็นแฟ้มขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องได้รับการบีบอัดก่อนนำไปใช้เพิ่มเสียง MIDI จะเป็นการสังเคราะห์เสียงเพื่อสร้างเสียงใหม่ขึ้นมาจึงทำให้แฟ้มมีขนาดเล็กกว่าแฟ้ม WAV แต่คุณภาพเสียงจะด้อยกว่า

5) ส่วนต่อประสาน เมื่อมีการนำข้อมูลต่าง ๆ มารวบรวมสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลด้วยโปรแกรมสร้างสื่อประสมแล้ว การที่จะนำองค์ประกอบต่าง ๆ มาใช้งานได้นั้นจำเป็นต้องใช้ส่วนต่อประสาน (interface) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้นได้ ส่วนต่อประสานที่ปรากฏบนจอภาพจะมีมากมายหลายรูปแบบ อาทิเช่น รายการเลือกแบบผุดขึ้น (pop - up menus) แถบเลื่อน (scroll bars) และสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

6) การเชื่อมโยงหลายมิติ ส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของการใช้งานในรูปแบบสื่อประสมในลักษณะของสื่อหลายมิติ คือ ข้อมูลต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงกันได้อย่างรวดเร็วโดยใช้จุดเชื่อมโยงหลายมิติ (hyperlink) การเชื่อมโยงนี้จะสร้างการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลตัวอักษรภาพ และเสียงโดยการใช้สี ข้อความขีดเส้นใต้ หรือสัญลักษณ์รูปที่ใช้แทนสัญลักษณ์ต่าง ๆ เช่น รูปลำโพง รูปฟิล์ม ฯลฯ เพื่อให้ผู้ใช้คลิกที่จุดเชื่อมโยงเหล่านั้นไปยังข้อมูลที่ต้องการ

### 2.1.3 องค์ประกอบของสื่อประสม

1) ข้อความ (Text) เป็นส่วนที่มีความเกี่ยวข้องในเนื้อหาของสื่อประสมเสมอและเป็นหนทางการนำเสนอได้ง่ายที่สุด และมีการพัฒนามาพร้อมกับคอมพิวเตอร์ลักษณะของข้อความที่ปรากฏในสื่อประสม ประกอบด้วย

1.1) ข้อความที่พิมพ์ เป็นข้อความเอกสารที่พิมพ์ออกมาในรูปกระดาษ เป็นผลงานของงานพิมพ์เอกสารทั่วไป เช่น งานเวิร์ด โพรเซสเซอร์ตัวอักษรแต่ละตัวเก็บในรูปแบบรหัส เช่น รหัส ASCII

1.2) ข้อความสแกน เป็นเอกสารที่ได้รับจากการสแกนและเป็นข้อความที่เก็บในรูปแบบรูปภาพ หรือ Image

1.3) ข้อความอิเล็กทรอนิกส์เป็นการแทนข้อความให้อยู่ในรูปที่แทนในสื่อที่ใช้ประมวลผลได้

1.4) ข้อความหลายมิติ (Hypertext) มีบทบาทสำคัญมากในยุคหลังนี้ เพราะเป็นข้อความที่เก็บในรูปแบบข้อความอิเล็กทรอนิกส์ และมีการเชื่อมโยงกันสามารถนำมาประมวลผลและแสดงผลในลักษณะเชื่อมโยงกันได้จึงเหมาะกับผู้ใช้งาน

2) ภาพ (Graphics) เป็นส่วนของสื่อประสมที่ใช้ประโยชน์ในการสื่อความหมายได้ดี มีสีสันและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้กว้างขวาง เพราะดึงดูดความสนใจได้ ภาพประกอบด้วย

2.1) บิตแมพ (Bitmaps) เป็นการเก็บรูปภาพเป็นพิกเซล แต่ละพิกเซลก็คือจุดเล็ก ๆ ที่แสดงเป็นสี การเก็บข้อมูลจะเก็บเป็นพิกเซล ดังนั้นรูปภาพแต่ละรูปจึงต้องเก็บข้อมูลจำนวนมากในการจัดเก็บจึงมีเทคนิคการบีบอัดข้อมูลเพื่อให้เล็กลง ผู้พัฒนาได้สร้างมาตรฐานการเก็บข้อมูลและบีบอัด เช่น .jpg .gif .tif .fax เป็นต้น

2.2) คลิปอาร์ต ในการสร้างสื่อประสมจำเป็นต้องมีรูปภาพประกอบเพื่อความสวยงามและดึงดูดความสนใจ เพื่อให้การสร้างสื่อประสมทำได้เร็ว จึงมีการเก็บรูปภาพเป็นห้องสมุดภาพ ที่เรียกมาใช้ได้ง่าย

2.3) ภาพที่เก็บอาจเป็นภาพส่วนหลัง (Background) ภาพขอบ ภาพพื้นที่ใช้ประกอบฉากหรือนำมาตกแต่ง ตลอดจนภาพที่ใช้เสริมรูปภาพต่าง ๆ

2.4) ภาพจากอุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ เป็นภาพที่ได้จากกล้องถ่ายภาพดิจิทัลจากวีดิทัศน์ จากสแกนเนอร์ ฯลฯ

2.5) ไฮเปอร์พิกเจอร์ (Hyperpictures) เป็นภาพที่ปรากฏในสื่อประสมที่สามารถเชื่อมโยงหรือกระตุ้นให้เกิดการทำงานบางอย่าง เช่น เมื่อคลิกแล้วจะกลายเป็นวีดิทัศน์

3) เสียง (Sound) เสียงเป็นส่วนประกอบสำคัญของระบบการนำเสนอแบบสื่อประสม เสียงทำให้บรรยากาศการรับรู้ที่น่าสนใจ เช่น ในเกม ภาพยนตร์ ซีดี จะมีการบันทึกเสียงเป็นส่วนหลังเพื่อสร้างอารมณ์ต่าง ๆ ร่วมด้วยลักษณะของเสียงประกอบด้วย

3.1) คลื่นเสียงแบบอะนาล็อก มีการบันทึกเป็น .WAV .AU การบันทึกจะบันทึกตามลูกคลื่นเสียง โดยมีการแปลงเป็นสัญญาณให้เป็นดิจิทัลเก็บในรูปแบบการบีบอัดเสียงเพื่อให้เล็กลง

3.2) เสียง CD เป็นรูปแบบบันทึกที่มีคุณภาพสำหรับการบันทึกลงบนแผ่น CD เพลงที่วางขายทั่วไป บันทึกตามมาตรฐานนี้

3.3) MIDI เป็นเสียงที่ใช้แทนเครื่องดนตรีชนิดต่าง ๆ สามารถเก็บข้อมูลและให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์สร้างเสียงตามตัวโน้ตเสมือนการเล่นของเครื่องดนตรีนั้น ๆ

3.4) ไฮเปอร์ออดิโอ เป็นการนำสัญญาณเสียงไปกระตุ้นหรือผสมกับการทำงานเพื่อการนำเสนอที่สลับซับซ้อนขึ้น

4) วิดิทัศน์ (Video) วิดิทัศน์เป็นภาพที่มีการเคลื่อนไหวประกอบเสียงวิดิทัศน์เป็นรูปแบบการนำเสนอที่ให้รายละเอียดการเคลื่อนไหวเหมือนจริงส่วนของวิดิทัศน์ประกอบด้วย

4.1) ดิจิทัลวิดิทัศน์ เป็นการนำสัญญาณวิดิทัศน์ เก็บในรูปแบบการบีบอัด เพื่อให้เก็บได้เล็กกลง มีการสร้างมาตรฐาน เช่น MPEG, AVI, MOV

4.2) สัญญาณถ่ายทอดสด เป็นการนำเอาสัญญาณวิดิทัศน์ จากการถ่ายทอดรายการจริงเชื่อมโยงการกระจายส่งไปยังปลายทางที่ต้องการ

#### 2.1.4 กระบวนการในการสอนโดยใช้สื่อประสม

ยูพิณ พิพิธกุล (2530) ได้กล่าวถึงกระบวนการในการสอนโดยใช้สื่อประสมไว้ ดังนี้

1) ตรวจสอบความสามารถของนักเรียนเสียก่อน โดยให้นักเรียนทำการทดสอบก่อนเรียนทั้งนี้เพื่อตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของนักเรียน

2) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าต้องการให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อะไร

3) เลือกเนื้อหาให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

4) การเลือกใช้สื่อประสมจะต้องเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหา วิธีสอน ตลอดจนกลวิธีและเทคนิคการสอนเมื่อสอนจบแล้วจะต้องมีการประเมินผลการใช้สื่อประสมด้วยว่า ทำให้การเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

แคล้ว ใจทา (2530, น. 29-30) กล่าวถึงกระบวนการสอนโดยใช้สื่อประสม สรุปได้ดังนี้

1) ต้องแน่ใจว่าผู้มีส่วนร่วมในการวางแผนใช้สื่อประสมมีความสนใจ

2) วิเคราะห์ความต้องการและบทบาทของผู้เรียน ครูจะต้องทราบความสนใจความสามารถและเจตคติของผู้เรียน การทดสอบก่อนเรียนเป็นสิ่งที่ จะช่วยให้ครูรู้พื้นฐานความสามารถของนักเรียน

3) กำหนดเนื้อหาที่จะสอนทักษะพร้อม ๆ กันในขณะวางแผนและเขียนออกมาในรูปจุดประสงค์เฉพาะที่ครอบคลุมเนื้อหา

4) วางจุดประสงค์เฉพาะก่อนที่จะสอนจุดประสงค์นี้จะทำให้ผู้เรียนและผู้สอนทราบล่วงหน้าว่า ผู้เรียนจะเกิดพฤติกรรมใดบ้างเมื่อการสอนสิ้นสุดลง

5) เลือกประสบการณ์ให้เหมาะสม ประสบการณ์ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ใช้ ความคิดความเข้าใจ และมองเห็นได้ จะต้องเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมอย่างระมัดระวัง ประสบการณ์การเรียนมีมากมาย

ดังนั้นในการเลือกประสบการณ์ครูจะต้องตั้งคำถามว่าประสบการณ์ที่เลือกมานั้นเป็นตัวแทนของการสื่อความหมายที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดนี้เป็นไปได้หรือไม่นอกจากนี้การเลือกใช้วัสดุในการเรียนก็ต้องเลือกอย่างเหมาะสม ควรจะประดิษฐ์หรือสร้างในท้องถิ่นนั้น ๆ เกณฑ์ในการเลือกควรคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา เศรษฐกิจ และประสิทธิภาพในการสื่อความหมาย

### 2.1.5 คุณค่าและประโยชน์ของการใช้สื่อประสม

ทวิตักดี กาญจนสุวรรณ (2546, น. 8) ได้กล่าวถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำสื่อประสมมาประยุกต์ใช้ มีดังนี้

1) ง่ายต่อการใช้งาน โดยส่วนใหญ่เป็นการนำสื่อประสมมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มผลผลิต ดังนั้นผู้พัฒนาจึงจำเป็นต้องมีการจัดทำให้มีรูปลักษณะที่เหมาะสม และง่ายต่อการใช้งานตามกลุ่มเป้าหมาย เพื่อประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน ตัวอย่างเช่น การใช้งานสื่อประสมในบทเรียนวีซีดีวิทยทางธุรกิจ

2) สัมผัสได้ถึงความรู้สึก สิ่งสำคัญของการนำสื่อประสมมาประยุกต์ใช้งานคือ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถรับรู้ได้ถึงความรู้สึกจากการสัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนจอภาพ อันได้แก่รูปภาพ สัญลักษณ์ ปุ่ม และตัวอักษร เป็นต้น ทำให้ผู้ใช้สามารถควบคุมและเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ

3) สร้างเสริมประสบการณ์ การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านสื่อประสม แม้ว่าจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันตามแต่ละวิธีการ

4) เพิ่มขีดความสามารถในการเรียนรู้ สืบเนื่องจากระดับขีดความสามารถของผู้ใช้แต่ละคนมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับและสั่งสมมา

5) เข้าใจเนื้อหามากยิ่งขึ้น ด้วยคุณลักษณะขององค์ประกอบของสื่อประสม ทั้งข้อความหรือตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงและวีดิทัศน์ สามารถที่จะสื่อความหมายและเรื่องราวต่าง ๆ ได้แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการนำเสนอ

6) คุ่มค่าในการลงทุน การใช้โปรแกรมด้านสื่อประสมจะช่วยลดระยะเวลา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการเดินทาง การจัดหาวิทยากร การจัดหาสถานที่ การบริหารตารางเวลา และการเผยแพร่ช่องทางเพื่อนำเสนอสื่อ เป็นต้น

7) เพิ่มประสิทธิผลในการเรียนรู้ การสร้างสรรค์ชิ้นงานด้านสื่อประสมจำเป็นต้องถ่ายทอดจินตนาการจากสิ่งที่ยากให้เป็นสิ่งที่ย่อยต่อการรับรู้และเข้าใจด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ นอกจากนี้จะช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานแล้ว ผู้ใช้ยังได้รับประโยชน์และเพลิดเพลินในการเรียนรู้อีกด้วย

ณิชนันทน์ ชำชอง (2556) กล่าวว่า สื่อประสมได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตของคนเรามากยิ่งขึ้น โดยมีประโยชน์ ดังนี้

- 1) เสนอสิ่งเร้าให้กับผู้เรียน ได้แก่ เนื้อหา ภาพนิ่ง คำถาม ภาพเคลื่อนไหว
- 2) นำเสนอข่าวสารในรูปแบบที่ไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับ เช่น บทเรียนมัลติมีเดีย
- 3) สร้างสื่อโฆษณา หรือประชาสัมพันธ์
- 4) การเรียนการสอน อันส่งผลให้เกิดระบบห้องสมุดแบบดิจิทัล (Digital Library) การเรียนการสอนทางไกล (Distance Learning) การสร้างห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual Classroom) และการเรียนการสอนแบบกระจาย อันส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง
- 5) ธุรกิจ โดยเฉพาะธุรกิจรูปแบบใหม่ที่เรียกว่า E-Commerce อันจะช่วยให้การนำเสนอสินค้า มีความน่าสนใจมากกว่าเดิม
- 6) การสื่อสารโทรคมนาคม เนื่องด้วยเทคโนโลยีมัลติมีเดีย ต้องอาศัยสื่อเพื่อเผยแพร่ข้อมูล ดังนั้นเทคโนโลยีนี้ จึงมีความสัมพันธ์กับ ระบบการสื่อสารโทรคมนาคม อย่างแยกกันไม่ยากมาก
- 7) ธุรกิจการพิมพ์ นับเป็นอีกหนึ่งธุรกิจที่สัมพันธ์กับเทคโนโลยีมัลติมีเดีย อันจะส่งผลให้หนังสือ สิ่งพิมพ์ต่าง ๆ มีความน่าสนใจมากขึ้น และปัจจุบันก็มี E-Magazine หรือ E-Book ออกมาอย่างแพร่หลาย
- 8) ธุรกิจการให้บริการข้อมูลข่าวสาร เมื่อมีการนำเทคโนโลยีมัลติมีเดียมาช่วย จะทำให้ข้อมูลข่าวสารที่เผยแพร่ออกไป มีความน่าสนใจมากกว่าเดิม
- 9) ธุรกิจโฆษณา และการตลาด แน่แน่นอนว่ามีความสัมพันธ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อันจะช่วยดึงดูดคนเข้ามาชม ด้วยเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่มีความแปลกใหม่
- 10) การแพทย์และสาธารณสุข ปัจจุบันมีการสร้างสื่อเรียนรู้ด้านการแพทย์ ช่วยให้ประชาชนทั่วไป มีความสนใจศึกษา เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการดูแล รักษาสุขภาพตนเอง
- 11) นันทนาการนับเป็นบทบาทที่สำคัญมากทั้งในรูปของ เกม การเรียนรู้และ VR เป็นต้น


จากที่กล่าวมาแนวทางการนำสื่อประสมมาประยุกต์ใช้งานกับ โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีอยู่หลากหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน ตัวอย่างเช่น สื่อประสมที่ผลิตเป็นบทเรียนสำเร็จรูปสำหรับกลุ่มผู้ใช้ในแวดวงการศึกษาและฝึกอบรม สื่อประสมที่ผลิตขึ้นเพื่อนำเสนอสินค้าและบริการสำหรับการโฆษณาในแวดวงธุรกิจ เป็นต้น นอกจากนี้ จะช่วยสนับสนุนประสิทธิภาพในการดำเนินงานแล้ว ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิผลให้เกิดความคุ้มค่า

ในการลงทุนอีกด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวทางที่จะออกแบบและพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยสื่อประสมที่จัดทำขึ้นเป็นการนำสื่อหลายชนิดมาผสมผสานเข้าด้วยกัน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการ และควบคุมให้สื่อต่าง ๆ ให้แสดงผลออกมาทางหน้าจอและลำโพงของคอมพิวเตอร์ อันประกอบไปด้วย ภาพ และภาพวิดิทัศน์, เสียง ได้แก่ เสียงบรรยาย เสียงสนทนา คนตรี, ข้อความ ในรูปแบบสื่อการสอนที่สร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมการทดลองเสมือนจริง (PhET Simulations) เป็นต้น โดยผู้วิจัยออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, กิจกรรมที่ 1 เคลื่อนที่ได้อย่างไร, กิจกรรมที่ 2 ใจความลับการเคลื่อนที่, กิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถแข่งกันเถอะ, กิจกรรมที่ 4 ใครไวกว่ากัน, สรุปกิจกรรมห้ศรัทธารถของเล่น และ กิจกรรมจริงหรือไม่ ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

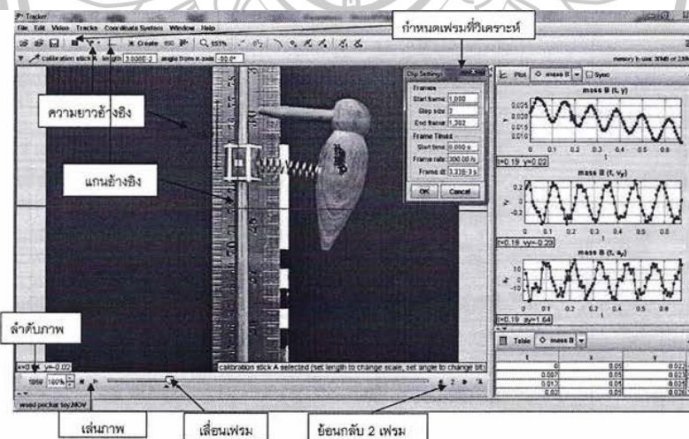
## 2.2 เทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูงและการใช้โปรแกรมแทรคเกอร์เบื้องต้น

พรรัตน์ วัฒนกสิวิซซ์ และจิราภรณ์ บุญขยันพรกุล (2555) ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับวิดีโออัตราเร็วสูงในกลศาสตร์ โดยกล่าวว่า การวิเคราะห์ภาพถ่ายวิดีโอเป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ มีการนำไปใช้ในงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์การกีฬา ชีววิทยา และฟิสิกส์ อุปกรณ์หลัก คือ กล้องวิดีโออัตราเร็วสูงซึ่งปกติมีราคาสูง ที่มีฟังก์ชันถ่ายวิดีโอที่อัตราเร็วสูงถึง 1,200 และ 1,000 เฟรมต่อวินาที ตามลำดับแต่ปัจจุบันราคาของกล้องถูกลงผู้สอนฟิสิกส์จึงนำกล้องมาเก็บข้อมูล การทดลองฟิสิกส์ในชั้นเรียน ส่วนใหญ่เป็นการทดลองทางกลศาสตร์ เพื่อเชื่อมโยงฟิสิกส์ที่เรียนในห้องกับปรากฏการณ์ฟิสิกส์ในโลกจริง นอกจากนี้เทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูงส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลจริงโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือในการวัดที่ซับซ้อนและมีราคาสูง

1) การใช้โปรแกรม Tracker เบื้องต้น โปรแกรม Tracker ใช้สำหรับวิเคราะห์วิดีโอและสร้างแบบจำลองหรือสมการที่สนใจศึกษาพัฒนาโดยนักฟิสิกส์ สามารถวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ คำนวณหาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และวาดกราฟ การเคลื่อนที่ เช่น กราฟตำแหน่งกับเวลา ความเร็วกับเวลา และความเร่งกับเวลา หรือผู้ใช้สามารถให้ โปรแกรมแสดงกราฟระหว่างตัวแปรสองตัวใด ๆ ที่ต้องการได้ ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรมเบื้องต้นมีดังนี้



1.1) ขั้นที่ 1 เปิดโปรแกรม เลือกเปิดที่ไอคอน  หรือในการเรียกใช้โปรแกรม ครั้งต่อไปเลือก คลิกขวาที่ไอคอนดังกล่าวเพื่อสร้างทางลัดไว้บนหน้าจอ จะปรากฏหน้าต่างของ โปรแกรม Tracker จากนั้น เปิดไฟล์วิดีโอที่ต้องการวิเคราะห์ โดยเลือกที่ File > Import > เลือกไฟล์ ที่ต้องการ > Open จะปรากฏ หน้าต่างของ โปรแกรมและมีไฟล์วิดีโอที่ต้องการวิเคราะห์ ในภาพที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการใช้ Tracker วิเคราะห์ การเคลื่อนที่ของของเล่นที่เรียกว่า Woodpecker หรือนกหัวขวาน

1.2) ขั้นที่ 2 กำหนดเฟรม ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดเวลาในโปรแกรม Tracker เมื่อเปิดไฟล์ โปรแกรมจะเริ่มวิดีโอที่เฟรม 000 เสมอ สามารถเลือกเฟรมเพื่อวิเคราะห์โดยเลือกปุ่ม กำหนดคลิป (Clip settings) จะปรากฏหน้าต่างบนหน้าต่างหลักของโปรแกรมดังภาพที่ 2.5 จากนั้นสามารถกำหนด Start frame และ End frame คือ เฟรมเริ่มต้นและเฟรมสุดท้ายที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ ในภาพที่ 2.5 กำหนดให้ Start frame คือ 1000 และ End frame คือ 1202 มีค่า Step size คือ การเคลื่อนลำดับเฟรมที่จะวิเคราะห์ถัดไป ในภาพที่ 2.5 Step size คือ 2 หรือเคลื่อนลำดับที่ละสองเฟรม ดังนั้นลำดับเฟรมที่วิเคราะห์ คือ 1000, 1002, 1202 ตามลำดับ ส่วน Start time คือ การกำหนดเวลาเริ่มต้นวิเคราะห์ และค่าสำคัญที่ต้องให้ถูกต้อง คือ Frame rate เป็นค่าอัตราส่วนของ ภาพต่อหนึ่งวินาที ซึ่งตั้งไว้ขณะที่บันทึกวิดีโอ ภาพที่ 2.5 วิดีโอถูกบันทึก ที่อัตรา 300 เฟรมต่อวินาที ดังนั้นภาพ 1 เฟรม  $dt$  มีค่าเท่ากับ 0.0033 วินาที



ภาพที่ 2.1 : แสดงหน้าต่าง Tracker ที่ทำการวิเคราะห์วิดีโอ woodpecker toy

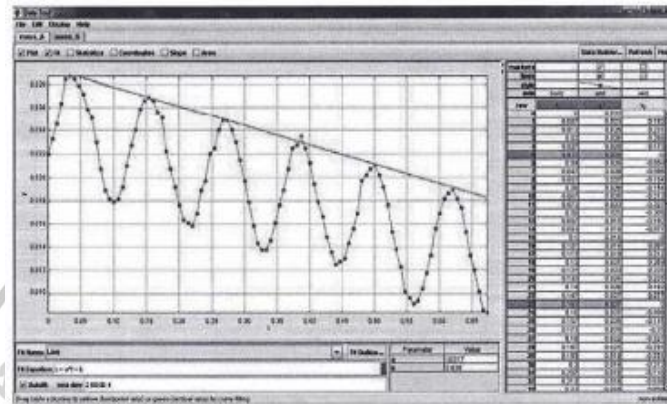
ที่มา : พรรณัน วัฒนกลวิวิช และจิราภรณ์ ปุณยวิจน์พรกุล , 2555, น. 222

1.3) ขั้นที่ 3 กำหนดแกนและความยาวอ้างอิง การวิเคราะห์ทางฟิสิกส์ต้องมีพิกัดและความยาว อ้างอิง เพื่อใช้กำหนดค่าตำแหน่งของวัตถุที่พิจารณา การกำหนดแกนอ้างอิงกดที่ปุ่ม  หรือเลือก Tracks > Axis > Visible จะปรากฏเส้นสีชมพูเข้มตั้งฉากกัน (ดังภาพที่ 2.5) แกนในแนวนอนที่มีขีดสั้นแสดง ถึงแกน X เมื่อกดที่จุดตัดของเส้นจะปรากฏรูปสี่เหลี่ยม แสดงว่าสามารถย้ายแกน ไปยังตำแหน่งใด ๆ ที่ผู้ใช้ต้องการให้เป็นจุดกำเนิด สำหรับการกำหนดความยาวอ้างอิงให้กดปุ่ม  หรือเลือก Tracks > Tape > Visible จะปรากฏลูกศรหัวท้ายสีน้ำเงินพร้อมช่องระบุตัวเลขความยาว ผู้ใช้สามารถเลื่อนตำแหน่งของ ลูกศร โดยกดเลือกที่ลูกศรแล้วลากไปวางยังตำแหน่งที่ทราบความยาว เมื่อกดเลือกที่หัวลูกศรด้านใดด้านหนึ่ง สามารถหมุนลูกศรให้ทำมุม 90 องศา กับแกน x หากต้องการระบุความยาวใหม่สามารถเปลี่ยนค่าที่ช่อง “scaled length” หน่วยของความยาวขึ้นอยู่กับตัวเลขที่ระบุค่า

1.4) ขั้นที่ 4 ระบุตำแหน่งของวัตถุ เป็นการกำหนดจุดแทนตำแหน่งของวัตถุในแต่ละเฟรม กดที่ปุ่ม จะปรากฏแถบเครื่องมือ Track control จากนั้นเลือก New > Point Mass แสดงถึงวัตถุเป็นจุดมวล ที่แถบเครื่องมือมีช่องให้ระบุค่ามวลหน่วยเป็นกิโลกรัม ถ้าวิเคราะห์ในเชิงจลนศาสตร์ไม่จำเป็นต้องระบุมวล เพื่อความสะดวกในการระบุตำแหน่ง ผู้ใช้สามารถซ่อนแกนพิกัดและลูกศรแสดงความยาว โดยกดที่ปุ่มแกน และความยาวซ้ำอีกครั้ง การระบุตำแหน่งของวัตถุให้กดปุ่ม Shift บนแป้นพิมพ์ค้างไว้ เครื่องหมายแสดง ตำแหน่งเมาส์จะเปลี่ยนเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีเครื่องหมาย + ตรงกลาง ให้นำไปวาง ณ ตำแหน่งของวัตถุแล้ว คลิกขวา เมื่อกดเลือกตำแหน่งแรกแล้วเฟรมวิดีโอจะเลื่อนไปที่เฟรมถัดไปโดยอัตโนมัติ และปรากฏ เครื่องหมายแสดงตำแหน่งของวัตถุในเฟรมก่อนหน้าเพื่อแสดงแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อทำการระบุ ตำแหน่งวัตถุ ไปจนถึงเฟรมสุดท้ายของการเคลื่อนที่หรือเฟรมสุดท้ายที่กำหนดไว้ในช่อง “End frame” จะได้แนวการเคลื่อนที่ของวัตถุ และทางด้านขวาบนแสดงกราฟการเคลื่อนที่แสดงตำแหน่งในแนวแกน X กับเวลา และทางด้านขวาล่างมีตารางแสดงเวลาและตำแหน่งวัตถุในแนวแกน X และ y ผู้ใช้สามารถเพิ่ม จำนวนกราฟที่แสดงเป็นสามกราฟได้เลือก Plots > 3 และสามารถเปลี่ยนตัวแปรตามแนวแกน X และ y โดยคลิกบนตัวแปรจะปรากฏหน้าต่างตัวแปรให้เลือก และสามารถแสดงกราฟระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้ดังภาพที่ 2.1

1.5) ขั้นที่ 5 วิเคราะห์กราฟ จุดเด่นของโปรแกรม Tracker คือ สามารถ Fit curve ข้อมูลจากการ ระบุตำแหน่งด้วยสมการคณิตศาสตร์ที่มักพบในระบบทางฟิสิกส์ โดยคลิกขวาบนกราฟแล้วเลือก > Analyze. จะปรากฏหน้าต่าง Data Tool ดังภาพที่ 2.2 แสดงการกระจัดสูงสุดในแนวแกน y ของตุ้กดานกหัวขวานที่มัน กลับไปมาและเคลื่อนที่ลงตามแนวตั้ง และ Fit curve ด้วยสมการเส้นตรงทำให้หาค่าอัตราเร็วการเคลื่อนที่ ลงตามแนวตั้งของตุ้กดานกหัวขวานได้ประมาณ 0.017 เมตร/

วินาที (ค่าพารามิเตอร์  $a$ ) นอกจากนี้ยังสามารถเลือกสมการ  $y = a \sin(bx + c) + d$  Fit curve gondou Fit Name u Parabola, Cubic, Gaussian, Exponential, la Sinusoid



ภาพที่ 2.2 : แสดงหน้าต่าง Data Tool สำหรับวิเคราะห์กราฟของโปรแกรม Tracker  
ที่มา : พรรณัน วัฒนกลสิวิชัย และจิราภรณ์ ปุณยวัจนพรกุล , 2555, น. 224

โปรแกรม Tracker มีฟังก์ชันสร้างแบบจำลองการเคลื่อนที่ของวัตถุเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการทดลอง โดยเลือกจากแถบเครื่องมือ Track Control เลือก Tracks > New > จะปรากฏแถบออกมา สามารถเลือกแบบจำลองได้สองแบบ คือ Kinematic Particle Model หรือ Dynamic Particle Model ขึ้นอยู่กับว่ามีสมการอธิบายการเคลื่อนที่ในเชิงจลนศาสตร์หรือพลศาสตร์ แต่อาจต้องเพิ่มค่าตัวแปร ทำได้โดยการเลือก Add ค่าตัวแปร (parameter) เช่น ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ( $g = 0.8$  เมตร/วินาที) เพราะโปรแกรม Tracker ไม่มีค่าคงที่เหล่านี้ในโปรแกรม

สรุปได้ว่าปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ส่งผลให้กล้องดิจิทัลที่มีฟังก์ชันถ่ายวิดีโออัตราเร็วสูงมีราคาในระดับผู้บริโภค อีกทั้งโทรศัพท์มือถือในยุคปัจจุบันมีฟังก์ชันถ่ายวิดีโออัตราเร็วสูงซึ่งสามารถนำไปปรับใช้ในการถ่ายวิดีโออัตราเร็วสูงได้ รวมทั้งโปรแกรมแทรกเกอร์ (Tracker) เป็นวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูงที่พัฒนาโดยนักฟิสิกส์ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองฟิสิกส์โดยเฉพาะ สามารถนำมาประยุกต์ใช้เข้าด้วยกันได้ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สร้างโอกาสให้ผู้สอนวิทยาศาสตร์ (ฟิสิกส์) สามารถนำเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูงมาปรับใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดีและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะต่าง ๆ ในการเรียนรู้ได้

### 2.3 การส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

### 2.3.1 ความหมายและความสำคัญของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ให้นิยามความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ไว้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ

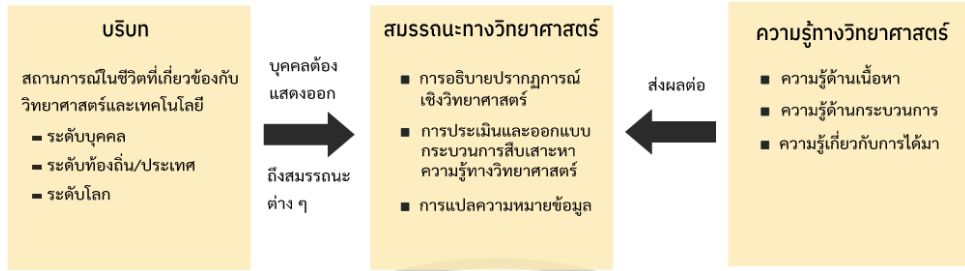
บุคคลที่ได้ชื่อว่าฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้และใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ PISA จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้

1) บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจในข้อเท็จจริง แนวคิดหลัก และทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรู้ ประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี (ความรู้ด้านเนื้อหา) ความรู้เกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ (ความรู้ด้านกระบวนการ) และความเข้าใจในเหตุผลพื้นฐานของกระบวนการสร้างความรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้)

3) สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบทั้งสามมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิต คนเราต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ทั้งถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่ โดยความสัมพันธ์แสดงดังนี้



### ภาพที่ 2.3 : กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์

ที่มา : โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) PISA ประเมินด้านวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และนियามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งต่อไปนี้ (OECD, 2013)

3.1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) หมายถึง มีความสามารถในการรับรู้ เสนอและประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี

3.2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) หมายถึง การมีความสามารถในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

3.3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) หมายถึง การมีความสามารถในการวิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้าง และข้อโต้แย้งในหลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

#### 2.3.2 วิธีการพัฒนาผู้เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบ Active Learning เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

สถาพร พลฤทธิกุล (2558) ได้กล่าวถึง แนวทางจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning Active Learning จึงเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ทางปัญญา (Constructivism) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการ

เรียนรู้ ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น โดยกระบวนการคิดขั้นสูง กล่าวคือ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับ จากกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยลักษณะของการจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning มีรายละเอียดดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2553)

- 1) เป็นการเรียนการสอนที่พัฒนาศักยภาพทางสมอง ได้แก่ การคิด การแก้ปัญหา และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้
- 2) เป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้สูงสุด
- 3) ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้และจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 4) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทั้งในด้านการสร้างองค์ความรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ร่วมมือกันมากกว่าการแข่งขัน
- 5) ผู้เรียนเรียนรู้ความรับผิดชอบร่วมกัน การมีวินัยในการทำงาน และการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ
- 6) เป็นกระบวนการสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนอ่าน ฟัง คิดอย่างลุ่มลึก ผู้เรียนจะเป็นผู้จัดระบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- 7) เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง
- 8) เป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบูรณาการข้อมูลข่าวสาร หรือสารสนเทศ และหลักการความคิดรวบยอด
- 9) ผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้ปฏิบัติด้วยตนเอง
- 10) ความรู้เกิดจากประสบการณ์ การสร้างองค์ความรู้ และการสรุปทบทวนของผู้เรียน

บทบาทของอาจารย์ผู้สอน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการเรียนการสอนแบบ Active Learning ดังนี้ (ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ, 2550) จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียน

- 1) สร้างบรรยากาศของการมีส่วนร่วม และการเจรจาโต้ตอบที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับผู้สอนและเพื่อนในชั้นเรียน

- 2) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นพลวัต ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกิจกรรมรวมทั้งกระตุ้นให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้
- 3) จัดสภาพการเรียนรู้แบบร่วมมือ ส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือในกลุ่มผู้เรียน
- 4) จัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ท้าทาย และให้โอกาสผู้เรียนได้รับวิธีการสอนที่หลากหลาย
- 5) วางแผนเกี่ยวกับเวลาในการจัดการเรียนการสอนอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนของเนื้อหาและกิจกรรม
- 6) ครูผู้สอนต้องใจกว้าง ยอมรับในความสามารถในการแสดงออก และความคิดของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จะต้องมีกรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ บริบท ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งบริบทหรือสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนำมาประกอบกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์จะทำให้แสดงออกถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ที่ PISA กำหนดไว้ มี 3 ประการดังนี้ 1.) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) 2.) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) 3.) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) ซึ่ง การจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้นั้น จะต้องพัฒนาผู้เรียนด้วยกระบวนการเรียนการสอนแบบ Active Learning ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวก จัดให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน กิจกรรมต้องสะท้อนความต้องการในการพัฒนาผู้เรียนและเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงของผู้เรียนได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสมรรถนะในประเด็นที่ 1 สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งความสามารถออกเป็น 5 ด้าน คือ

- 1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 2) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- 3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- 4) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

## 2.4 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

### 2.4.1 การจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21

วิจารณ์ พานิช (2555, น. 16-21) ได้กล่าวถึง ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ว่าสาระวิชามีความสำคัญแต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชา (content หรือ subject matter) ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของนักเรียน โดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ สาระวิชาหลัก (Core Subjects) ประกอบด้วย ภาษาแม่ และภาษาสำคัญของโลก ศิลปะคณิตศาสตร์ การปกครองและหน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ และประวัติศาสตร์ โดยวิชาแกนหลักนี้จะนำมาสู่การกำหนดเป็นกรอบแนวคิดและยุทธศาสตร์สำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาเชิงสหวิทยาการ (Interdisciplinary) หรือหัวข้อสำหรับศตวรรษที่ 21 โดยการส่งเสริมความเข้าใจ ในเนื้อหา วิชาแกนหลัก และสอดแทรกทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลัก ดังนี้

- 1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม จะเป็นตัวกำหนดความพร้อมของนักเรียนเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในปัจจุบัน ได้แก่ ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา และการสื่อสารและการร่วมมือ
- 2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เนื่องด้วยในปัจจุบันมีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อและเทคโนโลยีมากมาย ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการแสดงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและปฏิบัติงานได้หลากหลาย โดยอาศัยความรู้ในหลายด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านสารสนเทศ ความรู้เกี่ยวกับสื่อและความรู้ด้านเทคโนโลยี
- 3) ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิตและทำงาน ในยุคปัจจุบันให้ประสบความสำเร็จนักเรียนจะต้องพัฒนาทักษะชีวิตที่สำคัญ ได้แก่ ความยืดหยุ่นและการปรับตัว การริเริ่มสร้างสรรค์และ เป็นเจ้าของตัวเอง ทักษะสังคมและสังคมข้ามวัฒนธรรม การเป็นผู้สร้างหรือผู้ผลิต (Productivity) และ ความรับผิดชอบเชื่อถือได้ (Accountability) และ ภาวะผู้นำและความรับผิดชอบ (Responsibility)



ภาพที่ 2.4 : กรอบความคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

ที่มา : ชมพู่ เนื่องจันทน์, ภัทรยุทธ โสภอัสวกรณ์, และอัจฉรา ธนียะเพียร, 2563, น. 630

ความรู้ในวิชาแกน เนื้อหาประเด็นที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 และ ทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอชิป จิตตฤกษ์, 2554) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ความรู้ในวิชาแกนและเนื้อหาประเด็นที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย ความรู้ในวิชาแกน ได้แก่ ภาษาแม่และภาษาโลก คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ศิลปะ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ หน้าที่พลเมืองและการปกครอง เนื้อหาประเด็นที่สำคัญสำหรับศตวรรษที่ 21 ที่ส่งผลต่อความสำเร็จและมีความสำคัญในที่ทำงานและชุมชน ได้แก่

- ความรู้เกี่ยวกับโลก(Global Awareness)
- ความรู้เกี่ยวกับการเงิน เศรษฐศาสตร์ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ (Financial, Economics, Business and Entrepreneurial Literacy)
- ความรู้ด้านการเป็นพลเมืองที่ดี (Civic Literacy)
- ความรู้ด้านสุขภาพ (Health Literacy)
- ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Literacy)

2) ทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยทักษะที่สำคัญ 3 ประการ ดังนี้

2.1) ทักษะชีวิตและการทำงาน (Life and Career Skills) ในการดำรงชีวิตและในการ ทำงานนั้นไม่เพียงต้องการ คนที่มีความรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหา หรือทักษะการคิดเท่านั้น หากแต่ยัง ต้องการผู้ที่สามารถทำงานในบริบทที่มีความซับซ้อนมากขึ้นอีกด้วยทักษะที่จำเป็น ได้แก่

- ความยืดหยุ่นและความสามารถในการปรับตัว (Flexibility and Adaptability)
- ความคิดริเริ่มและการชี้นำตนเอง (Initiative and Self Direction)

- ทักษะทางสังคมและการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรม (Social and Cross-cultural Skills)
- การเพิ่มผลผลิตและความรับผิดชอบ (Productivity and Accountability)
- ความเป็นผู้นำและความรับผิดชอบ (Leadership and Responsibility)

2.2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (Information, Media and Technology Skills) ซึ่งในศตวรรษที่ 21 นี้ นับได้ว่ามีความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาก ดังนั้น ผู้เรียนจึงควรมีทักษะ ดังต่อไปนี้ คือ

- การรู้เท่าทันสารสนเทศ (Information Literacy)
- การรู้เท่าทันสื่อ (Media Literacy)
- การรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT (Information, Communications & Technology) Literacy)

2.3) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (Learning and Innovation Skills) ได้แก่

- ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ซึ่งครอบคลุมไปถึง การคิดแบบสร้างสรรค์ การทำงานอย่างสร้างสรรค์ร่วมกับผู้อื่น และการนำความคิดนั้น ไปใช้อย่างสร้างสรรค์

- การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) หมายความว่ารวมถึงการ คิดอย่างมีเหตุผล การคิดเชิงระบบ การคิดตัดสินใจและการ คิด แก้ปัญหา

- การสื่อสารและการร่วมมือ (Communication and Collaboration) ซึ่งเน้นการสื่อสาร โดยใช้สื่อรูปแบบ ต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพ ชัดเจน และการทำงานร่วมกับผู้อื่น อย่างมี ประสิทธิภาพ

กรอบแนวคิดเชิงมนทัศน์สำหรับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นที่ยอมรับในการสร้างทักษะการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 (Model of 21<sup>st</sup> Century Outcomes and Support Systems) ซึ่งเป็นที่ยอมรับอย่าง กว้างขวางเนื่องด้วยเป็นกรอบแนวคิดที่เน้นผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน (Student Outcomes) ทั้งในด้านความรู้ สาระวิชาหลัก (Core Subjects) และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะช่วยผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมในหลากหลายด้าน รวมทั้งระบบสนับสนุนการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานและการประเมิน หลักสูตรและการเรียน การสอน การพัฒนาครู สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนในศตวรรษที่ 21 ทำให้ทราบสิ่งองค์ประกอบ ของลักษณะการเรียนรู้ของเด็กยุคใหม่ในศตวรรษที่ 21 ที่เป็นปัจจัยสนับสนุนที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ดังกล่าว ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 จะช่วยเตรียมความพร้อมให้นักเรียนรู้จักคิด เรียนรู้ ทำงาน แก้ปัญหา สื่อสาร และ ร่วมมือทำงานได้ อย่างมีประสิทธิภาพไปตลอดชีวิต

#### 2.4.2 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ควรจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ตามที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 23 วรรค 2 ได้กำหนดไว้ในเรื่องของความสำคัญของการบูรณาการความรู้ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ตามความเหมาะสมของระดับการศึกษา และในมาตรา 24 ได้เน้นในเรื่อง ของการจัดการกระบวนการเรียนรู้ โดยระบุให้สถานศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการใน 11 เรื่องที่เกี่ยวกับการจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่าง บุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญ สถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาจัดกิจกรรมให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำ ได้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่าน และเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง จัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ในด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วน สมดุลกัน รวมทั้งปลูกฝังคุณธรรม ค่านิยมที่ดี และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ไว้ จัดบรรยากาศการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนและจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา และทุกสถานที่ นอกจากนี้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน เน้นกระบวนการที่ผู้เรียนเป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ปลูกจิตสำนึกให้ผู้เรียนมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์มีความสนใจใฝ่รู้ ซื่อสัตย์ อดทน มุ่งมั่น ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีความคิดสร้างสรรค์ กระตือรือร้นและยอมรับ ด้วยเหตุผล (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551)

ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยระบบการจัดการศึกษาในปัจจุบันมีบทบาทสำคัญในการก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ (Knowledge Society) ซึ่งต้องพึ่งพาความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาคน องค์กร เศรษฐกิจ สังคม อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการบริการ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาประเทศ ดังนั้น ระบบและกระบวนการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์ที่เหมาะสมและมีคุณภาพ จึงเป็นกลไกสำคัญในการนำพาประเทศไปอยู่ในกลุ่มประเทศก้าวหน้า ปัจจุบันวิทยาการสาขาต่าง ๆ มีความก้าวหน้ามาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเจริญรุดหน้าไปอย่างรวดเร็ว นับวันความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ จะยิ่งทวีมากขึ้นจนเรียกว่าเป็นสังคมข้อมูลข่าวสาร (Information Society) หรือสังคมวิทยาศาสตร์ (Science Society) การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงต้องให้ความสำคัญทั้งสภาพปัจจุบันและอนาคต โดยการสำรวจตรวจสอบใน 3 เรื่อง คือ 1) สภาพความเป็นจริงของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

2) ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

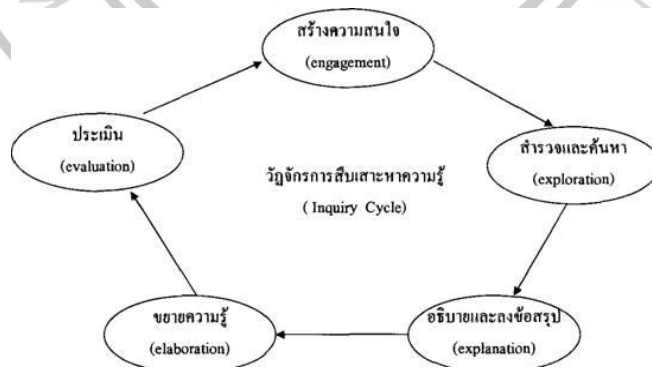
3) แนวโน้มการจัดการเรียนการสอนที่อาศัยการสร้างกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่ใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพัฒนาการเรียนการสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันอยู่บนพื้นฐานของการศึกษาใน ส่วนของเนื้อหาและหลักการด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง ประกอบกับหลักการด้านจิตวิทยา พัฒนาการที่ สัมพันธ์กับการเรียนรู้ ปัจจุบันนี้เป็นที่ยอมรับแล้วว่า พัฒนาการทางสมองของมนุษย์ ในวัยต่าง ๆ เป็นหัวใจสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อการเรียนรู้ จึงนำมาใช้เป็นพื้นฐานในการจัดการ เรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

- 1) ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget
- 2) ทฤษฎีการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by doing ) ของ John Dewey
- 3) ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ (Discovery learning ของ Bruner
- 4) การเรียนรู้ที่มีความหมายของ Asubel
- 5) ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)

กระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในการวิจัยจะใช้ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ ด้วยตนเอง (Constructivism) ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ (engagement)
- 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (exploration)
- 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (explanation)
- 4) ขั้นขยายความรู้ (elaboration)
- 5) ขั้นประเมิน (evaluation)



ภาพที่ 2.5 : วัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ, 2552

### 2.4.3 กระบวนการจัดกิจกรรมแบบ POE

กระบวนการจัดกิจกรรมแบบ POE เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการสังเกต การทำนายและอธิบาย มีนักการศึกษาได้อธิบายการดำเนินกิจกรรมดังกล่าวนี้ไว้หลากหลายประเด็น ดังต่อไปนี้

วัชรียา พรหมพันธ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล,และฉัตรทอง ปานศุภวัชร (2563, น. 110) กล่าวถึง กระบวนการจัดกิจกรรมแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการทำนาย (Predict) เป็นขั้นตอนที่ใช้ความรู้เดิมให้เหตุผล และทำนายสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น เพื่อทำนายสถานการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกต (Observe) เป็นขั้นตอนการแสวงหาคำตอบด้วยการ สังเกตลงมือปฏิบัติ ทำการทดลอง สืบเสาะหาความรู้ บันทึกผลอย่างละเอียด เพื่อนำไปตอบปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนการอธิบาย เปรียบเทียบ เพื่อ แสดงข้อโต้แย้งหรือสนับสนุนสิ่งที่ได้ทำนายไว้ จากการใช้ข้อมูลที่ได้จากการสังเกต

สลลิตทิพย์ พรหมช่อง และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ (2556, น. 154) กล่าวว่าวิธี รูปแบบ POE แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

Prediction หรือขั้น P คือขั้นการทำนายผลลัพธ์ เป็นขั้นตอนการทำนายสิ่ง ที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดให้

Observation หรือขั้น O คือขั้นการสังเกต เป็นขั้นตอนของการแสวงหา คำตอบจากสถานการณ์หรือปัญหาที่พบเจอ

Explain หรือขั้น E คือขั้นอธิบายผลลัพธ์ จากสิ่งที่ผู้เรียน ได้ค้นพบและ นำมาเปรียบเทียบกับผลที่ทำนายไว้ในขั้นตอนการทำนาย

สาโรจน์ ทองนาค และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ (2559, น. 135-142) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้รูปแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

ขั้นการทำนายผล (Predict : P) เป็นขั้นตอนการคาดการณ์ผลลัพธ์ที่อาจ เป็นไปได้ภายใต้สถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด

ขั้นการสังเกต ทดลองสืบค้นข้อมูล (Observe : O) เป็นขั้นตอนการค้นหา คำตอบจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้การสังเกต ลงมือปฏิบัติ สืบค้นเนื้อหา เพื่อนำไปอธิบาย เหตุการณ์ที่ผู้สอนกำหนด

ขั้นการอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนการสรุปความรู้จากการ คาดการณ์ผลลัพธ์และการทำกิจกรรมจนนำไปสู่ข้อสรุปต่าง ๆ

โดย POE เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม สืบเสาะข้อมูลหรือดำเนินกิจกรรมและลงข้อสรุป เกิดเป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

พริยา พงษ์ภักดี และ ไชยพงษ์ เรื่องสุวรรณ (2556, น. 7) ได้อธิบายขั้นตอน การจัดการกิจกรรมแบบ POE ตามแนวคิดของ White and Gunstone ไว้ 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นทำนายผล (Predict :P) เป็นการคาดการณ์ผลที่อาจจะเกิดขึ้นจาก สถานการณ์ที่กำหนดอย่างมีเหตุและผล

ขั้นสังเกต/ทดลอง (Observe :O) เป็นขั้นตอนการพิสูจน์ ทดลองหาคำตอบเกี่ยวกับผลลัพธ์ที่ได้คาดการณ์ไว้ จากกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา

ขั้นอธิบาย (Explain :E) เป็นขั้นตอนการสรุป และลงความคิดเห็นว่าสิ่งที่ได้คาดการณ์กับข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมเหมือนหรือแตกต่างกันด้วยเหตุผลอะไร

White and Gunstone (2006) ได้อธิบายถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ แบบ POE ไว้ 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นทำนาย เป็นขั้นตอนการใช้ความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีไปทำนายเหตุการณ์ที่  
ขั้นสังเกต เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ สืบค้นและสังเกต สิ่งที่ได้ เรียนรู้จากสถานการณ์ที่กำหนด

ขั้นอธิบาย เป็นขั้นตอนสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนแก้ไขข้อขัดแย้งต่าง ๆ ระหว่าง สิ่งที่ได้ทำนายไว้กับสิ่งที่ค้นพบในขั้นการสังเกต เป็นผลจากการวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อหาคำตอบ

Liew and Treagust (1998) อ้างถึงใน Costu et al. (2012, p. 51) แสดงให้เห็นว่าการจัดการกิจกรรมแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

Predict (P) เป็นขั้นตอน การทำนาย คาดการณ์ผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ นอกจากการทำนายแล้วต้องให้เหตุผลประกอบคำทำนายที่ได้ทำนายไว้

Observe (O) เป็นขั้นตอนการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการ ทดลองอธิบายเหตุผลประกอบการสังเกต

Explain (E) เป็นขั้นตอนการเปรียบเทียบผลการสังเกตกับผลการทำนาย ด้วยเหตุผลผลลัพธ์ได้สนับสนุนหรือโต้แย้งคำทำนาย

ศรินภา ภาควงศ์ และ น้อยทิพย์ ลิ้มยิ่งเจริญ (2554, น. 81) กล่าวว่า สำหรับการดำเนินกิจกรรมแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 เริ่มจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการทำนายผลลัพธ์จากสถานการณ์ ปัญหา เรียกว่า ขั้นการทำนายผล (Predict : P)

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นตอนการสืบเสาะ รวบรวมข้อมูล จากการทำการทดลอง หรือการลงมือปฏิบัติและการสังเกตเพื่อสำรวจข้อมูลนำไปสู่การค้นพบแนวคำตอบ เรียกว่าขั้นการสังเกต (Observe : O)

ขั้นที่ 3 เป็นขั้นตอนนำเอาข้อมูลที่ได้ไปอธิบายผล ลงความคิดเห็นจาก การใช้ข้อมูลที่ได้รวบรวมมาในขั้นสังเกต แสดงถึงข้อสนับสนุนและข้อแตกต่างของผลจากการ ทำนาย เรียกว่า ขั้นการอธิบายผล (Explain : E)

ศราวุธ นาเสงี่ยม (2554, น. 5) ได้กล่าวว่า กิจกรรมแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนของการทำนาย (Predict) คือ การทำนายหรือคาดการณ์ผลลัพธ์ จากการทดลอง กิจกรรม สถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดพร้อมให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น

ขั้นตอนของการสังเกต (Observing) เป็นขั้นการทดลอง ค้นหาคำตอบ พิสูจน์เกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนด

ขั้นของการอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนเกิดข้อขัดแย้งของผลที่ได้กับการทำนายซึ่งผู้เรียนต้องอธิบายถึงเหตุผลของข้อขัดแย้ง หากไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเอง ต้องสืบค้นคำตอบร่วมกับเพื่อนเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบและเหตุผลในการอธิบาย

จากที่กล่าวมาในข้างต้นสามารถสรุปกระบวนการจัดกิจกรรม สรุปกระบวนการจัดกิจกรรมแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการทำนาย (Predict : P) เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนกำหนด สถานการณ์ ปัญหา การทดลองแล้วให้ผู้เรียนทำนายผลลัพธ์ที่อาจเป็นไปได้หรือการตั้งสมมติฐาน พร้อมอธิบายเหตุผลโดยผู้เรียนจะนำความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้สำหรับการอธิบายเหตุผลของการทำนายโดยที่ผู้เรียนยังไม่มีกรลงมือปฏิบัติ

ขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกต (Observe : O) เป็นขั้นการสังเกตที่ผู้เรียนต้องลงมือ ปฏิบัติกิจกรรม ค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์ ปัญหา การสังเกต หรือการทดลองเพื่อให้ได้มาซึ่ง ข้อมูลที่ใช้เป็นเหตุผลสนับสนุนหรือ ได้แย้งผลที่ผู้เรียนได้ทำนายไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย (Explain : E) เป็นขั้นตอนการอธิบายผลที่ได้จากการลง มือปฏิบัติกิจกรรม สังเกต ทดลอง นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับสิ่งที่ได้ทำนายไว้ อธิบายเหตุผลสนับสนุนสิ่งที่ได้ทำนายหรือ ได้แย้งสิ่งที่ทำนาย ผู้เรียนจะเกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

ลลิตา สารสุวรรณ และวิมล สำราญวานิช (2557) ที่กล่าวว่า POE เป็น วิธีการจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ที่ส่งเสริมการสร้างองค์

ความรู้ใหม่ จากความรู้เดิม ช่วยให้ผู้เรียนสำรวจแนวคิดและตัดสินใจในความคิดได้

ดังนั้นกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในการวิจัยจะใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry process) โดยมีการกำหนดขั้นตอนวิธีการดำเนินกิจกรรมรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

#### 2.4.4 ความหมายพัฒนาการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

พัฒนาการของวัยเด็กตอนปลาย โดยสามารถสรุปได้ดังนี้ วัยเด็กตอนปลาย มีอายุอยู่ในช่วง 6-12 ปี วัยนี้จะคาบเกี่ยวกับระยะก่อนวัยรุ่น ลักษณะพัฒนาการสำคัญที่เกิดขึ้นในวัยนี้คือ “การเตรียมตัว” เพื่อเติบโตเป็นเด็กวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ที่พร้อมจะเผชิญและรับผิดชอบต่อตนเองในทุก ๆ ด้าน วัยนี้ต่อมต่าง ๆ ของร่างกายจะทำงานเต็มที่ จะพบการเปลี่ยนแปลงในด้านโครงสร้างกระดูกและสัดส่วนของร่างกายเกิดขึ้น เด็กวัยนี้จะใช้ชีวิตส่วนใหญ่กับสังคมนอกบ้าน จะให้ความเป็นเพื่อนกับผู้อื่น สร้างมิตรภาพกับกลุ่ม เริ่มเรียนรู้ค่านิยมทางสังคมจากกลุ่มเพื่อน และบุคคลรอบข้าง สามารถพัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์สังเคราะห์ได้ นอกจากนี้เด็กวัยนี้ยังพัฒนาการรู้จักตนเอง เริ่มมองเห็นตนเองตามที่เป็นจริง ยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล ตลอดจนสามารถเรียนรู้เอกลักษณ์ในกลุ่มของตนเองได้

นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6) มีอายุอยู่ในช่วง 6-12 ปี วัยนี้จะคาบเกี่ยวกับระยะก่อนวัยรุ่น ลักษณะพัฒนาการสำคัญที่เกิดขึ้นในวัยนี้คือ “การเตรียมตัว” เพื่อเติบโตเป็นเด็กวัยรุ่นและวัยผู้ใหญ่ที่พร้อมจะเผชิญและรับผิดชอบต่อตนเองในทุก ๆ ด้าน ร่างกายเริ่มที่จะทำงานได้เต็มที่ เด็กวัยนี้จะใช้ชีวิตส่วนใหญ่กับสังคมนอกบ้าน จะให้ความเป็นเพื่อนกับผู้อื่น สร้างมิตรภาพกับกลุ่ม เริ่มเรียนรู้ค่านิยมทางสังคมจากกลุ่มเพื่อน และบุคคลรอบข้าง สามารถพัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์สังเคราะห์ได้ นอกจากนี้เด็กวัยนี้ยังพัฒนาการรู้จักตนเอง เริ่มมองเห็นตนเองตามที่เป็นจริง ยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล ตลอดจนสามารถเรียนรู้เอกลักษณ์ในกลุ่มของตนเองได้จึงควรที่จะให้เด็กกลุ่มนี้ได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่อการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อีกด้วย

จากที่กล่าวมาการจัดการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 สาระวิชามีความสำคัญแต่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้เพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ปัจจุบันการเรียนรู้สาระวิชา ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าเองของนักเรียน โดยครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วย

ให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ โดยมีกรอบความคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ส่งเสริมความเข้าใจ ในเนื้อหา วิชาแกนหลัก และสอดคล้องทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เข้าไปในทุกวิชาแกนหลัก ดังนี้ 1) ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม , 2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี , 3) ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ในการดำรงชีวิตและทำงานกรอบแนวคิดเชิงมนทัศน์สำหรับทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นที่ยอมรับในการสร้างทักษะการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 เป็นกรอบแนวคิดที่เน้นผลลัพธ์ที่เกิดกับผู้เรียน (Student Outcomes) ทั้งในด้านความรู้ สาระวิชาหลัก (Core Subjects) และทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะช่วยผู้เรียนได้เตรียมความพร้อมในหลากหลายด้าน ซึ่งการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด จัดกระบวนการเรียนรู้ จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญ สถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติ ให้ทำ ได้คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยกระบวนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ใช้ในการวิจัยจะใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเหมาะสมกับช่วงวัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่เตรียมตัวเพื่อเติบโตเป็นเด็กวัยรุ่น และวัยผู้ใหญ่ที่พร้อมจะเผชิญและรับผิดชอบตนเองในทุก ๆ ด้านสามารถยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล ตลอดจนสามารถเรียนรู้เอกลักษณ์ในกลุ่มของตนเองได้จึงควรที่จะให้เด็กกลุ่มนี้ได้เรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่อการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ เพื่อพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อีกด้วย

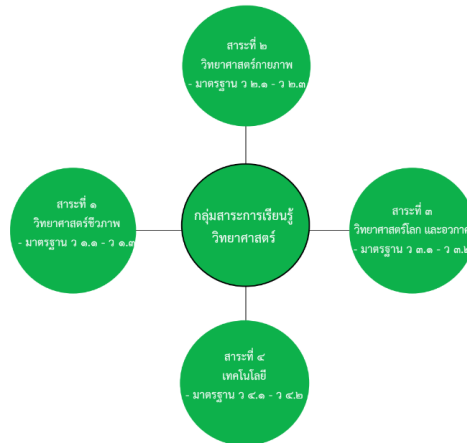
## 2.5 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ดำเนินการจัดทำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุงพ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 นี้ ได้กำหนดสาระการเรียนรู้ออกเป็น 4 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ, สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์

กายภาพ, สารที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ และสารที่ 4 เทคโนโลยี มีสารเพิ่มเติม 4 สาร ได้แก่ สารชีววิทยา สารเคมี สารฟิสิกส์ และสารโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ ซึ่งองค์ประกอบของหลักสูตร ทั้งในด้านของเนื้อหา การจัดการเรียนการสอน และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น ให้มีความต่อเนื่องเชื่อมโยงกัน ตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สำหรับกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนเป็นพื้นฐาน เพื่อให้สามารถนำความรู้นี้ไปใช้ในการดำรงชีวิตหรือศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้วิทยาศาสตร์ได้ โดยจัดเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหาแต่ละสาระในแต่ละระดับชั้นให้มีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการเรียนรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญทั้งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 20 ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจ โดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มุ่งหวังให้เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อผู้เรียนมากที่สุด จึงได้จัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ขึ้น เพื่อให้สถานศึกษา ครูผู้สอน ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ได้ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหนังสือเรียน คู่มือครู สื่อประกอบการเรียนการสอน ตลอดจนการวัดและประเมินผล โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่จัดทำขึ้นนี้ได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันภายในสาระการเรียนรู้เดียวกัน และระหว่างสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วย นอกจากนี้ยังได้ปรับปรุงเพื่อให้มีความทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลง และความเจริญก้าวหน้าของวิทยาการต่าง ๆ และทัดเทียมกับนานาชาติ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สรุปเป็นแผนภาพได้ ดังนี้



ภาพที่ 2.6 : แผนภาพสาระการเรียนรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา : โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563

### 2.5.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้ของ "สื่อหลายมิติ" โดยก่อนที่จะมีการประมวลเป็นสารสนเทศนั้น ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับรูปแบบโดยแบ่งเป็นลักษณะดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระที่สอดคล้องกับเรื่องการเคลื่อนที่ในแนวตรงคือ สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ซึ่งตรงกับมาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

**ตารางที่ 2.1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย**

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
ว 2.2 ป 4/3 บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>• มวล คือ ปริมาณเนื้อของสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้น มวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย</li> </ul>
ว 2.2 ป 5/1 อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ ในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>• แรงลัพธ์เป็นผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุเดียวกันจะมีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางเดียวกันแต่จะมีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน สำหรับวัตถุที่อยู่นิ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์</li> </ul>
ว 2.2 ป 5/2 เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรงและความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ</li> </ul>
ว 2.2 ป 5/4 ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>• แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิวหนึ่งให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวหนึ่งก็จะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง</li> </ul>
ว 2.2 ป 5/5 เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรงที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ, หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุงพุทธศักราช 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) ได้ดำเนินการจัดทำคู่มือคู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับ เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันและแรงเสียดทาน ดังนี้

### 2.5.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่

แรง เป็นอำนาจภายนอกที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง ทั้งทางลักษณะรูปร่าง ตำแหน่งทิศทาง และการเคลื่อนที่ เป็นปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างวัตถุต่อวัตถุด้วยตนเอง หรือระหว่างวัตถุต่อสิ่งภายนอก ในทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแรงถูกกำหนดให้เป็นปริมาณเวกเตอร์ (Vector) ที่มีทั้งขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Direction) แรงประกอบไปด้วยแรงย่อยและแรงลัพธ์ ถ้ามีแรงมากกว่าหนึ่งแรงกระทำต่อวัตถุ แรงลัพธ์คือผลรวมของแรงย่อยทั้งหมดที่มากระทำต่อวัตถุดังกล่าว โดยมีหน่วยเป็นนิวตัน (Newton) ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน เช่น การเดิน, รถยนต์เคลื่อนที่บนถนนบางช่วง, รถไฟเคลื่อนที่ตามรางรถไฟ, คนวิ่งแข่งบนลู่วิ่ง, คนลากรถเข็น เป็นต้น

#### 2.5.2.1 แรงลัพธ์

แรงลัพธ์ คือ ผลรวมของแรงตั้งแต่ 2 แรงขึ้นไป ที่ร่วมกันกระทำต่อวัตถุเดียวกัน แล้วมีผลทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ไปตามผลของแรงลัพธ์

##### ผลของแรงลัพธ์

- 1) ออกแรง 2 แรงในทิศทางเดียวกัน วัตถุจะเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่ออกแรง



วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวา

ภาพที่ 2.7 : แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุไปทางขวา

- 2) ออกแรง 2 แรงในทิศทางตรงข้ามกัน และมีขนาดของแรงไม่เท่ากัน วัตถุจะเคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่ออกแรงมากกว่า



วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้าย

ภาพที่ 2.8 : แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุไปทางซ้าย

3) ออกแรง 2 แรงในทิศทางตรงข้ามกัน และมีขนาดของแรง เท่ากัน จะเกิดการหักล้างของแรงแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์



ภาพที่ 2.9 : แสดงการออกแรง 2 แรง เท่ากันในทิศทางตรงข้ามกัน

2.5.2.2 การเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุ

1) ทิศทางของแรง

- ออกแรงไปทางขวา
- ออกแรงไปทางซ้าย



2) ขนาดของแรง

- ลูกศรสั้น = ออกแรงน้อย
- ลูกศรยาว = ออกแรงมาก



2.5.2.3 การวัดค่าของวัดแรง

แรง มีหน่วยเป็น นิวตัน (N) ตามชื่อของ เซอร์ ไอแซก นิวตัน ผู้ทำการศึกษาเรื่องแรง และ ผู้ค้นพบทฤษฎีแรงโน้มถ่วงของโลก

- การค่าของวัดแรงที่มากกระทำต่อวัตถุ ใช้เครื่องชั่งสปริงวัดค่าของแรง



ภาพที่ 2.10 : แสดงการใช้เครื่องชั่งสปริงวัดค่าของแรง

ที่มา : จาก คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ป.5 เล่ม 1 (น. 63), โดย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2562, สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

#### 2.5.2.4 กฎของนิวตัน

กฎข้อที่ 1 :  $\sum F = 0$  หรือกฎของความเฉื่อย (วัตถุหยุดนิ่ง)

กฎข้อที่ 2 :  $\sum F = ma$  หรือกฎของความเร่ง

กฎข้อที่ 3 : Action = Reaction หรือ แรงกิริยา = แรงปฏิกิริยา

#### 2.5.2.5 สมการที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแรงลัพธ์

การคำนวณหาแรงลัพธ์  $\sum F = ma$

- แรงลัพธ์ในทิศทางเดียวกัน

$$\sum F = F_1 + F_2 + \dots$$

- แรงลัพธ์ในทิศทางตรงข้าม

$$\sum F = F_1 - F_2 - \dots$$

- แรงลัพธ์ 2 แรงเท่ากันในทิศทางตรงข้าม (วัตถุไม่เคลื่อนที่)

$$\sum F = F_1 - F_2 = 0$$

#### 2.5.2.6 ประโยชน์ของแรงลัพธ์

- 1) การคมนาคม เช่น ใช้ วิว ม้า ออกแรงลากรถเกวียน
- 2) กระจางแขวน ใช้ลวด 3 เส้น ช่วยยึดกระจางเอาไว้ทำให้เกิดความสมดุล

#### 2.5.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับแรงเสียดทาน

แรงเสียดทาน คือ แรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของ วัตถุ 2 ชนิด โดยเป็นแรงที่ผิวของวัตถุหนึ่ง ด้านการเคลื่อนที่ของ ผิววัตถุอีกผิวหนึ่ง และมีทิศทางของแรงตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ



ภาพที่ 2.11 : ลักษณะการเกิดแรงเสียดทาน

- ถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุใดที่อยู่นิ่ง บนพื้นผิวชนิดหนึ่งให้มีการเคลื่อนที่ไป แรงเสียดทานจะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุจึงมีผลทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ได้ยาก

- ถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุใด ที่กำลังเคลื่อนที่ แรงเสียดทานจะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ได้ช้าลงหรือหยุดเคลื่อนที่

### 2.5.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

1) น้ำหนักและแรงกดของวัตถุ : ถ้าวัตถุนี้น้ำหนักและแรงกดน้อย แรงเสียดทานก็จะน้อย แต่ถ้าวัตถุนี้น้ำหนักแ

2) ชนิดของพื้นผิวสัมผัส : ถ้าวัตถุเคลื่อนที่บนพื้นผิวเรียบ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะน้อย แต่ถ้าวัตถุเคลื่อนที่บนพื้นผิวขรุขระ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจะมาก ละแรงกดมาก แรงเสียดทานก็จะมาก

### 2.5.3.2 สมการที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

1) การคำนวณหาแรงเสียดทาน

$$\text{จาก } \sum F = F_1 - f$$

$$\text{ดังนั้น } \sum F = (ma) - \mu (mg)$$

2) การหาความเร่งของวัตถุ

$$\text{จาก } \sum F = ma$$

$$\text{ดังนั้น } a = \frac{\sum F}{m}$$

3) การคำนวณหาความเร็ว

$$3.1) \bar{v} = \frac{\bar{s}}{t}$$

$$3.2) \bar{v} = \bar{u} + at$$

### 2.5.3.3 ข้อดี-ข้อเสียของแรงเสียดทาน

ข้อดีของแรงเสียดทาน

- 1) แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างมือของเรากับวัตถุที่เราถือ ทำให้วัตถุไม่ลื่นและหลุดจากมือของเรา
- 2) แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นรองเท้ากับพื้นถนนขณะที่เราเดิน ทำให้เราไม่ลื่นหกล้ม
- 3) แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างล้อรถกับพื้นผิวถนน ทำให้ล้อรถเกาะติดพื้นผิวถนนได้ดี

### ข้อเสียของแรงเสียดทาน

- 1) แรงเสียดทานทำให้พื้นรองเท้าสึกกร่อนได้ เมื่อใช้ไปนาน ๆ
- 2) แรงเสียดทานทำให้การเคลื่อนย้ายสิ่งของเป็นไปได้ยาก
- 3) แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างล้อรถกับพื้นผิวถนน ทำให้ดอกยางล้อรถหลุดได้ง่าย

### 2.5.3.4 ประโยชน์ของแรงเสียดทาน

#### การลดแรงเสียดทาน

- 1) การสร้างถนน ต้องออกแบบและเลือกวัสดุที่นำมาสร้างถนนให้เหมาะสม
- 2) การเคลื่อนย้ายวัตถุที่มีขนาดใหญ่ หรือวัตถุมีน้ำหนักมาก อาจใช้รถเข็นมาช่วยในการเคลื่อนย้ายวัตถุ

#### การเพิ่มแรงเสียดทาน

- 1) การออกแบบดอกยางและลวดลายที่ล้อรถต่าง ๆ ช่วยให้อึด ยึดเกาะถนนได้ดี
- 2) การออกแบบรองเท้ากีฬา ทำให้นักกีฬาไม่ลื่นล้มขณะทำกิจกรรม
- 3) การใช้เบรกรถจักรยาน ช่วยชะลอความเร็ว หรือหยุดเคลื่อนที่ได้

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

สุจินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ (2560) ได้ศึกษาบทเรียน PISA : กระบวนการเรียนรู้แนวใหม่ที่ส่งเสริมสมรรถนะผู้เรียนระดับประถมศึกษา สรุปได้ว่า โลกปัจจุบันเป็นโลกของข้อมูลและข่าวสาร ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาและข้อมูลข่าวสารได้ง่ายและรวดเร็วผ่านสื่อประเภทต่าง ๆ มากมาย แต่ยังคงขาดทักษะและคุณลักษณะที่จำเป็นในการจัดการกับความรู้ให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เหตุปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนมีคุณภาพไม่เป็นที่น่าพอใจมีหลายประการ อาทิ ครูยังเป็นศูนย์กลางของการจัดการเรียนรู้ ยังเน้นสอนเนื้อหาที่มีครูเป็นผู้บอกความรู้ให้ ผู้เรียนยังขาดทักษะการคิดอย่างเป็นกระบวนการและขาดโอกาสในการลงมือปฏิบัติ หรืออาจกล่าวได้ว่าขาดกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะที่สำคัญ แนวคิดที่สนับสนุนความสำคัญของสมรรถนะ คือ ความฉลาดทางปัญญา ไม่ใช่ตัวชี้วัดที่ดีของผลงานและความสำเร็จโดยรวม แต่สมรรถนะกลับเป็นสิ่งที่สามารถคาดหมายความสำเร็จในงาน ได้ดีกว่า ทั้งนี้เพราะผู้ประสบความสำเร็จในหน้าที่การงานสามารถประยุกต์ใช้หลักการหรือความรู้ที่ตนมีอยู่ก่อให้เกิดประโยชน์ในงานที่ตนทำ ดังนั้น แนวทางแก้ปัญหาการจัดการศึกษาจึงต้องปรับเปลี่ยนจุดเน้นกระบวนการเรียนรู้จากฐาน

เนื้อหา (Content- Based) ไปเป็นฐานสมรรถนะ (Competency-Based) ครูในฐานะผู้ปฏิบัติมีบทบาทโดยตรงต่อการนำการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญนี้สู่ชั้นเรียน บทเรียน PISA เป็นแบบฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างให้สอดคล้องกับแนวข้อสอบของ PISA โดยไม่เน้นการประเมินด้านเนื้อหา (Content!) เพียงด้านเดียว แต่ให้ความสำคัญกับด้านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process) และด้านสถานการณ์หรือบริบท (Contexts) ควบคู่กันไป หลังจากนำบทเรียน PISA ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 850 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นสมรรถนะหลักสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังนั้น บทเรียน PISA จึงเป็นกระบวนการเรียนรู้แนวใหม่ที่จะช่วยครูใช้เป็นเครื่องมือสร้างเสริมสมรรถนะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

ศศิณีศา พชรชน โรจน์ (2562) ได้ทำการพัฒนาสื่อประสมตามหลักสูตรท้องถิ่น เรื่องการจัดการเรียนรู้การแกะสลักไม้ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสื่อประสมตามหลักสูตรท้องถิ่นเรื่อง การจัดการเรียนรู้การแกะสลักไม้ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ และศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้สื่อประสมและเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การจัดการเรียนรู้การแกะสลัก ไม้ ซึ่งการวิจัยนี้เลือกกลุ่มชุมชนบ้านถวาย อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้นแบบในการดำเนินการวิจัยจากการศึกษาและพัฒนาสื่อประสมเรื่อง การจัดการเรียนรู้การแกะสลัก ไม้ มีลักษณะการนำเสนอในรูปแบบการ์ตูนเล่าเรื่องและเป็นตัวดำเนินเรื่อง ประกอบกับการใช้จิตทัศน์ศาสตร์ในการนำเสนอขั้นตอนและวิธีการแกะสลักไม้อย่างละเอียด ข้อมูลที่นำเสนอมีทั้งในรูปแบบภาพนิ่งข้อความ และสื่อมัลติมีเดีย โดยกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนต้นแก้ว ผดุงพิทยาลัย ที่เรียนในหลักสูตรท้องถิ่นเรื่อง การจัดการเรียนรู้การแกะสลักไม้ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 28 คน ผลการวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อประสมดังกล่าว พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความพึงพอใจในภาพรวมของนักเรียนที่มีต่อสื่อประสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ผลการประเมินคุณภาพสื่อประสมที่ประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน รวมคุณภาพทั้งหมด 5 ด้าน มีค่าเฉลี่ยรวมเป็น 9.24 ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

รุ่งนภา พรหมภักดี (2556) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของชุดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนด เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการ

เรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนนิคมน้ำออนเจริญวิทยา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 23 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 29 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 แผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80 ถึง 1.00 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 มีค่าความยาก ระหว่าง 0.33 ถึง 0.72 ค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.22 ถึง 0.89 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.76 และแบบสอบถามความพึงพอใจ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.80-1.00 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบที (t-test แบบ Dependent samples) ผลการวิจัย พบว่า 1. ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 80.74/78.90 2. ดัชนีประสิทธิผลของชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6009 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

พุทธริชฌ บวรณสติตวงศ์, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และปราณี นางงาม (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา 2) ศึกษาผลของการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปล ความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน ปีการศึกษา 2559 เครื่องมือการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่องการย่อยอาหาร 2) แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของครู 3) แบบทดสอบสมรรถนะการ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ การวิจัยครั้งนี้ใช้หลักการวิจัยเชิงปฏิบัติการ มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผลการวิจัย พบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา

ประกอบด้วย การกระตุ้นความรู้เดิมด้วยสื่อโฆษณา การสะท้อนคำโฆษณาที่มีวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์เทียมประกอบอยู่ในสื่อโฆษณา การนำเข้าสู่ประเด็น การย่อยอาหารโดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของสื่อโฆษณา การศึกษาเนื้อหา การประเมินความเสี่ยงสื่อโฆษณา ผ่านบทบาทสมมติ การประยุกต์ใช้ความรู้สร้างชิ้นงาน การนำเสนอชิ้นงาน และการสะท้อนคิดเพื่อเห็นความคิดที่ เปลี่ยนแปลงไปจากการสะท้อนคำโฆษณา 2) ผลของการพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิง วิทยาศาสตร์พบว่าอยู่ที่ระดับ 3 และ 4 ตามลำดับ

จิราภรณ์ ปุณยวัจน์พรกุล และวิไลพร ลักษมีวานิชย์ (2562) ได้ทำการการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิถีไอความเร็วสูง กรณีศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และสำรวจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาค่า ความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain, <g>) ของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาฟิสิกส์และสาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่เลือกแบบเจาะจงจำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมกลุ่มละ 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบอัตนัยเพื่อวัดแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ กิจกรรมเสริมการเรียนรู้เรื่องการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ วิถีไอความเร็วสูงสำหรับกลุ่มทดลอง และกิจกรรมการศึกษาอย่างอิสระสำหรับกลุ่มควบคุม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าความก้าวหน้าทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่เสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ วิถีไอความเร็วสูงสามารถใช้ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบ โพรเจกไทล์เพิ่มขึ้นจากจำนวน เฉลี่ย ประมาณร้อยละ 12 เป็นร้อยละ 69 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ระหว่าง 0.24-0.95 มากกว่ากลุ่ม ควบคุม ที่ศึกษาอย่างอิสระนอกห้องเรียนที่พบความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ระหว่าง 0.06-0.75

จิราภรณ์ ปุณยวัจน์พรกุล, กชกร มั่งมี และอรอุมา เมธาเกสร (2563) ได้ ทำการศึกษาาระบบล้อและเพลลา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์วิถี ไอความเร็วสูงที่อัตรา 240 เฟรมต่อ วินาที โดยผลการศึกษาพบว่าระบบล้อและเพลลาที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพสูง ผลการศึกษา นี้แสดงให้เห็นว่าการใช้กล้องวิถี ไอความเร็วสูงและการวิเคราะห์ภาพถ่ายวิถี ไอสามารถช่วยให้นักเรียนและครูทุกระดับการศึกษามองเห็นภาพปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และสามารถเชื่อมโยง ปรากฏการณ์ดังกล่าวเข้ากับหลักการทางฟิสิกส์และเชื่อมโยงกับทฤษฎีที่เรียนในชั้นเรียนได้ อีกทั้ง สามารถช่วยให้พัฒนาการทดลองให้เข้าใจง่ายและสอดคล้องกับการเคลื่อนที่จริง ซึ่งส่งผลต่อความ เข้าใจทางทฤษฎีและเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่แนวตรง การเกิดแรงเสียดทานในระดับชั้น ประถมศึกษา ซึ่งนับว่าเป็นพื้นฐาน ในการเรียนวิทยาศาสตร์ที่ควรทราบ

## 2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Okur and Seyhan (2021, p. 382) ที่ศึกษาการจัดกิจกรรมแบบ POE และกล่าวถึงความหมายของการจัดกิจกรรมแบบ POE ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานจากแนวคิดของ White และ Gunstone เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองแล้วจึงทำการ ทดลองเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์จากนั้นตรวจสอบเหตุผลและลงข้อสรุปเกี่ยวกับเหตุการณ์ อาจเป็นข้อโต้แย้งหรือสนับสนุนความคิดเห็น

Suyatman et al. (2021, p. 1501-1062) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ที่ใช้การจัดกิจกรรมจากการวิจัยกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ในประเทศอินโดนีเซีย ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนร้อยละ 56.57 และคะแนนหลังจัดกิจกรรมมีค่าสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการวิจัยการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สามารถสรุปองค์ความรู้ได้โดยผู้วิจัยการปรับรูปแบบการเรียนการสอนให้มีความทันสมัยยิ่งขึ้นสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนในยุคปัจจุบันที่เน้นกระบวนการเรียนการสอน โดยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองและแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองโดยเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษา (กมล โพธิ์เย็น, 2564) โดยจัดการเรียนการสอนที่การสร้างองค์ความรู้ที่เกิดจากความสนใจและความสงสัยของนักเรียนด้วยกระบวนการใช้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการใช้โปรแกรมการวิเคราะห์วิถีไอความเร็วสูง (Tracker) โดยจัดกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบ POE ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จัดเป็นรากฐานของการนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงเพื่อจูงใจให้ผู้เรียนรัก และใฝ่ใจเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันต่อไป

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น มีการทดสอบก่อนและหลังใช้นวัตกรรม (The One Group Comparison Pretest- Posttest Design) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดจอมทอง จำนวน 32 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการตามหัวข้อ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- 3.1 รูปแบบการวิจัย
- 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.3 เครื่องมือการวิจัย
- 3.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือของการวิจัย
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre Experimental Design) มีการทดสอบก่อนและหลังใช้นวัตกรรม (The One Group Comparison Pretest- Posttest Design) กับกลุ่มตัวอย่าง ดังรายละเอียดต่อไปนี้ (Fitz-Gibbon and Carol T. 1987, p. 113)

$T_1$	X	$T_2$
-------	---	-------

เมื่อ  $T_1$  แทน การทดสอบก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Pretest)

X แทน การใช้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

$T_2$  แทน การทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Posttest)

### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.2.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนในศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาอำเภอหางดง กลุ่มที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 จำนวน 11 โรงเรียน จำนวนจำนวนประชากรที่ใช้ในการทดลองจำนวน 538 คน รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 จำนวนประชากรนักเรียนโรงเรียนกลุ่มเครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษาอำเภอหางดง กลุ่ม 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4

ลำดับที่	โรงเรียน	จำนวนทั้งหมดในโรงเรียน (คน)	จำนวนประชากรชั้น ป.4-6 ที่ใช้ (คน)
1	โรงเรียนวัดจอมทอง	83	32
2	โรงเรียนบ้านไร่	78	22
3	โรงเรียนบ้านวังศรี	82	30
4	โรงเรียนบ้านสันผักหวาน	141	51
5	โรงเรียนบ้านท่าบุญเรือง	98	44
6	โรงเรียนบ้านป่าตาล	203	92
7	โรงเรียนบ้านช่างคำ	99	51
8	โรงเรียนบ้านสันทราย	97	48
9	โรงเรียนวัดศรีสว่าง	109	54
10	โรงเรียนวัดพระเจ้าเหลื่อม	81	31
11	โรงเรียนวัดศรีล้อม	177	80
	รวม	1,245	536

ที่มา : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4, 2566

### 3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนที่กำลังเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนวัดจอมทอง ศูนย์เครือข่ายพัฒนาคุณภาพการศึกษา อำเภอหางดง กลุ่มที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 เป็นนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน, นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 9 คน, นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 17 คน รวมจำนวนทั้งหมด 32 คน ที่ได้มาโดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ มีผลการเรียนต่ำกว่าระดับ 3.00 จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาสมรรถนะทางด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

### 3.3 เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียด ดังนี้

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ โดยมีทั้งหมด จำนวน 8 แผน จัดประสบการณ์การเรียนรู้ 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง มีรายละเอียดดังนี้

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมห้ศจรรยร์ถของเล่น “แผนที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน” เวลา 2 ชั่วโมง
- 2) แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมห้ศจรรยร์ถของเล่น “แผนที่ 2 ไขความลับของการเคลื่อนที่” เวลา 2 ชั่วโมง
- 3) แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมห้ศจรรยร์ถของเล่น “แผนที่ 3 ออกแบบรถชิงกันถอะ” เวลา 2 ชั่วโมง
- 4) แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมห้ศจรรยร์ถของเล่น “แผนที่ 4 ประดิษฐ์รถของเล่น (1)” เวลา 2 ชั่วโมง
- 5) แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมห้ศจรรยร์ถของเล่น “แผนที่ 5 ประดิษฐ์รถของเล่น (2)” เวลา 2 ชั่วโมง
- 6) แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมห้ศจรรยร์ถของเล่น “แผนที่ 6 ไครไวกว่ากัน” เวลา 2 ชั่วโมง

7) แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัศจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 7  
สรุปกิจกรรมมหัศจรรย์รถของเล่น” เวลา 2 ชั่วโมง

8) แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัศจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 8  
จริงหรือไม่” เวลา 2 ชั่วโมง

3.3.2 แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์  
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด โดย  
แบ่งความสามารถออกเป็น 5 ด้าน คือ

- 1) นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- 2) ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- 3) พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- 4) เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- 5) อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

โดยออกแบบวิธีการวัดและข้อคำถาม เพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการ  
อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ และความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่  
ตามแนวคิดของบลูม แบ่งออกเป็น 2 ตอน มีรายละเอียดดังนี้

**ตอนที่ 1** แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ  
กำหนดให้ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน รวม 10 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมิน  
แบบทดสอบปรนัย เพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง  
วิทยาศาสตร์ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบปรนัย เพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

รายการประเมินสมรรถนะ	แนวทางการให้คะแนน	จำนวนข้อ (ข้อ)	คะแนนเต็ม (คะแนน)
วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	นักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง (ตอบถูก 1 ข้อ เท่ากับ 1 คะแนน)	2	2
วัดการระบุการใช้และการสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	นักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง (ตอบถูก 1 ข้อ เท่ากับ 1 คะแนน)	2	2
วัดการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	นักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง (ตอบถูก 1 ข้อ เท่ากับ 1 คะแนน)	2	2
นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	นักเรียนสามารถเลือกคำตอบได้ถูกต้อง (ตอบถูก 1 ข้อ เท่ากับ 1 คะแนน)	2	2
<b>รวม</b>		<b>10</b>	<b>10</b>

**ตอนที่ 2** แบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) จำนวน 2 ข้อ คะแนนรวม 15 คะแนน โดยออกแบบเพื่อประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ได้แก่

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การประเมินแบบทดสอบอัตนัย เพื่อวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

รายการประเมินสมรรถนะ	ตรงกับข้อสอบข้อที่	ระดับคะแนน		
		3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1.1	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วนทุกประเด็น	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ขนาด 1 ประเด็น	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ขนาดมากกว่า 2 ประเด็นขึ้นไป
วัดการระบุการใช้และการสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	1.3	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วนทุกประเด็น	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ขนาด 1 ประเด็น	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ขนาดมากกว่า 2 ประเด็นขึ้นไป
วัดการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	2.1-2.2	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วนทุกประเด็น	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ขนาด 1 ประเด็น	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ขนาดมากกว่า 2 ประเด็นขึ้นไป
นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	2.3	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วนทุกประเด็น	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ขนาด 1 ประเด็น	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ขนาดมากกว่า 2 ประเด็นขึ้นไป
อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทาง	1.2	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้อง	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่	นักเรียนสามารถอธิบายคำตอบได้ถูกต้องแต่ไม่

รายการประเมิน สมรรถนะ	ตรงกับ ข้อสอบข้อที่	ระดับคะแนน		
		3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อ สังคม		ครบถ้วนทุก ประเด็น	ครบถ้วน ขาด 1 ประเด็น	ครบถ้วน ขาดมากกว่า 2 ประเด็นขึ้นไป

ตารางที่ 3.4 เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สำหรับแบบทดสอบอัตนัย

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

### 3.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือของการวิจัย

#### 3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน จัดประสบการณ์การเรียนรู้ 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1) แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีรายละเอียดดังนี้

##### 1.1) ลักษณะของแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้

การจัดประสบการณ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย การเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning) ร่วมกับการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย (POE) โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation)

ขั้นตอนดำเนินการจัดการจัดประสบการณ์การพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยเรียนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) มีโครงสร้างของแผนการจัดการจัดประสบการณ์ ประกอบด้วย

- 1.1.1) ชื่อหน่วยการเรียนรู้และชื่อเรื่อง
- 1.1.2) สาระสำคัญ
- 1.1.3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 1.1.4) สาระการเรียนรู้
- 1.1.5) วิธีการดำเนินกิจกรรม
- 1.1.6) สื่อการเรียนรู้
- 1.1.7) การวัดและประเมินผล
- 1.1.8) บันทึกหลังการสอน

1.2) ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการจัดประสบการณ์ ขั้นตอนดำเนินการจัดประสบการณ์การพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยเรียนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)

ผู้วิจัยได้แบ่งลำดับขั้นของการสร้างแผนการจัดการจัดประสบการณ์เรียนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.2.1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสร้างแผนการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1.2.2) ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560 เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยการเรียนรู้ มาตรฐานการ

เรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา สมรรถนะผู้เรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2551)

1.2.3) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และออกแบบการทดลอง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูงและพัฒนาเป็นชุดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดประสบการณ์ที่ส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1.2.4) ออกแบบและสร้างแผนการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยมีรายละเอียดในตารางที่ 3.5

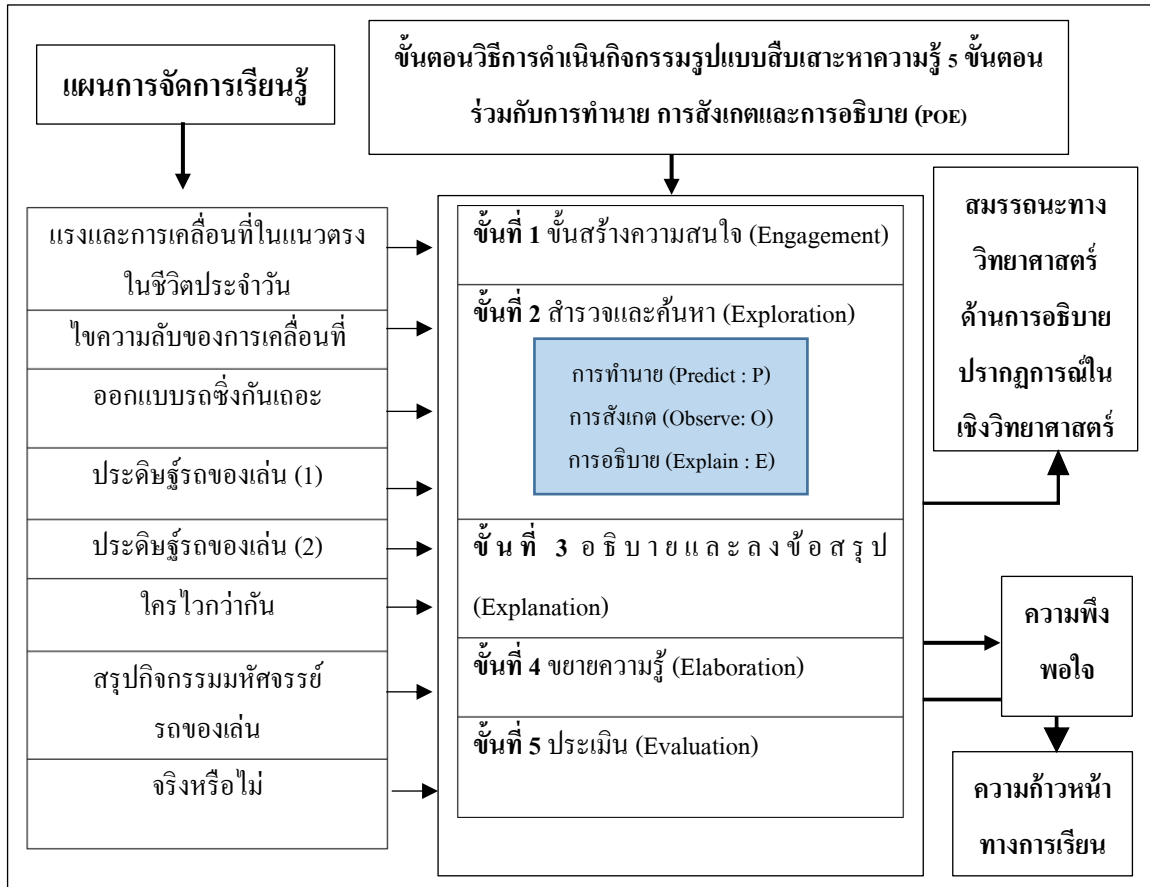
ตารางที่ 3.5 การสร้างแผนการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

หน่วย	เรื่อง	กิจกรรมการจัดประสบการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
หน่วยที่ 1 มหัศจรรย์ รถของเล่น	1. แรงและการเคลื่อนที่ใน แนวตรงในชีวิตประจำวัน	- การทดสอบก่อนเรียนด้วย แบบทดสอบวัดความรู้ เรื่อง แรงและ การเคลื่อนที่  - การเคลื่อนที่รูปแบบต่าง ๆ ใน ชีวิตประจำวัน ได้แก่ การเดิน การวิ่ง การผลัดของ การวิ่งของรถยนต์บน ถนน เป็นต้น	2
	2. ไช้ความลับของการ เคลื่อนที่	- การทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่  - การใช้โปรแกรมแทรกเกอร์	2
	3. ออกแบบรถซึ่งกันเถอะ	- ออกแบบรถของเล่นด้วยมือเรา	2
	4. ประดิษฐ์แบบจำลอง (1)	- ประดิษฐ์รถของเล่นด้วยมือเรา	2
	5. ประดิษฐ์แบบจำลอง (2)	- ปรับปรุงผลงาน	2
	6. ใครไววกว่ากัน	- ความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ	2

หน่วย	เรื่อง	กิจกรรมการจัดประสบการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
		(แข่งขันกันโดยใช้รถที่ประดิษฐ์ขึ้นมา)	
	7. สรุปกิจกรรมหัตถกรรมรถ ของเล่น	- สรุปความคิดรวบยอด เรื่องแรงและ การเคลื่อนที่ - การนำความรู้ไปใช้	2
	8. จริงหรือไม่	- จริงหรือไม่? - การทดสอบหลังเรียนด้วย แบบทดสอบวัดความรู้ เรื่อง แรงและ การเคลื่อนที่	2

จากตารางที่ 3.5 การสร้างแผนการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยแจกแจงหน่วยการเรียนรู้ที่นำมาใช้ในการวิจัย เรื่อง หัตถกรรมรถของเล่น ซึ่งมีเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง

1.2.5) ออกแบบและจัดทำแผนการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ในหน่วยการเรียนรู้หัตถกรรมรถของเล่น โดยมีการกำหนดขั้นตอนวิธีการดำเนินกิจกรรมรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกต และการอธิบาย (POE) มีรายละเอียด ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 : ความสัมพันธ์แผนการจัดการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้มหัศจรรย์รถของเล่น โดยมีการกำหนดขั้นตอนวิธีการดำเนินกิจกรรมรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1.2.6) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนำไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ

1.2.7) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ ไปหาประสิทธิภาพของแผนการพัฒนาคือประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของเนื้อหากับวัตถุประสงค์โดยนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบประเมินความสอดคล้องแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม สำหรับ มาตรฐาน ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และนำไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1.2.7.1 ดร. วารุณี เลียววิวัฒน์ชัย รองผู้อำนวยการสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ คู่มือบัณฑิต (ป.เอก) สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.2.7.2 นางสาวสุดาภรณ์ สืบสุติน ศึกษาานิเทศก์ชำนาญการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ปฏิบัติหน้าที่หัวหน้ากลุ่มงานพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และกระบวนการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการเรียนรู้ คู่มือบัณฑิต (ป.เอก) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.2.7.3 นางศิริณี หน่อคำ ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4 โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3.6

**ตารางที่ 3.6 เกณฑ์การประเมิน ดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) ระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์ของแผนการจัดการของกิจกรรมการเรียนรู้**

คะแนน	การแปลความหมาย
+1	แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่วัด
0	ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาตามความจุดประสงค์ที่วัด
-1	แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้มีเนื้อหาไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่วัด

จากตารางที่ 3.6 แสดงเกณฑ์การประเมินความสอดคล้องแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีค่า IOC ของเนื้อหากับวัตถุประสงค์ ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) สามารถวัดได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

1.2.8) นำแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ไปตรวจสอบความเหมาะสมแผนการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยผู้เชี่ยวชาญ

สำหรับใช้ค่าเฉลี่ยของแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีลิเคิร์ต (Likert Scale) ดังตารางที่ 3.7 และแปลผลดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีลิเคิร์ต (Likert Scale) สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

คะแนน	การแปลความหมาย
5	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
4	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมาก
3	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
2	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับน้อย
1	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์แปลผลค่าเฉลี่ยการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีลิเคิร์ต (Likert Scale) สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.21-5.00	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
3.41-4.20	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับมาก
2.61-3.40	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
1.18-2.60	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับน้อย
1.00-1.80	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

จากตารางที่ 3.8 ความกว้างของอันตรภาคชั้นของค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.8 ได้จากการคำนวณโดยใช้ สมการทางคณิตศาสตร์

1.2.9) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านวังศรี เพื่อแสดงว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปจัดกิจกรรมให้กับ นักเรียนมีประสิทธิภาพ นำเครื่องมือที่นำไปทดลอง มาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไป

จัดพิมพ์เครื่องมือที่ และนำไปใช้และเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดจอมทอง อ.หางดง จ.เชียงใหม่ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

### 3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1) แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด โดยแบ่งความสามารถออกเป็น 5 ด้าน คือ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล, ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย, พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล, เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย และอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

1.1) ลักษณะของแบบวัดสมรรถนะ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (ก่อนและหลังเรียน) แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ กำหนดให้ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน รวม 10 คะแนน

**ตอนที่ 2** แบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) จำนวน 2 ข้อ คะแนนรวม 15 คะแนน โดยออกแบบเพื่อประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.2) การสร้างและหาคุณภาพ แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผ่านชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ขั้นตอนการสร้างแบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผ่านชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.2.1) ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560

1.2.2) ศึกษาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ โดยแบ่งความสามารถออกเป็น 5 ด้าน คือ นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล, ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย, พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล, เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย และอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

1.2.3) สร้างตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่สร้างและต้องการสำหรับแบบวัดสมรรถนะ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ดังตารางที่ 3.9

**ตารางที่ 3.9** ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบที่สร้างและต้องการสำหรับ แบบวัดสมรรถนะ

สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์	เรื่อง	จำนวนข้อสอบ	
		สร้าง	ต้องการ
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1. แรงและการเคลื่อนที่	2	1
	2. แรงเสียดทาน	2	1
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลอง และตัวแทนเชิงอธิบาย	1. แรงและการเคลื่อนที่	2	1
	2. แรงเสียดทาน	2	1
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุ เป็นผล	1. แรงและการเคลื่อนที่	2	1
	2. แรงเสียดทาน	2	1
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการ อธิบาย	1. แรงและการเคลื่อนที่	2	1
	2. แรงเสียดทาน	2	1
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อ สังคม	1. แรงและการเคลื่อนที่	2	1
	2. แรงเสียดทาน	2	1
<b>จำนวนข้อสอบทั้งหมด</b>		<b>20</b>	<b>10</b>

จากตารางที่ 3.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบที่สร้างและต้องการสำหรับแบบวัดสมรรถนะ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัตถรย์รถของเล่น สำหรับแบบวัดสมรรถนะ ผู้วิจัยสร้างข้อสอบ ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และนำไปใช้จริง จำนวน 10 ข้อ

1.2.4) กำหนดสัดส่วนน้ำหนักคะแนนของแบบวัดสมรรถนะ ในรายวิชา วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัตถรย์รถของเล่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 แบบทดสอบแบบวัดสมรรถนะ ตอนที่ 1 ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และตัวชี้วัด จุดประสงค์ การเรียนรู้ แล้วกำหนดจำนวนข้อสอบที่สร้างและต้องการสำหรับแบบวัดสมรรถนะ ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

ข้อ ของ	สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ใน เชิงวิทยาศาสตร์					จำนวนข้อสอบ
	วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	วัดการระบุการใช้ และการสร้าง แบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม	
1. แรง และ การ เคลื่อนที่ในแนวตรง	1	1	1	1	1	5
2. แรงเสียดทาน	1	1	1	1	1	5
รวม	2	2	2	2	2	10

จากตารางที่ 3.10 แสดงสัดส่วนน้ำหนักคะแนนของแบบวัดสมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ ตอนที่ 1 ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบข้อสอบเพื่อสมรรถนะ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ใน

เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น รวม 10 ข้อ (พิชญะ กันธิยะ, 2559)

1.2.5) ศึกษาวิธีการพัฒนาข้อสอบที่ดี และวิธีการวิเคราะห์ข้อสอบจากหนังสือ วัดผลการศึกษา (อพันธ์ พิสุทธิ, 2558, น. 77-99)

1.2.6) สร้างแบบวัดสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 1 จำนวน 10 ข้อ

1.2.7) วิเคราะห์เนื้อหา โดยกำหนดตัวชี้วัด เนื้อหาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดทักษะสมรรถนะ สำหรับแบบวัดทักษะสมรรถนะ ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ จำนวน 2 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนเป็นระดับ (พัชรี นาคผิง และคนอื่น ๆ, 2564) ดังตารางที่ 3.11 และกำหนดเกณฑ์ระดับคุณภาพตามตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบอัตนัย

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ระบุการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุการนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบาย รายละเอียดได้	ระบุการนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ได้
วัดการระบุ การใช้ และ การสร้างแบบจำลอง และตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองได้
วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วิทยาศาสตร์โดยใช่ ความเป็นเหตุเป็นผล	ความเป็นเหตุเป็น ผลได้ถูกต้อง และ ครบถ้วน	ความเป็นเหตุเป็น ผลได้ถูกต้อง	ความเป็นเหตุเป็น ผลได้
นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย	นำเสนอสมมติฐานเพื่อ ใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ ถูกต้อง	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้
อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้ เพื่อสังคม	อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้ เพื่อสังคมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม ได้ถูกต้อง	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม ได้

จากตารางที่ 3.11 เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบอัตนัยของวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตอนที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบข้อสอบเพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น จำนวน 2 ข้อ รวม 15 คะแนน (พิชญา กันธิยะ, 2559)

ตารางที่ 3.12 เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

1.3) การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1.3.1) นำแบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ

1.3.2) นำแบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผ่านชุดการเรียนรู้ต่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้อง (IOC : Index of item objective congruence) เป็นรายชื่อระหว่างแบบวัดกับเนื้อหาที่รูปแบบของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีรายชื่อ ได้แก่

1.3.2.1 ดร. วารุณี เดียววิวัฒน์ชัย รองผู้อำนวยการสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ คุชฎิบัณฑิต (ป.เอก) สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1.3.2.2 นางสาวสุดาภรณ์ สืบสุติน ศึกษาานิเทศก์ชำนาญการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน ปฏิบัติหน้าที่หัวหน้ากลุ่มงานพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และกระบวนการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการเรียนรู้ คุชฎิบัณฑิต (ป.เอก) สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.3.2.3 นางศิริณี หน่อคำ ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่ เขต 4

ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ โดยนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีที่บ่งบอกถึงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่ง ได้จากความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น โดยแปลระดับความสอดคล้องเป็นคะแนนตามตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 เกณฑ์การประเมิน ดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) ระหว่างข้อคำถามในแบบวัดสมรรถนะกับวัตถุประสงค์

คะแนน	การแปลความหมาย
+1	ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่วัด
0	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่วัด
-1	ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่วัด

จากตารางที่ 3.13 แบบวัดสมรรถนะแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่ามีประสิทธิภาพสามารถประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาและจุดประสงค์ได้

1.3.3) นำแบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผ่านชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) โดยทดลองกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนบ้านวังศรี จำนวน 30 คน

1.3.4) นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนนโดยแบบทดสอบปรนัยพิจารณา คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน และคัดเลือกรายข้อสอบแต่ละข้อที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ คือข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย ( $p$ ) อยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ส่วนแบบทดสอบอัตนัยพิจารณา ตามเกณฑ์แต่ละข้อคะแนนเต็ม 5 คะแนน พิจารณาค่าความยากง่าย ( $P_e$ ) อยู่ระหว่าง 0.20- 0.80

1.3.5) วิเคราะห์ผลการทดสอบแบบอิงกลุ่ม โดยใช้เทคนิค 27 เปอร์เซ็นต์ (Jung Teh-Fan) และหาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) 0.2 ขึ้นไป ส่วนแบบทดสอบอัตนัยพิจารณาค่าอำนาจจำแนกด้วยดัชนีอำนาจจำแนกแบบทดสอบอัตนัย ( $D$ ) ที่มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

1.3.6) นำผลการสอบที่เป็นไปตามเกณฑ์มาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ โดยแบบทดสอบปรนัยใช้วิธีการของ Kuder Richardson สูตร KR-20 และแบบทดสอบอัตนัย ใช้วิธีการของครอนบัค ( $\alpha$ )

1.3.7) จัดพิมพ์แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (Pretest-Posttest) ให้เท่ากับจำนวนนักเรียนจึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3) แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1) วิเคราะห์และกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการวัดความรู้สึกของนักเรียนด้านความพึงพอใจ ที่มีต่อการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

3.2) เลือกประเภทของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง

วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และนำแบบสอบถามความพึงพอใจ ไปตรวจสอบความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ สำหรับใช้ค่าเฉลี่ยของแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีลิเคิร์ท (Likert Scale) ดังตารางที่ 3.14

**ตารางที่ 3.14** เกณฑ์การประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีลิเคิร์ท (Likert Scale) สำหรับการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้เชี่ยวชาญ

ระดับคะแนน	การแปลความหมาย
5	พึงพอใจมากที่สุด
4	พึงพอใจมาก
3	พึงพอใจปานกลาง
2	พึงพอใจน้อย
1	พึงพอใจน้อยที่สุด

**ตารางที่ 3.15** เกณฑ์แปลผลค่าเฉลี่ยการประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามวิธีลิเคิร์ท (Likert Scale) สำหรับกำหนดช่วงของคะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยของนักเรียนจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยผู้เชี่ยวชาญ

คะแนนเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50-5.00	มีความพึงพอใจมากที่สุด
3.50-4.49	มีความพึงพอใจมาก
2.61-3.40	มีความพึงพอใจปานกลาง
1.18-2.60	มีความพึงพอใจน้อย
1.00-1.80	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

จากตารางที่ 3.15 กำหนดคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป (มีความพึงพอใจมาก) เป็นระดับที่พอใจ

3.3) กำหนดโครงสร้าง ขอบข่าย เนื้อหาในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ได้แก่ ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

3.4) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะ

3.5) นำแบบแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้อง (IOC : Index of item objective congruence) เป็นรายข้อระหว่าง ข้อคำถามกับนิยามของความพึงพอใจที่ต้องการวัด โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน มีรายชื่อ ได้แก่

3.5.1 ดร. วารุณี เลียววิวัฒน์ชัย รองผู้อำนวยการสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ คุชฎีบัณฑิต (ป.เอก) สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3.5.2 นางสาวสุคนธ์ สืบสุติน ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัชฌิมศึกษาลำปาง ลำพูน ปฏิบัติหน้าที่หัวหน้ากลุ่มงานพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน และกระบวนการเรียนรู้ ผู้เชี่ยวชาญด้านกระบวนการเรียนรู้ คุชฎีบัณฑิต (ป.เอก) สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3.5.3 นางศิริณี หน่อคำ ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา เชียงใหม่ เขต 4

ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาดัชนีความสอดคล้องระหว่าง ข้อคำถามกับนิยามของความพึงพอใจที่ต้องการวัด โดยนำผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาดัชนีที่บ่งบอกถึงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ซึ่งได้จากความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่ต้องการวัดกับข้อคำถามที่สร้างขึ้น โดยแปลระดับความสอดคล้องเป็นคะแนนตามตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 เกณฑ์การประเมิน ดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence Index : IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามของความพึงพอใจที่ต้องการวัด

คะแนน	การแปลความหมาย
+1	ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับความพึงพอใจที่ต้องการวัด
0	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับความพึงพอใจที่ต้องการวัด
-1	ข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับความพึงพอใจที่ต้องการวัด

จากตารางที่ 3.16 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ที่สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่แต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่ามีประสิทธิภาพสามารถประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาและจุดประสงค์ได้

3.6) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ที่สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try out) โดยทดลองกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 โรงเรียนบ้านวังศรี จำนวน 30 คน

3.7) จัดพิมพ์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้ที่สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ให้เท่ากับจำนวนนักเรียน จึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การดำเนินวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ที่สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1) ประสานงานกับโรงเรียนและทำหน้าที่ขอความอนุเคราะห์จากคณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เพื่อเก็บข้อมูลวิทยานิพนธ์โรงเรียนวัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้ที่สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2) สร้างความคุ้นเคยและความสนิทสนมกับนักเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3) ดำเนินการทดสอบก่อนการทำกิจกรรม โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (Pretest)

4) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการจัดกิจกรรม “การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” เป็นเวลา 4 สัปดาห์ รวมเป็นเวลา 16 ชั่วโมง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

ตารางที่ 3.17 เครื่องมือและระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

สัปดาห์	เครื่องมือวิจัย	วัน/เดือน/ปี	กิจกรรมการเรียนรู้
1	1. แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัศจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน”	มกราคม 2567	1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัศจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน” 2. ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
1	2. แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัศจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 2 ไขความลับของการเคลื่อนที่”	มกราคม 2567	1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัศจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 2 ไขความลับของการเคลื่อนที่” 2. ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน
2	3. แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัศจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 3 ออกแบบรถชิงกันถะ”	มกราคม 2567	1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัศจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 3 ออกแบบรถชิงกันถะ” 2. ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน

สัปดาห์	เครื่องมือวิจัย	วัน/เดือน/ปี	กิจกรรมการเรียนรู้
2	4. แผนการจัดการเรียนรู้สื่อ ประสม หน่วยมหัสจรรย์รถ ของเล่น “แผนที่ 4 ประดิษฐ์ รถของเล่น (1)”	มกราคม 2567	1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัสจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 4 ประดิษฐ์รถของเล่น (1)” 2. ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน
3	5. แผนการจัดการเรียนรู้สื่อ ประสม หน่วยมหัสจรรย์รถ ของเล่น “แผนที่ 5 ประดิษฐ์ รถของเล่น (2)”	มกราคม 2567	1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัสจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 5 ประดิษฐ์รถของเล่น (2)” 2. ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน
3	6. แผนการจัดการเรียนรู้สื่อ ประสม หน่วยมหัสจรรย์รถ ของเล่น “แผนที่ 6 ใครไววกว่ากัน”	มกราคม 2567	1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัสจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 6 ใครไววกว่ากัน” 2. ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน
4	7. แผนการจัดการเรียนรู้สื่อ ประสม หน่วยมหัสจรรย์รถ ของเล่น “แผนที่ 7 สรุปล กิจกรรมมหัสจรรย์รถของ เล่น”	มกราคม 2567	1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัสจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 7 สรุปลกิจกรรมมหัสจรรย์รถของเล่น” 2. ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน
4	8. แผนการจัดการเรียนรู้สื่อ ประสม หน่วยมหัสจรรย์รถ ของเล่น “แผนที่ 8 จริงหรือไม่”	มกราคม 2567	1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยมหัสจรรย์รถของเล่น “แผนที่ 8 จริงหรือไม่” 2. ดำเนินการสังเกตพฤติกรรมของ นักเรียน

5) ดำเนินการทดสอบหลังการทำกิจกรรม โดยใช้แบบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (Posttest)

6) ดำเนินการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

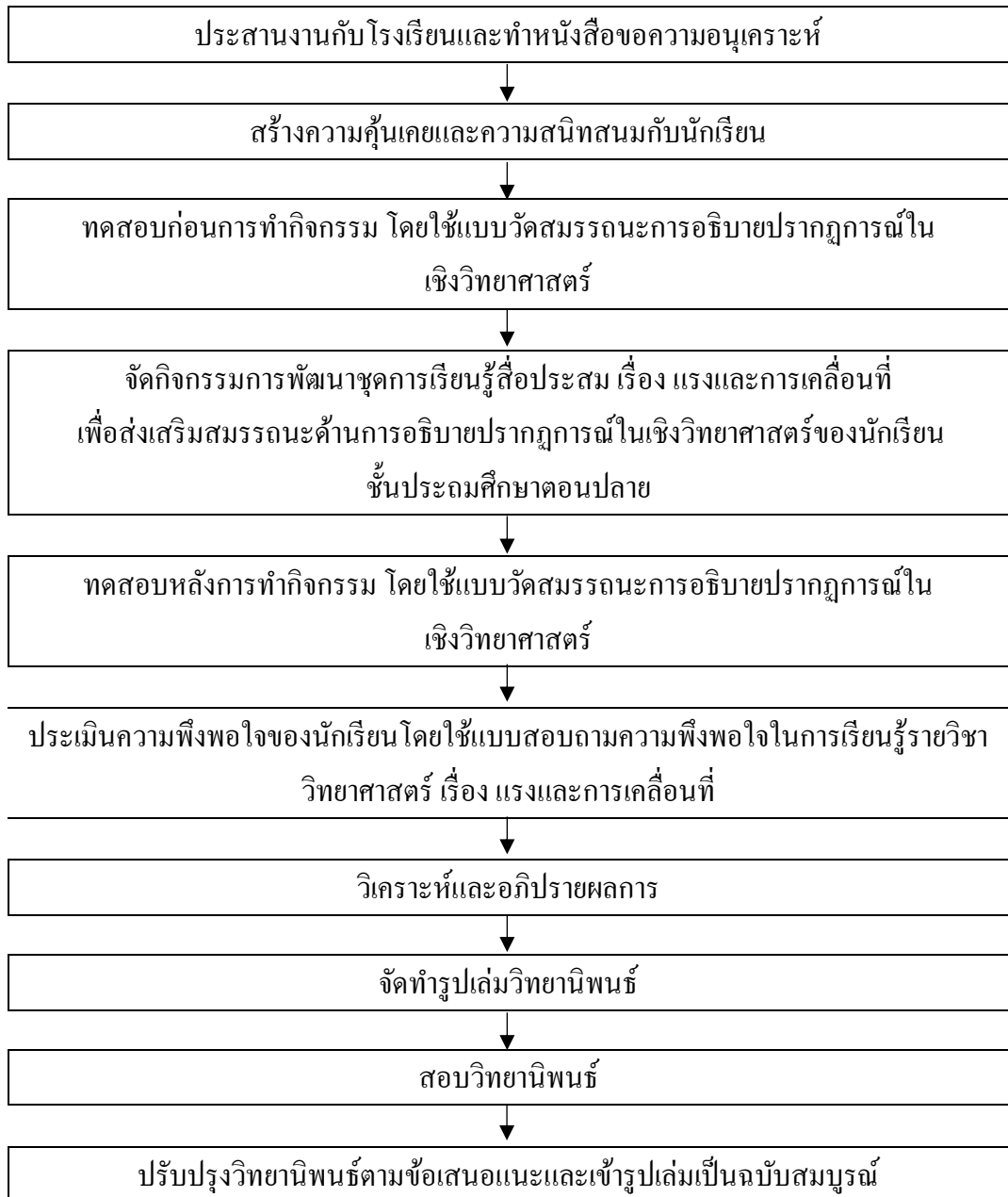
7) วิเคราะห์และอภิปรายผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

8) จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

9) สอบวิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

10) ปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะและเข้ารูปเล่มเป็นฉบับสมบูรณ์

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังแสดงในภาพ 3.2



ภาพที่ 3.2 : ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

### 3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การพัฒนาชุดการเรียนรู้ สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 1) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1.1) ค่าสถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติคำนวณค่าร้อยละ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) มีรายละเอียดดังนี้  
การหาค่าร้อยละ (Percentage) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ  
f แทน ค่าความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นค่าร้อยละ  
N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ผลการวิจัย โดยการหาร้อยละ โดยแปลความหมายค่าร้อยละ ดังนี้

ตารางที่ 3.18 เกณฑ์การประเมินการวิเคราะห์ข้อมูลระดับค่าร้อยละ

ค่าร้อยละ	การแปลความหมาย
85 - 100	ระดับดีมาก
80 - 84	ระดับดี
75 - 79	ระดับปานกลางค่อนข้างดี
70 - 74	ระดับปานกลาง
65 - 69	ระดับพอใช้ค่อนข้างดี
60 - 64	ระดับพอใช้
55 - 59	ระดับผ่านเกณฑ์ค่อนข้างดี
50 - 54	ระดับผ่านเกณฑ์
0 - 49	กำลังพัฒนา/ปรับปรุง

1.2) ค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม  
 $N$  แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

1.3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง  
 $X_i$  แทน เป็นคะแนนของคนที่ 1  
 $n$  แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

2) สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

2.1) หาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง  
 $\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 $N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยกำหนดเกณฑ์การประเมิน ให้คะแนน ดังนี้

- |              |         |                                     |
|--------------|---------|-------------------------------------|
| ให้คะแนน + 1 | หมายถึง | เหมาะสม สอดคล้องตรงกับวัตถุประสงค์  |
| ให้คะแนน 0   | หมายถึง | ไม่แน่ใจ มีความสอดคล้องวัตถุประสงค์ |
| ให้คะแนน - 1 | หมายถึง | ไม่สอดคล้อง ไม่ตรงกับวัตถุประสงค์   |

2.2) ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) สูตรดังนี้

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

เมื่อ P แทน ระดับความยาก  
 $\sum R$  แทน จำนวนผู้ตอบถูก  
 N แทน จำนวนผู้เข้าช้ชวชาญ

2.3) การหาค่าอำนาจจำแนกรายข้อสำหรับแบบทดสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) สูตรดังนี้

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H}$$

เมื่อ r แทน ระดับอำนาจจำแนกรายข้อ  
 $R_H$  แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง  
 $R_L$  แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ  
 $N_H$  แทน จำนวนคนในกลุ่มสูง

2.4) การหาความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัยโดยวิธี KR20 (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) สูตรดังนี้

$$r_{tt} = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left[ 1 - \frac{\sum p_q}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{tt}$  แทน สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ  
 k แทน จำนวนข้อสอบของแบบสอบถาม  
 p แทน สัดส่วนของคนที่ยตอบแบบทดสอบได้ถูกต้อง  
 q แทน สัดส่วนของคนที่ยตอบแบบทดสอบไม่ถูกต้อง  
 $s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนน

### 3) สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

#### 3.1) การทดสอบสมมติฐานข้อ 1.

ชุดการเรียนรู้ที่ประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพสามารถคำนวณค่า  $E_1/E_2$  (ชัยยงค์ พรมวงศ์, 2556) ได้ดังสมการต่อไปนี้

##### 1) การคำนวณค่า $E_1$ โดยใช้สูตร

$$E_1 = \frac{\bar{X}}{A} \times 100$$

เมื่อ  $E_1$  แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง  
 $\bar{X}$  แทน คะแนนรวมของการประเมินระหว่างเรียนทุกครั้ง  
 $A$  แทน คะแนนเต็มของการประเมินทุกครั้งรวมกัน

##### 2) การคำนวณค่า $E_2$ โดยใช้สูตร

$$E_2 = \frac{\bar{F}}{B} \times 100$$

เมื่อ  $E_2$  แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง  
 $\bar{F}$  แทน คะแนนรวมของการประเมินระหว่างเรียนทุกครั้ง  
 $B$  แทน คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายทุกครั้งรวมกัน

#### 3.2) การทดสอบสมมติฐานข้อ 2.

ความก้าวหน้าทางสมรรถนะ (Normalized Gain) โดยใช้สูตร (อภิสิทธิ์ ชงไชย, ขวัญ อารยะธนิตกุล, เชิญโชค ศรีขวัญ, นฤมล เอมะรัตต์, และรัชภาคย์ จิตต์อารี, 2550, น. 88)

$$g = \frac{[(\% \text{post-test}) - (\% \text{pre-test})]}{[(100\%) - (\% \text{pre-test})]}$$

เมื่อ  $g$  แทน ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน  
 $\% \text{ post-test}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์  
 $\% \text{ pre-test}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ ผลการวิจัย โดยการหาความก้าวหน้าทางการเรียน(Normalized Gain) โดยแปลความหมาย ดังตาราง 3.19

ตารางที่ 3.19 เกณฑ์แปลความหมายค่าความก้าวหน้าทางการเรียน

ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (g)	การแปลความหมาย
0.70-1.00	ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain)
0.30-0.69	ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain)
0.00-0.29	ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (Low gain)

จากตาราง 3.19 การแปลความหมายค่าความก้าวหน้า ตามช่วงที่กำหนด เมื่อ ค่าความก้าว อยู่ในช่วง 0.70 – 1.00 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับสูง (High gain) ค่าความก้าวอยู่ในช่วง 0.30 – 0.69 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง (Medium gain) และค่าความก้าวทางการเรียนอยู่ในช่วง 0.00 – 0.29 แสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในระดับต่ำ (Low gain)

### 3.3) การทดสอบสมมติฐาน ข้อ 3.

สถิติที่ใช้ในการหาค่าความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ คือ

- 1) สถิติคำนวณค่าร้อยละ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) มีรายละเอียดดังนี้  
การหาค่าร้อยละ (Percentage) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ P แทน ค่าร้อยละ  
f แทน ค่าความถี่ที่ต้องการแปลงเป็นค่าร้อยละ  
N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ ผลการวิจัย โดยการหาร้อยละ โดยแปลความหมายค่าร้อยละ ดังนี้

ตารางที่ 3.20 เกณฑ์การประเมินการวิเคราะห์ข้อมูลระดับค่าร้อยละ

ค่าร้อยละ	การแปลความหมาย
85 - 100	ระดับดีมาก
80 - 84	ระดับดี
75 - 79	ระดับปานกลางค่อนข้างดี
70 - 74	ระดับปานกลาง
65 - 69	ระดับพอใช้ค่อนข้างดี
60 - 64	ระดับพอใช้
55 - 59	ระดับผ่านเกณฑ์ค่อนข้างดี
50 - 54	ระดับผ่านเกณฑ์
0 - 49	กำลังพัฒนา/ปรับปรุง

2) ค่าเฉลี่ยของคะแนน (Mean) คำนวณจากสูตร

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

เมื่อ  $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ย  
 $\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม  
 N แทน จำนวนคะแนนในกลุ่ม

3) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2556)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง  
 $X_i$  แทน เป็นคะแนนของคนที่ i  
 n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ตอนที่ 2 การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

4.1 ลักษณะกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

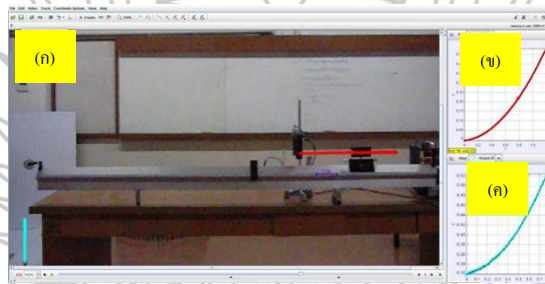
4.2 ผลการจัดกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

## ตอนที่ 1 ผลการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

ผลการติดตามและศึกษาการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอ อัตราเร็วสูง พบลักษณะการเคลื่อนที่ของรถวัตถุบนรางในแนวราบ ความเร่งของระบบ และการเคลื่อนที่ของรถวัตถุตามสมการการเคลื่อนที่ มีรายละเอียด ดังนี้

1) ลักษณะการเคลื่อนที่ของรถวัตถุบนรางในแนวราบและมวลถ่วง ผลการติดตามตำแหน่งการเคลื่อนที่ของวัตถุทั้งสองตั้งแต่ปล่อยรถวัตถุให้เคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่ง จนถึงตำแหน่งปลายของราง (ภาพที่ 4.1 (ก)) พบกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งตามแนวราบกับเวลา มีลักษณะเป็นเส้นโค้งพาราโบลา ดังแสดงในภาพที่ 4.1 (ข) และ 4.1 (ค) จากกราฟแสดงให้เห็นว่า ช่วงเริ่มต้นที่ทั้งรถวัตถุและมวลเร่งเคลื่อนที่มีความชันของกราฟน้อยกว่าช่วงท้ายของการเคลื่อนที่ โดยความชันของกราฟตำแหน่งกับเวลาแสดงถึงความเร็วของรถวัตถุ สามารถกล่าวได้ว่า วัตถุทั้งสองนี้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร่งนั่นเอง

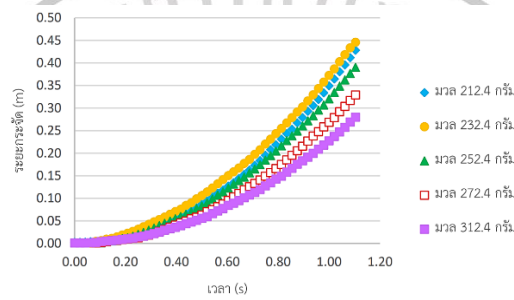


ภาพที่ 4.1 : การติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอ อัตราเร็วสูง

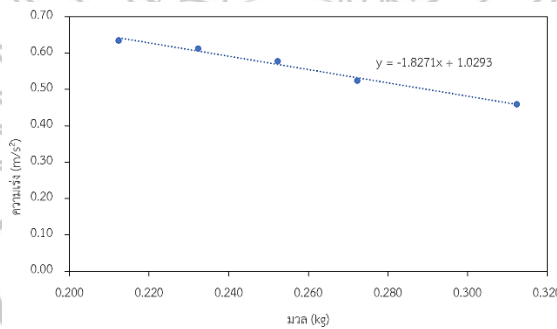
- (ก) ภาพการติดตามการเคลื่อนที่ของรถวัตถุและมวล
- (ข) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับเวลาของรถวัตถุ และ
- (ค) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับเวลาของมวลถ่วง

2) การศึกษาความเร่งของรถวัตถุและมวลถ่วง เป็นการติดตามตำแหน่งการเคลื่อนที่ของรถวัตถุบนรางที่มีมวลตามเงื่อนไข 212.4, 232.4, 252.4, 272.4, 312.4 กรัม และมีมวลถ่วงคงที่ 17 กรัม ที่ถ่วงอยู่กับปลายด้านหนึ่งของเชือก ซึ่งทำหน้าที่ดึงให้รถวัตถุทั้ง 5 เงื่อนไขเคลื่อนที่ เมื่อวิเคราะห์จากโปรแกรมแทรคเกอร์พบกราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับเวลาของรถวัตถุบนราง ตั้งแต่เริ่มเคลื่อนที่จนถึงปลายรางมีความชันเพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มมวลของรถวัตถุให้มากขึ้น รถวัตถุมีการ

เปลี่ยนแปลงตำแหน่งต่างกันดังภาพที่ 4.1 กล่าวได้ว่ามวลของรถวัตถุมีผลต่อความเร่งของการเคลื่อนที่ นั่นคือ เมื่อมวลรถวัตถุเพิ่มมากขึ้น ความเร่งของรถวัตถุจะลดลง (แผนภาพที่ 4.2) นอกจากนี้เมื่อติดตามมวลถ่วงพบว่าเส้นกราฟที่ได้มีความสัมพันธ์กับมวลของรถวัตถุ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเร่งของรถวัตถุและมวลถ่วงมีค่าใกล้เคียงกัน มีร้อยละความแตกต่างเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 3.31 โดยค่าความเร่งเฉลี่ยของรถวัตถุแต่ละเงื่อนไขและมวลถ่วง แสดงดังตารางที่ 1



ภาพที่ 4.2 : กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับเวลาของรถวัตถุ มวล 212.4, 232.4, 252.4, 272.4, 312.4 กรัม

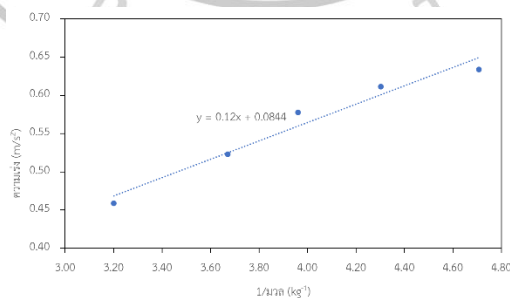


ภาพที่ 4.3 : กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับมวลของรถวัตถุ

ตารางที่ 4.1 ความเร่งของรถวัตถุ มวลของรถวัตถุ และร้อยละความแตกต่างของความเร่ง

เงื่อนไข	มวลรถวัตถุ (g)	ความเร่ง (m/s <sup>2</sup> )		ความเร่งเฉลี่ย (m/s <sup>2</sup> ) (จากการทดลอง 5 ครั้ง)	ร้อยละความแตกต่างระหว่างความเร่งของรถวัตถุและมวลถ่วง
		รถวัตถุ	มวลถ่วง		
1	212.4	0.63	0.62	0.62	2.83
2	232.4	0.61	0.63	0.62	2.60
3	252.4	0.57	0.59	0.58	4.08
4	272.4	0.52	0.54	0.53	3.48
5	312.4	0.46	0.44	0.45	3.55
ร้อยละความแตกต่างเฉลี่ย					3.31

3) ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความเร่ง จากภาพที่ 4.3 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของมวลรถวัตถุบนรางที่เพิ่มขึ้น ขนาดความเร่งของรถจะลดลง เมื่อพิจารณาหลักการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ที่กล่าวว่า “อัตราเร่งของวัตถุจะแปรผันตรงและมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ เมื่อมีแรงลัพธ์ขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำกับวัตถุ” หรือแสดงเป็นสมการ  $a = \frac{\sum F}{m}$  และเมื่อนำข้อมูลการทดลองนี้มาแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับส่วนกลับของมวลจะได้กราฟเส้นตรง มีความชันที่แสดงถึงแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ มีค่าเท่ากับ  $0.12 \text{ kg m/s}^2$  หรือ N (ดังภาพที่ 4.4) เมื่อพิจารณาแรงลัพธ์หรือแรงที่ใช้ในการดึงหรือถ่วงให้รถวัตถุเคลื่อนที่คือน้ำหนักของมวลถ่วงตามสมการที่ 5 พบว่าแรงนี้มีค่าเท่ากับ  $0.17 \text{ N}$  ดังนั้นร้อยละความคลาดเคลื่อนของแรงลัพธ์จากการทดลองมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 29.41 จะเห็นว่าค่าความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก ทั้งนี้เป็นอาจผลมาจากแรงเสียดทานของรอกที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 4.4 : กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับส่วนกลับของมวลรถวัตถุ

ตอนที่ 2 การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

4.1 ลักษณะกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

#### 4.1.1 ลักษณะของสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

สื่อประสมที่จัดทำขึ้นเป็นการนำสื่อหลายชนิดมาผสมผสานเข้าด้วยกัน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการ และควบคุมให้สื่อต่าง ๆ ให้แสดงผลออกมาทางหน้าจอและลำโพงของคอมพิวเตอร์ อันประกอบไปด้วย ภาพ และภาพวิดิทัศน์, เสียง ได้แก่ เสียงบรรยาย เสียงสนทนา คนตรี, ข้อความ ในรูปแบบสื่อการสอนที่สร้างขึ้นจากคอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมการทดลองเสมือนจริง (PhET Simulations) เป็นต้น โดยผู้วิจัยออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วย แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์, กิจกรรมที่ 1 เคลื่อนที่ได้อย่างไร, กิจกรรมที่ 2 ไขความลับการเคลื่อนที่, กิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถแข่งกันเถอะ, กิจกรรมที่ 4 ใครไวกว่ากัน, สรุปกิจกรรมมหัศจรรย์รถของเล่น และ กิจกรรมจริงหรือไม่ ซึ่งจัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

#### 4.1.2 ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน

การจัดกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนจำนวน จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ โดยมีทั้งหมด จำนวน 8 แผน แต่ละแผนละใช้เวลา 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง ประกอบด้วย แผนที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน, แผนที่ 2 ไขความลับของการเคลื่อนที่, แผนที่ 3 ออกแบบรถแข่งกันเถอะ, แผนที่ 4 ประดิษฐ์รถของเล่น(1), แผนที่ 5 ประดิษฐ์รถของเล่น (2), แผนที่ 6 ใครไวกว่ากัน, แผนที่ 7 สรุปกิจกรรมมหัศจรรย์รถของเล่น และ แผนที่ 8 จริงหรือไม่ แต่ละแผนจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning) ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) คือ 1) ขั้นทำนาย 2) ขั้นสังเกต 3) ขั้นอธิบาย โดยเป็นกิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเอง และเกิดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จัดทำเป็นหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 4.2


ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้างความสนใจ	ขั้นสำรวจและค้นหา	ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ขั้นขยายความรู้	ขั้นประเมิน	
1	แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน	<b>ตัวบ่งชี้ 1</b> นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล <b>ตัวบ่งชี้ 3</b> พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความ	-ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนดูภาพการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาพคนลากของ, ภาพรถเคลื่อนบนถนน, ภาพคนคันตุเป็นต้น และนักเรียนศึกษาเรื่องมวลและน้ำหนักจากสื่อ	<b>การทำนาย (P)</b> - นักเรียน สังเกตภาพการเคลื่อนที่ในแนวตรงแล้วพิจารณาว่า “เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ความเร็วและความเร่งแรงจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่”	- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า “มวลและน้ำหนักแตกต่างกันโดยมวลเป็นเนื้อของวัตถุทั้งหมดหรือเป็นการดำเนินการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ	- ครูเปรียบเทียบมวลกับน้ำหนักว่ามี ความแตกต่างกันอย่างไร - ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องแรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การเคลื่อนที่บนพื้นเอียง, การเคลื่อนที่	-สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน - ตรวจสอบกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร” - สังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	1. สื่อวีดิทัศน์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน 2. แบบวัดสมรรถนะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		เป็นเหตุ เป็นผล ตัวบ่งชี้ 5 อธิบายถึง ศักยภาพของ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อ สังคม	<p>วิดิทัศน์ เรื่องแรง และการเคลื่อนที่ใน ชีวิตประจำวัน</p> <p>- ครูให้นักเรียน จับคู่เพื่อทำกิจกรรม ที่ 1 “เคลื่อนที่ได้ อย่างไร”</p>	<p><b>การสังเกต (O)</b></p> <p>- นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้ อย่างไร” โดยศึกษาร่วมกันเป็นคู่ ผ่าน โปรแกรม Phet simulation ดังลิงค์ “<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=t">https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=t</a></p>	<p>แต่น้ำหนัก คือ แรง โน้มถ่วงของโลกที่ กระทำต่อมวลของ วัตถุและทำให้วัตถุ ตกสู่พื้นโลก วัตถุ น้ำหนักได้โดยใช้ เครื่องชั่งสปริง วัตถุ ที่มีมวลมากจะมี น้ำหนักมากด้วย ซึ่ง มีผลต่อแรงลัพธ์ โดย แรงลัพธ์ คือ สิ่งที่ กระทำต่อวัตถุแล้ว</p>	<p>แบบตกอิสระ, การเคลื่อนที่ แบบหมุน ฯลฯ เป็นต้น</p>		<p>วิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน</p> <p>3. ใบกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้ อย่างไร”</p> <p>4. โปรแกรม Phet simulation ดังลิงค์ “<a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-">https://phet.col</a></p>

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
			<p>h” แล้วบันทึกลงในใบ กิจกรรมเป็นรายบุคคล</p>  <p>การอธิบาย (E) - นักเรียนกลุ่มชื่อเพื่อน ในห้องเพื่ออธิบายแนว คำตอบในแต่ละข้อที่</p>	<p>ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หยุดนิ่ง เปลี่ยนแปลง ทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลง รูปร่าง ถ้ามีแรง เกิดขึ้นระหว่าง ผิวสัมผัสของ วัตถุ 2 ชนิด โดยเป็นแรงที่ ผิวของวัตถุหนึ่ง ต้านการเคลื่อนที่ของ ผิววัตถุอีกผิวหนึ่ง และมีทิศทางของแรง</p>			<p>basics/latest/for ces-and- motion- basics_all.html? locale=th” 5. รูปหรือสื่อ มัลติมีเดียที่ แสดงให้เห็น ถึงการออกแรง กระทำต่อวัตถุ ด้วยแรงที่มี ขนาดต่างกัน</p>	

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
				ตอบในใบกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร”	ตรงข้ามกับทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้เกิดแรง เสียด-ทาน”			เช่น การออก แรงดึงรถของ เล่นและการ ออกแรงขึ้น รถยนต์

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
2	ไขความลับ ของการ เคลื่อนที่	<b>ตัวบ่งชี้ 1</b> นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ มาใช้สร้าง คำอธิบายที่ สมเหตุสมผล  <b>ตัวบ่งชี้ 3</b> พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลง ในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ	- ครูทบทวนความรู้ เดิมจากกิจกรรมที่ 1 และนำเข้าสู่ บทเรียนเรียนโดย ให้นักเรียนดูภาพ การเคลื่อนที่ในแนว ตรง เช่น ภาพคน ลากของ, ภาพรถ เคลื่อนบนถนน เป็นต้น - เปิดโอกาสให้ นักเรียนอาสาสมัคร	<b>การทำนาย (Predict)</b> - ครู นำ คลิป วิดีโอ จำลองเหตุการณ์การ เคลื่อนที่ของรถบน ถนน โดยใช้รถของเล่น เคลื่อนที่บนโต๊ะเรียบ แทนการเคลื่อนที่จริง แล้ว ใช้ ก ล้อ ง โทรศัพท์มือถือบันทึก วิดีโอความเร็วสูง เพื่อ บันทึก ภาพ เคลื่อนไหวแบบเฟรม	- นักเรียนแต่ละกลุ่ม นำเสนอผลการ ปฏิบัติกิจกรรมหน้า ห้องเรียน - ครูและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายผล จากการปฏิบัติ กิจกรรมโดยใช้แนว คำถาม เช่น - ผลที่เกิดจากแรงทำ ให้วัตถุเกิดการ เปลี่ยนแปลงลักษณะ	- ครูยกตัวอย่าง การศึกษา งานวิจัยเรื่อง กฎการ เคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ที่ ได้ทำการศึกษา เกี่ยวกับการ เคลื่อนที่ของ วัตถุแล้วนำไป วิเคราะห์ใน โปรแกรม	- สังเกตการตอบ คำถามของ นักเรียน - ตรวจสอบ กิจกรรมที่ 2 “ไขความลับ ของการ เคลื่อนที่” - สังเกต พฤติกรรมของ นักเรียน	1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและ การเคลื่อนที่ ในชีวิต ประจำวัน ตอน ไขความลับการ เคลื่อนที่ 2. ใบกิจกรรม ที่ 2 “ไข ความลับของ การเคลื่อนที่”

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		เป็นเหตุเป็น ผล <b>ตัวบ่งชี้ 5</b> อธิบายถึง ศักยภาพของ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อ สังคม	ทดลองบันทึก วิดีโอความ อัตราเร็วสูงใช้ กล้อง โทรศัพท์มือถือ บันทึกวิดีโอความ อัตราเร็วสูง เพื่อ บันทึกภาพ เคลื่อนไหวแบบ เฟรมให้ภาพเคลื่อนไหว - ใหว่ช้าลง ซึ่ง บันทึกด้วยอัตราเร็ว	ให้ภาพเคลื่อนไหวช้า ลง ซึ่งบันทึกด้วย อัตราเร็ว (frame rate) 240 เฟรมต่อวินาที เพื่อให้ให้นักเรียนสังเกต ภาพการเคลื่อนที่ได้ ชัดเจนมากยิ่งขึ้น <b>การสังเกต (Observe)</b> - ครูนำคลิปอัตราเร็ว สูงจำลองเหตุการณ์การ เคลื่อนที่ของรถของเล่น เคลื่อนที่บนโต๊ะเรียบ	ใค (แนวคำตอบ ทำ ใหว่วัตถุเคลื่อนที่เร็ว ขึ้น เคลื่อนที่ช้าลง หยุดนิ่ง เปลี่ยนแปลง ทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลง รูปร่างได้) - ยกตัวอย่างกิจกรรม ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ แรงมาอย่างน้อย 3 กิจกรรม (แนว คำตอบ การล้างจาน	แทรกเกอร์ เพื่อ หาค่าความเร่ง ของวัตถุ		3. กิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้ อย่างไร” ที่ ศึกษาผ่าน โปรแกรม Phet simulation 4. รูปหรือสื่อ มัลติมีเดียที่ แสดงให้เห็น ถึงการออกแรง กระทำต่อวัตถุ ด้วยแรงที่มี

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
			(frame rate) 240 เฟรมต่อวินาที บันทึกภาพเคลื่อนไหวของตนเอง สิ่งของ หรือ วัตถุอื่น ๆ ภายในชั้นเรียน เพื่อเป็นการสาธิตให้เพื่อนๆ ในห้องดู	ไปวิเคราะห์ในโปรแกรม โดยใช้โปรแกรมแทรคเกอร์ (Tracker Program) เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งวัตถุ จากภาพเคลื่อนที่ 2 มิติ และแปลงผลการวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบของกราฟ ความเร็วและความเร่ง (เสริมความรู้ด้านเทคโนโลยีที่นำมา	การเคลื่อนย้ายโต๊ะ และการเตะฟุตบอล) - ครูและนักเรียน ร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดย ครู เน้น ให้ นักเรียน เข้าใจว่า แรงมีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น เคลื่อนที่ช้าลง หยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้			ขนาดต่างกัน เช่น ภาพคน ลากของ, ภาพรถเคลื่อนบนถนน เป็นต้น 5. งานวิจัย เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน 6. โปรแกรม แทรค-เกอร์

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
				<p>ป ระ ยุก ต์ ใ ช้ ใน การศึกษา)</p> <p><b>การอธิบาย (Explain)</b></p> <p>- ครูแบ่งนักเรียนกลุ่ม ละ 5 - 6 คน สืบค้น ข้อมูลเกี่ยวกับแรงใน ชีวิตประจำวัน และนำ ข้อมูลที่สืบค้นได้มา รายงานให้เพื่อน ๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปราย ซักถามจนคิดว่า</p>				(Tracker Program)

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
				<p>สมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน</p> <p>- ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบ ๆ ห้องเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา</p>				

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ	
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน		
3	ออกแบบبردซึ่ง กันเถอะ	<b>ตัวบ่งชี้ 1</b> นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ มาใช้สร้าง คำอธิบายที่ สมเหตุสมผล  <b>ตัวบ่งชี้ 2</b> ระบุ ใช้ และ สร้าง แบบจำลอง และตัวแทน เชิงอธิบาย	-ครูแบ่งกลุ่ม นักเรียน กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อให้ สมาชิกแต่ละกลุ่ม ช่วยกันทำกิจกรรม และสืบค้นข้อมูล จากอินเทอร์เน็ต	<b>การทำนาย (P)</b> - ครูให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มระดมความคิด ความรู้ที่ได้ศึกษามา เพื่อใช้ในการออกแบบ รถของเล่น ลงในใบ กิจกรรมที่ 3	<b>การสำรวจ (O)</b> - นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันอภิปรายและ	- ครูและนักเรียน ร่วมกันสรุปและ อภิปรายผลจากการ ปฏิบัติกิจกรรม โดย ครูเน้นให้นักเรียน เข้าใจว่า “มวลมี ความสัมพันธ์กับ การเปลี่ยนแปลงการ เคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมาก จะเปลี่ยนแปลงการ เคลื่อนที่ได้ยากกว่า	-ครูให้นักเรียน สมมติขนาด ของมวลรถ ของเล่น (เช่น มวลรถ = 0.5 กิโลกรัม) และ กำหนดค่า ความเร่งของ รถเท่ากับ 2 เมตร/วินาที และให้ คำนวณหา	- ตรวจสอบตอบ คำถามของ นักเรียนในใบ กิจกรรม - ตรวจสอบ กิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถ ซึ่งกันเถอะ” - สังเกต พฤติกรรมการ ทำงานเป็นกลุ่ม	1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและ การเคลื่อนที่ ใน ชีวิตประจำวัน ตอน มา ออกแบบรถซึ่ง กันเถอะ 2. ใบกิจกรรม ที่ 3 “มา ออกแบบรถซึ่ง กันเถอะ”

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		<p><b>ตัวบ่งชี้ 3=3</b></p> <p>พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล</p> <p><b>ตัวบ่งชี้ 4</b></p> <p>เสนอสมมติฐาน</p>	<p>วัตถุ, กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การใช้โปรแกรมแทรคเกอร์ และหลักการออกแบบรถของเล่น</p>	<p>ออกแบบรถของเล่นตามความคิดของสมาชิกในกลุ่ม โดยวาดภาพและชิ้นส่วนประกอบของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ จากนั้นให้อธิบายรายละเอียดต่างๆ ดังหัวข้อต่อไปนี้</p> <p>1) ปัจจัยที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด, 2)</p>	<p>วัตถุที่มีมวลน้อยซึ่งสอดคล้องตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตันกล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับ</p>	<p>ค่าแรงลัพธ์แทนค่าในสมการ <math>\sum F = ma</math> โดยครูกล่าวว่า ถ้านักเรียนคนไหนหาค่าได้ถูกต้องและเร็วที่สุด ครูจะมีคะแนนพิเศษให้ (ครูและนักเรียน</p>	<p>3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน และการใช้โปรแกรมแทรคเกอร์</p> <p>4. โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ตามกฎการ</p>	

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		เพื่อใช้ในการ อธิบาย <b>ตัวบ่งชี้ 5</b> อธิบายถึง ศักยภาพของ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อ สังคม	<p>ปัญหาและอุปสรรคใน การทำงาน (ถ้ามี), 3) แนวทางในการ แก้ไข/ปรับปรุงผลงาน (ถ้ามี)</p> <p><b>การอธิบาย (E)</b> - นักเรียนแต่ละกลุ่มส่ง ตัวแทนออกมานำเสนอ ตามใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถชิงกัน เถอะ”</p>	<p>ขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับ มวลของวัตถุ” เขียน เป็นความสัมพันธ์ได้ ว่า <math>\sum F = ma</math></p>	สามารถ ออกแบบโจทย์ ปัญหาตาม สถานการณ์)		เคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน 5. การสืบค้น ข้อมูลการ ประดิษฐ์รถ จากสื่อการ เรียนรู้ อิเล็กทรอนิกส์ ของนักเรียน	

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
4	ประดิษฐ์รถ ของเล่น (1)	<b>ตัวบ่งชี้ 2</b> ระบุ ใช้ และ สร้าง แบบจำลอง และตัวแทน เชิงอธิบาย <b>ตัวบ่งชี้ 3</b> พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลง ในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ	-ครูทบทวนความรู้ เดิมเกี่ยวกับการ ออกแบบรถของ เล่น จากกิจกรรมมา ออกแบบรถซึ่งกัน ถอะ -ครูแนะนำวัสดุ อุปกรณ์ให้นักเรียน แต่ละกลุ่ม และให้ นักเรียนช่วยกัน ระดมความคิดและ วางแผนการใช้	<b>การทำนาย (P)</b> - นักเรียนแต่ละกลุ่มมา หยิบอุปกรณ์ตามที่ วางแผนไว้ โดย เลือกใช้อุปกรณ์อย่าง คุ้มค่า - นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันประดิษฐ์รถ ของเล่นตามที่ได้ ออกแบบไว้ใน กิจกรรมมาออกแบบรถ ซึ่งกันถอะ และครู	-นักเรียนและครู ร่วมกันสรุปปัญหาที่ พบจากการทดลอง การใช้รถของเล่นที่ แต่ละกลุ่มประดิษฐ์ ขึ้นมาและเขียน ปัญหาหลงบน กระดาน - นักเรียนแต่ละกลุ่ม เขียนสรุปปัญหาและ อุปสรรคในการ ประดิษฐ์รถของเล่น	- ครูแนะนำ แนวทางในการ ปรับปรุงแก้ไข ผลงานการ ประดิษฐ์รถ ของเล่น - นักเรียน สืบค้นวิธีการ แก้ปัญหาจาก อินเทอร์เน็ต เพิ่มเติม	-ตรวจการตอบ คำถามจากใบ กิจกรรมมา ออกแบบรถซึ่ง กันถอะ ในส่วน “ปัญหา และอุปสรรคใน การประดิษฐ์รถ ของเล่น” -สังเกตขั้นตอน การประดิษฐ์	1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและ การเคลื่อนที่ ใน ชีวิตประจำวัน ตอน ประดิษฐ์ รถของเล่น 2. ใบกิจกรรม ที่ 3 “มา ออกแบบรถซึ่ง กันถอะ”

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาต่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		เป็นเหตุเป็น ผล <b>ตัวบ่งชี้ 4</b> เสนอ สมมติฐาน เพื่อใช้ในการ อธิบาย <b>ตัวบ่งชี้ 5</b> อธิบายถึง ศักยภาพของ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่	อุปกรณ์มา ประดิษฐ์รถของ เล่นตามที่นักเรียน ได้ออกแบบไว้	เดินดูรอบ ๆ และให้ คำแนะนำเมื่อนักเรียน มีข้อสงสัย <b>การสังเกต (O)</b> - เมื่อประดิษฐ์เสร็จ แล้วนักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันทดลองการใช้ รถของเล่นว่าจะทำ อย่างไรให้เคลื่อนที่ไป ด้านหน้าได้ <b>การอธิบาย (E)</b>	ที่พบ ลงในใบ กิจกรรมที่ 3 มา ออกแบบรถซึ่งกัน ถอะ ในส่วน “ปัญหาและอุปสรรค ในการประดิษฐ์รถ ของเล่น”		ผลงานของแต่ละ กลุ่ม -สังเกต พฤติกรรมของ นักเรียน	

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		นำไปใช้เพื่อ สังคม		- นักเรียนสุ่มชื่อเพื่อน ในแต่ละกลุ่มเพื่อ อธิบายแนวคิดหรือ หลักการเกี่ยวกับการ ประติมาตรของเด่น และปัญหาที่พบในการ ประติมาตรและทดลอง				

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
5	ประดิษฐ์รถ ของเล่น (2)	<b>ตัวบ่งชี้ 2</b> ระบุ ใช้ และ สร้าง แบบจำลอง และตัวแทน เชิงอธิบาย <b>ตัวบ่งชี้ 3</b> พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลง ในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ	- ครูทบทวนความรู้ เดิมเกี่ยวกับการ ออกแบบรถของ เล่น จากกิจกรรม ก่อนหน้า เรื่อง การ ประดิษฐ์รถของ เล่น - นักเรียนแต่ละ กลุ่มบอกปัญหาที่ พบจากการทดลอง รถของเล่นที่ ประดิษฐ์ขึ้นมา	<b>การทำนาย (P)</b> - นักเรียนและครูหา แนวทางในการ แก้ปัญหา จาก คำแนะนำของครูและ สืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม - นักเรียนแต่ละกลุ่ม ระดมความคิดเพื่อหา แนวทางการปรับปรุง ผลงานและบันทึกผล ในใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถซึ่งกัน	- นักเรียนและครู ร่วมกันสรุปปัญหา และหลักการ เคลื่อนที่ของรถของ เล่นของแต่ละกลุ่มที่ ประดิษฐ์ขึ้นมาลง บนกระดาน	- นักเรียนแต่ละ กลุ่มเขียน แผนภาพของ แรงลัพธ์ที่ กระทำต่อรถ ของเล่น ลงใน ใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถ ซึ่งกันและ ใน ส่วน “การ เขียนแผนภาพ ของแรงที่	-ตรวจการตอบ คำถามจากใบ กิจกรรมที่ 3 มา ออกแบบรถซึ่ง กันและ ในส่วน “การ เขียนแผนภาพ ของแรงที่ กระทำต่อรถ ของเล่น” -สังเกตขั้นตอน การประดิษฐ์	1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและ การเคลื่อนที่ ใน ชีวิตประจำวัน ตอน ประดิษฐ์ รถของเล่น 2. ใบกิจกรรม ที่ 3 “มา ออกแบบรถซึ่ง กันและ”

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		เป็นเหตุเป็น ผล <b>ตัวบ่งชี้ 4</b> เสนอ สมมติฐาน เพื่อใช้ในการ อธิบาย <b>ตัวบ่งชี้ 5</b> อธิบายถึง ศักยภาพของ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่		เถอะ ในส่วน “แนว ทางการแก้ไขและ ปรับปรุงผลงาน” <b>การสังเกต (O)</b> - นักเรียนแต่ละกลุ่ม ช่วยกันปรับปรุง ผลงานการประดิษฐ์รถ ของเล่น เพื่อให้รถ สามารถวิ่งได้ไวและ ไกลที่สุด - นักเรียนแต่ละกลุ่ม ทดสอบรถของเล่นและ		กระทำต่อรถ ของเล่น”	ผลงานของแต่ละ กลุ่ม -สังเกต พฤติกรรม	

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		นำไปใช้เพื่อ สังคม		ปรับปรุงและตกแต่ง ผลงานให้ดีที่สุด <b>การอธิบาย (E)</b> - นักเรียนตัวแทนกลุ่ม นำเสนอผลงานของ ตนเองตามที่ได้ ประดิษฐ์ขึ้นมาว่าใช้ หลักการใดที่ทำให้รถ ของเล่นวิ่งได้ไกลและ เร็วที่สุด				

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
6	ใครไวกว่ากัน	<b>ตัวบ่งชี้ 1</b> นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ มาใช้สร้าง คำอธิบายที่ สมเหตุสมผล  <b>ตัวบ่งชี้ 2</b> ระบุ ใช้ และ สร้าง แบบจำลอง และตัวแทน เชิงอธิบาย	- ครูทบทวนความรู้ เกี่ยวกับการ ออกแบบและการ ประดิษฐ์รถของ เล่นของนักเรียน จากกิจกรรมเดิม - ครูอธิบายกติกา การแข่งขัน และ อุปสรรคใน “การ ทดลองความเร็ว เป็นเรื่องของปีศาจ” เพื่อสร้างความ	<b>การทำนาย (P)</b> - ครูให้นักเรียน สังเกต ลักษณะพื้นผิวที่เป็น อุปสรรคในการ เคลื่อนที่ของวัตถุ โดย การดูและสัมผัส จากนั้นให้นักเรียน ทำนายและบันทึกลง ในใบกิจกรรมที่ 4 “ใครไวกว่ากัน” <b>การสังเกต (O)</b>	- ครู นำ คณิตศาสตร์ โอ อัตรารวดสูงที่บันทึก ไว้มาเปิดให้นักเรียน ดู เพื่อให้เห็นภาพ การเคลื่อนที่ที่ ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และให้นักเรียน เปรียบเทียบลักษณะ การเคลื่อนที่บน พื้นผิวที่ต่างกัน - นักเรียนและครู ช่วยกันสรุปความคิด	- ครูอธิบาย เพิ่มเติมให้ นักเรียนเข้าใจ ในเรื่องแรง เสียดทานและ การใช้ ประโยชน์จาก แรงเสียดทาน	-สังเกตการตอบ คำถามของ นักเรียน -ตรวจใบ กิจกรรมที่ 4 “ใครไวกว่ากัน” -สังเกต พฤติกรรม	1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและ การเคลื่อนที่ ใน ชีวิตประจำวัน ตอน ใครไว กว่ากัน 2. การทดลอง ความเร็วเป็น เรื่องของปีศาจ

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		<b>ตัวบ่งชี้ 3</b> พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลง ในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็น ผล <b>ตัวบ่งชี้ 4</b> เสนอ สมมติฐาน	เข้าใจให้กับ นักเรียน	- ในการทดลองจะมี การทดสอบให้รถวิ่ง ผ่านด่านอุปสรรค พื้นผิวจำนวน 4 ลักษณะ คือ พื้นเรียบ พื้นไม้ พื้นกระดาด และพื้นผ้า ถ้ำรถของ นักเรียนกลุ่มไหน เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด และไกลที่สุดในแต่ละ ด่าน หรือมีคะแนน	รวบรวมโดยการ ตอบคำถามและ บันทึกผลการดำเนิน กิจกรรมลงในใบ กิจกรรมที่ 4 “ใครไว กว่ากัน”			3. ใบกิจกรรม ที่ 4 “ใครไว กว่ากัน” 4. หลักฐานใน การทดลอง วิดีโออัตราเร็ว สูงจากการ ทดลองการ เคลื่อนที่ของ รถของเล่น

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		เพื่อใช้ในการ อธิบาย		<p>สะสมมากที่สุด กลุ่ม นั้นจะเป็นผู้ชนะ - นักเรียนเริ่มทำการ ทดลองความเร็วเป็น เรื่องของปีศาจ โดยครู มีการตั้งกล้องถ่าย วิดีโออัตราเร็วสูงเพื่อ เป็นหลักฐานในการ ทดลอง เนื่องจากการ เคลื่อนที่ของรถของ เล่นเคลื่อนที่อย่าง รวดเร็ว</p>				

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
				<ul style="list-style-type: none"> <li>- นักเรียนที่ไม่ได้ทำ การทดลองช่วยกันดู และบันทึกผลการ ทดลองลงในกระดาษ จนสิ้นสุดการแข่งขัน</li> <li>การอธิบาย (E)</li> <li>- ครูนำผลคะแนนให้ นักเรียนช่วยกัน สรุปผลการแข่งขัน</li> <li>- ครูคัดเลือกนักเรียน กลุ่มที่ชนะการแข่งขัน</li> <li>“การทดลองความเร็ว</li> </ul>				

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
				เป็นเรื่องของปีศาจ” ออกมานำเสนอ หลักการและแนวคิด ในการประดิษฐ์รถของ เล่น และวิธีการทำให้ ชนะการแข่งขัน				

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
7	สรุปกิจกรรม มหัศจรรย์รถ ของเล่น	<b>ตัวบ่งชี้ 1</b> นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ มาใช้สร้าง คำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	-ครูทบทวนความรู้ ของนักเรียนโดย การให้นักเรียนดู ภาพการเคลื่อนที่ใน รูปแบบ ต่าง ๆ เช่น ภาพคนลากของ, ภาพรถเคลื่อนบน ถนน, ภาพคนดันตู้ เป็นต้น	<b>การทำนาย (P)</b> - นักเรียนดูภาพการ เคลื่อนที่ในรูปแบบ ต่าง ๆ, มวลกับน้ำหนัก , แรงลัพธ์, แรงเสียด ทาน เพื่อทบทวน ความรู้และหาคำตอบ เดิมในใบสรุปกิจกรรม มหัศจรรย์รถของเล่น (ตอนที่ 1)	-ครูและนักเรียน ร่วมกันสรุปและ อภิปรายผลจากการ ปฏิบัติกิจกรรม โดย ครูเน้นให้นักเรียน เข้าใจว่า “มวลและ น้ำหนักแตกต่างกัน โดยมวลเป็นเนื้อของ วัตถุทั้งหมดหรือเป็น การต้านการ เปลี่ยนแปลงการ เคลื่อนที่ของวัตถุ แต่	- ครูอธิบาย เพิ่มเติมให้ นักเรียนเข้าใจ ในเรื่องแรง ลัพธ์และการ เคลื่อนที่ใน ชีวิตประจำวัน ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การ เคลื่อนที่บน พื้นเอียง, การ เคลื่อนที่แบบ	-สังเกตการตอบ คำถามของ นักเรียน -ตรวจใบสรุป กิจกรรม มหัศจรรย์รถ ของเล่น -สังเกต พฤติกรรม	1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและ การเคลื่อนที่ ในชีวิต ประจำวัน ตอน สรุปกิจกรรม มหัศจรรย์รถ ของเล่น 2. ใบสรุป กิจกรรม มหัศจรรย์รถ ของเล่น

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
	และตัวแทน เชิงอธิบาย <b>ตัวบ่งชี้ 3</b> พยากรณ์การ เปลี่ยนแปลง ในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็น ผล <b>ตัวบ่งชี้ 4</b>	เคลื่อนที่ใน ชีวิตประจำวันมา คนละ 2 กรณี	และเล่นเกมทายคำตอบ ร่วมกัน โดยมีคิดว่า ครูจะมีคำถามให้ 10 ข้อ แล้วให้นักเรียน ตัวแทนกลุ่มนำมือจับ หู เมื่อครูให้สัญญาณ ให้นักเรียนตัวแทนรีบ ยกมือ กลุ่มใดที่ยกมือ ก่อน กลุ่มนั้นจะได้ เลือกคำถามก่อน ถ้า ตอบถูกจะได้คะแนน ข้อละ 1 คะแนน และ	น้ำหนัก คือ แรงโน้ม ถ่วงของโลกที่กระทำ ต่อมวลของวัตถุและ ทำให้วัตถุตกสู่พื้น โลก วัตถุน้ำหนักได้ โดยใช้เครื่องชั่งสปริง วัตถุที่มีมวลมากจะมี น้ำหนักมากด้วยซึ่งมี ผลต่อแรงลัพธ์ โดย แรงลัพธ์ คือ สิ่งที่ กระทำต่อวัตถุแล้ว ทำให้วัตถุเคลื่อนที่	ตกอิสระ, การ เคลื่อนที่แบบ หมุน ฯลฯ เป็น ต้น และ ยกตัวอย่างภาพ หรือวีดิทัศน์ แสดงการ เคลื่อนที่แบบ อื่น ๆ เพิ่มเติม		3. คำถาม เกี่ยวกับเรื่อง แรงลัพธ์และ การเคลื่อนที่ ในชีวิต ประจำวัน 4. รูปหรือสื่อ มัลติมีเดีย เรื่อง แรงลัพธ์และ การเคลื่อนที่ ในชีวิตประจำ วัน ในรูปแบบ	

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		เสนอ สมมติฐาน เพื่อใช้ในการ อธิบาย <b>ตัวบ่งชี้ 5</b> อธิบายถึง ศักยภาพของ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อ สังคม		กลุ่มใดได้คะแนนมาก ที่สุด กลุ่มนั้นจะเป็น ผู้ชนะ  <b>การสังเกต (O)</b> - นักเรียนช่วยกัน ปฏิบัติกิจกรรมและหา คำตอบตามความรู้และ ประสบการณ์ของ ตนเอง หรือจากสมาชิก ในกลุ่ม ซึ่งอาจจะเป็น ความรู้ที่ได้มาจากการ	หยุดนิ่ง เปลี่ยนแปลง ทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลง รูปร่าง ถ้ามีแรง เกิดขึ้นระหว่าง ผิวสัมผัสของ วัตถุ 2 ชนิด โดยเป็นแรงที่ ผิวของวัตถุหนึ่ง ดัน การเคลื่อนที่ของผิว วัตถุอีกผิวหนึ่ง และ มีทิศทางของแรงตรง ข้ามกับทิศทาง การ			อื่น ๆ เช่น การ เคลื่อนที่บน พื้นเอียง, การ เคลื่อนที่แบบ ตกอิสระ, การ เคลื่อนที่แบบ หมุน ฯลฯ เป็น ต้น และ ยกตัวอย่างภาพ หรือวิดีโอที่ แสดงการ

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
			<p>ขั้นสร้าง ความสนใจ</p>	<p>ขั้นสำรวจ และค้นหา</p> <p>ค้นคว้า การตอบคำถาม และการทดลอง</p> <p><b>การอธิบาย (E)</b></p> <p>- นักเรียนที่ไม่ได้ตอบ คำถาม ร่วมกัน อภิปรายและหา ข้อสรุปว่าสิ่งที่เพื่อน ตอบถูกต้องหรือไม่ ถ้า ไม่ถูกต้องควรตอบ อย่างไร</p>	<p>ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป</p> <p>เคลื่อนที่ของวัตถุ จะ ทำให้เกิดแรงเสียด ทาน”</p> <p>- ครูให้นักเรียนสรุป ความรู้ที่ได้รับจาก การเรียนเป็นแผนผัง ความคิด เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น โดยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับ แรงและการ เคลื่อนที่ในแนวตรง ในชีวิตประจำวัน ลง</p>			<p>สื่อ</p> <p>เคลื่อนที่แบบ อื่น ๆ เพิ่มเติม</p>

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
					<p>ในใบสรุปกิจกรรม มหัศจรรย์รถของเล่น (ตอนที่ 2)</p> <p>- นักเรียนสุ่มชื่อ เพื่อน ออกมานำเสนอ แผนผังความคิดของ ตนเอง และครูคอยให้ คำแนะนำร่วมกัน อภิปรายเพื่อสรุปเป็น ความรู้รวบยอด</p>			


ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
8	จริงหรือไม่	<b>ตัวบ่งชี้ 1</b> นำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ มาใช้สร้าง คำอธิบายที่ สมเหตุสมผล <b>ตัวบ่งชี้ 2</b> ระบุ ใช้ และ สร้าง แบบจำลอง และตัวแทน เชิงอธิบาย	-ครูทบทวนความรู้ ของนักเรียนโดย การให้ตัวแทน นักเรียนออกมา สาธิตการเคลื่อนที่ รูปแบบต่าง ๆ หน้า ชั้นเรียน เช่น การ ดันกล่อง การเดิน ไปข้างหน้า-เดิน ถอยหลัง การชักเย่อ ฯลฯ	- ครูเริ่มการทบทวน ความรู้โดยการใช้เกม การตอบคำถามจริง หรือไม่ ผ่านการใช้ โปรแกรม Quizizz จำนวน 10 ข้อและ นักเรียนตัวแทนแต่ละ กลุ่ม ออก มา รั บ กระดาษคำตอบไปแจก สมาชิกในกลุ่ม ตาม เลขที่บนกระดาษ	- ครูให้นักเรียนทำ แบบวัดสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์ด้าน การอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์หลัง เรียน - ครูและนักเรียน ร่วมกันสรุปและ อภิปรายผลจากการ ปฏิบัติกิจกรรม	-ครูอธิบาย เพิ่มเติมให้ นักเรียนเข้าใจ เกี่ยวกับ ประโยชน์ของ แรงลัพธ์, การ เคลื่อนที่ใน ชีวิตประจำวัน และ แรงเสียด ทาน	-สังเกตการตอบ คำถามของ นักเรียน -ตรวจสอบ คะแนนจากเกม การตอบคำถาม จริงหรือไม่ ผ่าน การใช้ โปรแกรม Quizizz -สังเกต พฤติกรรม	1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและ การเคลื่อนที่ ใน ชีวิตประจำวัน ตอน จริง หรือไม่ 2. แบบวัด สมรรถนะ สมรรถนะทาง วิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบาย

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		<p><b>ตัวบ่งชี้ 3</b> พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล</p> <p><b>ตัวบ่งชี้ 4</b> เสนอสมมติ-</p>	<p>-ครูผู้แทนนักเรียนออกมาอธิบายกิจกรรมการสรุปแผนผังความคิดเรื่องมหัศจรรย์รถของเล่น หน้าชั้นเรียนให้เพื่อนฟังเพื่อทบทวนความรู้ร่วมกัน</p>	<p><b>การทำนาย (P)</b> - ครูอธิบายการใช้กระดาษคำตอบ โดยมีหลักการว่า “ถ้านักเรียนต้องการตอบคำถามข้อใดให้นำข้อนั้น ๆ หมุนขึ้นด้านบนและถือกระดาษให้ตรงโดยนักเรียนต้องมีสติในการทำทุกข้อ และทุกขั้นตอนเพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดของ</p>				<p>ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน</p> <p>3. เกมการตอบคำถามจริงหรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz จำนวน 10 ข้อ และกระดาษ</p>

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
		ฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย <b>ตัวบ่งชี้ 5</b> อธิบายถึง ศักยภาพของ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อ สังคม		<p>คำตอบ”มีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้</p>  <p>นักเรียนเริ่มตอบคำถาม โดยการใช้กระดาษคำตอบของตนเอง เลือกข้อที่ถูกต้อง จากนั้นครูจะ</p>				คำตอบ

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
				ใช้โทรศัพท์มือถือ สแกนคำตอบของ นักเรียน <b>การสังเกต (O)</b> - คะแนนและคำตอบ ของนักเรียนจะสรุป ทันทีหลังจากที่ครู สแกนเสร็จ เพื่อให้เกิด ความตื่นตัวและ ท้าทายในการทำ แบบทดสอบ โดยทำ				

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
				เกมการตอบคำถามจริง หรือไม่ จนครบ 10 ข้อ - หลังจากทำข้อสอบ เสร็จ นักเรียนคนใด ตอบคำถามได้ไวที่สุด และถูกต้องที่สุดเป็น อันดับ 1 ครูมอบของ รางวัลให้เพื่อเป็นขวัญ และกำลังใจในการ เรียน การอธิบาย (E)				

ตารางที่ 4.2 แผนการจัดกิจกรรมการพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย (ต่อ)

ที่	ชื่อแผน การจัด กิจกรรม การเรียนรู้	จุดประสงค์ เชิงสมรรถนะ	จัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)					สื่อ
			ขั้นสร้าง ความสนใจ	ขั้นสำรวจ และค้นหา	ขั้นอธิบายและ ลงข้อสรุป	ขั้นขยาย ความรู้	ขั้นประเมิน	
				- นักเรียนสุ่มชื่อเพื่อน ในห้องเพื่ออภิปราย ร่วมกันเกี่ยวกับเนื้อหา ในเกมการตอบคำถาม จริงหรือไม่ ผ่านการใช้ โปรแกรม Quizizz จำนวน 10 ข้อ				

## 4.2 ผลการจัดกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย กับกลุ่มตัวอย่าง ผลการจัดกิจกรรมตามแผน ปรากฏดังนี้

### 4.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 มีความรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ไม่เท่ากัน เนื่องจากต่างระดับชั้น และมีประสบการณ์ที่แตกต่างกัน เมื่อได้เรียน ได้เรียนรู้จากหน่วยการเรียนรู้ มหัศจรรย์รถของเล่นและครูแนะนำเนื้อหาเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน โดยศึกษาแบบจำลองการเคลื่อนที่ผ่าน โปรแกรม Phet simulation ในหัวข้อ “Forces and Motion: Basics” พบว่านักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้นและสามารถบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 1 เคลื่อนที่ได้อย่างไรได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายความหมายของมวลและแรง และสามารถแสดงทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นสาเหตุของการเคลื่อนที่ผ่านการตอบคำถามลงในใบกิจกรรมที่ 1 ได้ และเมื่อสุ่มรายชื่อนักเรียนเพื่อหาแนวคำตอบ นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ อีกทั้งยังสามารถสรุปและอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม ได้ว่า “มวลและน้ำหนักแตกต่างกัน โดยมวลเป็นเนื้อของวัตถุทั้งหมดหรือเป็นการดำเนินการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่น้ำหนัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุและทำให้วัตถุตกสู่พื้นโลก วัตถุหนักได้โดยใช้เครื่องชั่งสปริง วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมากด้วย ซึ่งมีผลต่อแรงลัพธ์ โดย แรงลัพธ์ คือ สิ่งที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หยุดนิ่ง เปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ถ้ามีแรงเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของ วัตถุ 2 ชนิด โดยเป็นแรงที่ผิวของวัตถุหนึ่ง ด้านการเคลื่อนที่ของผิววัตถุอีกผิวหนึ่ง และมีทิศทางของแรงตรงข้ามกับทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้เกิดแรงเสียดทาน” ผลจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน แสดงดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรง  
ในชีวิตประจำวัน

จากภาพที่ 4.5 แสดงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่  
ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน พบว่านักเรียนสามารถ 1) อธิบายความหมายของมวลและแรงได้  
ถูกต้อง ร้อยละ 85.38 2) แสดงทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นสาเหตุของการเคลื่อนที่ได้  
ถูกต้อง ร้อยละ 90.63 และ 3) มีความสนใจใฝ่รู้ ร้อยละ 80.21

#### 4.2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไขความลับของการเคลื่อนที่

นักเรียนทดลองบันทึกวิดีโอความเร็วสูงใช้กล้องโทรศัพท์มือถือบันทึกวิดีโอความ  
อัตราเร็วสูง เพื่อบันทึกภาพเคลื่อนไหวแบบเฟรมให้ภาพเคลื่อนไหวช้าลง ซึ่งบันทึกด้วยอัตราเร็ว  
(frame rate) 240 เฟรมต่อวินาที บันทึกภาพเคลื่อนไหวของตนเอง สิ่งของ หรือวัตถุอื่น ๆ ภายในชั้น  
เรียน เพื่อเป็นการสาธิตลักษณะการเคลื่อนที่ที่ช้าลง จากนั้นครูนำคลิปวิดีโอจำลองเหตุการณ์การ  
เคลื่อนที่ของรถบนถนน โดยใช้รถของเล่นเคลื่อนที่บนโต๊ะเรียบ แทนการเคลื่อนที่จริง แล้วใช้กล้อง  
โทรศัพท์มือถือบันทึกวิดีโอความเร็วสูง เพื่อบันทึกภาพเคลื่อนไหวแบบเฟรมให้  
ภาพเคลื่อนไหวช้าลง ซึ่งบันทึกด้วยอัตราเร็ว (frame rate) 240 เฟรมต่อวินาที เพื่อให้นักเรียนสังเกต  
ภาพการเคลื่อนที่ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น แล้วนำคลิปวิดีโอที่ได้ไปวิเคราะห์ในโปรแกรมโดยใช้  
โปรแกรมแทรคเกอร์ (Tracker Program) เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งวัตถุจากภาพเคลื่อนที่ 2 มิติ และ

แปลงผลการวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบของกราฟความเร็วและความเร่ง และให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแรงในชีวิตประจำวัน และนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อน ๆ สมาชิก ในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคาดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม และร่วมกันสรุปผลจากการ ปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า แรงมีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น เคลื่อนที่ช้าลง หยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ โดยในการขยายความรู้ ครูยกตัวอย่างการศึกษางานวิจัย เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ห้วงวิดีโออัตราเร็วสูง ที่ได้ทำการศึกษา เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุแล้วนำไปวิเคราะห์ในโปรแกรมแทรคเกอร์ เพื่อหาค่าความเร่งของ วัตถุ ผลจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไขความลับของการเคลื่อนที่ แสดงดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไขความลับของการเคลื่อนที่

จากภาพที่ 4.6 แสดงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไขความลับการเคลื่อนที่ พบว่านักเรียนสามารถ 1) อธิบายการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ถูกต้อง ร้อยละ 83.33 2) เขียนแผนภาพแสดงแรงลัพธ์และ แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุได้ ร้อยละ 90.63 และ 3) มีความสนใจใฝ่รู้ ร้อยละ 82.29

#### 4.2.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ออกแบบรถชิงกันถะ

โดยครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อให้สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรม และสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และครูเสริมแนวคิดในเรื่อง มวลมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ, กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การใช้โปรแกรมแทรคเกอร์ และหลักการออกแบบรถของเล่น จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ความรู้ที่ได้ศึกษามาเพื่อใช้ในการออกแบบรถของเล่น ลงในใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถชิงกันถะ” ซึ่งแต่ละกลุ่มต้องอภิปรายและออกแบบรถของเล่นตามความคิดของสมาชิกในกลุ่ม โดยวาดภาพและชี้ส่วนประกอบของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ จากนั้นให้อธิบาย

รายละเอียดต่าง ๆ ดังหัวข้อต่อไปนี้ 1) ปัจจัยที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด, 2) ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน, 3)แนวทางในการแก้ไข/ปรับปรุงผลงาน จากนั้นส่งตัวแทนกลุ่มออกมานำเสนอผลงาน และเมื่อจบกิจกรรมนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า “มวลมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ซึ่งสอดคล้องตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตันกล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ” เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า  $\Sigma F = ma$  ผลจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ออกแบบรถซึ่งกันเถอะ แสดงดังภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7: ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ออกแบบรถซึ่งกันเถอะ

จากภาพที่ 4.7 แสดงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ออกแบบรถซึ่งกันเถอะพบว่า นักเรียนสามารถ 1) อธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ ร้อยละ 84.38 2) แสดงทักษะการออกแบบรถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ ร้อยละ 86.46 และ 3) มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร้อยละ 81

#### 4.2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (1)

ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการออกแบบรถของเล่น จากกิจกรรมมาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ ครูแนะนำวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิดและวางแผนการใช้อุปกรณ์มาประดิษฐ์รถของเล่นตามที่นักเรียนได้ออกแบบไว้ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มมาหยิบอุปกรณ์ตามที่วางแผนไว้ โดยเลือกใช้อุปกรณ์อย่างคุ้มค่า และช่วยกันประดิษฐ์รถของเล่นตามที่ได้ออกแบบไว้ในกิจกรรมมาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ และครูเดินดูรอบ ๆ และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย เมื่อประดิษฐ์เสร็จแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทดลองการใช้รถของเล่นว่าจะทำอะไรให้เคลื่อนที่ไปด้านหน้าได้ แล้วร่วมกันสรุปปัญหาที่พบจากการทดลองการใช้รถของเล่นที่แต่ละกลุ่มประดิษฐ์ขึ้นมาและเขียนปัญหาลงบนกระดาน และบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ ในส่วน “ปัญหาและอุปสรรคในการประดิษฐ์รถของเล่น” กิจกรรมนี้ครูจะเป็นผู้แนะนำแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขผลงานการประดิษฐ์รถของเล่น และนักเรียนสามารถสืบค้นวิธีการแก้ปัญหาเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ตได้ ผลจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (1) แสดงดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (1)

จากภาพที่ 4.8 แสดงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น(1) พบว่านักเรียนสามารถ 1) นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ถูกต้อง

ร้อยละ 82.29 2) สามารถประดิษฐ์รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ ร้อยละ 94.79 และ 3) มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร้อยละ 81.25

#### 4.2.5 การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (2)

นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกปัญหาที่พบจากการทดลองรถของเล่นที่ประดิษฐ์ขึ้นมา นักเรียนและครูหาแนวทางในการแก้ปัญหา จากคำแนะนำของครูและสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม และระดมความคิดเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงผลงานและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ ในส่วน “แนวทางการแก้ไขและปรับปรุงผลงาน” จากนั้นช่วยกันปรับปรุงผลงานการประดิษฐ์รถของเล่น เพื่อให้รถสามารถวิ่งได้ไวและไกลที่สุด เมื่อปรับปรุงผลงานแล้วนักเรียนตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานของตนเองตามที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมาว่าใช้หลักการใดที่ทำให้รถของเล่นวิ่งได้ไกลและเร็วที่สุด แล้วร่วมกันสรุปปัญหา และหลักการเคลื่อนที่ของรถของเล่นของแต่ละกลุ่มที่ประดิษฐ์ขึ้นมาลงบนกระดาน ผลจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (2) แสดงดังภาพ 4.9



ภาพที่ 4.9 : ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (2)

จากภาพที่ 4.9 แสดงผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น(2) พบว่านักเรียนสามารถ 1) นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ร้อยละ 82.29 2) สามารถประดิษฐ์รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ร้อยละ 87.50 และ 3) มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ร้อยละ 81.25

#### 4.2.6 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ใครไววกว่ากัน

ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและการประดิษฐ์รถของเล่นของนักเรียนจากกิจกรรมเดิมและอธิบายกติกาการแข่งขัน และอุปสรรคใน “การทดลองความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ” เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน จากนั้นนักเรียน สังเกตลักษณะพื้นผิวที่เป็นอุปสรรคในการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยการดูและสัมผัส จากนั้นให้นักเรียนทำนายและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4 “ใครไววกว่ากัน” ทำการทดลองจะมีการทดสอบให้รถวิ่งผ่านด่านอุปสรรคพื้นผิวจำนวน 4 ลักษณะ คือ พื้นเรียบ พื้นไม้ พื้นกระดาศ และพื้นผ้า ถ้วยรถของนักเรียนกลุ่มไหนเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด และไกลที่สุดในแต่ละด่าน หรือมีคะแนนสะสมมากที่สุด กลุ่มนั้นจะเป็นผู้ชนะ นักเรียนเริ่มทำการทดลองความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ โดยครูมีการตั้งกล้องถ่ายวิดีโออัตราเร็วสูงเพื่อเป็นหลักฐานในการทดลอง เนื่องจากการเคลื่อนที่ของรถของเล่นเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว และนักเรียนที่ไม่ได้ทำการทดลองช่วยกันดูและบันทึกผลการทดลองลงในกระดาศ จนถึงสิ้นสุดการแข่งขัน จากนั้นครูนำผลคะแนนให้นักเรียนช่วยกันสรุปผลการแข่งขัน คัดเลือกนักเรียนกลุ่มที่ชนะการแข่งขัน “การทดลองความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ” ออกมานำเสนอหลักการและแนวคิดในการประดิษฐ์รถของเล่น และวิธีการทำให้ชนะการแข่งขัน และครูนำคลิปวิดีโออัตราเร็วสูงที่บันทึกไว้ มาเปิดให้นักเรียนดู เพื่อให้เห็นภาพการเคลื่อนที่ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นและให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนที่บนพื้นผิวที่ต่างกัน แล้วช่วยกันสรุปความคิดรวบยอดโดยการตอบคำถามและบันทึกผลการดำเนินกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 4 “ใครไววกว่ากัน” ผลจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ใครไววกว่ากัน แสดงดังภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 ใครไววกว่ากัน

จากภาพที่ 4.10 แสดงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ใครไววกว่ากัน พบว่านักเรียนสามารถ 1) บอกสาเหตุที่ทำให้รถของเล่นแต่ละคันเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ต่างกัน ได้ถูกต้อง ร้อยละ 81.25 2) เปรียบเทียบความแตกต่างในการเคลื่อนที่ของรถของเล่นของแต่ละกลุ่มได้ ร้อยละ 91.67 และ 3) มีความสนใจใฝ่รู้ ร้อยละ 80.21

#### 4.2.7 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สรุปลักษณะมหัศจรรย์รถของเล่น

ครูทบทวนความรู้ของนักเรียน โดยการให้นักเรียนดูภาพการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาพคนลากของ, ภาพรถเคลื่อนบนถนน, ภาพคนดันตู้ เป็นต้น และสุ่มตัวแทนนักเรียนเพื่อให้ยกตัวอย่างการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันมาคนละ 2 กรณี จากนั้นนักเรียนดูภาพการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่าง ๆ, มวลกับน้ำหนัก, แรงลัพธ์, แรงเสียดทาน เพื่อทบทวนความรู้และหาคำตอบเติมในใบสรุปลักษณะมหัศจรรย์รถของเล่น (ตอนที่ 1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งด้วยกันเป็นวงกลม และเล่นเกมทายคำตอบร่วมกัน โดยมีกติกาว่า ครูจะมีคำถามให้ 10 ข้อ แล้วให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มนำมือจับหู เมื่อครูให้สัญญาณให้นักเรียนตัวแทนรับยกมือ กลุ่มใดที่ยกมือก่อน กลุ่มนั้นจะได้เลือกคำถามก่อน ถ้าตอบถูกจะได้คะแนน ข้อละ 1 คะแนน และกลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุด กลุ่มนั้นจะเป็นผู้ชนะ นักเรียนช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมและหาคำตอบตามความรู้และประสบการณ์ของตนเอง จากนั้นร่วมกันสรุปและอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า “มวลและน้ำหนักแตกต่างกัน โดยมวลเป็นเนื้อหาของวัตถุทั้งหมดหรือเป็นการดำเนินการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่น้ำหนัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุและทำให้วัตถุตกสู่พื้นโลก วัตุน้ำหนักได้โดยใช้เครื่องชั่งสปริง วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมากด้วย ซึ่งมีผลต่อแรงลัพธ์ โดย แรงลัพธ์ คือ สิ่งที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หยุดหนึ่ง เปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ถ้ามีแรงเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของ วัตถุ 2 ชนิด โดยเป็นแรงที่ผิวของวัตถุหนึ่ง ด้านการเคลื่อนที่ของผิววัตถุอีกผิวหนึ่ง และมีทิศทางของแรงตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้เกิดแรงเสียดทาน”นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนเป็นแผนผังความคิด เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น โดยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน ลงในใบสรุปลักษณะมหัศจรรย์รถของเล่น (ตอนที่ 2) และออกมานำเสนอแผนผังความคิดของตนเอง และครูคอยให้คำแนะนำ ร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้รวบยอด และครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องแรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การเคลื่อนที่บนพื้นเอียง, การเคลื่อนที่แบบตกอิสระ, การเคลื่อนที่แบบหมุน ฯลฯ เป็นต้น และยกตัวอย่างภาพ หรือวิดีโอที่แสดงการเคลื่อนที่แบบอื่น ๆ เพิ่มเติม ผลจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สรุปลักษณะมหัศจรรย์รถของเล่น แสดงดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สรุปกิจกรรมมหัศจรรย์ของเล่น

จากภาพที่ 4.11 แสดงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สรุปกิจกรรมมหัศจรรย์ของเล่น พบว่านักเรียนสามารถ 1) สรุปความรู้ เรื่อง มหัศจรรย์ของเล่น เป็นความคิดรวบยอดได้ถูกต้อง ร้อยละ 86.46 2) เขียนแผนผังความคิดเรื่อง มหัศจรรย์ของเล่นได้ ร้อยละ 83.33 และ 3) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน ร้อยละ 82.29

#### 4.2.8 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง จริงหรือไม่

นักเรียนออกมาสาธิตการเคลื่อนที่รูปแบบต่าง ๆ หน้าชั้นเรียน เช่น การด้นกลอง การเดินไปข้างหน้า-เดินถอยหลัง การชักเย่อ ฯลฯ จากนั้นครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาอธิบายกิจกรรมการสรุปแผนผังความคิดเรื่อง มหัศจรรย์ของเล่น หน้าชั้นเรียนให้เพื่อนฟัง เพื่อทบทวนความรู้ร่วมกัน ครูใช้เกมการตอบคำถามจริงหรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz จำนวน 10 ข้อและนักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับกระดาษคำตอบไปแจกสมาชิกในกลุ่ม ตามเลขที่บนกระดาษครูอธิบายการใช้กระดาษคำตอบ โดยมีหลักการว่า “ถ้านักเรียนต้องการตอบคำถามข้อใด ให้นำข้อนั้น ๆ หมุนขึ้นด้านบน และถือกระดาษให้ตรงโดยนักเรียนต้องมีสติในการทำทุกข้อ และทุกขั้นตอนเพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดของคำตอบ” มีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้ 1) นักเรียนเริ่มตอบคำถามโดยการใช้กระดาษคำตอบของตนเอง เลือกข้อที่ถูกต้อง จากนั้นครูจะใช้โทรศัพท์มือถือสแกนคำตอบของนักเรียน 2) คะแนนและคำตอบของนักเรียนจะสรุปทันทีหลังจากที่ครูสแกนเสร็จ เพื่อให้เกิดความตื่นเต้นและท้าทายในการทำแบบทดสอบ โดยทำเกมการตอบคำถามจริงหรือไม่

จนครบ 10 ข้อ 3) หลังจากทำข้อสอบเสร็จ นักเรียนคนใดตอบคำถามได้ไวที่สุดและถูกต้องที่สุด เป็นอันดับ 1 ครูมอบของรางวัลให้เพื่อเป็นขวัญและกำลังใจในการเรียน และอภิปรายร่วมกัน เกี่ยวกับเนื้อหาในเกมการตอบคำถามจริงหรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz จำนวน 10 ข้อ จากนั้นครูให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์หลังเรียน ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ของแรงลัพธ์, การเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน และ แรงเสียดทาน ผลจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง จริงหรือไม่ แสดงดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 : ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง จริงหรือไม่

จากภาพที่ 4.12 แสดงผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง จริงหรือไม่ พบว่า นักเรียนสามารถ 1) ตอบคำถาม เรื่อง มหัตศวรรษรถของเล่น ได้ถูกต้อง ร้อยละ 85.42 2) แสดงทักษะ การตอบคำถาม เรื่อง มหัตศวรรษรถของเล่น ได้ ร้อยละ 83.33 และ 3) มีความสนใจใฝ่รู้ ร้อยละ 82.29

#### 4.2.9 ภาพรวมการประเมิน K P A จากผลการจัดกิจกรรมการจัดกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้ที่ประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ผลจากการจัดกิจกรรมตามหัวข้อที่ 4.2.1-4.2.8 สามารถสรุปเป็นกราฟแสดงผลการจัดกิจกรรมตามการประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A) แสดงดังภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 : แผนภูมิแท่งแสดงผลการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-8 โดยใช้เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)

จากภาพที่ 4.13 แผนภูมิแท่งแสดงผลการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-8 โดยใช้เกณฑ์การประเมินด้านความรู้ (K) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 81.25-86.46 ทักษะกระบวนการ (P) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 83.33-94.79 และด้านคุณลักษณะ (A) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 80.21-82.29 และในภาพรวมนักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมินทุกด้าน ด้วยคะแนนมากกว่าร้อยละ 80 ซึ่งอยู่ในระดับดีถึง ดีมาก

### 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามขั้นตอนดังนี้

4.3.1 ผลการหาคุณภาพเครื่องมือกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) ผลการหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนจำนวน จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ โดยมีทั้งหมด จำนวน 8 แผน แต่ละแผนละใช้เวลา 2 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 16 ชั่วโมง โดยได้รับการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ด้วยระดับคะแนน -1, 0 และ 1 และประเมินความเหมาะสม ด้วยระดับคะแนน 1-5 ตาม Likert Scale จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลแสดงดังตาราง 4.3

ตารางที่ 4.3 การประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนัย การสังเกตและการอธิบาย (POE)

แผนการจัดการเรียนรู้	ดัชนีความสอดคล้อง (IOC)		ความเหมาะสม	
	ค่า IOC	ผลการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ผลการประเมิน
แผนที่ 1 แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน	0.98	ใช้ได้	4.89	มากที่สุด
แผนที่ 2 ไบความลับของการเคลื่อนที่	1.00	ใช้ได้	5.00	มากที่สุด
แผนที่ 3 ออกแบบรถชิงกั้นถอะ	0.98	ใช้ได้	4.89	มากที่สุด
แผนที่ 4 ประดิษฐ์รถของเล่น(1)	0.97	ใช้ได้	4.84	มากที่สุด
แผนที่ 5 ประดิษฐ์รถของเล่น(2)	0.93	ใช้ได้	4.67	มากที่สุด
แผนที่ 6 ใครไววกว่ากัน	0.97	ใช้ได้	4.84	มากที่สุด
แผนที่ 7 สรุปรกิจกรรมมหัศจรรย์รถของเล่น	0.97	ใช้ได้	4.84	มากที่สุด
แผนที่ 8 จริงหรือไม่	0.98	ใช้ได้	4.89	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.3 แสดงการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ จำนวน 5 ด้านได้แก่ ประเมินจุดประสงค์การเรียนรู้ ประเมินสาระสำคัญ ประเมิน

กิจกรรมการเรียนการสอน และประเมินการวัดและประเมินผล ดังแสดงในภาคผนวก ข.1 โดยผลการประเมิน IOC แต่ละแผนสามารถนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้ ส่วนประเมินความเหมาะสม(Likert Scale) แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ แผนที่ 1 2 3 4 5 6 7 และ 8 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยแผนที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดในการนำไปจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงสุ่มแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 1 แผน คือ แผนที่ 2 ไปทดลองใช้ (Try-out) ปรากฏว่า นักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้ที่ 2 ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ร้อยละ 93.33 , ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อ การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ร้อยละ 88.98 , เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ ร้อยละ 90.00 ผลดังแสดงในภาคผนวก ข.3 จะเห็นว่านักเรียนมีคะแนนสูงกว่าร้อยละ 80 ทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) มีความเหมาะสมต่อการนำไปจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง

2) ผลการหาคุณภาพแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ โดยคัดเลือกจากข้อสอบที่สร้างขึ้นจำนวน 20 ข้อ และแบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ จำนวน 2 ข้อ โดยนำแบบทดสอบทั้งฉบับไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างผลการทดสอบการหาคุณภาพแสดงดังตาราง 4.4

ตารางที่ 4.4 การหาคุณภาพแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

ข้อสอบ	แบบทดสอบปรนัย				แบบทดสอบอัตนัย			
	IOC	p	r	KR-20	IOC	Pe	D	$\alpha$
จำนวนข้อสอบผ่านเกณฑ์	18	18	16	1.00	2	2	2	0.70

จากตาราง 4.4 แสดงการหาคุณภาพแบบวัดสมรรถนะ พบว่า แบบทดสอบปรนัย ข้อสอบ 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ค่าความยาก (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2- 0.80

จำนวน 18 ข้อ จึงดำเนินการตัดข้อสอบออก 2 ข้อ และประเมินค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) พบว่าข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป มีจำนวน 16 ข้อ จึงคัดข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ออกและคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 10 ข้อ จึงนำไปวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบปรนัย(KR-20) พบว่ามีค่า 1.00 สำหรับแบบทดสอบแบบอัตนัยมีจำนวน 2 ข้อ ทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ตั้งข้อสอบที่ค่าความยาก ( $P_e$ ) มีค่า 0.57 และ 0.67 ดังภาคผนวก ข.7 ค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) พบว่าทุกข้อผ่านเกณฑ์คือมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบอัตนัย ( $\alpha$ ) มีค่า 1.00 จึงนำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวก ข.4 ถึงภาคผนวก ข.11

4.3.2 ผลการหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการจัดกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ผล ดังนี้

1) ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) ของกิจกรรมการเรียนรู้ได้จากการประเมินความรู้จากใบกิจกรรมที่แสดงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์จากพฤติกรรมกรปฏิบัติงาน โดยผลคะแนนของทั้ง 8 แผนการจัดการเรียนรู้ แสดงดังตารางที่ 4.3

2) ค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ ( $E_2$ ) ของกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ได้จากการประเมินหลังการจัดกิจกรรมด้วยแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 12 ข้อ ประกอบด้วย ข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ 10 คะแนน และข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ 15 คะแนน คะแนนรวมแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 25 คะแนน แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.5 คะแนนการทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังทำกิจกรรม

คะแนน	แบบฝึกหัดที่										คะแนนแบบทดสอบ	
	1	2	3	4	5	6	7	8	รวม	%	รวม	%
เต็ม	10	10	10	10	10	10	10	10	80	100	25	100
เฉลี่ย	8.22	8.22	8.31	8.28	8.13	8.13	8.44	8.16	65.88	82.34	20.38	81.51
ประสิทธิภาพ	82.34										81.51	

ตารางที่ 4.5 แสดงคะแนนการทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังทำกิจกรรม จำนวน 32 คน กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 8 กิจกรรม แต่ละกิจกรรมคะแนนเต็ม 10 คะแนน รวมทั้งหมด 80 คะแนน และคะแนนแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ ประกอบด้วย แบบทดสอบปรนัยจำนวน 10 ข้อ 10 คะแนนและแบบทดสอบสอบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ 15 คะแนน คะแนนรวม 25 คะแนน เมื่อนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพ พบว่าประสิทธิภาพกระบวนการ ( $E_1$ ) มีค่าร้อยละ 82.34 โดยความคลาดเคลื่อนจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 2.34 และหลังทำกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เป็นร้อยละ 81.51 โดยความคลาดเคลื่อนจากที่กำหนดไว้ร้อยละ 1.51

4.3.3 ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่าง แสดงออกโดยการทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง

วิทยาศาสตร์ แบบปรนัย และอัตนัยก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถจำแนกตามตัวบ่งชี้ 5 ตัวบ่งชี้ ดังตารางที่ 4.6 แสดงลักษณะแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่และข้อสอบแบบอัตนัย จำแนกลักษณะการตอบคำถาม ดังตาราง 4.7 โดยแบ่งกลุ่มการตอบคำถามออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มดี กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ



ตารางที่ 4.6 ลักษณะแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	ข้อสอบปรนัยข้อที่	รวม (ข้อ)
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	1,2	2
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	3,4	2
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	5,6	2
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	7,8	2
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม	9,10	2
<b>รวม</b>		<b>10</b>

จากตารางที่ 4.6 แสดงลักษณะแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จำแนกรายตัวบ่งชี้พบว่า ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 2 ข้อ ด้านการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย ประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 2 ข้อ ด้านการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล ประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 2 ข้อ ด้านการเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย ประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 2 ข้อ และ ด้านการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม ประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 2 ข้อ

ตารางที่ 4.7 ลักษณะการตอบคำถามจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

<p>คำถามข้อที่ 1 ให้นักเรียนศึกษาบทความ “HOW TO ขับขี่ปลอดภัยในวันฝนพธำ” ต่อดีนี้ แล้วตอบคำถามข้อ 1.1-1.3</p>  <p>กระทรวงมหาดไทย โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย แนะนำเทคนิคขับขี่อย่างปลอดภัยในช่วงฤดูฝน โดยขับขี่อย่างมีสติและไม่ประมาท คิดตามข่าวสารการจราจรอยู่เสมอ ไม่ขับขี่ด้วยความเร็วสูง เว้นระยะห่างจากรถคันหน้าให้มากกว่าปกติ อีกทั้งหมั่นตรวจสอบระบบเบรกและยางรถยนต์ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้ดี เพื่อป้องกันอุบัติเหตุทางถนนที่มีสาเหตุจากสภาพถนนเปียกชื้น (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2566)</p> <p>1.1) จากบทความ “HOW TO ขับขี่ปลอดภัยในวันฝนพธำ” เกี่ยวข้องกับเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันในอย่างไรบ้าง (ตัวบ่งชี้ข้อที่ 1)</p>	
คำตอบ (3คะแนน)	ตอบคำถามถูกต้องครบ 3 ประเด็น เรื่อง แรง การเคลื่อนที่ของรถ แรงเสียดทาน
คำตอบ (2คะแนน)	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน โดยตอบคำถามถูกต้อง 2 ประเด็น
คำตอบ (1คะแนน)	ตอบคำถามถูกต้องเล็กน้อย โดยตอบคำถามถูกต้อง 1 ประเด็น
<p>1.2) จากข้อความที่ขีดเส้นใต้ ถ้านักเรียนเป็นเจ้าของรถยนต์ นักเรียนจะมีวิธีการเลือกใช้อยางรถยนต์ที่มีลักษณะอย่างไร (ตัวบ่งชี้ข้อที่ 5)</p>	
คำตอบ (3คะแนน)	ยางรถยนต์มีดอกยางเป็นลวดลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน
คำตอบ (2คะแนน)	ตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่ได้อธิบายเพิ่มเติม เช่น ยางรถยนต์มีดอกยางเป็นลวดลาย
คำตอบ (1คะแนน)	ตอบคำถามถูกต้องเล็กน้อยหรือตอบสั้นเกินไป ไม่ได้ใจความ เช่น มีดอกยาง

<p>1.3) จงเขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงเสียดทานที่กระทำระหว่างรถบนท้องถนน (ตัวบ่งชี้ข้อที่ 2)</p>	
	
คำตอบ (3คะแนน)	 <p>แสดงทิศทางของแรงโดยใช้ลูกศร ลูกศรต้องทั้ง 2 ทิศทางพร้อมทั้งเขียนค่าของแรงกำกับ</p>
คำตอบ (2คะแนน)	แสดงทิศทางของแรงโดยใช้ลูกศร ลูกศรต้องทั้ง 2 ทิศทาง
คำตอบ (1คะแนน)	แสดงทิศทางของแรงโดยใช้ลูกศร ลูกศรต้อง 1 ทิศทาง
<p><b>คำถามข้อที่ 2</b> นักเรียนบอกประโยชน์ของแรงลัพท์และแรงเสียดทานอย่างน้อย 2 ข้อ</p> <p>2.1) ประโยชน์ของแรงลัพท์ (ตัวบ่งชี้ข้อที่ 3)</p> <p>2.2) ประโยชน์ของแรงเสียดทาน (ตัวบ่งชี้ข้อที่ 3)</p>	
คำตอบ (3คะแนน)	<p>แนวการตอบคำถาม (ตอบคำถาม 2 ข้อขึ้นไปในแต่ละข้อย่อย) เช่น</p> <p><u>ประโยชน์ของแรงลัพท์</u></p> <p>1) ใช้ช่าง ม้า ออกแรงลากรถเกวียน</p> <p>2) กระจกแว่น ใช้ลวด 3 เส้นช่วยยึดกระจกเอาไว้ทำให้เกิดความสมดุล</p> <p><u>ประโยชน์ของแรงเสียดทาน</u></p> <p>1) แรงเสียดทานทำให้พื้นรองเท้ายึดเกาะกับพื้น ช่วยในการกันลื่น</p> <p>2) แรงเสียดทานช่วยในการชะลอความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถยนต์</p>
คำตอบ (2คะแนน)	ตอบคำถามเพียงข้อเดียวในแต่ละข้อย่อย
คำตอบ (1คะแนน)	ตอบคำถามไม่ครบในแต่ละข้อย่อย หรือ ตอบถูกบางส่วน
<p>2.3) ถ้าไม่มีแรงเสียดทานจะส่งผลอย่างไร (ตัวบ่งชี้ข้อที่ 4)</p>	
คำตอบ (3คะแนน)	<p>แนวการตอบคำถาม (ตอบคำถาม 2 ข้อขึ้นไป) เช่น</p> <p>1) เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้ง่ายขึ้น</p> <p>2) ลื่นล้ม</p>
คำตอบ (2คะแนน)	ตอบคำถามเพียงข้อเดียว
คำตอบ (1คะแนน)	ตอบคำถามตอบถูกเพียงบางส่วน

จากตารางที่ 4.7 ลักษณะการตอบคำถามจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้ สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่กับกลุ่มตัวอย่าง สามารถจำแนกรายตัวบ่งชี้ 5 ตัวบ่งชี้ และกำหนดค่าคะแนนเป็นตัวบ่งชี้ละ 3 คะแนน โดยแบ่งลักษณะการตอบคำถามเป็น 3 กลุ่ม คือ คำตอบกลุ่มดี (3 คะแนน), คำตอบกลุ่มปานกลาง (2 คะแนน), คำตอบกลุ่มต่ำ (1 คะแนน) พบว่า ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 1 ข้อ, ด้านการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย ประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 1 ข้อ, ด้านการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 2 ข้อ, ด้านการเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย ประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 1 ข้อ และ ด้านการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม ประกอบด้วยข้อสอบ จำนวน 1 ข้อ

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนแบบทดสอบปรนัยรายตัวบ่งชี้พบว่าตัวบ่งชี้ที่ 1,3,4 กลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าทางการเรียนใน ระดับ สูง และ ตัวบ่งชี้ที่ 2,5 กลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าทางการเรียนใน ระดับปานกลาง ทางการเรียนอัตนัยรายตัวบ่งชี้พบว่าตัวบ่งชี้ที่ 1-5 กลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าทางการเรียนใน ระดับ สูง ดังตารางที่ 4.8 และพิจารณาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คำร้อยละของกลุ่มตัวอย่างโดยรวม พบกลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้า ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรม ในระดับสูง สำหรับตัวบ่งชี้ที่ 1-5 ดังตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนได้จริง

ตารางที่ 4.8 ความก้าวหน้าทางการเรียนที่แสดงตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์แบบปรนัยและอัตนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

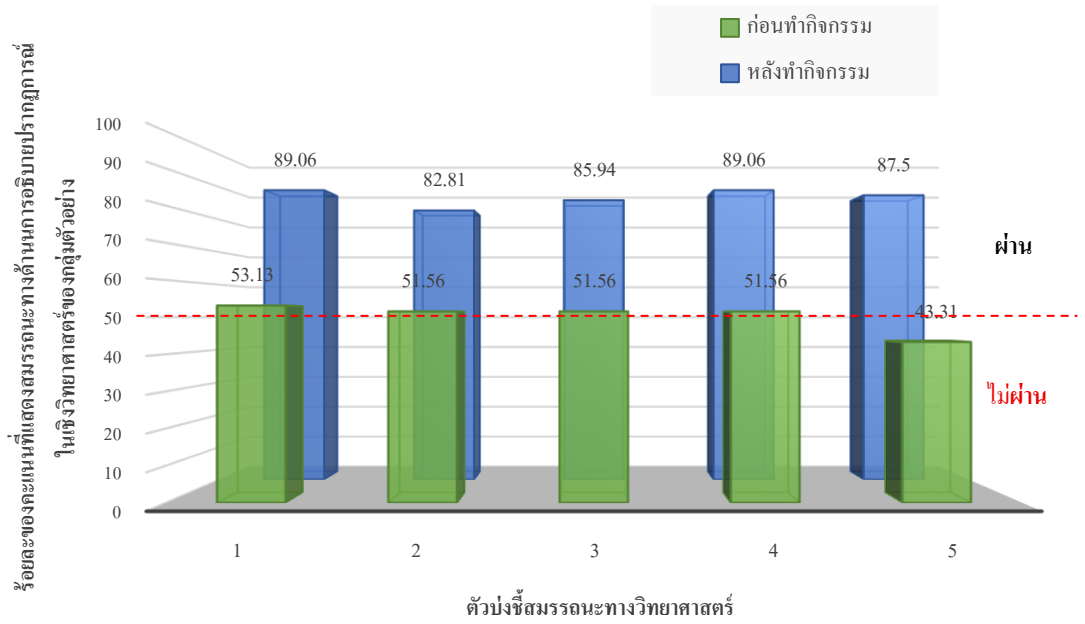
ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	ข้อสอบปรนัย		ข้อสอบอัตนัย	
	(<g>)	ระดับ ความก้าวหน้า	(<g>)	ระดับ ความก้าวหน้า
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	0.77	สูง	0.70	สูง
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	0.65	ปานกลาง	0.77	สูง
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	0.71	สูง	0.81	สูง
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	0.77	สูง	0.78	สูง
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม	0.63	ปานกลาง	0.81	สูง
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>0.70</b>	<b>สูง</b>	<b>0.77</b>	<b>สูง</b>

จากตาราง 4.8 พบว่าจะเน้นสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจากแบบทดสอบแบบปรนัยภาพรวมกลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้าทางการเรียนที่แสดงตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์แบบปรนัย เฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.70 อยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยตัวบ่งชี้ที่ 1 ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล มีค่า 0.77 อยู่ในเกณฑ์ระดับสูง ตัวบ่งชี้ที่ 2 ด้านการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย มีค่า 0.65 อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง ตัวบ่งชี้ที่ 3 ด้านการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล มีค่า 0.71 อยู่ในเกณฑ์ระดับสูง ตัวบ่งชี้ที่ 4 ด้านการเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย มีค่า 0.77 อยู่ในเกณฑ์ระดับสูง และตัวบ่งชี้ที่ 5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม มีค่า 0.63 อยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลาง ส่วนข้อสอบอัตนัยความก้าวหน้าทางการเรียนที่แสดงตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยรวมมีค่า 0.77 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง โดยตัวบ่งชี้ที่ 1 2 3 4 และ 5 มีค่า 0.70,

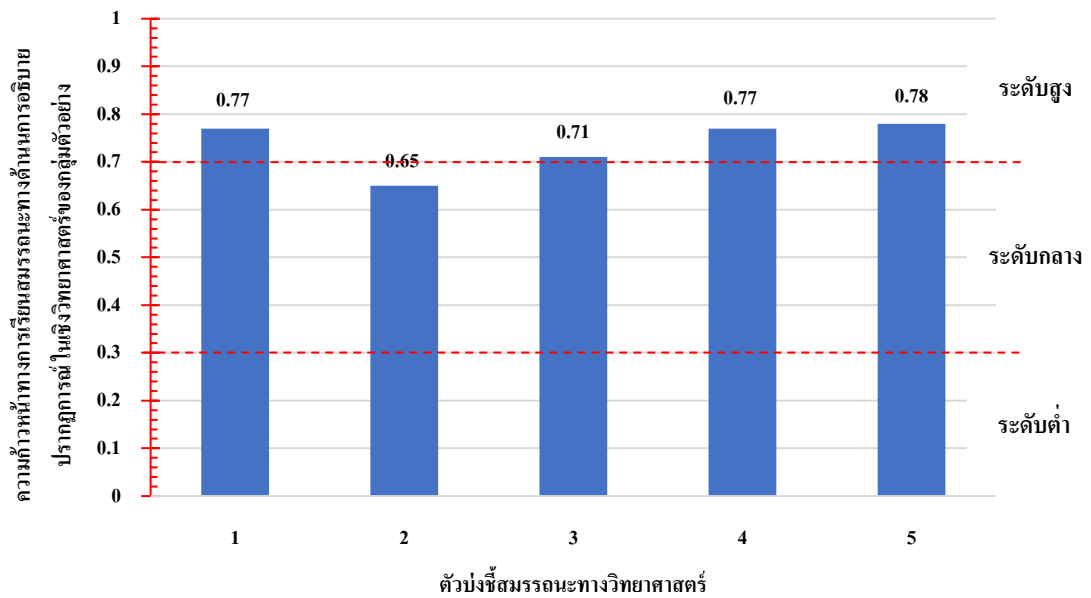
0.77, 0.81, 0.78 และ 0.81 ตามลำดับ จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้ที่ประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้นได้ โดยความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างสามารถแสดงตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์แบบปรนัยและอัตนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้ที่ประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่แสดงดังตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.14

**ตารางที่ 4.9 ความก้าวหน้าทางการเรียนที่แสดงตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์แบบปรนัยและอัตนัย หลังทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบชุดการเรียนรู้ที่ประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่**

ตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	ร้อยละของคะแนน (<g>)		ระดับ ความก้าวหน้า	
	ก่อนจัด กิจกรรม	หลังจัด กิจกรรม		
1. นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายที่สมเหตุสมผล	53.13 ±0.41	89.06 ±0.48	0.77	สูง
2. ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	51.56 ±0.44	82.81 ±0.50	0.65	ปานกลาง
3. พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	51.56 ±0.34	85.94 ±0.48	0.71	สูง
4. เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	51.56 ±0.44	89.06 ±0.48	0.77	สูง
5. อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม	43.31 ±0.51	87.50 ±0.47	0.78	สูง
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>50.22 ±0.43</b>	<b>86.87 ±0.48</b>	<b>0.73</b>	<b>สูง</b>



ภาพที่ 4.14 : การเปรียบเทียบร้อยละของคะแนนที่แสดงสมรรถนะทางการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง

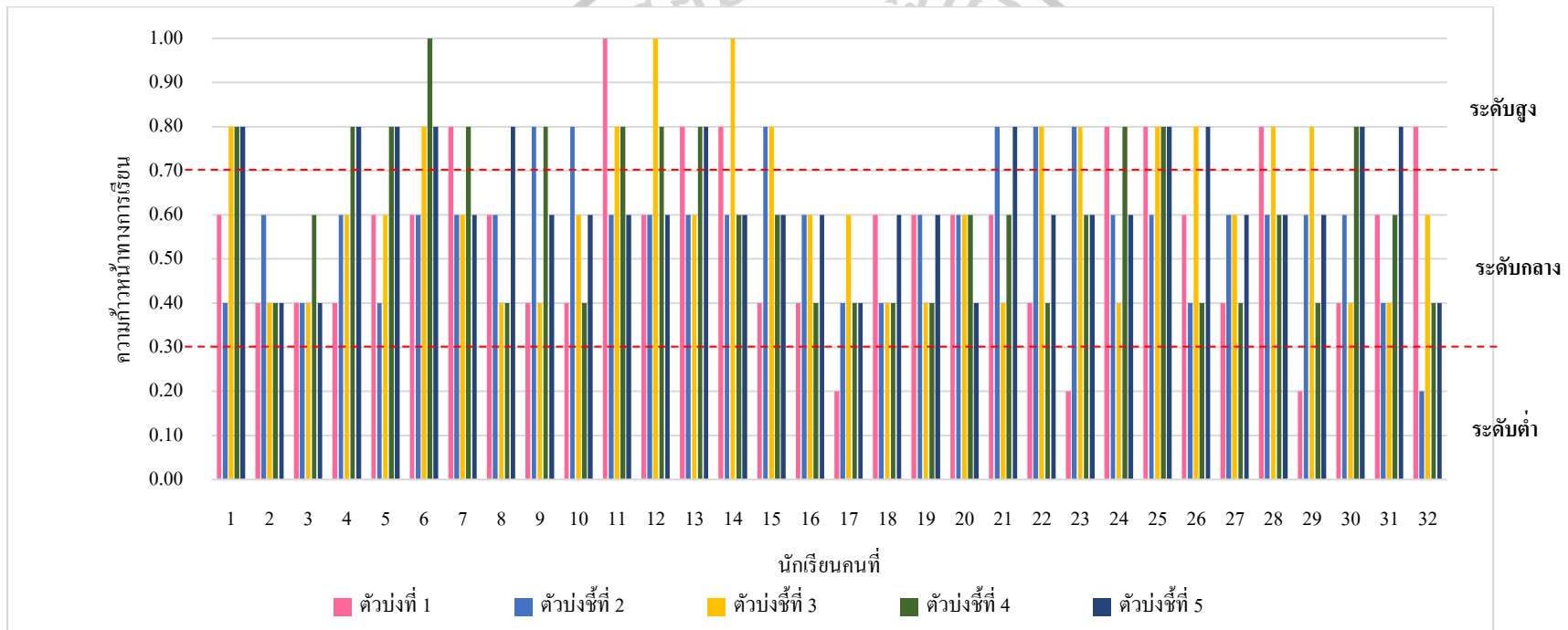


ภาพที่ 4.15 : ความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างตามสมรรถนะทางการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

จากตาราง 4.9 ภาพที่ 4.14 และ ภาพที่ 4.15 แสดงความก้าวหน้าทางการเรียนสำหรับสมรรถนะทางการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 5 ตัวบ่งชี้ พบว่าหลังจากการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มตัวอย่างมีความก้าวหน้า ทางสมรรถนะทางการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์รายตัวบ่งชี้ที่อยู่ในระดับสูงและระดับกลางโดยความก้าวหน้าตัวบ่งชี้ที่ 5 คือด้านการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม อยู่ในระดับสูงที่สุด ด้วยค่า 0.78 รองลงมาคือค่าความก้าวหน้าตัวบ่งชี้ที่ 1 4 และ 3 มีค่า 0.77, 0.77 และ 0.71 ตามลำดับ ส่วนตัวบ่งชี้ที่ 2 คือ ด้านการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ด้วยค่า 0.65

พิจารณาความก้าวหน้ารายบุคคล เปรียบเทียบเป็นแผนภูมิแท่งแยกตามตัวบ่งชี้ที่ 1 2 3 4 และ 5 ปรากฏดังภาพที่ 4.16





ภาพที่ 4.16 : แผนภูมิแท่งแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างรายบุคคลตามสมรรถนะทางการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ตัวบ่งชี้

จากภาพที่ 4.16 แผนภูมิแท่งแสดงความก้าวหน้าทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างรายบุคคลตามสมรรถนะทางการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 5 ตัวบ่งชี้ พบว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง อยู่ในระดับกลางและระดับสูงโดยความก้าวหน้าตัวบ่งชี้ โดยส่วนใหญ่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในช่วงระหว่าง 0.40-1.00

4.3.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน ที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ตามหัวข้อ ดังนี้

1. ครูมีการเตรียมการสอน นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25, ระดับมาก จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 40.63 และระดับมากที่สุด จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 53.13

2. การจัดบรรยากาศห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนการสอน นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.13, ระดับมาก จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 15.63 และระดับมากที่สุด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25

3. ชุดการเรียนรู้ที่สอนมีความทันสมัยนำไปใช้ได้จริง นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมาก จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 และระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50

4. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน นักเรียนมีความพึงพอใจระดับปานกลาง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 9.38, ระดับมาก จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00 และระดับมากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63

5. กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.13, ระดับมาก จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 28.13 และระดับมากที่สุด จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 68.75

6. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และรายบุคคล นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมาก จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 46.88 และระดับมากที่สุด จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 53.13

7. ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับมาก จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 และระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50

8. กิจกรรมการเรียนสนุกและน่าสนใจ นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25, ระดับมาก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 34.38 และระดับมากที่สุด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 59.38

9. ครูให้โอกาสนักเรียนซักถามปัญหา นักเรียนมีความพึงพอใจระดับปานกลาง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 9.38, ระดับมาก จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 25.00 และระดับมากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63

10. ครูใช้วิธีการสอนและใช้สื่ออย่างหลากหลาย นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25, ระดับมาก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 34.38 และระดับมากที่สุด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 59.38

11. ครูยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 12.50, ระดับมาก จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 40.63 และระดับมากที่สุด จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 46.88

12. ครูให้ความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25, ระดับมาก จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 31.25 และระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50

13. ครูส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ รอบตัว นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 6.25, ระดับมาก จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 28.13 และระดับมากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63

14. ครูตั้งใจสอน ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำกิจกรรม นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.13, ระดับมาก จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 28.13 และระดับมากที่สุด จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 68.75

15. ครูมีบุคลิกภาพ การแต่งกายและการพูดจาเหมาะสม นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมาก จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 46.88 และระดับมากที่สุด จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 53.13

16. ครูเข้าสอนและออกตรงเวลา นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับปานกลาง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.13, ระดับมาก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 34.38 และระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50

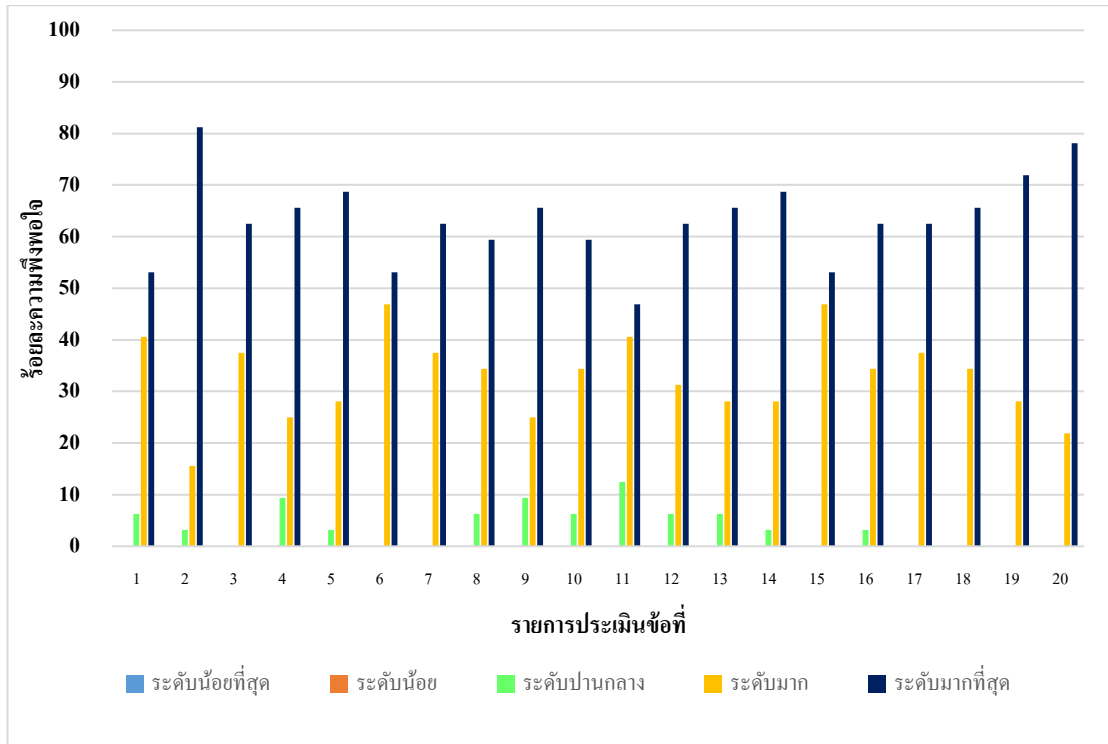
17. นักเรียนทราบเกณฑ์การประเมินผลล่วงหน้า นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมาก จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 37.50 และระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50

18. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมาก จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 34.38 และระดับมากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63

19. ครูประเมินผลอย่างยุติธรรม นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับมาก จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 28.13 และระดับมากที่สุด จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 71.88

20. นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข นักเรียนมีความพึงพอใจ ระดับมาก จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 21.88 และระดับมากที่สุด จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 78.13

โดยผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ สามารถแสดงดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 : แผนภูมิแท่งจำนวนและร้อยละของความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

จากภาพที่ 4.17 แสดงจำนวนและร้อยละของความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในรูปแบบแผนภูมิแท่ง โดยมีระดับการประเมินคือ ระดับน้อยที่สุด ระดับน้อย ระดับปานกลาง ระดับมาก และระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็น พบว่า ในประเด็นข้อที่ 1 ครูมีการเตรียมการสอน นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 59.38 ข้อที่ 2 การจัดบรรยากาศห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนการสอน นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 81.25 ข้อที่ 3 ชุดการเรียนรู้ที่สอนมีความทันสมัยนำไปใช้ได้จริง นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.65 ข้อที่ 4 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63 ข้อที่ 5 กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 68.75 ข้อที่ 6 ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และรายบุคคล นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 53.13 ข้อที่ 7 ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ข้อที่ 8 กิจกรรมการเรียนสนุกและ

น่าสนใจ นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 59.38 ข้อที่ 9 ครูให้โอกาสนักเรียนซักถามปัญหา นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63 ข้อที่ 10 ครูใช้วิธีการสอนและใช้สื่ออย่างหลากหลาย นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 59.38 ข้อที่ 11 ครูยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 46.88 ข้อที่ 12 ครูให้ความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ข้อที่ 13 ครูส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ รอบตัว นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63 ข้อที่ 14 ครูตั้งใจสอน ให้คำแนะนำ ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำกิจกรรม นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 68.75 ข้อที่ 15 ครูมีบุคลิกภาพ การแต่งกายและการพูดจาเหมาะสม นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 53.13 ข้อที่ 16 ครูเข้าสอนและออกตรงเวลา นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ข้อที่ 17 นักเรียนทราบเกณฑ์การประเมินผลล่วงหน้า นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 62.50 ข้อที่ 18 นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 65.63 ข้อที่ 19 ครูประเมินผลอย่างยุติธรรม นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 71.88 ข้อที่ 20 นักเรียนเรียนอย่างมีความสุขที่ได้เรียนวิชานี้และ นักเรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 78.13 โดยภาพรวม นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ในระดับมากที่สุด

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้นำเสนอการสรุปผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยได้ศึกษา การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ปรากฏผลดังนี้

**ตอนที่ 1 ผลการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่**

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กล้องวิดีโออัตราเร็วสูงบันทึกการเคลื่อนที่ด้วยอัตรา 240 ภาพต่อวินาที และใช้โปรแกรมแทรคเกอร์ ในการศึกษาวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ ผลจากการศึกษาพบว่า 1) รถวัตถุเคลื่อนที่บนรางไร้แรงเสียดทานและมวลถ่วงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ 2) ความเร่งของรถวัตถุและมวลถ่วงมีค่าใกล้เคียงกัน โดยพบร้อยละความแตกต่าง คือ ร้อยละ 3.31 และ 3) เมื่อมวลรถวัตถุเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเร่งของมีค่าลดลง โดยความเร่งของรถวัตถุแปรผกผันกับมวลของรถวัตถุซึ่งสอดคล้องกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

**ตอนที่ 2 การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย**

1. ผลการจัดกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพกระบวนการ ( $E_1$ ) มีค่าร้อยละ 82.34 และหลังทำกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพผลลัพธ์ ( $E_2$ ) เป็นร้อยละ 81.51 โดยความคลาดเคลื่อนจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 2.34 และ 1.51 ตามลำดับ จากค่าที่กำหนดไว้คือ ร้อยละ 80 แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และหลังการทำกิจกรรมการเรียนรู้มีคะแนนสูงกว่าก่อนทำกิจกรรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลการศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน หลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างแสดงออกโดยการทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย และอัตนัยก่อน โดยสามารถจำแนกตามตัวบ่งชี้ 5 ตัวบ่งชี้ มีคะแนนเฉลี่ยก่อนทำกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 50.22 และคะแนนเฉลี่ยหลังทำกิจกรรม คิดเป็นร้อยละ 86.87 มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียน อยู่ในเกณฑ์ระดับสูง ( $g = 0.73$ ) เมื่อพิจารณาตามตัวบ่งชี้สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์รายตัวบ่งชี้ จัดอยู่ในระดับสูงและระดับปานกลาง โดยก้าวหน้าทางการเรียน ตัวบ่งชี้ข้อที่ 5 คือ ด้านการอธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม อยู่ในระดับสูงที่สุด ด้วยค่า 0.78 รองลงมาคือตัวบ่งชี้ที่ 1 3 และ 4 มีค่า 0.77, 0.71 และ 0.77 ตามลำดับ จัดอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง สำหรับตัวบ่งชี้ที่ 2 คือ ด้านการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย มีค่าความก้าวหน้าในระดับปานกลาง ด้วยค่า 0.65

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยภาพรวมนักเรียนกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนที่กำลังเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนวัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนทั้งหมด 32 คน มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในระดับมากที่สุด คิดเป็นเฉลี่ยร้อยละ 63.28 นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก คิดเป็นเฉลี่ยร้อยละ 32.97 และนักเรียน มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง คิดเป็นเฉลี่ยร้อยละ 3.75

## อภิปรายผล

การวิจัยการพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สามารถอภิปรายผล โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้ดังนี้

### ตอนที่ 1 ผลการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กล้องวิดีโออัตราเร็วสูงบันทึกการเคลื่อนที่ด้วยอัตรา 240 ภาพต่อวินาที และใช้โปรแกรมแทรคเกอร์ ในการศึกษาวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุ ผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีที่ว่า ความเร่งของรถวัตถุแปรผกผันกับมวลของรถวัตถุ ซึ่งสอดคล้องกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน (กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) โดยผลการศึกษาสามารถเป็นตัวอย่างการนำเทคโนโลยีมาใช้ในปฏิบัติการทดลองเพื่อศึกษาทฤษฎีทางฟิสิกส์ ซึ่งทำให้พบว่าเทคนิคการวิเคราะห์วีดิโออัตราเร็วสูงสามารถเชื่อมโยงการเคลื่อนที่จริงเข้ากับทฤษฎีหรือกฎการเคลื่อนที่ทางฟิสิกส์ได้

### ตอนที่ 2 การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1. ประสิทธิภาพ ( $E_1/E_2$ ) ของการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีค่าเท่ากับ 82.34/81.51 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 จะเห็นว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) มีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่า  $E_1$  สูงกว่า  $E_2$  เนื่องจาก  $E_1$  เป็นผลคะแนนจากการทำงานของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างทำกิจกรรม ส่วนค่า  $E_2$  เป็นผลคะแนน การประเมินหลังทำกิจกรรม จากการทำแบบทดสอบปรนัยและอัตนัย เป็นการเขียนให้เหตุผลอย่างครบถ้วนทุกประเด็นจึงจะได้คะแนนเต็ม แต่บางคนไม่สามารถหาคำตอบได้ครบถ้วน หรือตอบไม่ตรงประเด็น ซึ่งการตอบคำถามแบบอัตนัยยากสำหรับกลุ่มตัวอย่างบางคนซึ่งอาจลืมบางประเด็นหรือมีปัญหาทางด้านการเขียน สอดคล้องกับการศึกษาของ โสภามันเรื่อง และจรินทร อุ่มไกร (2559) ที่พบ  $E_1$  สูงกว่า  $E_2$  เช่นกัน โดยให้เหตุผลว่าการทดสอบ  $E_1$  ของผู้เรียนเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียน เรียนจบในแต่ละหัวข้อและทำ การทดสอบทันที ส่วนแบบทดสอบ  $E_2$  จะทดสอบหลังจากเรียนจบบทเรียนซึ่งเป็นเวลานานกว่าทำให้นักเรียนจำบทเรียนได้น้อยกว่า เมื่อตีความหมายของประสิทธิภาพตามการศึกษาของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556) ที่ กำหนดไว้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของประสิทธิภาพและร้อยละ

ความแตกต่างระหว่าง  $E_1$  และ  $E_2$  ควรมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 2.50 และ 5.00 ตามลำดับ จากผลการหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมนี้พบว่า  $E_1$  และ  $E_2$  ที่ได้มีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าที่กำหนดไว้ร้อยละ 2.36 และ 1.51 ตามลำดับ จะเห็นว่าประสิทธิภาพทั้งสองมีค่าน้อยกว่าร้อยละ 2.50 นั่นคือการจัดกิจกรรมมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง  $E_1$  และ  $E_2$  พบร้อยละความแตกต่างประมาณร้อยละ 0.83 ซึ่งต่างก็น้อยกว่าร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่าผลคะแนนจากการทำงานกับผลการประเมินหลังทำกิจกรรมมีความสอดคล้องกัน และเป็นที่ยืนยันว่าชุดการเรียนรู้ที่ประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ที่ได้พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพและช่วยส่งเสริมให้กลุ่มตัวอย่างมีการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ จากการลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างแท้จริงไม่ใช่เพราะการคาดเดาอย่างไม่มีเหตุผล โดยการจัดกิจกรรมกลุ่มตัวอย่างมีความตั้งใจความกระตือรือร้นในกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างมากเนื่องจาก กิจกรรมเปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างได้ใช้ความรู้เดิมที่มีไปใช้ทำนายพยากรณ์ หรือคาดการณ์ผลลัพธ์ จากการทำกิจกรรมในกิจกรรมการทำนาย (Predict) นำไปสู่การคิดวิเคราะห์ การวางแผนและกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้เนื่องนั้น ๆ จึงปฏิบัติกิจกรรม (Observe) อย่างตั้งใจและมีเป้าหมายชัดเจนมากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำมาอธิบายสิ่งที่ทำนายไว้อย่างตั้งใจ และเมื่อปฏิบัติกิจกรรมผ่านชุดการเรียนรู้ที่ประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่แล้ว ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดหรือองค์ความรู้ใหม่ และสามารถสรุปผลสิ่งที่ได้ทำนายไว้ ผู้เรียนจึงเกิดข้อสรุปใหม่ที่ถูกต้อง (Explain) โดยอาจปฏิเสธหรือสนับสนุนสิ่งที่ได้ทำนายไว้หรือแก้ไขความรู้เดิมก็ได้ เกิดเป็นความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยตนเองทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพ โดยสอดคล้องกับการวิจัยของ Okur and Seyhan (2021, p. 382) ที่ศึกษาการจัดกิจกรรมแบบ POE และกล่าวถึงความหมายของการจัดกิจกรรมแบบ POE ไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานจากแนวคิดของ White และ Gunstone เป็นการสอนที่เน้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการทดลองแล้วจึงทำการ ทดลองเพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับเหตุการณ์ จากนั้นตรวจสอบเหตุผลและลงข้อสรุปเกี่ยวกับเหตุการณ์ อาจเป็นข้อโต้แย้งหรือสนับสนุนความคิดเห็น สอดคล้องกับ สาทโรจน์ ทองนาค และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ (2559) ที่กล่าวว่า โดย POE เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนบนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) ที่เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิม สืบเสาะข้อมูลหรือดำเนินกิจกรรมและลงข้อสรุปเกิดเป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยผู้วิจัยมีการนำมาประยุกต์ใช้กับบทเรียน PISA สอดคล้องกับงานวิจัย สุชินันท์ บุญพัฒนาภรณ์ (2560) ได้ศึกษาบทเรียน PISA : กระบวนการเรียนรู้แนวใหม่ที่ส่งเสริมสมรรถนะผู้เรียนระดับประถมศึกษา กล่าวโดยสรุปว่า PISA จึงเป็น

กระบวนการเรียนรู้แนวใหม่ที่จะช่วยครูใช้เป็นเครื่องมือสร้างเสริมสมรรถนะให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนและมีการพัฒนาในรูปแบบสื่อประสมสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิณิสภา พัทธธนโรจน์ (2562) ได้ทำการพัฒนาสื่อประสมตามหลักสูตรท้องถิ่น เรื่องการจัดการเรียนรู้การแกะสลักไม้ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าสามารถปรับใช้ในการเรียนการสอนได้จริงและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ผลความก้าวหน้าทางการเรียน สำหรับภารกิจกรรมการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เมื่อวัดจากร้อยละของคะแนนที่แสดงสมรรถนะทางการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยก่อนจัดกิจกรรมอยู่ระหว่างร้อยละ 43.31 ถึง 53.13 อยู่ในระดับไม่ผ่าน ถึง ระดับผ่านเกณฑ์ค่อนข้างดี หลังจัดกิจกรรม กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนระหว่างร้อยละ 82.81 ถึง 89.06 อยู่ในระดับดี ถึง ระดับดีมาก ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนสำหรับภารกิจกรรมการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง ( $<g> = 0.73$ ) และมีระดับความก้าวหน้าทุกตัวบ่งชี้ ด้วยค่า 0.65 ถึง 0.78 อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ทั้งนี้ในกรณีที่นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนในตัวบ่งชี้ที่ 2 คือด้านการระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย มีค่าความก้าวหน้าในระดับปานกลาง ด้วยค่า 0.65 เป็นผลอันเนื่องมาจากสมรรถนะตัวบ่งชี้ที่ 2 ปรากฏในจุดประสงค์เชิงสมรรถนะไม่ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ อาจส่งผลทำให้นักเรียนแสดงความสามารถเชิงสมรรถนะใน ตัวบ่งชี้ข้อที่ 2 ได้น้อยกว่าตัวบ่งชี้อื่น ๆ สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน ที่พบว่าสมรรถนะของผู้เรียนสามารถพัฒนาขึ้นได้หากได้รับการลงมือปฏิบัติกิจกรรมอย่างหลากหลายจะเกิดการพัฒนาได้ดียิ่งขึ้น เช่น การได้ลงมือปฏิบัติการทดลอง การสำรวจข้อมูล การสืบค้น หรือ การบันทึกและวิจารณ์ผล เป็นต้น ดังการศึกษาของ รุ่งนภา พรหมภักดี (2556) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 80.74/78.90 ดัชนีประสิทธิผลของชุดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.6009 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ การศึกษาของ จิราภรณ์ ปุณยวัจน์พรกุล และวิไลพร ลักขมมีวาณิชย์ (2562) ได้ทำการการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิถีโอควมเร็วสูง กรณีศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์และสำรวจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain,  $<g>$ ) ของนักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาฟิสิกส์และสาขาวิชา

วิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่เสริมแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ วิดีโอความเร็วสูงสามารถใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เพิ่มขึ้นจากจำนวน เฉลี่ยประมาณร้อยละ 12 เป็นร้อยละ 69 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ระหว่าง 0.24-0.95 มากกว่ากลุ่มควบคุม ที่ศึกษาอย่างอิสระนอกห้องเรียนที่พบความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ระหว่าง 0.06-0.75

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยภาพรวมนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนวัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวนทั้งหมด 32 คน มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ในระดับมากที่สุด คิดเป็นเฉลี่ยร้อยละ 63.28 แสดงว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มีข้อสังเกตว่านักเรียนมีความตั้งใจในการเรียน ให้ความร่วมมือในการเรียน เป็นอย่างดี และมีความสุขในการเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศศิณิสัฎา พัชรชน โรจน์ (2562) ได้ทำการพัฒนาสื่อประสมตามหลักสูตรท้องถิ่น เรื่องการจัดการเรียนรู้การแกะสลักไม้ อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนต้นแก้วผดุงพิทยาลัย ที่เรียนในหลักสูตรท้องถิ่นเรื่อง การจัดการเรียนรู้การแกะสลักไม้ จำนวน 28 คน มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และความพึงพอใจในภาพรวมของนักเรียนที่มีต่อสื่อประสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก และการศึกษาของรุ่งนภา พรหมภักดี (2556) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 80.74/78.90 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการเรียนรู้ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

- ครูควรมีการจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ได้แก่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ ฯลฯ และอุปกรณ์การทดลองในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

- นำการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาสมรรถนะหรือทักษะด้านอื่น ๆ เช่น พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์, พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้น หรือเปลี่ยนกระบวนการในการจัดการเรียนการสอน

- ควรพิจารณาตัวบ่งชี้ในแต่ละแผนให้มีอัตราส่วนน้ำหนักของสมรรถนะแต่ละข้อให้เท่ากันทุกแผน



## บรรณานุกรม

- กมล โพธิเย็น. (2564). การจัดการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 19(1), 11-28.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ปรับปรุง พุทธศักราช 2560*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- แคล้ว ใจทา. (2530). *ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์เรื่องคู่อันดับและกราฟ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยเรียนจากสื่อประสมกับเรียนจากการสอนแบบปกติ [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทไม่ได้ออกพิมพ์]*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *ปัจจัยที่ทำให้ระบบโรงเรียนประสบความสำเร็จ*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- จรรยา เหนียนเฉลย. (2546). *เทคโนโลยีการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.
- จารุพันธ์ พากักดี และสุมาลี ชูคำแพง. (2563). การพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูล และ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ขับเคลื่อนด้วยกลวิธีการโต้แย้ง. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 7(10), 248-260
- จารุวรรณ กิติจันทร์. (2561). การใช้สื่อกับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมปกติใหม่ด้านสุขภาพในช่วงการระบาดของไวรัสโคโรนา (Covid-19) : กรณีศึกษาจังหวัดปทุมธานี. *วารสารนิเทศศาสตร์ปริทัศน์*, 25(1), 15-34.

- จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล และวิไลพร ลักขมีวาณิชย์. (2562). การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หัตถ์ไอความเร็วสูง กรณีศึกษาการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี*, 30(1), 71-84.
- จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล, กชกร มั่งมี, และอรอุมา เมฆาเกษร. (2563). การศึกษาระบบล้อและเพลลาโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หัตถ์ไอความเร็วสูง. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 48(2), 276-285.
- จิรณัฐ ทางมีศรี และอัมรินทร์ อินทร์อยู่. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้. *วารสารสังคมศาสตร์วิจัย*, 6(1), 5-26.
- ชมพู เนื่องจำนงค์, ภัทรยุทธ โสภอัสวกรณ์, และอัจฉรา ธนพิเยร. (2563). กรอบทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 กับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน. *วารสารวิชาการสถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ*, 1(1), 623-640
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 6-20.
- ชัยลิจิต สร้อยเพชรเกษม และเมธิ ดิษฐ์ศักดิ์. (2558). สมมติฐานและวิธีการทางวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิณ*. 15(1), 13-27.
- ชุมศักดิ์ อินทร์รักษ์. (2559). แนวความคิดการจัดการเรียนรู้: การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เพื่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 14(1), 94-98.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. (2553). *Active Learning*. ข่าวสารวิชาการ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ประจำเดือนพฤศจิกายน 2553.
- ณพัทธ์ บัวฉุน และสุพัตรา ถนอมวงษ์. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกเสริมทักษะ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิจัยและพัฒนามวลี อลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 11(2), 157-166.
- ณิชนันท์ ชำของ. (2556). การพัฒนาสื่ออิเล็กทรอนิกส์เพื่อประกอบการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบชิปา เรื่องหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 [การศึกษาค้นคว้าอิสระ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม].
- ทวีศักดิ์ กาญจนสุวรรณ. (2546). *Multimedia*. ฉบับพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ไทยเจริญการพิมพ์.

- นิชาภัทร อมรพันธุ์, คุสิต ขาวเหลือง, และสิรารวรรณ จรัสรวีวัฒน์. (2564). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับภูเก็ลคลาสรูม เรื่อง การออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์รูปแบบอินโฟกราฟิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย. *วารสารครุศาสตร์ปริทรรศน์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย*, 8(3), 99-111.
- นิตากร สกุลแพทย์. (2560). *การประเมินประสิทธิภาพบทเรียนสื่อประสม วิชาโยคะเบื้องต้นสำหรับผู้สูงอายุ จังหวัดนนทบุรี* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช]. STUIR. [https://ir.stou.ac.th/bitstream/123456789/1654/1/fulltext\\_159457.pdf](https://ir.stou.ac.th/bitstream/123456789/1654/1/fulltext_159457.pdf)
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). *การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรัตน์ วัฒนกสิวิชัย และ จิราภรณ์ ปุณยวัจน์พรกุล. (2555). การวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูงในกลศาสตร์. *วารสารวิทยาศาสตร์ มศว*, 14(28), 216-223.
- พุทธธิรช บรมสถิตวงศ์, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และปราณี นางงาม. (2562). การพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สื่อโฆษณา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(2), 212-224.
- พัชรี นาคผง, ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย, रुจิราพร รามศิริ, และมนต์ชัย พงศกรนฤงษ์. (2564). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิค STAD. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 19(1), 176-189
- พัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2540). แนวคิดหลักการและกระบวนการจัดการเรียนการสอนเทคโนโลยีการสอนทางไกล. 4(4), 39-35
- พิชญา กันธิยะ, วีระศักดิ์ ชมภูคำ, และสกล แก้วศิริ. (2559). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบบันได 5 ชั้น วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารบัณฑิตวิจัย*, 7(2), 137-152.
- พิชัย วัฒนศิริ. (2547). *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่สอนโดยใช้สื่อประสมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. CMUIR. <http://cmuir.cmu.ac.th/handle/6653943832/23591>

- พิริยา พงษ์ภักดี และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ. (2556). การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกโดยใช้วิธี Predict - Observe - Explain (POE) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 36(2), 74-83.
- พิศณุ ฟองศรี. (2549). *วิจัยทางการศึกษา "แนวคิดทฤษฎี"*. กรุงเทพฯ : เทียมฟ้าการพิมพ์.
- พุทธวิธธ บวรณสดีดวงศ์, สุรีย์พร สว่างเมฆ, และปราณี นางงาม. (2562). การพัฒนาสมรรถนะการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและ ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์โดยการใช้สื่อโฆษณา เรื่อง ระบบย่อยอาหาร. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 21(2), 212-224.
- ภาวดี รัตนจามิตร, สิงหา ประสิทธิ์พงศ์, และเสาวรส ยี่งวรรณะ. (2564). การพัฒนาแนวคิด วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการ จัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE): ทฤษฎีจากการปฏิบัติการในชั้น เรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 32(2), 53- 70.
- มยุรา ลีหัวสระ, สพลณภัทร ศรีแสนยงค์, และเชษฐ ศิริสวัสดิ์. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อสร้างสรรค์ด้วยปัญญา เพื่อพัฒนาทักษะ กระบวนการวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารการศึกษาและการพัฒนาสังคม*, 9(2), 127-138.
- ยุพิน พิพิชกุล. (2530). *การสอนคณิตศาสตร์(การสอน โดยใช้สื่อประสม)*. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัฐพล ประดับเวทย์. (2560). แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีตามแนวคิด อนุกรมวิธานของบลูม. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 10(3), 1051-1065.
- รุ่งนภา พรหมภักดี. (2556). การพัฒนาการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่ในแนวตรง โดยใช้ชุดการ เรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 10(48), 169-176.
- ลลิตา สารสุวรรณ และวิมล ตำราญวานิช. (2557). ตัวแทนความคิด เรื่อง งานและพลังงานของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. *วารสารศึกษาศาสตร์ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 8(3), 115-163.
- วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอธิป จิตตฤกษ์. (2554). *ทักษะแห่งอนาคตใหม่ : การศึกษาเพื่อศตวรรษ ที่ 21*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ Open Worlds.

- วิชรียา พรหมพันธ์, อรุณรัตน์ คำแหงพล, และถาดทอง ปานศุกวัชร. (2563). การเปรียบเทียบทักษะการคิด วิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง พอลิเมอร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค POE และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 10(2), 107-116.
- วิจารณ์ พานิช.(2552). การศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของคนไทยที่พึงประสงค์: *เขาวนัทางปัญญา*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- วิชัย พาณิชย์สวาย, สุมน ไวยบุญญา, พิชรพร ศุภกิจ, และรัตนพร หลวงแก้ว. (2561). บทเรียนฝึกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาสมรรถนะผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 49(1), 1-16.
- วิชัย พาณิชย์สวาย, สุมน ไวยบุญญา, พิชรพร ศุภกิจ, และรัตนพร หลวงแก้ว. (2564). บทเรียน PISA: กระบวนการเรียนรู้แนวใหม่ที่ส่งเสริมสมรรถนะผู้เรียนระดับประถมศึกษา. *Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)*, 14(4), 157-167.
- วิภาฤดี วิชาวิน. (2543). การสอนเขียนเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สื่อประสม [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่]. CMUIR. <http://cmuir.cmu.ac.th/handle/6653943832/22939>
- ศราวุธ นาเสงี่ยม. (2554). การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่อง วงจรไฟฟ้ากระแสตรง [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- ศรินภา ภาคภูมิ และ น้อยทิพย์ ลีมยิ่งเจริญ. (2554). การพัฒนาความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ รายวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศน อุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE). *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 5(4), 78-86.
- ศศิณีสักกา พิชรชน โรจน์, พิมพ์ชนก สุวรรณสร, และศิริภรณ์ กันขัติ. (2563). การพัฒนาหลักสูตรท้องถิ่นพร้อมสื่อประสม เรื่อง การจัดการเรียนรู้การแกะสลักไม้ สำหรับชุมชนและโรงเรียนในอำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่. *วารสารวิชาการศรีปทุม ชลบุรี*, 16(4), 48-58.
- สถาพร พฤษณิกุล. (2558). การบริหารการศึกษากับการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*, 28(2), 36-49.
- สถลทิพย์ พรหมย่อง และไชยพงษ์ เรื่องสุวรรณ. (2556). ตัวแทนความคิดเรื่องไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 36(2), 83-91.

- สาโรจน์ ทองนาค และไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ. (2559). การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE). *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 10(2), 135-142.
- สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ. (2531). *สื่อประสมโครงการพัฒนาคุณภาพ ประถมศึกษา (คพศ.)*. กรุงเทพฯ: อักษรไทย.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สิรินธร สินจินดาวงศ์. (2547). วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบ. *วารสารศรีปทุมปริทัศน์*, 4(1), 20-33
- สุรินทร์ บุญพัฒนาภรณ์. (2560). จากผลการประเมิน PISA ต่อบทบาทผู้เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 7(1), 16-29.
- สุนันทา ยินดีรัมย์, บุญเรือง ศรีเหรียญ, และชาติรี เกิดธรรม. (2557). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อประสมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 8(2), 65-78.
- โสภามัน เรือง และจรินทร์ อุ่มไกร. (2559, 30-31 มีนาคม). A Development of Science Subject to Conquer Achievement of Grade 5 Students by Using STEM Education Case Study of Suphannapoom School. ใน สมชาย วงศ์เกษม, *การประชุมวิชาการระดับชาติ [Symposium]. การจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 2*, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ยศวีร์ สายฟ้า. (2555). แนวการปฏิบัติที่เหมาะสมตามพัฒนาการ (Developmentally Appropriate Practice) ในชั้นเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น: จากกรอบแนวคิดทฤษฎีสู่หลักการปฏิบัติที่เหมาะสม. *วารสารครุศาสตร์*, 39(2), 120-129.
- อนุชา ตู่แก้ว. (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีทำนาย สังเกต อธิบาย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ใน บรรณ เลง สระมูล (บ.ก.), *การประชุมวิชาการระดับชาติด้านนวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้และสิ่งประดิษฐ์ ครั้งที่ 2* (น. 743-754). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- อพนันตรี ทูลพุททา. (2558). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.

- อภิสิทธิ์ ชงไชย, ขวัญ อารยะนิตกุล, เชิญโชค ศรีขวัญ, นฤมล เอมะนัตต์, และรัชภาคย์ จิตต์อารี. (2550). การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน. *วารสาร มจร.วิชาการ*, 11(21), 86-94.
- ชาญ เถาวันนี. (2561). *การเคลื่อนที่ในแนวตรง*. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. <https://www.scimath.org/lesson-physics/item/8781-2018-09-20-06-43-41>
- ณัชนัน แก้วชัยเจริญกิจ. (2550). *ภาวะผู้นำและนวัตกรรมทางการศึกษา: บทบาทของครูกับ Active Learning*. <http://www.pochanukul.com>
- นรินทร์ เจริญพันธ์. (2559). *การจัดการเรียนการสอนแบบ Active Learning*. [https://km.buu.ac.th/article/frontend/article\\_detail/141](https://km.buu.ac.th/article/frontend/article_detail/141).
- บ้านจอมยุทธ. (2558). *จิตวิทยาพัฒนาการวัยเด็กตอนปลาย (Late Childhood)*. [https://www.baanjomjut.com/library\\_extension1/concepts\\_of\\_developmental\\_psychology/01\\_12.html](https://www.baanjomjut.com/library_extension1/concepts_of_developmental_psychology/01_12.html).
- Akpinar, E. (2013). The Use of Interactive Computer Animations Based on POE as a Presentation Tool in Primary Science Teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 2014(23), 527-537.
- Costu, B., Ayas, A., & Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science*, 2012(40), 47-67.
- Fitz-Gibbon & Carol, T. (1987). *How to Design a program Evaluation*. Newbury Park: Sage.
- Nalkiran, T. & Karamustafaoglu, S. (2020). Prediction-Observation-Explanation (POE) Method and Its Efficiency in Teaching "Work, Energy, Power" Concepts. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 7(3), 497-521.
- Okur, M., & Seyhan, H. G. (2021). Determination of Pre-service Science Teachers' Conceptual Understandings about the "Solutions: Dissolving-Melting" with Predict-Observe-Explain Technique. *International Journal of Progressive Education*, 17(3), 381-396.
- Suyatman, Saputro, S., Sunarno, W., & Sukarmin. (2021). The implementation of research-based learning model in the basic science concepts course in improving analytical thinking skills. *European Journal of Educational Research*, 10(3), 1051-1062.
- White, R. and Gunstone, R. (2006). *Probing Understanding (6<sup>th</sup> ed.)*. Eastbourne: CPI Antony Rowe.



**ภาคผนวก**


## ภาคผนวก ก

## รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

1. นางสาววราณี เลี้ยววิวัฒน์ชัย รองผู้อำนวยการสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน)  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ
2. นางสาวสุดาภรณ์ สืบสุติน ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา  
มัธยมศึกษาลำปาง ลำพูน  
ปฏิบัติหน้าที่หัวหน้ากลุ่มงานพัฒนาหลักสูตรการศึกษา  
ขั้นพื้นฐาน และกระบวนการเรียนรู้
3. นางศิราณี หน่อคำ ครูชำนาญการพิเศษ หัวหน้ากลุ่มสาระวิทยาศาสตร์  
โรงเรียนวัดจอมทอง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่  
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงใหม่เขต4

## หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว. ๕๓๕

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่  
๒๐๒ ถนนช้างเมืงก อ.เมือง  
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน ดร.วราวุฒิ เสียววิวัฒน์ชัย

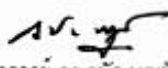
สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวศุภนุช ต๊ะมา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงงานและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมสมรรถนะ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรพรพันธ์ บุณยวัฒน์พรกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจและให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

  
 (อาจารย์ ดร.ณัฐ บุญชัย)  
 ศึกษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย  
โทร. ๐๕๓๗-๒๖๓๓-๕๖๘๑

## หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ



ที่ ขว. ๐๖๑๒.๑๕๐๑/ว.๕ ค. ๕

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่  
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง  
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางสาวสุภาภรณ์ สิบสุติน  
ศึกษานิเทศชำนาญการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวศุภานุช ต๊ะมานักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงงานและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัจนพรกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจและให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อนิต ปญชัย)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐๕๓๗-๒๖๓-๕๑๔๑

## หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ



ที่ บว. ๐๖๑๒.๑๔.๐๑/ว. ๕๓๕

บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่  
๒๐๒ ถนนช้างเผือก อ.เมือง  
จ.เชียงใหม่ ๕๐๓๐๐

๓๐ ตุลาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์

เรียน นางศิริธานี หน่อคำ  
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวัดจอมทอง

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้ นางสาวศุภนุช ต๊ะมานักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงงานและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย" โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย เห็นว่าท่านเป็นผู้มีประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี โดยนักศึกษาได้ประสานกับท่านแล้ว บัณฑิตวิทยาลัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน ในการตรวจและให้ความเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือในการทำวิทยานิพนธ์ดังเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.นัตถ์ ปุณยชัย)

รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐๕๓-๒๖๓-๕๑๔๑

## ภาคผนวก ข

## การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence)

1.2 การประเมินความเหมาะสม (Likert Scale)

1.3 การทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ (Try-out)

2. แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

2.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence)

2.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty)

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

2.4 ค่าความเชื่อมั่นแบบวัดสมรรถนะ (Reliability)

3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

3.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence)

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE) เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

1.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence)

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ประกอบเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ผลการประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
แผนที่ 1	<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>2. สาระสำคัญ</b>						
	2.1 มีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>3. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>						
	3.1 มีกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning) ร่วมกับการ	+1	0	+1	3	0.67	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ ที่1	คนที่ ที่2	คนที่ ที่3			
	ทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)						
	3.2 มีกิจกรรมส่งเสริมสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.3 กิจกรรมตามขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>4. การวัดผล</b>						
	4.1 การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 เครื่องมือวัดผลสามารถวัดสิ่ง ที่ต้องการได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>5. การประเมินผล</b>						
	5.1 เกณฑ์การประเมินถูกต้องและ เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
แผนที่ 2	<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับมาตรฐานและ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความ สอดคล้องกับการส่งเสริม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้าน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์						
	<b>2. สารสำคัญ</b>						
	2.1 มีความสอดคล้องกับหน่วย การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>3. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>						
	3.1 มีกิจกรรมตามขั้นตอนการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry- Based Learning) ร่วมกับการ ทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 มีกิจกรรมส่งเสริมสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.3 กิจกรรมตามขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>4. การวัดผล</b>						
	4.1 การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 เครื่องมือวัดผลสามารถวัดสิ่ง ที่ต้องการได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ ที่1	คนที่ ที่2	คนที่ ที่3			
	<b>5. การประเมินผล</b>						
	5.1 เกณฑ์การประเมินถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
แผนที่ 3	<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความสอดคล้องกับการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>2. สาระสำคัญ</b>						
	2.1 มีความสอดคล้องกับหน่วยการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>3. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>						
	3.1 มีกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning) ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 มีกิจกรรมส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ ที่1	คนที่ ที่2	คนที่ ที่3			
	3.3 กิจกรรมตามขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์ การเรียนรู้	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	<b>4. การวัดผล</b>						
	4.1 การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 เครื่องมือวัดผลสามารถวัดสิ่ง ที่ต้องการได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>5. การประเมินผล</b>						
	5.1 เกณฑ์การประเมินถูกต้องและ เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
แผนที่ 4	<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับมาตรฐานและ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความ สอดคล้องกับการส่งเสริม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้าน การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>2. สาระสำคัญ</b>						
	2.1 มีความสอดคล้องกับหน่วย การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ ที่1	คนที่ ที่2	คนที่ ที่3			
	<b>3. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>						
	3.1 มีกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning) ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 มีกิจกรรมส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.3 กิจกรรมตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>4. การวัดผล</b>						
	4.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 เครื่องมือวัดผลสามารถวัดสิ่งที่ต้องการได้	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	<b>5. การประเมินผล</b>						
	5.1 เกณฑ์การประเมินถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
แผนที่ 5	<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับมาตรฐานและ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความ สอดคล้องกับการส่งเสริม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้าน การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>2. สำคัญ</b>						
	2.1 มีความสอดคล้องกับหน่วย การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>3. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>						
	3.1 มีกิจกรรมตามขั้นตอนการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry- Based Learning) ร่วมกับการ ทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 มีกิจกรรมส่งเสริมสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.3 กิจกรรมตามขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	<b>4. การวัดผล</b>						
	4.1 การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 เครื่องมือวัดผลสามารถวัดสิ่ง ที่ต้องการได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>5. การประเมินผล</b>						
	5.1 เกณฑ์การประเมินถูกต้องและ เหมาะสม	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
แผนที่ 6	<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับมาตรฐานและ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความ สอดคล้องกับการส่งเสริม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้าน การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>2. สาระสำคัญ</b>						
	2.1 มีความสอดคล้องกับหน่วย การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	<b>3. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>						
	3.1 มีกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning) ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 มีกิจกรรมส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.3 กิจกรรมตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>4. การวัดผล</b>						
	4.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	4.2 เครื่องมือวัดผลสามารถวัดสิ่งที่ต้องการได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>5. การประเมินผล</b>						
	5.1 เกณฑ์การประเมินถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
แผนที่ 7	<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับมาตรฐานและ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความ สอดคล้องกับการส่งเสริม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้าน การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>2. สำคัญ</b>						
	2.1 มีความสอดคล้องกับหน่วย การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>3. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>						
	3.1 มีกิจกรรมตามขั้นตอนการ เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry- Based Learning) ร่วมกับการ ทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 มีกิจกรรมส่งเสริมสมรรถนะ ทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.3 กิจกรรมตามขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
	<b>4. การวัดผล</b>						
	4.1 การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์การ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 เครื่องมือวัดผลสามารถวัดสิ่ง ที่ต้องการได้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	<b>5. การประเมินผล</b>						
	5.1 เกณฑ์การประเมินถูกต้องและ เหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
แผนที่ 8	<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความ สอดคล้องกับมาตรฐานและ ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	1.2 จุดประสงค์การเรียนรู้ มีความ สอดคล้องกับการส่งเสริม สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้าน การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิง วิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>2. สาระสำคัญ</b>						
	2.1 มีความสอดคล้องกับหน่วย การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
		คนที่ ที่1	คนที่ ที่2	คนที่ ที่3			
	<b>3. กิจกรรมการเรียนการสอน</b>						
	3.1 มีกิจกรรมตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (The 5 E's of Inquiry-Based Learning) ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.2 มีกิจกรรมส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	3.3 กิจกรรมตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
	<b>4. การวัดผล</b>						
	4.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	4.2 เครื่องมือวัดผลสามารถวัดสิ่งที่ต้องการได้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
	<b>5. การประเมินผล</b>						
	5.1 เกณฑ์การประเมินถูกต้องและเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

สรุป ค่า IOC ของแบบทดสอบวัดความรู้ความเข้าใจเรื่องการวิจัยในชั้นเรียนมีค่าตั้งแต่ 0.50 - 1.00 (แสดงว่ามีประสิทธิภาพสามารถประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาและจุดประสงค์)

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ค่าความเหมาะสม (Likert Scale) สำหรับแผนการจัดการ เรียนรู้สื่อ  
ประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการ  
อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ที่	ชื่อแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนแบบสืบ เสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนาย การสังเกตและการอธิบาย (POE)	ดัชนีการ ประเมิน ความ เหมาะสม	ความหมาย
1	แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน	4.89	ความเหมาะสมมากที่สุด
2	ไขความลับของการเคลื่อนที่	5.00	ความเหมาะสมมากที่สุด
3	ออกแบบรถซึ่งกันถေး	4.89	ความเหมาะสมมากที่สุด
4	ประดิษฐ์รถของเล่น(1)	4.84	ความเหมาะสมมากที่สุด
5	ประดิษฐ์รถของเล่น(2)	4.67	ความเหมาะสมมากที่สุด
6	ใครไวกว่ากัน	4.84	ความเหมาะสมมากที่สุด
7	สรุปกิจกรรมมหัศจรรย์รถของเล่น	4.84	ความเหมาะสมมากที่สุด
8	จริงหรือไม่	4.89	ความเหมาะสมมากที่สุด

## 1.3 การทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ (Try-out)

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์การทดลองแผนการจัดการเรียนรู้ (Try-out) สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ต่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

คนที่	แผนที่ 2 ไขความลับของการเคลื่อนที่					
	K	ผลการประเมิน	P	ผลการประเมิน	A	ผลการประเมิน
1	3	ดี	3	ดี	3	ดี
2	2	พอใช้	3	ดี	2	พอใช้
3	3	ดี	3	ดี	3	ดี
4	2	พอใช้	2	พอใช้	3	ดี
5	3	ดี	3	ดี	3	ดี
6	3	ดี	3	ดี	3	ดี
7	3	ดี	2	พอใช้	2	พอใช้
8	3	ดี	2	พอใช้	2	พอใช้
9	3	ดี	3	ดี	3	ดี
10	2	พอใช้	3	ดี	2	พอใช้
11	3	ดี	3	2	3	ดี
12	3	ดี	3	ดี	3	ดี
13	3	ดี	3	ดี	3	ดี
14	3	ดี	3	ดี	2	พอใช้
15	2	พอใช้	2	พอใช้	3	ดี
16	3	ดี	2	พอใช้	3	ดี
17	3	ดี	3	ดี	3	ดี
18	3	ดี	2	พอใช้	2	พอใช้
19	3	ดี	3	ดี	3	ดี
20	3	ดี	3	ดี	3	ดี

คนที่	แผนที่ 2 ไขความลับของการเคลื่อนที่					
	K	ผลการประเมิน	P	ผลการประเมิน	A	ผลการประเมิน
21	3	ดี	2	พอใช้	3	ดี
22	2	พอใช้	3	ดี	3	ดี
23	3	ดี	2	พอใช้	2	พอใช้
24	3	ดี	3	ดี	3	ดี
25	3	ดี	3	ดี	3	ดี
26	3	ดี	3	ดี	3	ดี
27	3	ดี	2	พอใช้	3	ดี
28	2	พอใช้	2	พอใช้	2	พอใช้
29	3	ดี	3	ดี	2	พอใช้
30	3	ดี	3	ดี	3	ดี
<b>%</b>	<b>93.33</b>	<b>ดีมาก</b>	<b>88.89</b>	<b>ดีมาก</b>	<b>90.00</b>	<b>ดีมาก</b>



## 2. แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

### 2.1 ดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence)

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง สำหรับแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	0	+1	2	0.67	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
10	0	+1	0	1	0.33	ปรับปรุง
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	0	0	-1	-1	-0.33	ตัดทิ้ง
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14	0	+1	0	1	0.33	ปรับปรุง
15	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16	-1	0	0	-1	-0.33	ตัดทิ้ง
17	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
20	0	+1	0	1	0.33	ปรับปรุง

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง สำหรับแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ผลการประเมิน
	คนที่1	คนที่2	คนที่3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	2	1.00	ใช้ได้

#### 2.2 ค่าความยากง่าย (Difficulty)

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) สำหรับแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	สรุป	ข้อที่	ค่าความยากง่าย	สรุป
1	0.70	ใช้ได้	11	0.57	ใช้ได้
2	0.23	ใช้ได้	12	0.17	ใช้ไม่ได้
3	0.47	ใช้ได้	13	0.30	ใช้ได้
4	0.43	ใช้ได้	14	0.63	ใช้ได้
5	0.33	ใช้ได้	15	0.63	ใช้ได้
6	0.73	ใช้ได้	16	0.83	ใช้ไม่ได้
7	0.67	ใช้ได้	17	0.30	ใช้ได้
8	0.70	ใช้ได้	18	0.50	ใช้ได้
9	0.50	ใช้ได้	19	0.50	ใช้ได้
10	0.33	ใช้ได้	20	0.47	ใช้ได้

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (Difficulty) สำหรับแบบวัดสมรรถนะทาง  
วิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง  
แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบาย  
ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	สรุป
1	0.57	ใช้ได้
2	0.67	ใช้ได้

### 2.3 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) สำหรับแบบวัดสมรรถนะทาง  
วิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย เรื่อง  
แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบาย  
ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	สรุป	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	สรุป
1	0.40	ใช้ได้	11	0.40	ใช้ได้
2	0.30	ใช้ได้	12	-	-
3	0.40	ใช้ได้	13	0.30	ใช้ได้
4	0.30	ใช้ได้	14	0.30	ใช้ได้
5	0.50	ใช้ได้	15	0.40	ใช้ได้
6	0.30	ใช้ได้	16	-	-
7	0.40	ใช้ได้	17	0.50	ใช้ได้
8	0.50	ใช้ได้	18	0.40	ใช้ได้
9	0.40	ใช้ได้	19	0.10	ใช้ไม่ได้
10	0.50	ใช้ได้	20	0.20	ใช้ได้

หมายเหตุ – หมายถึง ข้อสอบที่ไม่ผ่านค่ายากง่าย (p)

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) สำหรับแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก	สรุป
1	0.80	ใช้ได้
2	0.60	ใช้ได้

หมายเหตุ

การเลือกข้อสอบผู้วิจัยเลือก ดังนี้

1. ข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80
2. ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00

2.4 ค่าความเชื่อมั่นแบบวัดสมรรถนะ (Reliability)

ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability : KR-20) สำหรับแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

จำนวน (คน)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลรวมความยากง่าย	ค่าความเชื่อมั่น (KR-20)
30	3.31	9.00	1.00

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Cronbach Alpha Procedure) สำหรับแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบอัตนัย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
1.00	0.82	2

3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

3.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence)

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

รายการข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. ครูมีการเตรียมการสอน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2. การจัดบรรยากาศห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3. ชุดการเรียนรู้ที่สอนมีความทันสมัยนำไปใช้ได้จริง	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5. กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และรายบุคคล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7. ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
8. กิจกรรมการเรียนสนุกและน่าสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9. ครูให้ออกาสนักเรียนซักถามปัญหา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

รายการข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ			ผลรวม	ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ผลการ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
10. ครูใช้วิธีการสอนและใช้สื่อ อย่างหลากหลาย	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
11. ครูยอมรับความคิดเห็นของ นักเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12. ครูให้ความสนใจแก่นักเรียน อย่างทั่วถึงขณะสอน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13. ครูส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้า หาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ รอบตัว	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
14. ครูตั้งใจสอน ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ในการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15. ครูมีบุคลิกภาพ การแต่งกาย และการพูดจาเหมาะสม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
16. ครูเข้าสอนและออกตรงเวลา	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
17. นักเรียนทราบเกณฑ์การ ประเมินผลล่วงหน้า	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
18. นักเรียนมีส่วนร่วมในการ ประเมินผลการเรียน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
19. ครูประเมินผลอย่างยุติธรรม	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20. นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

**สรุป** ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้อุปกรณ์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ มีค่าตั้งแต่ 0.50 - 1.00 (แสดงว่ามีประสิทธิภาพสามารถประเมินความเที่ยงตรง ของเนื้อหาและจุดประสงค์)

## ภาคผนวก ค

## ผลการดำเนินงานวิจัย

ตารางที่ ค.1 ผลคะแนนแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

คนที่	ก่อนจัดกิจกรรม	หลังจัดกิจกรรม	คนที่	ก่อนจัดกิจกรรม	หลังจัดกิจกรรม
1	4	9	18	9	10
2	7	8	19	9	10
3	7	8	20	4	8
4	6	10	21	2	7
5	4	9	22	8	10
6	3	10	23	2	7
7	3	8	24	7	10
8	4	8	25	5	10
9	2	7	26	4	8
10	4	7	27	9	10
11	3	9	28	5	9
12	4	9	29	4	8
13	5	9	30	2	7
14	5	10	31	7	10
15	7	10	32	5	8
16	7	9	$\bar{X}$	5.06	8.72
17	6	8	S.D.	2.06	1.08

ตารางที่ ค.2 คะแนนการทำกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังทำกิจกรรม

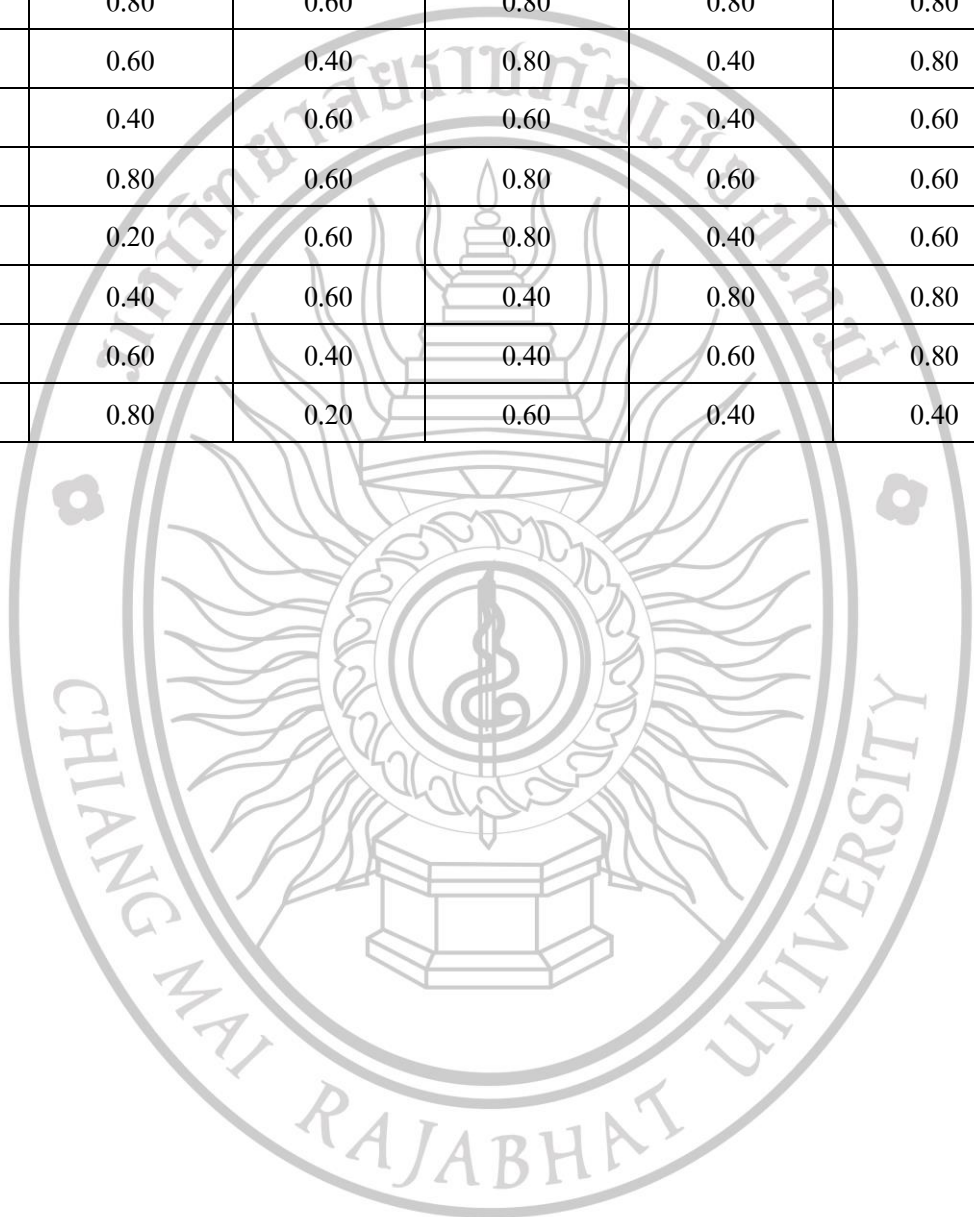
คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)										คะแนนแบบทดสอบ	
	ที่1	ที่2	ที่3	ที่4	ที่5	ที่6	ที่7	ที่8	รวม (80)	% (100)	รวม (25)	% (100)
1	9	8	9	8	8	8	9	9	68	85.00	21	84.00
2	8	9	8	8	7	8	8	7	63	78.75	18	72.00
3	8	8	7	9	8	8	8	7	63	78.75	18	72.00
4	9	8	8	9	8	9	8	9	68	85.00	23	92.00
5	7	8	9	7	8	8	9	7	63	78.75	20	80.00
6	10	9	9	8	8	9	9	10	72	90.00	23	92.00
7	8	8	9	9	8	8	9	8	67	83.75	20	80.00
8	9	8	8	7	8	8	8	7	63	78.75	19	76.00
9	7	8	9	8	8	8	8	7	63	78.75	18	72.00
10	8	8	8	7	8	7	9	8	63	78.75	18	72.00
11	8	9	8	8	9	8	8	8	66	82.50	22	88.00
12	8	8	8	9	8	8	8	8	65	81.25	22	88.00
13	8	9	9	8	9	8	8	9	68	85.00	23	92.00
14	9	8	9	9	8	7	9	9	68	85.00	24	96.00
15	8	8	9	9	8	8	9	9	68	85.00	25	100.00
16	9	9	8	8	8	8	8	9	67	83.75	20	80.00
17	7	8	8	8	8	8	8	7	62	77.50	16	64.00
18	8	8	8	9	8	9	8	8	66	82.50	20	80.00
19	8	9	8	8	8	8	9	7	65	81.25	22	88.00
20	8	8	8	8	8	8	9	8	65	81.25	18	72.00

คนที่	คะแนนแบบฝึกหัด (คะแนนเต็ม 10 คะแนน)										คะแนนแบบทดสอบ	
	ที่1	ที่2	ที่3	ที่4	ที่5	ที่6	ที่7	ที่8	รวม (80)	% (100)	รวม (25)	% (100)
21	8	8	8	8	8	8	8	8	64	80.00	18	72.00
22	9	8	9	9	8	10	9	9	71	88.75	24	96.00
23	8	8	7	8	8	7	9	8	63	78.75	17	68.00
24	8	8	9	9	9	9	8	8	68	85.00	23	92.00
25	8	9	8	8	8	9	8	8	66	82.50	24	96.00
26	9	8	9	9	8	8	9	9	69	86.25	19	76.00
27	9	9	9	8	9	8	9	9	70	87.50	22	88.00
28	8	8	8	9	8	8	8	8	65	81.25	22	88.00
29	7	8	8	8	8	8	8	8	63	78.75	17	68.00
30	7	8	7	8	8	8	8	7	61	76.25	17	68.00
31	10	8	9	9	9	8	9	10	72	90.00	22	88.00
32	8	7	8	8	8	8	8	8	63	78.75	17	68.00
ประสิทธิภาพ									<b>82.34</b>		<b>81.50</b>	

ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าการเรียนรู้รายตัวบ่งชี้ตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบสื่อประสม เรื่อง แรงแรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

คนที่	ตัวบ่งชี้ตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์				
	ตัวบ่งชี้ 1	ตัวบ่งชี้ 2	ตัวบ่งชี้ 3	ตัวบ่งชี้ 4	ตัวบ่งชี้ 5
1	0.60	0.40	0.80	0.80	0.80
2	0.40	0.60	0.40	0.40	0.40
3	0.40	0.40	0.40	0.60	0.40
4	0.40	0.60	0.60	0.80	0.80
5	0.60	0.40	0.60	0.80	0.80
6	0.60	0.60	0.80	1.00	0.80
7	0.80	0.60	0.60	0.80	0.60
8	0.60	0.60	0.40	0.40	0.80
9	0.40	0.80	0.40	0.80	0.60
10	0.40	0.80	0.60	0.40	0.60
11	1.00	0.60	0.80	0.80	0.60
12	0.60	0.60	1.00	0.80	0.60
13	0.80	0.60	0.60	0.80	0.80
14	0.80	0.60	1.00	0.60	0.60
15	0.40	0.80	0.80	0.60	0.60
16	0.40	0.60	0.60	0.40	0.60
17	0.20	0.40	0.60	0.40	0.40
18	0.60	0.40	0.40	0.40	0.60
19	0.60	0.60	0.40	0.40	0.60
20	0.60	0.60	0.60	0.60	0.40
21	0.60	0.80	0.40	0.60	0.80
22	0.40	0.80	0.80	0.40	0.60

คนที่	ตัวบ่งชี้ตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์				
	ตัวบ่งชี้ 1	ตัวบ่งชี้ 2	ตัวบ่งชี้ 3	ตัวบ่งชี้ 4	ตัวบ่งชี้ 5
23	0.20	0.80	0.80	0.60	0.60
24	0.80	0.60	0.40	0.80	0.60
25	0.80	0.60	0.80	0.80	0.80
26	0.60	0.40	0.80	0.40	0.80
27	0.40	0.60	0.60	0.40	0.60
28	0.80	0.60	0.80	0.60	0.60
29	0.20	0.60	0.80	0.40	0.60
30	0.40	0.60	0.40	0.80	0.80
31	0.60	0.40	0.40	0.60	0.80
32	0.80	0.20	0.60	0.40	0.40



ตารางที่ ค.4 จำนวนและร้อยละของความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการ ใช้ชุด การเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ									
	น้อยที่สุด		น้อย		ปานกลาง		มาก		มากที่สุด	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1. ครูมีการเตรียมการสอน	0	0	0	0	2	6.25	13	40.63	17	53.13
2. การจัดบรรยากาศห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนการสอน	0	0	0	0	1	3.13	5	15.63	26	81.25
3. ชุดการเรียนรู้ที่สอนมีความทันสมัยนำไปใช้ได้จริง	0	0	0	0	0	0.00	12	37.50	20	62.50
4. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	0	0	0	0	3	9.38	8	25.00	21	65.63
5. กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน	0	0	0	0	1	3.13	9	28.13	22	68.75
6. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและรายบุคคล	0	0	0	0	0	0.00	15	46.88	17	53.13
7. ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	0	0	0	0	0	0.00	12	37.50	20	62.50
8. กิจกรรมการเรียนสนุกและน่าสนใจ	0	0	0	0	2	6.25	11	34.38	19	59.38
9. ครูให้โอกาสนักเรียนซักถามปัญหา	0	0	0	0	3	9.38	8	25.00	21	65.63

รายการประเมิน	ความพึงพอใจ									
	น้อยที่สุด		น้อย		ปานกลาง		มาก		มากที่สุด	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
10. ครูใช้วิธีการสอนและใช้สื่ออย่างหลากหลาย	0	0	0	0	2	6.25	11	34.38	19	59.38
11. ครูยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน	0	0	0	0	4	12.50	13	40.63	15	46.88
12. ครูให้ความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน	0	0	0	0	2	6.25	10	31.25	20	62.50
13. ครูส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่าง ๆ รอบตัว	0	0	0	0	2	6.25	9	28.13	21	65.63
14. ครูตั้งใจสอน ให้คำแนะนำ ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำกิจกรรม	0	0	0	0	1	3.13	9	28.13	22	68.75
15. ครูมีบุคลิกภาพ การแต่งกายและการพูดจาเหมาะสม	0	0	0	0	0	0.00	15	46.88	17	53.13
16. ครูเข้าสอนและออกตรงเวลา	0	0	0	0	1	3.13	11	34.38	20	62.50
17. นักเรียนทราบเกณฑ์การประเมินผลล่วงหน้า	0	0	0	0	0	0.00	12	37.50	20	62.50
18. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียน	0	0	0	0	0	0.00	11	34.38	21	65.63
19. ครูประเมินผลอย่างยุติธรรม	0	0	0	0	0	0.00	9	28.13	23	71.88
20. นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข	0	0	0	0	0	0.00	7	21.88	25	78.13
<b>รวม/เฉลี่ยร้อยละ</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>3.75</b>	<b>211</b>	<b>32.97</b>	<b>405</b>	<b>63.28</b>

## ภาคผนวก ง

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้สื่อประสม เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ โดยมีทั้งหมด จำนวน 8 แผน ได้แก่

- 1.1 แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน
- 1.2 ไขความลับของการเคลื่อนที่
- 1.3 ออกแบบรถชิงกันเอะ
- 1.4 ประดิษฐ์รถของเล่น(1)
- 1.5 ประดิษฐ์รถของเล่น(2)
- 1.6 ใครไวกว่ากัน (แข่งขันแบบจำลองการเคลื่อนที่)
- 1.7 สรุปกิจกรรมมหัศจรรย์รถของเล่น
- 1.8 จริงหรือไม่

2. แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 1 ชุด แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก

จำนวน 10 ข้อ รวม 10 คะแนน

ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions)

จำนวน 2 ข้อ คะแนนรวม 15 คะแนน

## แผนการจัดการเรียนรู้ 1

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น

เวลาเรียน 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน เวลา 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ครูผู้สอน นางสาวศุภนุช ติยะมา

\*\*\*\*\*

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 2. ตัวชี้วัดชั้นปี

1. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 4/3)
2. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 5/1)
3. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป. 5/2)
4. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป 5/4)
5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ(ว 2.2 ป 5/5)

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของมวลและแรงได้ (K)
2. แสดงทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นสาเหตุของการเคลื่อนที่ได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)

### จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

#### 4. สาระสำคัญ

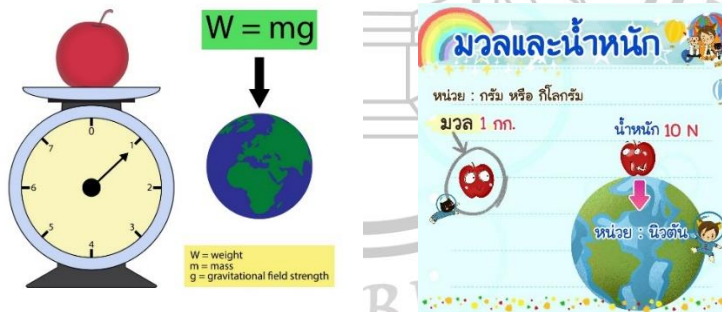
มวลและน้ำหนักแตกต่างกัน โดยมวลเป็นเนื้อหาของวัตถุทั้งหมดหรือเป็นการต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่น้ำหนัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุ และทำให้วัตถุตกสู่พื้นโลก วัตถุหนักได้โดยใช้เครื่องชั่งสปริง วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมากด้วย

มวล (m) เป็นสมบัติของวัตถุ เป็นปริมาณสสารที่อยู่ในวัตถุนั้น หากเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุมวลจะเท่าเดิม โดยที่หน่วยของมวล คือ กิโลกรัม (หน่วยวัดระบบ SI) แต่ขณะที่น้ำหนัก (W) เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงแปรผันไปกับปริมาณความเร่งที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงโลก (g) โดยที่หน่วยของน้ำหนัก คือ นิวตัน (หน่วยวัดระบบ SI)  $W = mg$

แรง คือ สิ่งที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หักดัน เปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

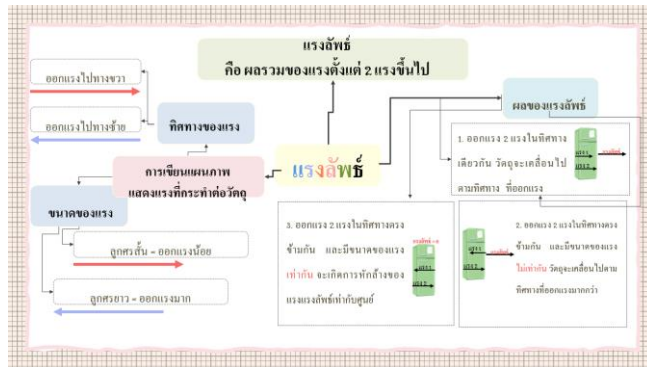
#### 5. สาระการเรียนรู้

 มวล



• มวล คือ ปริมาณเนื้อหาของสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้น มวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย

 แรง



• แรงลัพธ์เป็นผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุเดียวกันจะมีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางเดียวกันแต่จะมีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน สำหรับวัตถุที่อยู่หนึ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์

• การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ แรงเสียดทาน

• แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุ นั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่หนึ่งบนพื้นผิวหนึ่งให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็ จะดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุแต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลง หรือหยุดนิ่ง

## 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

### 1. ใฝ่เรียนรู้

## 7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

### 1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

## 8. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. แบบวัดสมรรถนะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

### 2. ใบกิจกรรม“เคลื่อนที่ได้อย่างไร”

## 9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- (1) ครูทำความคุ้นเคยกับนักเรียนและแนะนำรายวิชา จากนั้นเริ่มให้นักเรียนทำแบบวัดสมรรถนะก่อนเรียน
- (2) ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนดูภาพการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพคนลากของ, ภาพรถเคลื่อนบนถนน, ภาพคนคันตุ้ เป็นต้น
- (3) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องมวลและน้ำหนักจากสื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า “มวลคือปริมาณเนื้อของสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อการต้านการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุ”
- (4) ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องแรงลัพธ์ในชีวิตประจำวัน และกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- (5) ครูให้นักเรียนจับคู่เพื่อทำกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร”

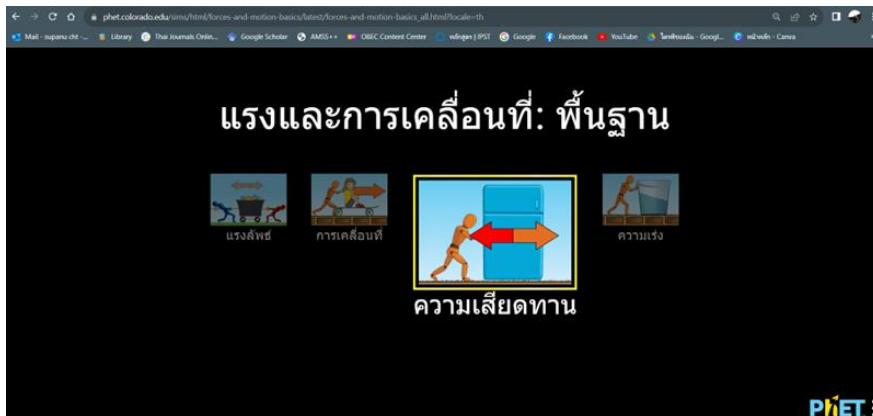
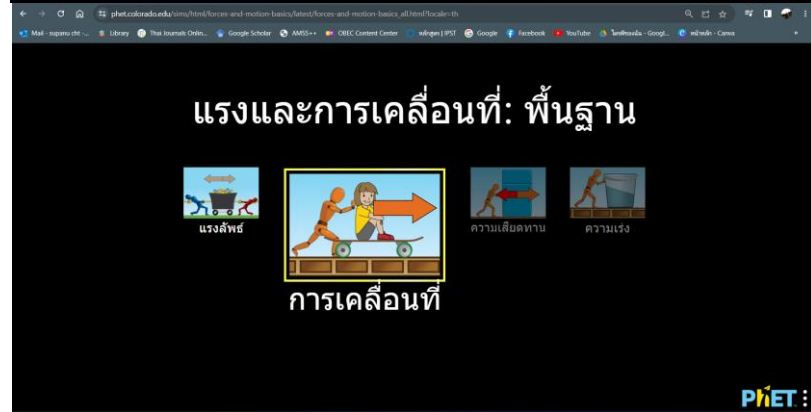
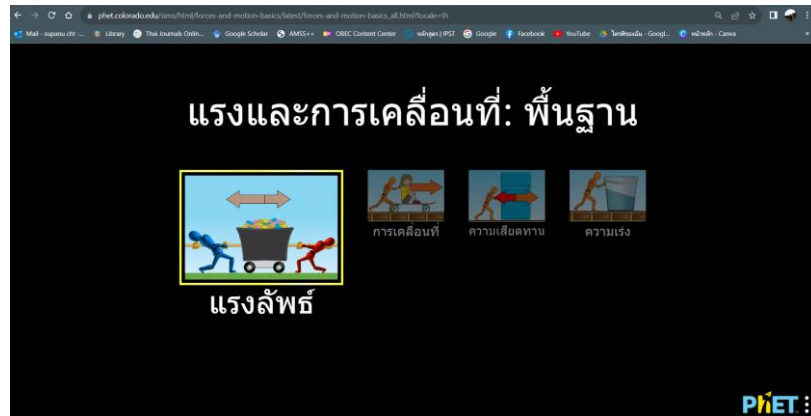
### 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE)

#### การทำนาย (P)

- (6) ครูให้นักเรียน สังเกตภาพการเคลื่อนที่ในแนวตรงแล้วพิจารณาว่า “เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ ความเร็วและความเร่งแรงจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่”

#### การสังเกต (O)

- (7) ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร” โดยศึกษาร่วมกันเป็นคู่ ผ่านโปรแกรม Phet simulation ค้างลิ้งค์ “[https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_all.html?locale=th](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=th)” แล้วบันทึกลงใน ใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล



การอธิบาย (E)

(8) นักเรียนสุ่มชื่อเพื่อนในห้องเพื่ออธิบายแนวคำตอบในแต่ละข้อที่ตอบในใบกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร”

### 3) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(9) นักเรียนแต่ละคนนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมโดยครูทำการสุ่มเพื่อนำเสนอ

(10) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า “มวลและน้ำหนักแตกต่างกัน โดยมวลเป็นเนื้อของวัตถุทั้งหมดหรือเป็นการดำเนินการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่น้ำหนัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุและทำให้วัตถุตกสู่พื้นโลก วัตถุหนักได้โดยใช้เครื่องชั่งสปริง วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมากด้วย ซึ่งมีผลต่อแรงลัพธ์ โดย แรงลัพธ์ คือ สิ่งที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หยุดหนึ่งเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ถ้ามีแรงเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชนิด โดยเป็นแรงที่ผิวของวัตถุหนึ่ง ด้านการเคลื่อนที่ของผิววัตถุอีกผิวหนึ่ง และมีทิศทางของแรงตรงข้ามกับทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้เกิดแรงเสียดทาน”

### 4) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

(11) ครูเปรียบเทียบมวลกับน้ำหนักว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

(12) ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องแรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันในรูปแบบอื่นๆ เช่น การเคลื่อนที่บนพื้นเอียง, การเคลื่อนที่แบบตกอิสระ, การเคลื่อนที่แบบหมุน ฯลฯ เป็นต้น

### 5) ชั้นประเมิน (Evaluation)

(13) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่ามีข้อสงสัยในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

(14) นักเรียนร่วมกันประเมินว่าการเรียนในครั้งนี้มีปัญหาหรืออุปสรรคใด และถ้ามีควรแก้ไขอย่างไร

(15) ครูทดสอบความเข้าใจ ของนักเรียนโดยใช้คำถาม เช่น

- มวลและน้ำหนักมีผลต่อการเคลื่อนที่หรือไม่ (แนวคำตอบ : มีเพราะ ถ้าวัตถุมีมวลมาก น้ำหนักก็จะมากเช่นกัน ซึ่งมีผลต่อการดำเนินการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ)
- ถ้ามีคนออกแรงดึงวัตถุในทิศทางตรงข้ามและแรงสองแรงไม่เท่ากันวัตถุจะเป็นอย่างไร และ เป็นการเคลื่อนที่แบบใดที่ (แนวคำตอบ : วัตถุจะเคลื่อนที่ไปทางที่มีแรงมากกว่า เป็นการเคลื่อนที่ในแนวตรง)

## 10. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน

2. แบบวัดสมรรถนะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน

3. ใบกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร”

4. โปรแกรม Phet simulation ดังลิงค์ “[https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_all.html?locale=th](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=th)”

5. รูปหรือสื่อมัลติมีเดียที่แสดงให้เห็นถึงการออกแรงกระทำต่อวัตถุด้วยแรงที่มีขนาดต่างกัน เช่น การออกแรงดึงรถของเล่นและการออกแรงเข็นรถยนต์

#### 11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์
1. อธิบายความหมายของมวลและแรงได้ (K)	การตอบคำถามหรือสรุปร่วมกันในห้องเรียน	สังเกตการณ์ตอบคำถามของนักเรียน	แบบประเมินด้านความรู้	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนนตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพผ่าน
2. แสดงทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นสาเหตุของการเคลื่อนที่ได้ (P)	ใบกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร”	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร”	ใบกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร”	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนนตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพผ่าน
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)	สังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่เรียนรู้อยู่	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์(ใฝ่เรียนรู้อยู่)	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนนตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพผ่าน

เกณฑ์การประเมินนักเรียนด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. อธิบายความหมายของมวลและแรงได้ (K)	นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหาได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดอย่างครบถ้วนสมบูรณ์	นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหาได้ครอบคลุมเนื้อหาค่อนข้างน้อย	นักเรียนอธิบายเนื้อหาได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหา
2. แสดงทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นสาเหตุของการเคลื่อนที่ได้ (P)	นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและวิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม	นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและวิธีการได้ถูกต้องค่อนข้างน้อย	นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนได้อย่างถูกต้องและวิธีการได้ถูกต้องน้อย
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)	นักเรียนมีความรับผิดชอบ เอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมายสม่ำเสมอ	นักเรียนมีความรับผิดชอบ เอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมายค่อนข้างน้อย	นักเรียนไม่มีความรับผิดชอบ ไม่เอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมาย

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายรายละเอียดได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มา ใช้สร้างคำอธิบาย รายละเอียดได้	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้
วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการระบุ การใช้ และ การสร้างแบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองได้
วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผล	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลได้ถูกต้อง และครบถ้วน	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้ถูกต้อง	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้
นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบายรายละเอียด ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้
อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม	อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

## 12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 12.1 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน      ไม่มาเรียนจำนวน.....คน
- ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน      คิดเป็นร้อยละ.....
- ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน      คิดเป็นร้อยละ.....

#### 12.1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

#### 12.1.2 ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน K ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน P ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน A ในระดับดีขึ้นไป

#### 12.2 ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

#### 12.3 การแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

#### 12.4 ผลการแก้ไข

.....

.....

#### 12.5 ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวศุภนุช ต๊ะมา)

ตำแหน่ง ครู คศ.1



ตารางประเมินผลการเรียนรู้รายคาบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6									
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้าน คุณลักษณะ (A)							
		ด้านความรู้ (K) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)		ทักษะกระบวนการ (P) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)		ด้านคุณลักษณะ (A) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			
		ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
32									

### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด คน มาเรียน \_\_\_ คน

หมายเหตุ : ก=ทำกิจกรรมของโรงเรียน , ข=ขาด, ป=ป่วย, ล=ลา

1. ด้านความรู้ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
2. ด้านกระบวนการ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
3. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน



แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6										
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (คะแนนเต็ม ด้านละ 3 คะแนน)								
		วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระดับคุณภาพ	วัดการระบุการใช้ และการสร้างแบบจำลองและคำแทนเชิงอธิบาย	ระดับคุณภาพ	การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	ระดับคุณภาพ	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	ระดับคุณภาพ	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ \* กรอคะแนนเฉพาะสมรรถนะที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น

เวลาเรียน 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ไขความลับของการเคลื่อนที่

เวลา 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ครูผู้สอน นางสาวศุภนุช ติยะมา

\*\*\*\*\*

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 2. ตัวชี้วัดชั้นปี

- เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป. 5/2)
- ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป 5/4)
- เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ(ว 2.2 ป 5/5)

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ (K)
- เขียนแผนภาพแสดงแรงลัพธ์และ แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุได้ (P)
- มีความสนใจใฝ่รู้ (A)

### จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

#### 4. สารสำคัญ

แรง คือ สิ่งที่ทำให้วัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หยุดนิ่ง เปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

แรงเสียดทาน (Friction) เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยแรงเสียดทานจะขึ้นอยู่กับ น้ำของวัตถุและสภาพพื้นผิววัตถุ

#### 5. ตารางการเรียนรู้



แรง



• การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ



แรงเสียดทาน



• แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิวหนึ่งให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็จะดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง

#### 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

##### 1. ใฝ่เรียนรู้

## 7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
  - นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
  - พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
  - อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

## 8. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 2 “ไขความลับของการเคลื่อนที่”

## 9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการทำนายนการสังเกตและการอธิบาย (POE) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- 1) ครูทบทวนความรู้เดิมจากกิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร” ที่ศึกษาผ่านโปรแกรม Phet simulation เพื่อทบทวนองค์ความรู้
- 2) ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูภาพการเคลื่อนที่ในแนวตรง เช่น ภาพคนลากของ, ภาพรถเคลื่อนบนถนน เป็นต้น
- 3) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนอาสาสมัครทดลองบันทึกวิดีโอความเร็วสูงใช้กล้องโทรศัพท์มือถือบันทึกวิดีโอความเร็วสูง เพื่อบันทึกภาพเคลื่อนไหวแบบเฟรมให้ภาพเคลื่อนไหวช้าลง ซึ่งบันทึกด้วยอัตราเร็ว (frame rate) 240 เฟรมต่อวินาที บันทึกภาพเคลื่อนไหวของตนเอง สิ่งของ หรือวัตถุอื่นๆ ภายในชั้นเรียน เพื่อเป็นการสาธิตให้เพื่อนๆ ในห้องดู
- 4) ครูยกตัวอย่างการศึกษางานวิจัย เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูง (มีข้อมูลเพิ่มเติมในชั้นขยายความรู้)

### 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

#### การทำนาย (Predict)

- 5) ครูนำคลิปวิดีโอจำลองเหตุการณ์การเคลื่อนที่ของรถบนถนน โดยใช้รถของเล่นเคลื่อนที่บนโต๊ะเรียบ แทนการเคลื่อนที่จริง แล้วใช้กล้องโทรศัพท์มือถือบันทึกวิดีโอความเร็วสูง เพื่อบันทึกภาพเคลื่อนไหวแบบเฟรมให้ภาพเคลื่อนไหวช้าลง ซึ่งบันทึกด้วยอัตราเร็ว (frame rate) 240 เฟรมต่อวินาที เพื่อให้นักเรียนสังเกตภาพการเคลื่อนที่ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

#### การสังเกต (Observe)

6) ครูนำคลิปอัตราเร็วสูงจำลองเหตุการณ์การเคลื่อนที่ของรถของเล่นเคลื่อนที่บนโต๊ะเรียบ ไปวิเคราะห์ในโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมแทรคเกอร์ (Tracker Program) เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งวัตถุจากภาพเคลื่อนที่ 2 มิติ และแปลงผลการวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบของกราฟความเร็วและความเร่ง (เสริมความรู้ด้านเทคโนโลยีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา)

### การอธิบาย (Explain)

(7) ครูแบ่งนักเรียนกลุ่มละ 5 – 6 คน สืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแรงในชีวิตประจำวัน ตามขั้นตอน ดังนี้

- แต่ละกลุ่มวางแผนการสืบค้นข้อมูล โดยแบ่งหัวข้อย่อยให้เพื่อนสมาชิกช่วยกันสืบค้นตามที่สมาชิกกลุ่มช่วยกันกำหนดหัวข้อย่อย เช่น ความหมายของแรงและแรงลัพธ์ ผลที่เกิดจากแรง และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้แรง

- สมาชิกกลุ่มแต่ละคนหรือกลุ่มย่อยช่วยกันสืบค้นข้อมูลตามหัวข้อย่อยที่ตนเองรับผิดชอบ โดยการสืบค้นจากหนังสือ วารสาร สารานุกรมวิทยาศาสตร์ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน หรืออินเทอร์เน็ต

- สมาชิกกลุ่มนำข้อมูลที่สืบค้นได้มารายงานให้เพื่อนๆ สมาชิกในกลุ่มฟัง รวมทั้งร่วมกันอภิปรายซักถามจนคาดว่าสมาชิกทุกคนมีความรู้ความเข้าใจที่ตรงกัน

(8) ครูคอยแนะนำช่วยเหลือนักเรียนขณะปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเดินดูรอบๆ ห้องเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนซักถามเมื่อมีปัญหา

### 3) ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(9) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติกิจกรรมหน้าห้องเรียน

(10) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยใช้แนวคำถาม เช่น

- ผลที่เกิดจากแรงทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะใด (แนวคำตอบ ทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น เคลื่อนที่ช้าลง หยุดนิ่ง เปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้)

- ยกตัวอย่างกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้แรงมาอย่างน้อย 3 กิจกรรม (แนวคำตอบ การล้างจาน การเคลื่อนย้ายโต๊ะ และการเตะฟุตบอล)

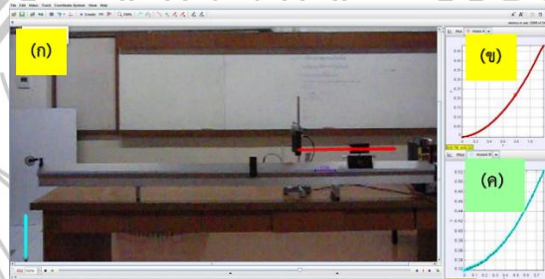
(11) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่าแรงมีผลทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น เคลื่อนที่ช้าลง หยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้

### 4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

(12) ครูยกตัวอย่างการศึกษางานวิจัย เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วีดิโออัตราเร็วสูง ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุแล้วนำไปวิเคราะห์ในโปรแกรมแทรคเกอร์ เพื่อหาค่าความเร่งของวัตถุ ดังภาพ



ภาพที่ 1 การติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบ

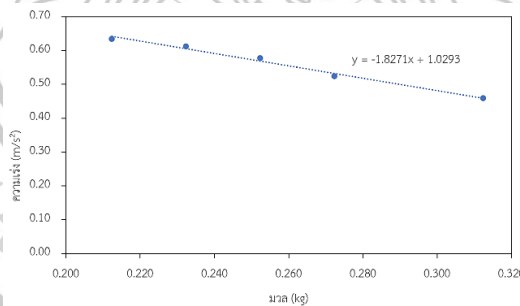


ภาพที่ 2 การติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวราบโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์วีดิโออัตราเร็วสูง

(ก) ภาพการติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุและมวล

(ข) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับเวลาของวัตถุ และ

(ค) กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับเวลาของมวลถ่วง



ภาพที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับมวลของวัตถุ

##### 5) ชั้นประเมิน (Evaluation)

(13) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่า จากหัวข้อที่เรียนมาและการปฏิบัติกิจกรรม มีจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจหรือยังมีข้อสงสัย ถ้ามี ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจ

(14) นักเรียนร่วมกันประเมินการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่มว่ามีปัญหาหรืออุปสรรคใด และได้มีการแก้ไขอย่างไรบ้าง

(15) ครูและนักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประโยชน์ที่ได้รับจากการปฏิบัติกิจกรรม และการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์

(16) ครูทดสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยการให้ตอบคำถาม เช่น

– สิ่งที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่หยุดนิ่ง หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้เรียกว่าอะไร (แนวคำตอบ แรง)

– การเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุใช้สิ่งใดเป็นสัญลักษณ์ (แนวคำตอบ ใช้ลูกศรเป็นสัญลักษณ์ โดยกำหนดให้หัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ)

## 10. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ตอน ไช้ความลับการเคลื่อนที่
2. ใบกิจกรรมที่ 2 “ไช้ความลับของการเคลื่อนที่”
3. กิจกรรมที่ 1 “เคลื่อนที่ได้อย่างไร” ที่ศึกษาผ่าน โปรแกรม Phet simulation
4. รูปหรือสื่อมัลติมีเดียที่แสดงให้เห็นถึงการออกแรงกระทำต่อวัตถุด้วยแรงที่มีขนาดต่างกัน เช่น ภาพคนลากของ, ภาพรถเคลื่อนบนถนน เป็นต้น
5. งานวิจัย เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วีดิโออัตราเร็วสูง
6. โปรแกรมแทรคเกอร์ (Tracker Program)

## 11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์
1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ (K)	การตอบคำถามหรือสรุปร่วมกันในห้องเรียน	สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน	แบบประเมินด้านความรู้	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมิน คุณภาพ= ผ่าน

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ ประเมิน	เกณฑ์
2. เขียนแผนภาพแสดงแรงลัพธ์และแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุได้ (P)	ใบกิจกรรมที่ 2 “ไขความลับของการเคลื่อนที่”	ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 “ไขความลับของการเคลื่อนที่”	แบบบันทึกด้านทักษะกระบวนการ	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมิน คุณภาพ=ผ่าน
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)	สังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่เรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์(ใฝ่เรียนรู้)	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมิน คุณภาพ=ผ่าน

**เกณฑ์การประเมินนักเรียนด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)**

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ (K)	นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหาได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดอย่างครบถ้วนสมบูรณ์	นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหาได้ครอบคลุมเนื้อหาค่อนข้างน้อย	นักเรียนอธิบายเนื้อหาได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหา
2. เขียนแผนภาพแสดงแรงลัพธ์และแรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุได้ (P)	นักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้องร้อยละ 80	นักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้องร้อยละ 65-79	นักเรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้องต่ำกว่าร้อยละ 65

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)	นักเรียนมีความ รับผิดชอบ เอาใจใส่ ในงานที่ได้รับ มอบหมายสม่ำเสมอ	นักเรียนมีความ รับผิดชอบ เอาใจใส่ ในงานที่ได้รับ มอบหมายค่อนข้าง น้อย	นักเรียนไม่มีความ รับผิดชอบ ไม่เอาใจ ใส่ในงานที่ได้รับ มอบหมาย

#### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

#### เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายรายละเอียดได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มา ใช้สร้างคำอธิบาย รายละเอียดได้	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้
วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง	วัดการระบุ การใช้ และ การสร้างแบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองได้

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้	
วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผล	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลได้ถูกต้อง และครบถ้วน	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้ถูกต้อง	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้
นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบายรายละเอียด ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้
อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม	อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

## 12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 12.1 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน                      ไม่มาเรียนจำนวน.....คน
- ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....
- ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....

#### 12.1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

#### 12.1.2 ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน K ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน P ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน A ในระดับดีขึ้นไป

#### 12.2 ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

#### 12.3 การแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

#### 12.4 ผลการแก้ไข

.....

.....

#### 12.5 ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวศุภนุช ต๊ะมา)

ตำแหน่ง ครู คศ.1



ตารางประเมินผลการเรียนรู้รายคาบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6		ผลการประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และ ด้านคุณลักษณะ (A)								
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ด้านความรู้ (K)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ทักษะกระบวนการ (P)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ด้านคุณลักษณะ (A)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
		(คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			(คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			(คะแนนเต็ม 3 คะแนน)		
32										

### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด คน มาเรียน \_\_\_ คน

หมายเหตุ : ก=ทำกิจกรรมของโรงเรียน , ข=ขาด, ป=ป่วย, ล=ลา

4. ด้านความรู้ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
5. ด้านกระบวนการ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
6. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน



แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6										
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (คะแนนเต็ม ด้านละ 3 คะแนน)								
		วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระดับคุณภาพ	วัดการระบุการใช้ และการสร้างแบบจำลองและคำแทนเชิงอธิบาย	ระดับคุณภาพ	การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	ระดับคุณภาพ	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	ระดับคุณภาพ	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้เพื่อสังคม
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ \* กรอคะแนนเฉพาะสมรรถนะที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น

เวลาเรียน 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ออกแบบรถซึ่งกันและ

เวลา 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ครูผู้สอน นางสาวศุภนุช ติยะมา

\*\*\*\*\*

#### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### 2. ตัวชี้วัดชั้นปี

1. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 4/3)
2. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 5/1)
3. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป. 5/2)

#### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (K)
2. แสดงทักษะการออกแบบรถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (P)
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (A)

#### จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์


- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย

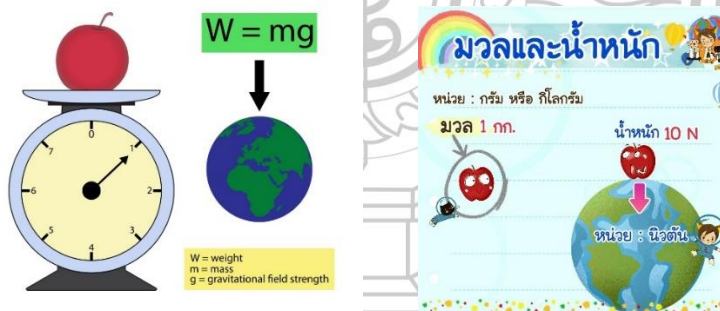
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

#### 4. สารสำคัญ


- มวลสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย
- การเคลื่อนที่ (Motion) หมายถึง ขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทาง การเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อออกแรงมากวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไกล และเมื่อออกแรงน้อยวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ใกล้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”

#### 5. สารการเรียนรู้

 มวล



- มวล คือ ปริมาณเนื้อของสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้น มวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย

 กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน ( $\Sigma F = ma$ ) หรือ กฎของความเร่ง

- แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตันกล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของ

ความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ” โดย อัตราส่วน  
ของแรงกับความเร่งจะเป็นค่าคงที่ ซึ่งตรงกับมวลของวัตถุ เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า  $\sum F = ma$

โดย  $F$  คือ แรงลัพธ์ที่กระทำกับวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

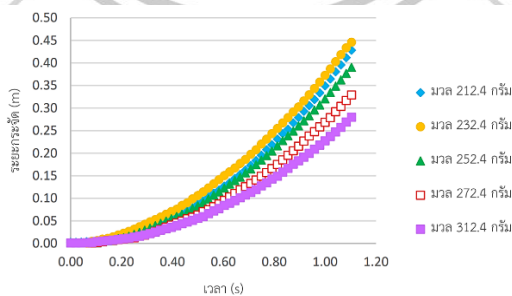
$m$  คือ มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

$a$  คือ ความเร่งมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที<sup>2</sup> ( $m/s^2$ )

ถ้าแรงลัพธ์ ( $F$ ) กระทำกับวัตถุอันหนึ่ง จะทำให้วัตถุมีความเร่ง ( $a$ ) ในทิศทางเดียวกันกับ  
ทิศทางของแรง ซึ่งแรงลัพธ์ ( $F$ ) ที่กระทำกับวัตถุ จะเท่ากับผลคูณระหว่างมวล ( $m$ ) และความเร่ง ( $a$ )  
ของวัตถุ จะสรุปได้ว่า “แรงลัพธ์คงที่ที่กระทำกับวัตถุ ซึ่งมีมวลคงที่ วัตถุนั้นจะมีความเร่งคงที่ใน  
ทิศทางของแรงที่กระทำนั้น”

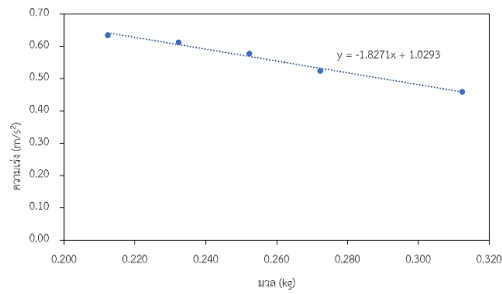
#### อ่างอิงผลการวิจัยเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ วิธีโออัตรเร็วสูง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการเคลื่อนที่ของรถวัตถุและมวลถ่วง ความเร่ง  
ของรถวัตถุและมวลถ่วง และความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความเร่ง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์  
วิธีโออัตรเร็วสูง ผลการวิจัยพบว่า เมื่อใช้มวลถ่วงคงที่ ที่ 17 กรัม และเพิ่มมวลของรถวัตถุมากขึ้น  
คือ 212.4, 232.4, 252.4, 272.4 และ 312.4 กรัม ตามลำดับ ดึงให้รถวัตถุเคลื่อนที่เมื่อใช้การวิเคราะห์  
ของความเร่งของกราฟตำแหน่งกับเวลาจาก โปรแกรมเทอร์คเกอร์ ปรากฏว่ารถวัตถุและมวลถ่วง มี  
ความเร่งของระบบคือ 0.6249, 0.6195, 0.5864, 0.5323, 0.4506 เมตร/วินาที<sup>2</sup> แสดงว่ารถวัตถุและ  
มวลถ่วงมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งต่างกัน หรือมีความเร่งต่างกัน เมื่อมวลรถวัตถุเพิ่มมากขึ้น  
ความเร่งของรถวัตถุและมวลถ่วงจะมีค่าลดลง สามารถสรุปได้ว่าความเร่งของรถวัตถุ แปรผกผัน  
กับมวลของรถวัตถุ ซึ่งสอดคล้องกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน ผู้วิจัยคำนวณหาขนาดของ  
แรงดึงของมวลระบบ ซึ่งหาได้จาก  $(m_1 + m_2)g$  โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์วิธีโออัตรเร็วสูง เพื่อ  
เปรียบเทียบกับทฤษฎีคือ  $m_1 g$  ปรากฏว่าขนาดของแรงดึงจากการทดลองจะมีค่าใกล้เคียงกัน

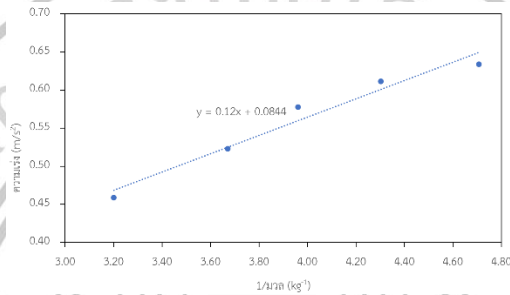


แผนภาพที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งกับเวลาของรถวัตถุ

มวล 212.4, 232.4, 252.4, 272.4, 312.4 กรัม



แผนภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับมวลของรถวีลตุ



แผนภาพที่ 3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับส่วนกลับของมวลรถวีลตุ

#### ✚ การออกแบบรถของเล่น

ในปัจจุบันของเล่นเด็กที่มีขายตามท้องตลาดมีราคาแพง บางท้องถิ่นไม่มีของเล่นที่หลากหลาย การประดิษฐ์ของเล่นจากวัสดุเหลือใช้ต่างๆ นอกจากจะพัฒนาทักษะการสังเกต การจำแนกวัสดุที่ใช้ทำของเล่นได้

อย่างเหมาะสม ยังช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน รถของเล่นเป็นตัวอย่างหนึ่งของของเล่นเด็กที่สามารถประดิษฐ์ได้ง่าย และมีวัสดุอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ที่ไม่ซับซ้อน ในการออกแบบรถนักเรียนจะได้เรียนรู้การเลือกวัสดุที่ใช้ ขนาดและรูปทรงของส่วนประกอบต่างๆ ของรถที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถ

### 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความมุ่งมั่นในการทำงาน

### 7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

## 8. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. ใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถชิงกันเถอะ”

## 9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(1) ครูทบทวนบทเรียนโดยยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับเรื่อง ป้ายจราจรที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปภาพและใช้คำถาม เช่น ภาพ 2 ภาพนี้มีความแตกต่างกันอย่างไร มีเรื่องใดบ้างมาเกี่ยวข้อง (แนวคำตอบ: มวลและน้ำหนัก แรง แรงเสียดทาน)



(2) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5-6 คน เพื่อให้สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันทำกิจกรรมและสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

(3) ครูเสริมแนวคิดในเรื่อง มวลมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ, กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การใช้โปรแกรมแทรคเกอร์ และหลักการออกแบบรถของเล่น

### 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) การทำนาย (P)

(4) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิด ความรู้ที่ได้ศึกษามาเพื่อใช้ในการออกแบบรถของเล่นลงในใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถชิงกันเถอะ”

### การสังเกต (O)

(5) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันอภิปรายและออกแบบبردของเล่นตามความคิดของสมาชิกในกลุ่ม โดยวาดภาพและชี้ส่วนประกอบของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ จากนั้นให้อธิบายรายละเอียดต่างๆ ดังหัวข้อต่อไปนี้ 1) ปัจจัยที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด, 2) ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน (ถ้ามี), 3)แนวทางในการแก้ไข/ปรับปรุงผลงาน (ถ้ามี)

### การอธิบาย (E)

(6) นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอตามใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ”

### 3) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(7) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า “มวลมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ซึ่งสอดคล้องตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตันกล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ” เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ว่า  $\sum F = ma$

### 4) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

(8) จากนั้นครูให้นักเรียนสมมติขนาดของมวลรถของเล่น (เช่น มวลรถ = 0.5 กิโลกรัม) และกำหนดค่า ความเร่งของรถเท่ากับ 2 เมตร/วินาที<sup>2</sup> และให้คำนวณหาค่าแรงลัพธ์ แทนค่าในสมการ  $\sum F = ma$  โดยครูกล่าวว่าถ้านักเรียนคนไหนหาค่าได้ถูกต้องและเร็วที่สุด ครูจะมีคะแนนพิเศษให้ (ครูและนักเรียนสามารถออกแบบ โจทย์ปัญหาตามสถานการณ์)

### 5) ชั้นประเมิน (Evaluation)

(9) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่ามีข้อสงสัยในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

(10) นักเรียนร่วมกันประเมินว่าการเรียนในครั้งนี้มีปัญหาหรืออุปสรรคใด และถ้ามีควรแก้ไขอย่างไร

### 10. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ตอน มาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ

2. ไปกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถชิงกันเถอะ”
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโอ อัตราเร็วสูง และการใช้โปรแกรมแทรคเกอร์
4. โจทย์ปัญหาที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน
5. การสืบค้นข้อมูลการประดิษฐ์จากสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียน

#### 11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ ประเมิน	เกณฑ์
1. อธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (K)	การตอบในใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถชิงกันเถอะ”	ตรวจการตอบคำถามของนักเรียนในใบกิจกรรม	แบบประเมินด้านความรู้	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพผ่าน
2. แสดงทักษะการออกแบบรถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (P)	ใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถชิงกันเถอะ”	ตรวจใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถชิงกันเถอะ”	แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการตามใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถชิงกันเถอะ”	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพผ่าน
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (A)	สังเกตพฤติกรรมมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (มุ่งมั่นในการทำงาน)	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพผ่าน

## เกณฑ์การประเมินนักเรียนด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. อธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (K)	นักเรียนสามารถบอกหรืออธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด อย่างครอบคลุม ครบถ้วน สมบูรณ์	นักเรียนสามารถบอกหรืออธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด ได้ครอบคลุมเนื้อหาค่อนข้างน้อย	นักเรียนอธิบายบอกหรืออธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด ได้แต่ไม่ครอบคลุม
2. แสดงทักษะการออกแบบรถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด (P)	นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ แสดงถึงความเป็นไปได้ในการประดิษฐ์และเลือกใช้วัสดุได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม	นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ แสดงถึงความเป็นไปได้ในการประดิษฐ์และเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม เป็นบางส่วน	นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ และเลือกใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม เป็นบางส่วน
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (A)	สมาชิกในกลุ่มส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	สมาชิกบางส่วนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	สมาชิกในกลุ่มขาดความร่วมมือกันหรือช่วยเหลือซึ่งกันและกันน้อย

## เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

**เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน**

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายรายละเอียดได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มา ใช้สร้างคำอธิบาย รายละเอียดได้	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้
วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการระบุ การใช้ และ การสร้างแบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองได้
วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผล	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลได้ถูกต้อง และครบถ้วน	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้ถูกต้อง	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้
นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบายรายละเอียด ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้
อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม	อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง



## 12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 12.1 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน                      ไม่มาเรียนจำนวน.....คน
- ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....
- ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....

#### 12.1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

#### 12.1.2 ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน K ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน P ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน A ในระดับดีขึ้นไป

#### 12.2 ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

#### 12.3 การแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

#### 12.4 ผลการแก้ไข

.....

.....

#### 12.5 ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวศุภนุช ต๊ะมา)

ตำแหน่ง ครู คศ.1



ตารางประเมินผลการเรียนรู้รายคาบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6									
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้าน คุณลักษณะ (A)							
		ด้านความรู้ (K) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)		ทักษะกระบวนการ (P) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)		ด้านคุณลักษณะ (A) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			
		ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
32									

### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด คน มาเรียน \_\_\_ คน

หมายเหตุ : ก=ทำกิจกรรมของโรงเรียน , ข=ขาด, ป=ป่วย, ล=ลา

7. ด้านความรู้ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
8. ด้านกระบวนการ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
9. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน



แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6											
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (คะแนนเต็ม ด้านละ 3 คะแนน)									
		วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระดับคุณภาพ	วัดการระบุการใช้ และการสร้างแบบจำลองและคำแทนเชิงอธิบาย	ระดับคุณภาพ	การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	ระดับคุณภาพ	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	ระดับคุณภาพ	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม	ระดับคุณภาพ
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ \* กรอคะแนนเฉพาะสมรรถนะที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น

เวลาเรียน 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (1)

เวลา 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ครูผู้สอน นางสาวศุภนุช ต๊ะมา

\*\*\*\*\*

#### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

#### 2. ตัวชี้วัดชั้นปี

1. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 4/3)
2. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 5/1)
3. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป. 5/2)
4. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป 5/4)
5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป. 5/5)

#### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ (K)
2. สามารถประดิษฐ์รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ (P)
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (A)

#### จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย

- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

#### 4. สารสำคัญ

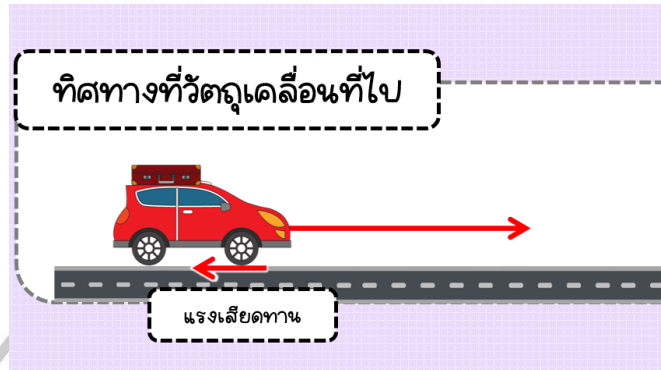
- มวลสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย
- การเคลื่อนที่ (Motion) หมายถึง ขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทาง การเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อออกแรงมากวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไกล และเมื่อออกแรงน้อยวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ใกล้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”
- การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ
- การประดิษฐ์รถของเล่น เป็นการนำวัสดุ อุปกรณ์หรือสิ่งของที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาประดิษฐ์เป็นของเล่นที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน

#### 5. สารการเรียนรู้

##### หลักการเคลื่อนที่ของรถวัตถุ

มวลมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย โดยการเคลื่อนที่ (Motion) เป็นขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไป โดยมีทิศทางและระยะทาง การเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อออกแรงมากวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไกล และเมื่อออกแรงน้อยวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ใกล้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ” ซึ่งการเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดย

ใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ



โดยแสดงตัวอย่างการเขียนแผนภาพของแรงดึงภาพการเคลื่อนที่ของรถวัตถุ จะมีลักษณะการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามแรงลัพธ์ จึงสามารถใช้ลูกศรยาว และในขณะเดียวกันจะมีแรงที่เกิดขึ้นระหว่างล้อรถกับพื้นถนน เรียกว่า แรงเสียดทาน จะมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของรถวัตถุเสมอ จะแทนด้วยลูกศรสั้น

#### การประดิษฐ์รถของเล่น

การประดิษฐ์ของเล่นจากวัสดุเหลือใช้ต่างๆ นอกจากจะพัฒนาทักษะการสังเกต การจำแนกวัสดุที่ใช้ทำของเล่น ได้อย่างเหมาะสม ยังช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน รถของเล่นเป็นตัวอย่างหนึ่งของของเล่นเด็กที่สามารถประดิษฐ์ได้ง่าย และมีวัสดุอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ที่ไม่ซับซ้อน ในการออกแบบรถนักเรียนจะได้เรียนรู้การเลือกวัสดุที่ใช้ ขนาดและรูปทรงของส่วนประกอบต่างๆ ของรถที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถ

### 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มุ่งมั่นในการทำงาน

### 7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
  - ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
  - พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
  - เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
  - อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

## 8. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ตอน มาออกแบบรถแข่งกันเถอะ
2. การประดิษฐ์รถของเล่น (ของแต่ละกลุ่ม)
3. ใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถแข่งกันเถอะ ในส่วน “ปัญหาและอุปสรรคในการประดิษฐ์รถของเล่น”

## 9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- (1) ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการออกแบบรถของเล่น จากกิจกรรมมาออกแบบรถแข่งกันเถอะ
- (2) ครูแนะนำวัสดุอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนช่วยกันระดมความคิด และวางแผนการใช้อุปกรณ์มาประดิษฐ์รถของเล่นตามที่นักเรียนได้ออกแบบไว้

### 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE)

#### การทำนาย (P)

- (3) นักเรียนแต่ละกลุ่มมาหิบบุอุปกรณ์ตามที่วางแผนไว้ โดยเลือกใช้อุปกรณ์อย่างคุ้มค่า
- (4) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันประดิษฐ์รถของเล่นตามที่ได้ออกแบบไว้ในกิจกรรมมาออกแบบรถแข่งกันเถอะ และครูเดินดูรอบๆ และให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย

#### การสังเกต (O)

- (5) เมื่อประดิษฐ์เสร็จแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทดลองการใช้รถของเล่นว่าจะทำอย่างไรให้เคลื่อนที่ไปด้านหน้าได้

#### การอธิบาย (E)

- (6) นักเรียนสุ่มชื่อเพื่อนในแต่ละกลุ่มเพื่ออธิบายแนวคิดหรือหลักการเกี่ยวกับการประดิษฐ์รถของเล่น และปัญหาที่พบในการประดิษฐ์และทดลอง

### 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

- (7) นักเรียนและครูร่วมกันสรุปปัญหาที่พบจากการทดลองการใช้รถของเล่นที่แต่ละกลุ่มประดิษฐ์ขึ้นมาและเขียนปัญหาลงบนกระดาษ

(8) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนสรุปปัญหาและอุปสรรคในการประดิษฐ์รถของเล่นที่พบ ลงในใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ ในส่วน “ปัญหาและอุปสรรคในการประดิษฐ์รถของเล่น”

#### 4) ขยายความรู้ (Elaboration)

(9) ครูแนะนำแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขผลงานการประดิษฐ์รถของเล่น

(10) นักเรียนสืบค้นวิธีการแก้ปัญหาจากอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติม

#### 5) ประเมิน (Evaluation)

(1) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่ามีข้อสงสัยในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

(12) นักเรียนร่วมกันประเมินว่าการเรียนในครั้งนี้มีปัญหาหรืออุปสรรคใด และถ้ามีควรแก้ไขอย่างไร

### 10. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ตอน ประดิษฐ์รถของเล่น
2. ใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ”

### 11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์
1. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ (K)	ใบกิจกรรมมาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ ในส่วน “ปัญหาและอุปสรรคในการประดิษฐ์รถของเล่น”	ตรวจการตอบคำถามจากใบกิจกรรมมาออกแบบรถซึ่งกันเถอะ ในส่วน “ปัญหาและอุปสรรคในการประดิษฐ์รถของเล่น”	แบบประเมินด้านความรู้	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพ= ผ่าน

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์
2. สามารถประดิษฐ์รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ (P)	รถของเล่น	สังเกตขั้นตอนการประดิษฐ์ผลงานของแต่ละกลุ่ม	แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมิน คุณภาพ= ผ่าน
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (A)	สังเกตพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ความมุ่งมั่นในการทำงาน)	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมิน คุณภาพ= ผ่าน

เกณฑ์การประเมินนักเรียนด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ (K)	นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ และสามารถอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้อย่างมีเหตุผล	นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ และสามารถอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้เล็กน้อย	นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้บางส่วน และสามารถอธิบายปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้เพียงเล็กน้อย

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
2. สามารถประดิษฐ์รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ (P)	นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนตามที่ออกแบบไว้และมีกระบวนการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนตามที่ออกแบบไว้และมีกระบวนการในการแก้ปัญหาได้เล็กน้อย	นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนตามที่ออกแบบไว้
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (A)	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และร่วมมือกันอย่างสม่ำเสมอ	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และร่วมมือกันค่อนข้างน้อย	นักเรียนบางคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ และร่วมมือกันค่อนข้างน้อย

#### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

#### เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายรายละเอียดได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มา ใช้สร้างคำอธิบาย รายละเอียดได้	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้
วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการระบุ การใช้ และ การสร้างแบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองได้
วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผล	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลได้ถูกต้อง และครบถ้วน	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้ถูกต้อง	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้
นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบายรายละเอียด ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้
อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม	อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

## 12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 12.1 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน                      ไม่มาเรียนจำนวน.....คน
- ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....
- ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....

#### 12.1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

#### 12.1.2 ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน K ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน P ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน A ในระดับดีขึ้นไป

#### 12.2 ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

#### 12.3 การแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

#### 12.4 ผลการแก้ไข

.....

.....

#### 12.5 ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวศุภนุช ต๊ะมา)

ตำแหน่ง ครู คศ.1



ตารางประเมินผลการเรียนรู้รายคาบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6									
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้าน คุณลักษณะ (A)							
		ด้านความรู้ (K) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)		ทักษะกระบวนการ (P) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)		ด้านคุณลักษณะ (A) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			
		ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
32									

### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด คน มาเรียน \_\_\_ คน

หมายเหตุ : ก=ทำกิจกรรมของโรงเรียน , ข=ขาด, ป=ป่วย, ล=ลา

10. ด้านความรู้ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
11. ด้านกระบวนการ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
12. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน



แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6										
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (คะแนนเต็ม ด้านละ 3 คะแนน)								
		วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระดับคุณภาพ	วัดการระบุการใช้ และการสร้างแบบจำลองและคำแทนเชิงอธิบาย	ระดับคุณภาพ	การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	ระดับคุณภาพ	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	ระดับคุณภาพ	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้เพื่อสังคม
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ \* กรอคะแนนเฉพาะสมรรถนะที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น

เวลาเรียน 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ประดิษฐ์รถของเล่น (2)

เวลา 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .... ครูผู้สอน นางสาวศุภนุช ติยะมา

\*\*\*\*\*

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 2. ตัวชี้วัดชั้นปี

1. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 4/3)
2. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 5/1)
3. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป. 5/2)
4. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป 5/4)
5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป 5/5)

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ (K)
2. สามารถประดิษฐ์รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ (P)
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (A)

## จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

## 4. สาระสำคัญ

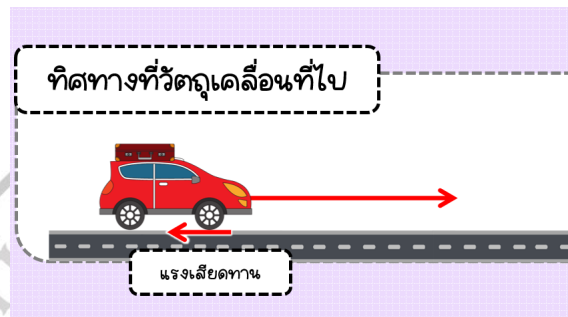
- มวลสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย
- การเคลื่อนที่ (Motion) หมายถึง ขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไปโดยมีทิศทางและระยะทาง การเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อออกแรงมากวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไกล และเมื่อออกแรงน้อยวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ใกล้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”
- การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ
- การประดิษฐ์รถของเล่น เป็นการนำวัสดุ อุปกรณ์หรือสิ่งของที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นมาประดิษฐ์เป็นของเล่นที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย และสามารถทำให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน

## 5. สาระการเรียนรู้

### หลักการเคลื่อนที่ของรถวัตถุ

มวลมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย โดยการเคลื่อนที่ (Motion) เป็นขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไปโดยมีทิศทางและระยะทาง การเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อออกแรงมากวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไกล และเมื่อออกแรงน้อยวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ใกล้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งใน

ทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่กระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ” ซึ่งการเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ



โดยแสดงตัวอย่างการเขียนแผนภาพของแรงดังกล่าวการเคลื่อนที่ของรถวัตถุ จะมีลักษณะการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามแรงลัพธ์ จึงสามารถใช้ลูกศรยาว และในขณะเดียวกันจะมีแรงที่เกิดขึ้นระหว่างล้อรถกับพื้นถนน เรียกว่า แรงเสียดทาน จะมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของรถวัตถุเสมอ จะแทนด้วยลูกศรสั้น

#### การประดิษฐ์รถของเล่น

การประดิษฐ์ของเล่นจากวัสดุเหลือใช้ต่างๆ นอกจากจะพัฒนาทักษะการสังเกต การจำแนกวัสดุที่ใช้ทำของเล่น ได้อย่างเหมาะสม ยังช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน รถของเล่นเป็นตัวอย่างหนึ่งของของเล่นเด็กที่สามารถประดิษฐ์ได้ง่าย และมีวัสดุอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ที่ไม่ซับซ้อน ในการออกแบบรถนักเรียนจะได้เรียนรู้การเลือกวัสดุที่ใช้ ขนาดและรูปทรงของส่วนประกอบต่างๆ ของรถที่มีผลต่อการเคลื่อนที่ของรถ

## 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มุ่งมั่นในการทำงาน

## 7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

## 8. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ตอน มาออกแบบรถแข่งกันเถอะ
2. การประดิษฐ์รถของเล่น (ของแต่ละกลุ่ม)
3. ใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถแข่งกันเถอะ ในส่วน “การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อรถของเล่น”

## 9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(1) ครูทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับการออกแบบรถของเล่น จากกิจกรรมก่อนหน้า เรื่อง การประดิษฐ์รถของเล่น

(2) นักเรียนแต่ละกลุ่มบอกปัญหาที่พบจากการทดลองรถของเล่นที่ประดิษฐ์ขึ้นมา

### 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE)

#### การทำนาย (P)

(3) นักเรียนและครูหาแนวทางในการแก้ปัญหา จากคำแนะนำของครูและสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม

(4) นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดเพื่อหาแนวทางการปรับปรุงผลงานและบันทึกลงในใบกิจกรรม ที่ 3 มาออกแบบรถแข่งกันเถอะ ในส่วน “แนวทางการแก้ไขและปรับปรุงผลงาน”

#### การสังเกต (O)

(5) นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันปรับปรุงผลงานการประดิษฐ์รถของเล่น เพื่อให้รถสามารถวิ่งได้ไวและไกลที่สุด

(6) นักเรียนแต่ละกลุ่มทดสอบรถของเล่นและปรับปรุงและตกแต่งผลงานให้ดีที่สุด

#### การอธิบาย (E)

(7) นักเรียนตัวแทนกลุ่มนำเสนอผลงานของตนเองตามที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมาว่าใช้หลักการใดที่ทำให้รถของเล่นวิ่งได้ไกลและเร็วที่สุด

### 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(8) นักเรียนและครูร่วมกันสรุปปัญหา และหลักการเคลื่อนที่ของรถของเล่นของแต่ละกลุ่มที่ประดิษฐ์ขึ้นมาลงบนกระดาน

#### 4) ขยายความรู้ (Elaboration)

(9) นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแผนภาพของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถของเล่น ลงในใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบبردซึ่งกันเถอะ ในส่วน “การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อรถของเล่น”

#### 5) ประเมิน (Evaluation)

(10) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่ามีข้อสงสัยในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

(11) นักเรียนร่วมกันประเมินว่าการเรียนในครั้งนี้มีปัญหาหรืออุปสรรคใด และถ้ามีควรแก้ไขอย่างไร

### 10. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ตอน ประดิษฐ์รถของเล่น
2. ใบกิจกรรมที่ 3 “มาออกแบบบอร์ดซึ่งกันเถอะ”

### 11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์
1. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ (K)	ใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบบอร์ดซึ่งกันเถอะ ในส่วน “การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อรถของเล่น”	ตรวจการตอบคำถามจากใบกิจกรรมที่ 3 มาออกแบบบอร์ดซึ่งกันเถอะ ในส่วน “การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อรถของเล่น”	แบบประเมินด้านความรู้	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพ= ผ่าน

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ ประเมิน	เกณฑ์
2. สามารถประดิษฐ์รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ (P)	รถของเล่น	สังเกตขั้นตอนการประดิษฐ์ผลงานของแต่ละกลุ่ม	แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมิน คุณภาพ= ผ่าน
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (A)	สังเกตพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ความมุ่งมั่นในการทำงาน)	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมิน คุณภาพ= ผ่าน

เกณฑ์การประเมินนักเรียนด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ (K)	นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ และการเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อรถของเล่นได้ถูกต้อง	นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ และการเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อรถของเล่น ได้ถูกต้อง บางส่วน	นักเรียนนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้ และการเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อรถของเล่นได้เล็กน้อย

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
2. สามารถประดิษฐ์รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้ (P)	นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนตามที่ออกแบบไว้และมีกระบวนการในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนตามที่ออกแบบไว้และมีกระบวนการในการแก้ปัญหาได้เล็กน้อย	นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนตามที่ออกแบบไว้
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม (A)	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และร่วมมือกันอย่างสม่ำเสมอ	นักเรียนมีความรับผิดชอบ และร่วมมือกันค่อนข้างน้อย	นักเรียนบางคนในกลุ่มมีความรับผิดชอบ และร่วมมือกันค่อนข้างน้อย

#### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

#### เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายรายละเอียดได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มา ใช้สร้างคำอธิบาย รายละเอียดได้	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้
วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการระบุ การใช้ และ การสร้างแบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองได้
วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผล	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลได้ถูกต้อง และครบถ้วน	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้ถูกต้อง	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้
นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบายรายละเอียด ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้
อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม	อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

## 12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 12.1 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน                      ไม่มาเรียนจำนวน.....คน
- ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....
- ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....

#### 12.1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

#### 12.1.2 ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน K ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน P ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน A ในระดับดีขึ้นไป

#### 12.2 ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

#### 12.3 การแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

#### 12.4 ผลการแก้ไข

.....

.....

#### 12.5 ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวศุภนุช ต๊ะมา)

ตำแหน่ง ครู คศ.1



ตารางประเมินผลการเรียนรู้รายคาบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6		ผลการประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้าน คุณลักษณะ (A)								
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ด้านความรู้ (K)		ทักษะกระบวนการ (P)		ด้านคุณลักษณะ (A)				
		(คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	(คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	(คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
32										

### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด คน มาเรียน \_\_\_ คน

หมายเหตุ : ก=ทำกิจกรรมของโรงเรียน , ข=ขาด, ป=ป่วย, ล=ลา

13. ด้านความรู้ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
14. ด้านกระบวนการ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
15. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน



แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6										
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (คะแนนเต็ม ด้านละ 3 คะแนน)								
		วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระดับคุณภาพ	วัดการระบุการใช้ และการสร้างแบบจำลองและคำแทนเชิงอธิบาย	ระดับคุณภาพ	การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	ระดับคุณภาพ	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	ระดับคุณภาพ	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้เพื่อสังคม
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ \* กรอคะแนนเฉพาะสมรรถนะที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น

เวลาเรียน 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ใครไววกว่ากัน

เวลา 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ครูผู้สอน นางสาวศุภนุช ต๊ะมา

\*\*\*\*\*

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 2. ตัวชี้วัดชั้นปี

1. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อ การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป 5/4)
2. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป 5/5)

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกสาเหตุที่ทำให้รถของเล่นแต่ละคันเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ต่างกัน (K)
2. เปรียบเทียบความแตกต่างในการเคลื่อนที่ของรถของเล่นของแต่ละกลุ่มได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ (A)

### จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

#### 4. สารสำคัญ

- มวลสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย

- การเคลื่อนที่ (Motion) หมายถึง ขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไปโดยมีทิศทางและระยะทาง การเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อออกแรงมากวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไกล และเมื่อออกแรงน้อยวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ใกล้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”

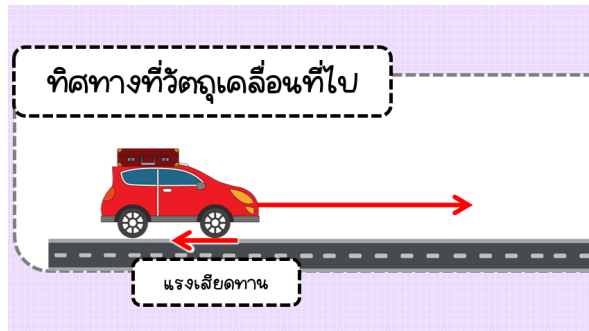
- การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

• แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ นั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่บนพื้นผิวหนึ่งให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็จะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง

#### 5. สารการเรียนรู้

##### หลักการเคลื่อนที่ของวัตถุ

มวลมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย โดยการเคลื่อนที่ (Motion) เป็นขบวนการอย่างหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งอย่างต่อเนื่องตามเวลาที่ผ่านไปโดยมีทิศทางและระยะทาง การเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อออกแรงมากวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ไกล และเมื่อออกแรงน้อยวัตถุจะเคลื่อนที่ได้ใกล้ ซึ่งเกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ ตามกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน กล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ โดยขนาดของความเร่งนี้จะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ แต่จะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ” ซึ่งการเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ



โดยแสดงตัวอย่างการเขียนแผนภาพของแรงดังภาพการเคลื่อนที่ของรถวัตถุ จะมีลักษณะการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามแรงลัพธ์ จึงสามารถใช้ลูกศรยาว และในขณะเดียวกันจะมีแรงที่เกิดขึ้นระหว่างล้อรถกับพื้นถนน เรียกว่า แรงเสียดทาน จะมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของรถวัตถุเสมอ จะแทนด้วยลูกศรสั้น

โดยแรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่บนพื้นผิวหนึ่งให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็จะดำเนินการเคลื่อนที่ของวัตถุแต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง



**ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน**

- น้ำหนักและแรงกดของวัตถุ ถ้ามีแรงกดน้อย=แรงเสียดทานน้อย, แรงกดมาก=แรงเสียดทานมาก
  - ชนิดของพื้นผิวสัมผัส ถ้าพื้นผิวเรียบ=แรงเสียดทานน้อย, พื้นผิวขรุขระ=แรงเสียดทานมาก
- สมการที่เกี่ยวข้องกับการหาความเร่งในการเคลื่อนที่ หาได้ดังภาพ

**การหาความเร่งของวัตถุ**

จาก  $\sum F = ma$

ดังนั้น  $a = \frac{\sum F}{m}$

## 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

### 1. ใฝ่เรียนรู้

## 7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

### 1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย

## 8. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. การแข่งขันรถของเล่นในแต่ละกลุ่ม
2. ใบกิจกรรมที่ 4 “ใครไวกว่ากัน”

## 9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

(1) ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการออกแบบและการประดิษฐ์รถของเล่นของนักเรียนจากกิจกรรมเดิม

(2) ครูอธิบายกติกาการแข่งขัน และอุปสรรคใน “การทดลองความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ” เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน

### 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE)

#### การทำนาย (P)

(3) ครูให้นักเรียน สังเกตลักษณะพื้นผิวที่เป็นอุปสรรคในการเคลื่อนที่ของวัตถุ โดยการดูและสัมผัส จากนั้นให้นักเรียนทำนายและบันทึกลงในใบกิจกรรมที่ 4 “ใครไวกว่ากัน”

#### การสังเกต (O)

(4) ในการทดลองจะมีการทดสอบให้รถวิ่งผ่านด่านอุปสรรคพื้นผิวจำนวน 4 ลักษณะ คือ พื้นเรียบ พื้นไม้ พื้นกระดาด และพื้นผ้า ถ้าวรถของนักเรียนกลุ่มไหนเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด และไกลที่สุดในแต่ละด่าน หรือมีคะแนนสะสมมากที่สุด กลุ่มนั้นจะเป็นผู้ชนะ

(5) นักเรียนเริ่มทำการทดลองความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ โดยครูมีการตั้งกล้องถ่ายวิดีโอ อัตราเร็วสูงเพื่อเป็นหลักฐานในการทดลอง เนื่องจากการเคลื่อนที่ของรถของเล่นเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว

(6) นักเรียนที่ไม่ได้ทำการทดลองช่วยกันดูและบันทึกผลการทดลองลงในกระดาด จนถึงที่สุดการแข่งขัน

#### การอธิบาย (E)

(7) ครูนำผลคะแนนให้นักเรียนช่วยกันสรุปผลการแข่งขัน

(8) ครูคัดเลือกนักเรียนกลุ่มที่ชนะการแข่งขัน “การทดลองความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ” ออกมานำเสนอหลักการและแนวคิดในการประดิษฐ์รถของเล่น และวิธีการทำให้ชนะการแข่งขัน

#### 3) ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(9) ครูนำคลิปวิดีโออัตราเร็วสูงที่บันทึกไว้ มาเปิดให้นักเรียนดู เพื่อให้เห็นภาพการเคลื่อนที่ที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นและให้นักเรียนเปรียบเทียบลักษณะการเคลื่อนที่บนพื้นผิวที่ต่างกัน

(10) นักเรียนและครูช่วยกันสรุปความคิดรวบยอดโดยการตอบคำถามและบันทึกผลการดำเนินกิจกรรมลงในใบกิจกรรมที่ 4 “ใครไวกว่ากัน”

#### 4) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)

(11) ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจในเรื่อง แรงเสียดทานและการใช้ประโยชน์จากแรงเสียดทาน

#### 5) ชั้นประเมิน (Evaluation)

(12) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่ามีข้อสงสัยในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

#### 10. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ตอน ใครไวกว่ากัน
2. การทดลองความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ
3. ใบกิจกรรมที่ 4 “ใครไวกว่ากัน”
4. หลักฐานในการทดลอง วิดีโออัตราเร็วสูงจากการทดลองการเคลื่อนที่ของรถของเล่น

## 11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ ประเมิน	เกณฑ์
1. บอกสาเหตุที่ทำให้รถของเล่นแต่ละคันเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ต่างกัน (K)	การตอบคำถามหรือสรุปร่วมกันในห้องเรียน	สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน	แบบประเมินด้านความรู้	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพ= ผ่าน
2. เปรียบเทียบความแตกต่างในการเคลื่อนที่ของรถของเล่นของแต่ละกลุ่มได้ (P)	ใบกิจกรรมที่ 4 “ใครไวกว่ากัน”	ตรวจใบกิจกรรมที่ 4 “ใครไวกว่ากัน”	แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการ	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพ= ผ่าน
3. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ (A)	สังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่เรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์(ใฝ่เรียนรู้)	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพ= ผ่าน

## เกณฑ์การประเมินนักเรียนด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. อธิบายความหมายของมวลและแรงได้ (K)	นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหาได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดอย่างครบถ้วนสมบูรณ์	นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหาได้ครอบคลุมเนื้อหาค่อนข้างน้อย	นักเรียนอธิบายเนื้อหาได้ไม่ครอบคลุมเนื้อหา
2. แสดงทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นสาเหตุของการเคลื่อนที่ได้ (P)	นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนและตอบคำถามได้อย่างถูกต้องร้อยละ 80	นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนและตอบคำถามได้อย่างถูกต้องร้อยละ 65-79	นักเรียนปฏิบัติตามกิจกรรมตามขั้นตอนและตอบคำถามได้อย่างถูกต้องต่ำกว่าร้อยละ 65
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)	นักเรียนมีความรับผิดชอบ เอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมายสม่ำเสมอ	นักเรียนมีความรับผิดชอบ เอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมายค่อนข้างน้อย	นักเรียนไม่มีความรับผิดชอบ ไม่เอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมาย

## เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

**เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน**

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายรายละเอียดได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มา ใช้สร้างคำอธิบาย รายละเอียดได้	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้
วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการระบุ การใช้ และ การสร้างแบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองได้
วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผล	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลได้ถูกต้อง และครบถ้วน	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้ถูกต้อง	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้
นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบายรายละเอียด ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้
อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม	อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้

## เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง



## 12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 12.1 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน                      ไม่มาเรียนจำนวน.....คน
- ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....
- ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....

#### 12.1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

#### 12.1.2 ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน K ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน P ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน A ในระดับดีขึ้นไป

#### 12.2 ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

#### 12.3 การแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

#### 12.4 ผลการแก้ไข

.....

.....

#### 12.5 ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวศุภนุช ต๊ะมา)

ตำแหน่ง ครู คศ.1



ตารางประเมินผลการเรียนรู้รายคาบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6		ผลการประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และ ด้านคุณลักษณะ (A)								
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ด้านความรู้ (K)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ทักษะกระบวนการ (P)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ด้านคุณลักษณะ (A)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)
		(คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			(คะแนนเต็ม 3 คะแนน)		(คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			
32										

### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด คน มาเรียน \_\_\_ คน

หมายเหตุ : ก=ทำกิจกรรมของโรงเรียน , ข=ขาด, ป=ป่วย, ล=ลา

16. ด้านความรู้ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
17. ด้านกระบวนการ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
18. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน



แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6										
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (คะแนนเต็ม ด้านละ 3 คะแนน)								
		วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระดับคุณภาพ	วัดการระบุการใช้ และการสร้างแบบจำลองและคำแทนเชิงอธิบาย	ระดับคุณภาพ	การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	ระดับคุณภาพ	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	ระดับคุณภาพ	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำไปใช้เพื่อสังคม
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ \* กรอคะแนนเฉพาะสมรรถนะที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น

เวลาเรียน 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง สรุปลักษณะมหัศจรรย์รถของเล่น

เวลา 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. ....

ครูผู้สอน นางสาวศุภนุช ติยะมา

\*\*\*\*\*

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 2. ตัวชี้วัดชั้นปี

1. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 4/3)
2. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 5/1)
3. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป. 5/2)
4. ระบุมวลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป 5/4)
5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป 5/5)

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สรุปลักษณะ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เป็นความคิดรวบยอด (K)
2. เขียนแผนผังความคิดเรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่นได้ (P)
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)

### จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

### 4. สารสำคัญ

- มวลและน้ำหนักแตกต่างกัน โดยมวลเป็นเนื้อของวัตถุทั้งหมดหรือเป็นการดำเนินการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่น้ำหนัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุ และทำให้วัตถุตกสู่พื้นโลก วัตถุหนักได้โดยใช้เครื่องชั่งสปริง วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมากด้วย


- มวล (m) เป็นสมบัติของวัตถุ เป็นปริมาณสสารที่อยู่ในวัตถุนั้น หากเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุมวลจะเท่าเดิม โดยที่หน่วยของมวล คือ กิโลกรัม (หน่วยวัดระบบ SI) แต่ขณะที่น้ำหนัก (W) เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงแปรผันไปกับปริมาณความเร่งที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงโลก (g) โดยที่หน่วยของน้ำหนัก คือ นิวตัน (หน่วยวัดระบบ SI)  $W = mg$

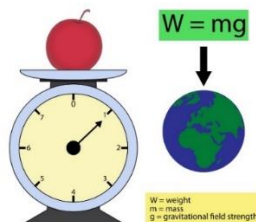
- แรง คือ สิ่งที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หักหนึ่ง เปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

- แรงเสียดทาน (Friction) เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น

โดยแรงเสียดทานจะขึ้นอยู่กับ น้ำของวัตถุและสภาพพื้นผิววัตถุ

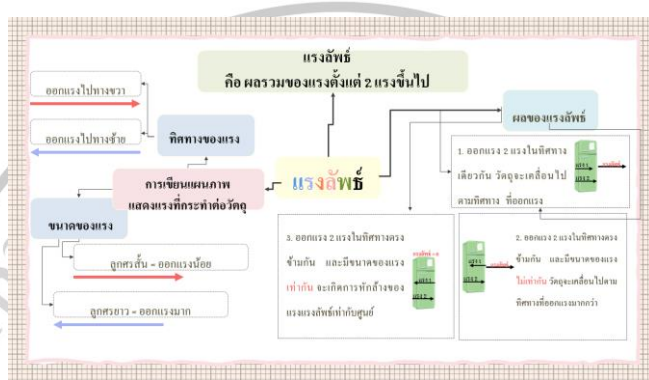
### 5. ตารางการเรียนรู้

 มวล



มวล คือ ปริมาณเนื้อของสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้น มวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย

**แรงลัพธ์**



- แรงลัพธ์เป็นผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุเดียวกันจะมีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางเดียวกันแต่จะมีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน สำหรับวัตถุที่อยู่นิ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์
- การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

**แรงเสียดทาน**



- แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่นิ่งบนพื้นผิวหนึ่งให้เคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็

จะต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุแต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง

## 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. ความมุ่งมั่นในการทำงาน

## 7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
  - นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
  - ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย
  - พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล
  - เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
  - อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

## 8. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. ใบสรุปกิจกรรมมหัศจรรย์รถของเล่น
  - ตอนที่ 1 การตอบคำถาม
  - ตอนที่ 2 แผนผังความคิดเรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น

## 9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- (1) ครูทบทวนความรู้ของนักเรียนโดยการให้นักเรียนดูภาพการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพคนลากของ, ภาพรถเคลื่อนบนถนน, ภาพคนดันตู้ เป็นต้น
- (2) ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนเพื่อให้ยกตัวอย่างการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันมาคนละ 2 กรณี

## 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE)

### การทำนาย (P)

(3) นักเรียนคุณภาพการเคลื่อนที่ในรูปแบบต่างๆ, มวลกับน้ำหนัก, แรงลัพธ์, แรงเสียดทาน เพื่อทบทวนความรู้และหาคำตอบเดิมในใบสรุปกิจกรรมมหัศจรรย์รถของเล่น (ตอนที่ 1)

(4) นักเรียนแต่ละกลุ่มนั่งด้วยกันเป็นวงกลม และเล่นเกมทายคำตอบร่วมกัน โดยมีกติกาว่า ครูจะมีคำถามให้ 10 ข้อ แล้วให้นักเรียนตัวแทนกลุ่มนำมือจับหู เมื่อครูให้สัญญาณให้นักเรียนตัวแทนรีบยกมือ กลุ่มใดที่ยกมือก่อน กลุ่มนั้นจะได้เลือกคำถามก่อน ถ้าตอบถูกจะได้คะแนนข้อละ 1 คะแนน และกลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุด กลุ่มนั้นจะเป็นผู้ชนะ

### การสังเกต (O)

(5) นักเรียนช่วยกันปฏิบัติกิจกรรมและหาคำตอบตามความรู้และประสบการณ์ของตนเอง หรือจากสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งอาจจะเป็นความรู้ที่ได้มาจากการค้นคว้า การตอบคำถาม และการทดลอง

### การอธิบาย (E)

(6) นักเรียนที่ไม่ได้ตอบคำถาม ร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปว่าสิ่งที่เพื่อนตอบถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องควรตอบอย่างไร

## 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

(7) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปและอภิปรายผลจากการปฏิบัติกิจกรรม โดยครูเน้นให้นักเรียนเข้าใจว่า “มวลและน้ำหนักแตกต่างกัน โดยมวลเป็นเนื้อของวัตถุทั้งหมดหรือเป็นการต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่น้ำหนัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุและทำให้วัตถุตกสู่พื้นโลก วัตถุ น้ำหนักได้โดยใช้เครื่องชั่งสปริง วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมากด้วย ซึ่งมีผลต่อแรงลัพธ์ โดย แรงลัพธ์ คือ สิ่งที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หยุดหนึ่งเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ถ้ามีแรงเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชนิด โดยเป็นแรงที่ผิวของวัตถุหนึ่ง ด้านการเคลื่อนที่ของผิววัตถุอีกผิวหนึ่ง และมีทิศทางของแรงตรงข้ามกับทิศทาง การเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้เกิดแรงเสียดทาน”

(8) ครูให้นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้รับจากการเรียนเป็นแผนผังความคิด เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น โดยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่ในแนวตรงในชีวิตประจำวัน ลงในใบสรุปกิจกรรมมหัศจรรย์รถของเล่น (ตอนที่ 2)

(9) นักเรียนสุ่มชื่อเพื่อน ออกมานำเสนอแผนผังความคิดของตนเอง และครูคอยให้คำแนะนำ ร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปเป็นความรู้รวบยอด

#### 4) ขยายความรู้ (Elaboration)

(10) ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องแรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ในรูปแบบอื่นๆ เช่น การเคลื่อนที่บนพื้นเอียง, การเคลื่อนที่แบบตกอิสระ, การเคลื่อนที่แบบหมุน ฯลฯ เป็นต้น และยกตัวอย่างภาพ หรือวีดิทัศน์แสดงการเคลื่อนที่แบบอื่นๆ เพิ่มเติม

#### 5) ประเมิน (Evaluation)

(11) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่ามีข้อสงสัยในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

(12) นักเรียนร่วมกันประเมินว่าการเรียนในครั้งนี้มีปัญหาหรืออุปสรรคใด และถ้ามีควรแก้ไขอย่างไร

### 10. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ตอน สรุปลักษณะหัตถกรรมของเล่น
2. ใบสรุปลักษณะหัตถกรรมของเล่น
3. คำถามเกี่ยวกับเรื่อง แรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน
4. รูปหรือสื่อมัลติมีเดีย เรื่อง แรงลัพธ์และการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ในรูปแบบอื่นๆ เช่น การเคลื่อนที่บนพื้นเอียง, การเคลื่อนที่แบบตกอิสระ, การเคลื่อนที่แบบหมุน ฯลฯ เป็นต้น และยกตัวอย่างภาพ หรือวีดิทัศน์แสดงการเคลื่อนที่แบบอื่น ๆ เพิ่มเติม

### 11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ ประเมิน	เกณฑ์
1. สรุปลักษณะหัตถกรรมของเล่นเป็นความคิดรวบยอด (K)	การตอบคำถามหรือสรุปร่วมกันในห้องเรียน	สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน	แบบประเมินด้านความรู้	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนน ตามเกณฑ์การประเมิน คุณภาพ= ผ่าน

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน /ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ ประเมิน	เกณฑ์
2. เขียนแผนผัง ความคิดเรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น ได้ (P)	ใบสรุป กิจกรรม มหัศจรรย์รถ ของเล่น	ตรวจใบ สรุป กิจกรรม มหัศจรรย์ รถของเล่น	แบบ ประเมิน ด้ ำ น ทั ก ษ ะ กระบวน การ	ครู	ได้คะแนนไม่ น้อยกว่า 1 คะแนน ตาม เกณฑ์การ ประเมิน คุณภาพ= ผ่าน
3. มีความมุ่งมั่นในการ ทำงาน (A)	สังเกต พฤติกรรม ความมุ่งมั่นใน การทำงาน	สังเกต พฤติกรรม	แบบ ประเมิน คุณลักษณะ ะอันพึง ประสงค์ (มุ่งมั่นใน การ ทำงาน)	ครู	ได้คะแนนไม่ น้อยกว่า 1 คะแนน ตาม เกณฑ์การ ประเมิน คุณภาพ= ผ่าน

เกณฑ์การประเมินนักเรียนด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. สรุปความรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เป็นความคิดรวบยอด (K)	นักเรียนสามารถ อธิบายเนื้อหา ได้ ครอบคลุมเนื้อหา ทั้งหมดอย่างครบถ้วน สมบูรณ์	นักเรียนสามารถ อธิบายเนื้อหา ได้ ครอบคลุมเนื้อหา ค่อนข้างน้อย	นักเรียนอธิบาย เนื้อหา ได้ ไม่ ครอบคลุมเนื้อหา

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
2. เขียนแผนผังความคิด เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่นได้ (P)	นักเรียนเขียนแผนผังความคิดเรื่องมหัศจรรย์รถของเล่นได้ได้อย่างถูกต้องครอบคลุม	นักเรียนเขียนแผนผังความคิดเรื่องมหัศจรรย์รถของเล่นได้ได้อย่างถูกต้องบางส่วน	นักเรียนเขียนแผนผังความคิดเรื่องมหัศจรรย์รถของเล่นได้ได้ถูกต้องเล็กน้อย
3. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน (A)	นักเรียนมีความตั้งใจทำงาน เอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมาย สม่ำเสมอ	นักเรียนมีความตั้งใจทำงาน เอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมาย ก่อนข้างน้อย	นักเรียนมีความตั้งใจทำงานเป็นบางครั้ง และส่งงานล่าช้า

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้ สร้างคำอธิบายที่ สมเหตุสมผล	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์มาใช้สร้าง คำอธิบายรายละเอียดได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุนำความรู้ ทางวิทยาศาสตร์มา ใช้สร้างคำอธิบาย รายละเอียดได้	ระบุนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้
วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการระบุ การใช้ และ การสร้างแบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองและ ตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้	วัดการระบุ การใช้ และการสร้าง แบบจำลองได้
วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็นผล	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ความ เป็นเหตุเป็นผลได้ถูกต้อง และครบถ้วน	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้ถูกต้อง	วัดการพยากรณ์การ เปลี่ยนแปลงในเชิง วิทยาศาสตร์ โดยใช้ ความเป็นเหตุเป็น ผลได้
นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบายรายละเอียด ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้
อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม	อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

## 12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 12.1 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน                      ไม่มาเรียนจำนวน.....คน
- ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....
- ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน                      คิดเป็นร้อยละ.....

#### 12.1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

#### 12.1.2 ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน K ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน P ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน A ในระดับดีขึ้นไป

#### 12.2 ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

#### 12.3 การแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

#### 12.4 ผลการแก้ไข

.....

.....

#### 12.5 ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวศุภนุช ต๊ะมา)

ตำแหน่ง ครู คศ.1



ตารางประเมินผลการเรียนรู้รายคาบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6									
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้าน							
		คุณลักษณะ (A)							
		ด้านความรู้ (K) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ทักษะกระบวนการ (P) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ด้านคุณลักษณะ (A) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)	ระดับคุณภาพ
32									

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด คน มาเรียน \_\_\_ คน

หมายเหตุ : ก=ทำกิจกรรมของโรงเรียน , ข=ขาด, ป=ป่วย, ล=ลา

19. ด้านความรู้ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
20. ด้านกระบวนการ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
21. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน



แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6										
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (คะแนนเต็ม ด้านละ 3 คะแนน)								
		วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระดับคุณภาพ	วัดการระบุการใช้ และการสร้างแบบจำลองและคำแทนเชิงอธิบาย	ระดับคุณภาพ	การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	ระดับคุณภาพ	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	ระดับคุณภาพ	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ \* กรอคะแนนเฉพาะสมรรถนะที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายวิชา วิทยาศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น

เวลาเรียน 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง จริงหรือไม่

เวลา 2 ชั่วโมง

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .... ครูผู้สอน นางสาวศุภนุช ต๊ะมา

\*\*\*\*\*

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 2. ตัวชี้วัดชั้นปี

1. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 4/3)
2. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 5/1)
3. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป. 5/2)
4. ระบุผลของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป 5/4)
5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป 5/5)

### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ตอบคำถาม เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น ได้ถูกต้อง (K)
2. แสดงทักษะการตอบคำถาม เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่นได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ (A)

จุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

- นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
- เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
- อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

#### 4. สารสำคัญ

- มวลและน้ำหนักแตกต่างกัน โดยมวลเป็นเนื้อของวัตถุทั้งหมดหรือเป็นการดำเนินการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แต่น้ำหนัก คือ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อมวลของวัตถุ และทำให้วัตถุตกสู่พื้นโลก วัตถุหนักได้โดยใช้เครื่องชั่งสปริง วัตถุที่มีมวลมากจะมีน้ำหนักมากด้วย

- มวล (m) เป็นสมบัติของวัตถุ เป็นปริมาณสารที่อยู่ในวัตถุนั้น หากเปลี่ยนตำแหน่งของวัตถุมวลจะเท่าเดิม โดยที่หน่วยของมวล คือ กิโลกรัม (หน่วยวัดระบบ SI) แต่ขณะที่น้ำหนัก (W) เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับแรงโน้มถ่วงแปรผันไปกับปริมาณความเร่งที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงโลก (g) โดยที่หน่วยของน้ำหนัก คือ นิวตัน (หน่วยวัดระบบ SI)  $W = mg$

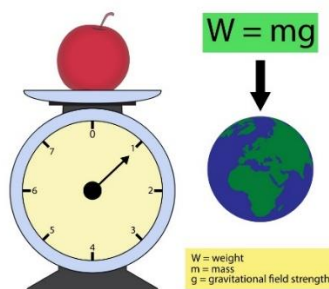
- แรง คือ สิ่งที่กระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเคลื่อนที่ หักหนึ่ง เปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

- แรงเสียดทาน (Friction) เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น

โดยแรงเสียดทานจะขึ้นอยู่กับ น้ำของวัตถุและสภาพพื้นผิววัตถุ

#### 5. สารการเรียนรู้

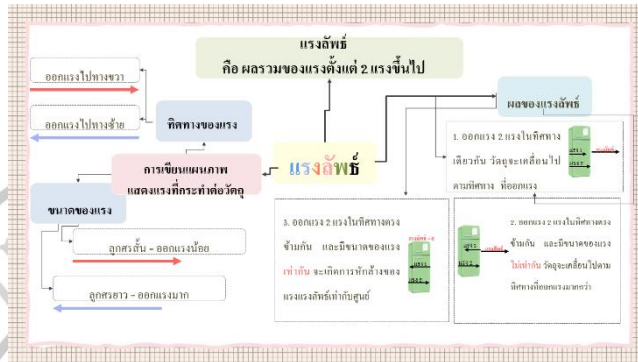
 มวล



มวล คือ ปริมาณเนื้อของสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ วัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุ

ที่มีมวลน้อย ดังนั้น มวลของวัตถุนอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยังหมายถึงการด้านการเปลี่ยนแปลง การเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย

**แรงลัพธ์**



• แรงลัพธ์เป็นผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุเดียวกันจะมีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันและมีทิศทางเดียวกันแต่จะมีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสองเมื่อแรงทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันแต่มีทิศทางตรงข้ามกัน สำหรับวัตถุที่อยู่หนึ่งแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์

• การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อวัตถุสามารถเขียนได้โดยใช้ลูกศร โดยหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง และความยาวของลูกศรแสดงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

**แรงเสียดทาน**



• แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ เพื่อด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น โดยถ้าออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่หนึ่งบนพื้นผิวหนึ่งให้เกิดเคลื่อนที่แรงเสียดทานจากพื้นผิวนั้นก็จะด้านการเคลื่อนที่ของวัตถุแต่ถ้าวัตถุกำลังเคลื่อนที่แรงเสียดทานก็จะทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้าลงหรือหยุดนิ่ง

**6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์**

1. ใฝ่เรียนรู้

## 7. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์
  - นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
  - เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย
  - อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

## 8. ชิ้นงานหรือภาระงาน

1. เกมการตอบคำถามจริงหรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz จำนวน 10 ข้อ
2. แบบวัดสมรรถนะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน

## 9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Process) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

- (1) ครูทบทวนความรู้ของนักเรียนโดยการให้ตัวแทนนักเรียนออกมาสาธิตการเคลื่อนที่รูปแบบต่างๆ หน้าชั้นเรียน เช่น การดันกล่อง การเดินไปข้างหน้า-เดินถอยหลัง การชักเย่อ ฯลฯ
- (2) ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนออกมาอธิบายกิจกรรมการสรุปแผนผังความคิดเรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น หน้าชั้นเรียนให้เพื่อนฟัง เพื่อทบทวนความรู้ร่วมกัน

### 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ร่วมกับการเรียนรู้แบบ Predict-Observe-Explain (POE)

- (3) ครูเริ่มการทบทวนความรู้โดยการใช้เกมการตอบคำถามจริงหรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz จำนวน 10 ข้อ
- (4) นักเรียนตัวแทนแต่ละกลุ่มออกมารับกระดาษคำตอบไปแจกสมาชิกในกลุ่ม ตามเลขที่บนกระดาษ

#### การทำนาย (P)

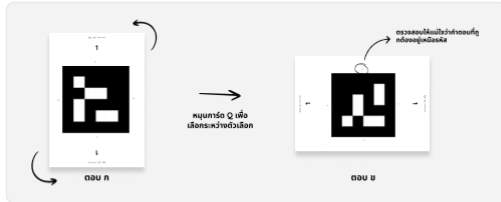
- (5) ครูอธิบายการใช้กระดาษคำตอบ โดยมีหลักการว่า “และถ้านักเรียนต้องการตอบคำถามข้อใด ให้นำข้อนั้นๆ ขึ้นด้านบน และถือกระดาษให้ตรงโดยนักเรียนต้องมีสติในการทำทุกข้อ และทุกขั้นตอนเพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดของคำตอบ” มีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้

## QUIZZ | โทมถรศถษ

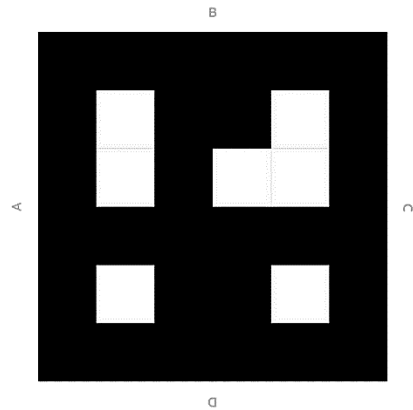
## Q-บัตร

## ค้บะน้บในกรใช้:

- บัตรแต่ละใบมีห้บยเลขผู้เข้บร่นพืบไว้ เพื่อให้คุบรระบุผู้เข้บร่นส้บห้บการประเมันได้ง้บยขึ้น
- ในกรตอบโดยใช้ Q-cards นักเรียนต้องห้บนกรดเพื่อเลือกระห้บงตัวเลือกต้งๆ



- ห้บด้งการสแกนและรวบรวมค้บตอบยงถูกต้ง ให้นักเรียนถือบัตรต้งตรงและไม่มีกรปิดกั้นหรือเช้บง



เช้บง ถ้าด้งการตอบข้อ B.

หรือ ข. ให้ห้บน B ขึ้นด้บนบน

(6) นักเรียนเริ่มตอบค้บถามโดยการใช้กระดษค้บตอบของตงเอง เลือกข้อที่ถูกต้ง จากนั้นครูจะใช้โทรศัพท์มือถือสแกนค้บตอบของนักเรียน

## การสังเกต (O)

(7) คบะนและค้บตอบของนักเรียนจะสรุบทันทีหลังจกที่ครูสแกนเสร็จ เพื่อให้เกิดความต้งเต้นและท้บทายในกรท้บแบบทดสอบ โดยท้บเกมการตอบค้บถามจริงหรือไม่ จนครบ 10 ข้อ

(8) หลังจกท้บข้อสอบเสร็จ นักเรียนคนใดตอบค้บถามได้ไวที่สุดและถูกต้งที่สุดเป็นอันดับ 1 ครูมอบของรางวัลให้เพื่อบนขวัณและก้บลังใจในกรเรียน

## การอธิบาย (E)

(9) นักเรียนส้บมเชื้อเพื่อบนในห้บงเพื่อบกปรายระห้บงกันเกี่ยวกับเนื่อบห้บในกรการตอบค้บถามจริงหรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz จำนวน 10 ข้อ

## 3) ข้บอธิบายและลงข้อสรุบ (Explanation)

(10) ครูให้นักเรียนท้บแบบวัดสมรรถนะท้บวิทยาศาสตร์ด้บการอธิบายปรกฏการณ้ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน

(11) ครูและนักเรียนระห้บงกันสรุบและอภิปรายผลจกการปฏิบัติกิจกรรม

## 4) ข้บขยายคว้บมรู้ (Elaboration)

(12) ครูอธิบายเพิ่มเติมให้นักเรียนเข้บใจเกี่ยวกับประโยชน์ของแรงล้บซ์, การเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันและ แรงเสียดทาน

### 5) ชั้นประเมิน (Evaluation)

(13) ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่ามีข้อสงสัยในการศึกษาและปฏิบัติกิจกรรมจุดใดบ้างที่ยังไม่เข้าใจ หากนักเรียนมีข้อสงสัยให้ครูช่วยอธิบายเพิ่มเติมให้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

(14) นักเรียนร่วมกันประเมินว่าการเรียนในครั้งนี้มีปัญหาหรืออุปสรรคใด และถ้ามีควรแก้ไขอย่างไร

### 10. สื่อการเรียนรู้

1. สื่อวีดิทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน ตอน จริงหรือไม่
2. แบบวัดสมรรถนะสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียน
3. เกมการตอบคำถามจริงหรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz จำนวน 10 ข้อ และกระดาษคำตอบ

### 11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์
1. ตอบคำถามเรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น ได้ถูกต้อง (K)	การตอบคำถามหรือสรุปร่วมกันในห้องเรียน	สังเกตการตอบคำถามของนักเรียน	แบบประเมินคำถามความรู้	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนนตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพ=ผ่าน
2. แสดงทักษะการตอบคำถามเรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่นได้ (P)	เกมการตอบคำถามจริงหรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz	ตรวจสอบคะแนนจากเกมการตอบคำถามจริงหรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz	แบบประเมินคำถามทักษะกระบวนการ	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนนตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพ=ผ่าน

ประเด็นการประเมิน	ชิ้นงาน/ภาระงาน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	ผู้ประเมิน	เกณฑ์
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)	สังเกตพฤติกรรมความสนใจใฝ่เรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (ใฝ่เรียนรู้)	ครู	ได้คะแนนไม่น้อยกว่า 1 คะแนนตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพ= ผ่าน

เกณฑ์การประเมินนักเรียนด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และด้านคุณลักษณะ (A)

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
1. ตอบคำถาม เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น ได้ถูกต้อง (K)	นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหา ร่วมกันในชั้นเรียนได้ถูกต้องสมบูรณ์	นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหา ร่วมกันในชั้นเรียน ได้ถูกต้องบางส่วน	นักเรียนสามารถอธิบายเนื้อหา ร่วมกันในชั้นเรียน ได้เพียงเล็กน้อย
2. แสดงทักษะการตอบคำถาม เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่นได้ (P)	นักเรียนสามารถตอบคำถามผ่านเกมการตอบคำถามจริง หรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz ได้มากกว่าร้อยละ 80	นักเรียนสามารถตอบคำถามผ่านเกมการตอบคำถามจริง หรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz ได้ ร้อยละ 60-80	นักเรียนสามารถตอบคำถามผ่านเกมการตอบคำถามจริง หรือไม่ ผ่านการใช้โปรแกรม Quizizz ได้ต่ำกว่าร้อยละ 60
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)	นักเรียนมีความเอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมายสม่ำเสมอ	นักเรียนมีความเอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมายค่อนข้างน้อย	นักเรียนไม่มีความเอาใจใส่ในงานที่ได้รับมอบหมาย หรือตอบคำถามไม่ทันเป็นจำนวนมาก

## เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

## เกณฑ์การประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

เกณฑ์การประเมินแบบ Rubrics ของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมินสมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระบุการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายรายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	ระบุการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายรายละเอียดได้	ระบุการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้
วัดการระบุ การใช้ และการสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย	วัดการระบุ การใช้ และการสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง ครบถ้วน	วัดการระบุ การใช้ และการสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย รายละเอียดได้	วัดการระบุ การใช้ และการสร้างแบบจำลองได้
วัดการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	วัดการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลได้ถูกต้อง และครบถ้วน	วัดการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลได้ถูกต้อง	วัดการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผลได้

รายการประเมิน สมรรถนะ	ระดับคะแนน		
	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ ในการอธิบายรายละเอียด ได้ถูกต้อง ครบถ้วน	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้ถูกต้อง	นำเสนอสมมติฐาน เพื่อใช้ในการอธิบาย รายละเอียดได้
อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคม	อธิบายถึงศักยภาพของ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง ครบถ้วน	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้ ถูกต้อง	อธิบายถึงศักยภาพ ของความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ที่ นำไปใช้เพื่อสังคมได้

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

## 12. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

### 12.1 สรุปผลหลังการจัดการเรียนรู้

1. นักเรียนจำนวน.....คน      ไม่มาเรียนจำนวน.....คน
- ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน      คิดเป็นร้อยละ.....
- ไม่ผ่านจุดประสงค์การเรียนรู้.....คน      คิดเป็นร้อยละ.....

#### 12.1.1 ผลการจัดการเรียนรู้ในห้อง

.....

.....

#### 12.1.2 ผลการประเมินตามแบบประเมิน

- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน K ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน P ในระดับดีขึ้นไป
- นักเรียนจำนวน.....คน คิดเป็นร้อยละ มีผลการประเมินด้าน A ในระดับดีขึ้นไป

#### 12.2 ปัญหาที่พบจากการสอนในคาบเรียน

.....

.....

#### 12.3 การแก้ไขปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

#### 12.4 ผลการแก้ไข

.....

.....

#### 12.5 ข้อเสนอแนะในการสอนครั้งถัดไป

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสาวศุภนุช ต๊ะมา)

ตำแหน่ง ครู คศ.1



ตารางประเมินผลการเรียนรู้รายคาบ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6		ผลการประเมินด้านความรู้ (K) ทักษะกระบวนการ (P) และ ด้านคุณลักษณะ (A)								
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ด้านความรู้ (K) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			ทักษะกระบวนการ (P) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)			ด้านคุณลักษณะ (A) (คะแนนเต็ม 3 คะแนน)		
		ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	ระดับคุณภาพ	ผล (ผ่าน/ไม่ผ่าน)	
32										

### เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้

คะแนน	ระดับคุณภาพ
3	ดี
2	พอใช้
1	ควรปรับปรุง (ไม่ผ่าน)

สรุปผลการประเมิน นักเรียนทั้งหมด คน มาเรียน \_\_\_ คน

หมายเหตุ : ก=ทำกิจกรรมของโรงเรียน , ข=ขาด, ป=ป่วย, ล=ลา

22. ด้านความรู้ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
23. ด้านกระบวนการ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน
24. ด้านคุณลักษณะ ผ่าน \_\_\_ คน ไม่ผ่าน \_ คน



แบบประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ..... ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6										
เลขที่	ชื่อ-สกุล	ผลการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (คะแนนเต็ม ด้านละ 3 คะแนน)								
		วัดการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล	ระดับคุณภาพ	วัดการระบุการใช้ และการสร้างแบบจำลองและคำแทนเชิงอธิบาย	ระดับคุณภาพ	การพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์ โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล	ระดับคุณภาพ	นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย	ระดับคุณภาพ	อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										

เกณฑ์ระดับคุณภาพสำหรับการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

คะแนนเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
2.50-3.00	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ควรปรับปรุง

หมายเหตุ \* กรอคะแนนเฉพาะสมรรถนะที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามจุดประสงค์เชิงสมรรถนะ

ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่  
เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์  
ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

จัดทำโดย  
นางสาวศุภนุช ต๊ะมา

หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

### คำนำ

คู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสมด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิราภรณ์ ปุณยวิจน์ทรกุล เป็นที่ปรึกษาหลักในการจัดทำและพัฒนาสื่อการสอนชุดนี้ จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสมด้วยเทคนิคการวิเคราะห์วิดีโออัตราเร็วสูง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่มีมาศึกษาค้นคว้าไม่มากก็น้อย

### บทนำ

การเรียนการสอนในปัจจุบัน ต้องมีการปรับให้เข้ากับสถานการณ์ ครูจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมในการปรับการจัดการเรียนการสอนอยู่ตลอดเวลา เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงด้านการศึกษาในอนาคต (เสาวลักษณ์ อนุพันธ์, 2563) ปัจจุบันสื่อและเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์ ทำให้มนุษย์สามารถเรียนรู้จากหลายช่องทางและหลายรูปแบบ ซึ่งผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองโดยเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยีทางการศึกษาที่มีการนำเสนอความรู้ที่หลากหลายและเรียนรู้จากประสบการณ์จริง โดยครูผู้สอนควรเลือกใช้สื่อให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน ใช้สื่อเทคโนโลยีและเครือข่ายการเรียนรู้ต่างๆ ที่มีในท้องถิ่น โดยสถานศึกษาจึงควรจัดให้มีอย่างพอเพียงเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

สื่อการเรียนการสอนมีความสำคัญต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพราะสื่อการสอนทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์สร้างสถานการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งการใช้สื่อประสม เป็นการนำสื่อหลายรูปแบบ เช่น ข้อความ คำอธิบาย ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง ซึ่งอยู่ในรูปของไฟล์เอกสาร ไฟล์ภาพและไฟล์เพลงที่บันทึกอยู่ในสื่อบันทึกข้อมูลชนิดต่างๆ มาประกอบรวมกัน เพื่อนำเสนอข้อมูลหรือข่าวสารให้ผู้รับ ผู้ชม ผู้ฟังเกิดความเข้าใจในข้อมูลที่นำเสนอมากยิ่งขึ้นและได้รับเพลิดเพลิน เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์และควรคัดเลือกสื่อการเรียนรู้อาชีพมาใช้ในกิจกรรมให้หลากหลาย เนื่องจากสื่อเป็นตัวกลางที่ช่วยให้สื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไปได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนผู้สอนมีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์และให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจุบันเทคโนโลยีมีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก โทรศัพท์มือถือในปัจจุบันสามารถนำมาจับภาพความเร็วสูงซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการในทางการแพทย์ และการศึกษาการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตหรือวัตถุต่างๆ อีกทั้งยังมีโปรแกรมที่วิเคราะห์วิถีที่บันทึกการทดลองและสามารถแปลผลของการทดลองเป็นค่าปริมาณต่างๆ ทางฟิสิกส์พร้อมทั้งนำเสนอผลการทดลองในรูปแบบของกราฟช่วยให้สามารถสังเกตผลการทดลองได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่ซับซ้อน ให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น (จิรากรณ์ ปุณยวิวัฒน์พรกุล และวิไลพร สักขิมิวนิชย์, 2562)

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย จัดเป็นรากฐานของการนำไปใช้ในการเรียนการสอนจริงเพื่อจุดใจให้ผู้เรียนรัก และใฝ่ใจเรียนรู้วิทยาศาสตร์จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป

### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### ตัวชี้วัดชั้นปี

1. บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 4/3)
2. อธิบายวิธีการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุอยู่นิ่งจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป. 5/1)
3. เขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในแนวเดียวกันและแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป. 5/2)
4. ระบุนิยามของแรงเสียดทานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ (ว 2.2 ป.5/4)
5. เขียนแผนภาพแสดงแรงเสียดทานและแรง ที่อยู่ในแนวเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (ว 2.2 ป 5/5)

### จุดประสงค์

เมื่อเรียนจบหน่วยการเรียนรู้แล้ว นักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้

1. อธิบายความหมายของมวลและแรงได้
2. แสดงทักษะการอธิบายปรากฏการณ์ที่เป็นสาเหตุของการเคลื่อนที่ได้
3. อธิบายการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้
4. เขียนแผนภาพแสดงแรงลัพธ์และ แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุได้
5. อธิบายปัจจัยที่ทำให้รถของเล่นเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด
6. แสดงทักษะการออกแบบรถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด
7. นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์รถของเล่นได้
8. สามารถประดิษฐ์รถของเล่นที่เคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดได้
9. บอกสาเหตุที่ทำให้รถของเล่นแต่ละคันเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วที่ต่างกัน
10. เปรียบเทียบความแตกต่างในการเคลื่อนที่ของรถของเล่นของแต่ละกลุ่มได้
11. สรุปความรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น เป็นความคิดรวบยอด
12. เขียนแผนผังความคิดเรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่นได้
13. ตอบคำถาม เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น ได้ถูกต้อง
14. แสดงทักษะการตอบคำถาม เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่นได้
15. มีความมุ่งมั่นในการทำงานร่วมกันเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม
16. มีความสนใจใฝ่เรียนรู้

วิธีการใช้งานชุดการเรียนรู้สื่อประสม หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น  
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1. ในการใช้ชุดกิจกรรม สามารถเข้าใช้งานในรูปแบบ On site และ On line โดยผู้เรียนสามารถเข้าใช้งาน  
ได้ผ่านเว็บไซต์ [https://sites.google.com/view/classroombykruzy/วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน/หน่วยการ  
เรียนรู้มหัศจรรย์รถของเล่น](https://sites.google.com/view/classroombykruzy/วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน/หน่วยการเรียนรู้มหัศจรรย์รถของเล่น) หรือ <https://city.me/NB9qV>



2. หรือเข้าใช้งานผ่าน QR Code



3. ผู้ใช้งานสามารถศึกษาค้นสื่อการเรียนรู้ในแต่ละหน่วย และทำกิจกรรมตามชุดการเรียนรู้สื่อประสม  
ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หัวใจไอศคราเร็วสูง เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวัน
4. ผู้สอนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน และปรับใช้งานตามความเหมาะสม

แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัตถรรยร์รของเล่น

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 เวลาสอบ 50 นาที

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คำชี้แจง

1. ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง คำตอบเดียว (คะแนนรวม 10 คะแนน) ใช้เวลา 25 นาที

เมื่อนักเรียนเลือกได้แล้วให้กากบาท (X) ลงใน ช่อง ก , ข, ค หรือ ง ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างการตอบ ข้อ 0 ตัวเลือก ง

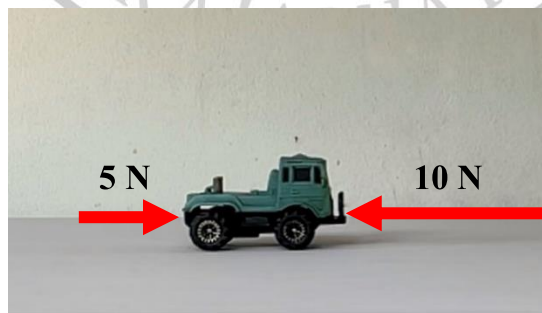
ข้อ	ก	ข	ค	ง
0				X

2. ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) จำนวน 2 ข้อ (คะแนนรวม 15 คะแนน) ใช้เวลา 25 นาที
3. ห้ามเปิดแบบทดสอบจนกว่าจะได้รับสัญญาณให้ลงมือทำ
4. เมื่อได้รับสัญญาณเตือนหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ให้นักเรียนหยุดทำแบบทดสอบทันที

ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

(คะแนนรวม 10 คะแนน) ใช้เวลา 25 นาที

- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล
  1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความหมายของแรงลัพธ์
    - ก. ผลของแรงดึง
    - ข. ผลของแรงผลัก
    - ค. ผลของแรง 1 แรง ที่กระทำต่อวัตถุ
    - ง. ผลของแรงตั้งแต่ 2 แรงขึ้นไปที่กระทำต่อกัน
  2. ต้องสังเกตเห็นเวลาคุณพ่อจะเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์ขนาดใหญ่ คุณพ่อมักจะใช้ผ้าขนหนูรองที่พื้นจากนั้น ขยับเฟอร์นิเจอร์ให้วางอยู่บนผ้าขนหนู แล้วจึงออกแรงลากผ้าขนหนู โดยมี คุณแม่ช่วยผลักเฟอร์นิเจอร์อีก ด้าน ข้อใดสามารถอธิบายการกระทำของคุณพ่อได้ถูกต้อง
    - ก. ผ้าขนหนูช่วยเพิ่มแรงเสียดทานที่พื้น
    - ข. ผ้าขนหนูช่วยลดแรงเสียดทานที่พื้น
    - ค. ผ้าขนหนูทำให้ออกแรงกระทำต่อเฟอร์นิเจอร์ได้มากขึ้น
    - ง. ผ้าขนหนูทำให้ไม่เกิดความร้อนขณะเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์
- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2 ระบุใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย



3. ถ้ามีแรงสองขนาดมากระทำกับรถดังรูปต่อไปนี้ รถจะเคลื่อนที่ไปทางทิศใด
- ไปทางขวามือของนักเรียน
  - ไปทางซ้ายมือของนักเรียน
  - หยุดนิ่ง ไม่มีการเคลื่อนที่
  - อาจเคลื่อนที่ไปได้ทั้งซ้ายหรือขวาก็ได้

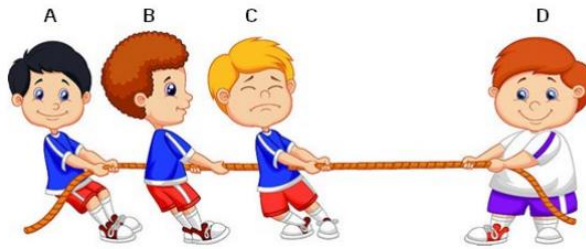
4. การทดลองการเคลื่อนที่ของรถของเล่น มีการทดสอบให้รถของเล่นวิ่งผ่านด่านอุปสรรคพื้นผิว 4 ชนิด พื้นผิวชนิดใดที่มีแรงเสียดทานมากที่สุด
- พื้นเรียบ
  - พื้นไม้
  - พื้นกระดาษ
  - พื้นผ้า

- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล



5. จากภาพเมื่อเกิดอุบัติเหตุรถชนต้นไม้ เพราะเหตุใดด้านหน้ารถจึงยุบ
- เป็นผลจากแรงกิริยา
  - เป็นผลจากแรงโน้มถ่วง
  - เป็นผลจากแรงปฏิกิริยา
  - เป็นผลจากโมเมนตัมของแรง
6. เหตุใดยางรถยนต์จึงมีลวดลายและผิวขรุขระ
- เพิ่มแรงเสียดทาน
  - ลดแรงเสียดทาน
  - ลดความเร็ว
  - เพิ่มความเร็ว

- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย



7. จากรูป เป็นการเล่นชักเย่อของ A B C และ D ถ้า D ออกแรงดึงเชือก 75 นิวตัน แรงของ A B และ C ใน ข้อใดที่ไม่สามารถเอาชนะแรงของ D ได้
- ก. A ออกแรง 20 นิวตัน B ออกแรง 20 นิวตัน และ C ออกแรง 40 นิวตัน  
 ข. A ออกแรง 30 นิวตัน B ออกแรง 30 นิวตัน และ C ออกแรง 20 นิวตัน  
 ค. A ออกแรง 15 นิวตัน B ออกแรง 20 นิวตัน และ C ออกแรง 45 นิวตัน  
 ง. A ออกแรง 10 นิวตัน B ออกแรง 25 นิวตัน และ C ออกแรง 30 นิวตัน

8. ภาพใดมีแรงเสียดทานน้อยที่สุด



ก.



ข.



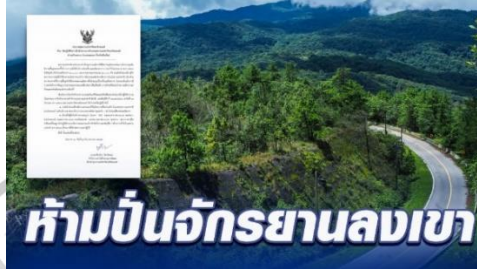
ค.



ง.

- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 9-10



“อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ - Doi Inthanon National Park ประชาสัมพันธ์ให้นักปั่นจักรยานห้ามปั่นลงเขาโดยขาปั่นขึ้น จะต้องมียานพาหนะบริการประเภทรถยนต์ติดตามและรับ-ส่งตลอดเส้นทาง แต่สามารถปั่นจักรยานขึ้นเขาได้ เพื่อความปลอดภัยของตัวท่าน และนักท่องเที่ยวทุกๆ ท่าน ที่ใช้ถนนภายในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ แจ้งว่า อุทยานมีภูมิประเทศแบบเทือกเขาสูงชัน มีความชันสูงตลอดทั้งปี ซึ่งมีเส้นทางที่พื้นผิวถนนเปียกเป็นจุดอันตราย และยังมีเส้นทางคดโค้ง ลาดชันสูง ยานพาหนะเสี่ยงต่อการลื่นเสียหลัก และอาจเกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้นถนนทางหลวง 1009 จอมทอง – ดอยอินทนนท์ และถนนทางหลวง 1192 ดอยอินทนนท์-แม่แจ่ม และถนนสาย 4016 ขุนกลาง-ขุนวาง จึงห้ามปั่นลงภูเขาเด็ดขาด” (ที่มา: ประกาศอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ เรื่อง ข้อปฏิบัติในการปั่นจักรยานภายในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ประกาศเมื่อ 23 ธันวาคม 2565)

9. เพราะเหตุใดถึง จึงห้ามปั่นลงภูเขาเด็ดขาด

- ดอยอินทนนท์เป็นพื้นที่ที่มีความชันสูง
- ดอยอินทนนท์มีธรรมชาติที่สวยงาม
- ดอยอินทนนท์มีเส้นทางคดโค้ง ลาดชันสูง
- ดอยอินทนนท์มีนักท่องเที่ยวจำนวนมากตลอดทั้งปี

10. จากประกาศข้างต้นเกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องใดมากที่สุด

- แรงโน้มถ่วงของโลก
- แรงเสียดทาน
- ความดันอากาศ
- ทรัพยากรธรรมชาติ



**สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง**

- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล (3 คะแนน)
- นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (3 คะแนน)

2. นักเขียนบอกประโยชน์ของแรงลัพธ์และแรงเสียดทานมาอย่างน้อย 2 ข้อ ( 6 คะแนน )

ประโยชน์ของแรงลัพธ์และแรงเสียดทาน

.....

.....

.....

ประโยชน์ของแรงเสียดทาน

.....

.....

.....

ถ้าไม่มีแรงเสียดทานจะส่งผลอย่างไร

.....

.....

.....



## กิจกรรมที่ 1 เคลื่อนที่ได้อย่างไร

รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น

ชื่อ – สกุล ..... ชั้น ..... เลขที่.....

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. อธิบายความหมายของมวลและแรงได้ (K)
2. สื่อสารและนำความรู้เรื่องแรงไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)

**ตอนที่ 1 : แรงลัพธ์ (10 คะแนน)****คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

- 1.1 ขึ้นสำรวจการใช้เครื่องมือพื้นฐาน Simulation ในหน่วยแรงและการเคลื่อนที่ : พื้นฐาน โดยให้ศึกษาเครื่องมือและการใช้งานปุ่มต่างๆ บน Simulation ผ่านเว็บไซต์ [https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_all.html?locale=th](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=th) เรื่อง แรงลัพธ์ (5 นาที)

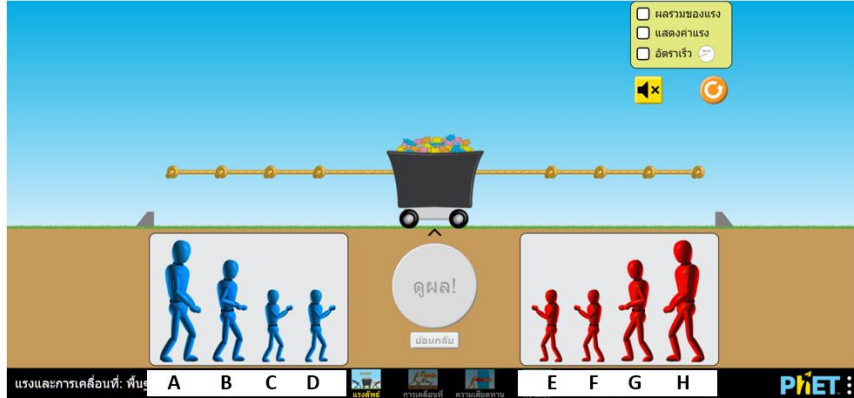
แรงและการเคลื่อนที่: พื้นฐาน

การเคลื่อนที่    ความเสียดทาน    ความเร่ง    **แรงลัพธ์**

RAJABHAT

PHET

1.2 นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง ตามสถานการณ์ต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



1.2.1) สํารวจค่าแรงของคนแต่ละคน ว่ามีแรงกระทำต่อวัตถุคนละกี่นิวตัน และแรงไปทางด้านใด

คน	ผลรวมแรงกระทำต่อวัตถุ (นิวตัน)	แรงไปทางด้านใด
A		
D		
F		
C+B		
G+E		

1.2.2) จงยกตัวอย่างกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวันที่ต้องออกแรงกระทำต่อวัตถุ มาอย่างน้อย 3

ตัวอย่าง

ตอบ \_\_\_\_\_

1.2.3) การแข่งขันกีฬาชักกะเย่อพื้นบ้าน

1) ถ้าทีมสีฟ้ามีผู้เล่น 3 คน คือ B C D ลงแข่งกับทีมสีแดงมีผู้เล่น 2 คน คือ G กับ H

ทีมใดจะเป็นฝ่ายชนะ ทีมสี \_\_\_\_\_ , แรงจะไปทางด้าน \_\_\_\_\_

และผลรวมของแรงเท่ากับ \_\_\_\_\_ นิวตัน

2) ถ้าทีมสีฟ้ามีผู้เล่น 2 คน คือ A กับ C ลงแข่งกับทีมสีแดงมีผู้เล่น 2 คน คือ E กับ H

ทีมใดจะเป็นฝ่ายชนะ \_\_\_\_\_ , แรงจะ \_\_\_\_\_

และผลรวมของแรงเท่ากับ \_\_\_\_\_ นิวตัน

1.2.4) แรงลัพธ์คือ \_\_\_\_\_

1.3 ให้นักเรียนวงกลม 1 ข้อ ที่ถูกต้องตามสถานการณ์ดังนี้

- ถ้ามีแรงกระทำต่อวัตถุมากกว่า 1 แรง จะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนี้

1.3.1) เมื่อแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุในทิศทางเดียวกัน ผลลัพธ์ของแรงคือ

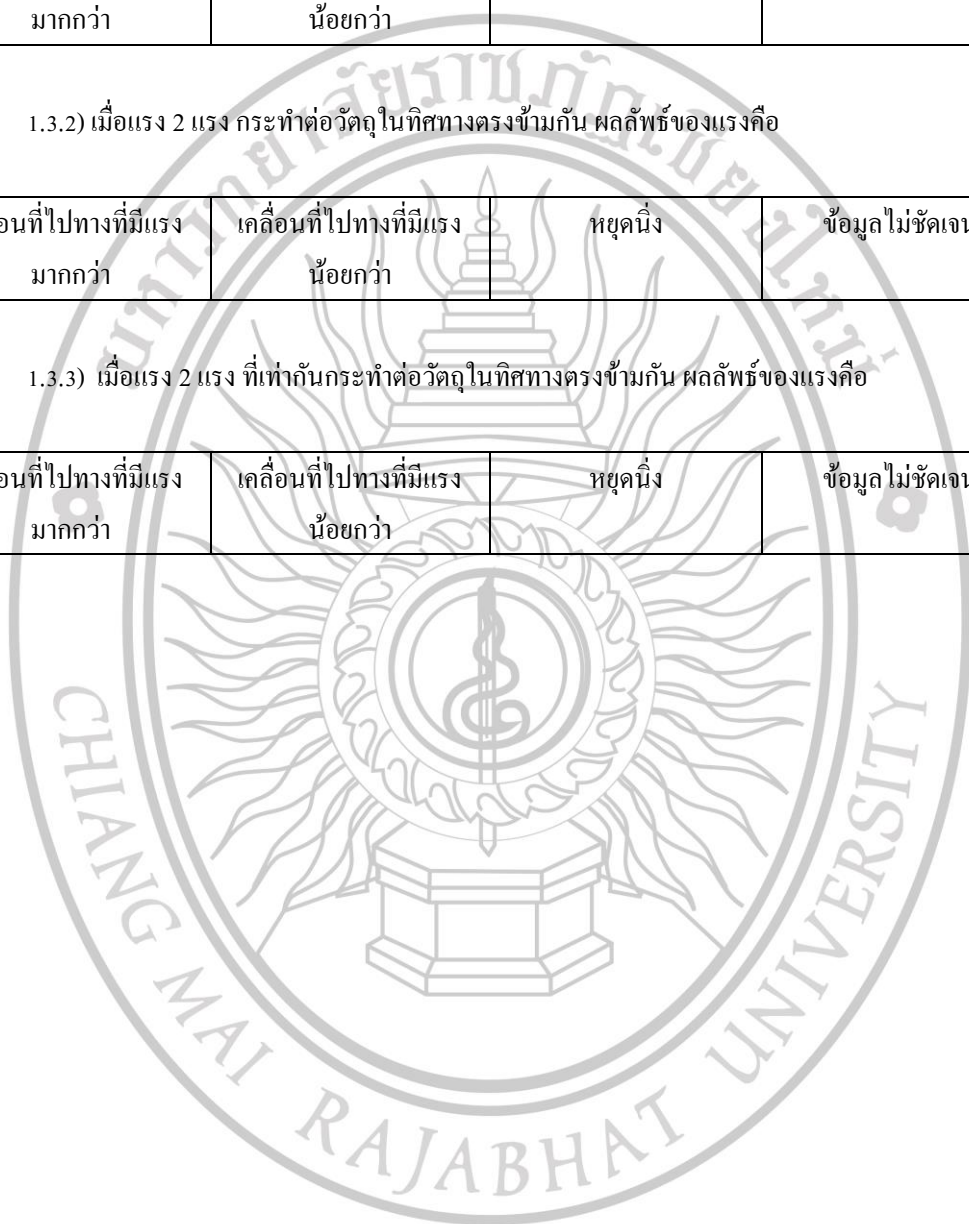
เคลื่อนที่ไปทางที่มีแรง มากกว่า	เคลื่อนที่ไปทางที่มีแรง น้อยกว่า	หยุดนิ่ง	ข้อมูลไม่ชัดเจน
------------------------------------	-------------------------------------	----------	-----------------

1.3.2) เมื่อแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงข้ามกัน ผลลัพธ์ของแรงคือ

เคลื่อนที่ไปทางที่มีแรง มากกว่า	เคลื่อนที่ไปทางที่มีแรง น้อยกว่า	หยุดนิ่ง	ข้อมูลไม่ชัดเจน
------------------------------------	-------------------------------------	----------	-----------------

1.3.3) เมื่อแรง 2 แรง ที่เท่ากันกระทำต่อวัตถุในทิศทางตรงข้ามกัน ผลลัพธ์ของแรงคือ

เคลื่อนที่ไปทางที่มีแรง มากกว่า	เคลื่อนที่ไปทางที่มีแรง น้อยกว่า	หยุดนิ่ง	ข้อมูลไม่ชัดเจน
------------------------------------	-------------------------------------	----------	-----------------

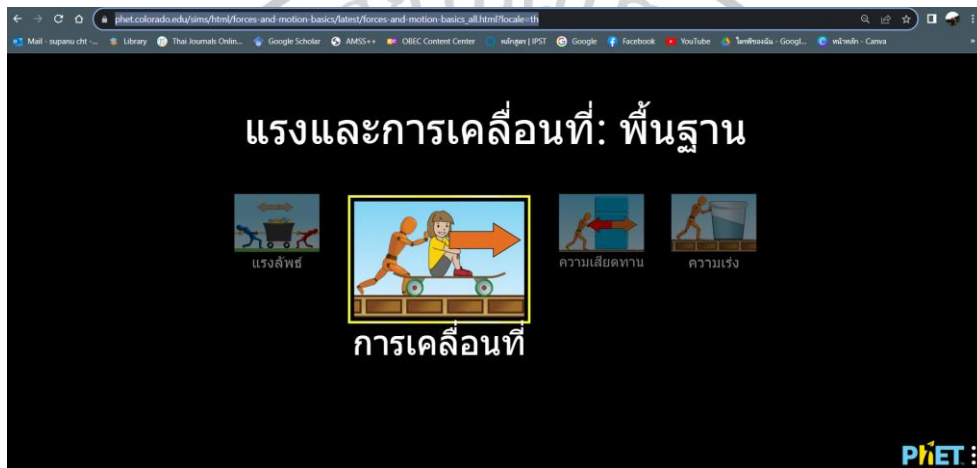


## ตอนที่ 2 : การเคลื่อนที่ (10 คะแนน)

### คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

2.1 ชั้นสำรวจการใช้เครื่องมือพื้นฐาน Simulation ในหน่วยแรงและการเคลื่อนที่ : พื้นฐาน โดยให้ศึกษาเครื่องมือและการทำงานปุ่มต่างๆ บน Simulation ผ่านเว็บไซต์

[https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_all.html?locale=th](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=th) เรื่อง การเคลื่อนที่ (5 นาที)



2.2 นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง ตามสถานการณ์ต่อไปนี้ให้สมบูรณ์



2.2.1) เด็กผู้หญิงมีมวล \_\_\_\_\_ กิโลกรัม ถูกดันไปทาง \_\_\_\_\_ ( $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$ )

ด้วยแรงพยายาม \_\_\_\_\_ นิวตัน อัตราเร็วจะ \_\_\_\_\_ (เพิ่มขึ้น, ลดลง)

2.2.2) จากข้อที่ 1.2.1) เมื่อเพิ่มแรงพยายามเป็น \_\_\_\_\_ นิวตัน อัตราเร็วจะ \_\_\_\_\_ (เพิ่มขึ้น, ลดลง) อย่างรวดเร็ว

2.2.3) ถ้าเด็กผู้หญิงนั่งอยู่บนกล่อง พร้อมกับแบกตุ้ยีน ทั้งหมดมีมวลรวม เท่ากับ \_\_\_\_\_  
 กิโลกรัม ถูกดันไปทาง \_\_\_\_\_ ( $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$ ) ด้วยแรงพยายาม 20 นิวตัน อัตราเร็ว  
 จะ \_\_\_\_\_ (เพิ่มขึ้น, ลดลง) และถ้าเปลี่ยนไปดันวัตถุทั้งหมดในทิศตรงกันข้าม ด้วยแรงพยายาม  
 20 นิวตัน อัตราเร็วจะ \_\_\_\_\_ (เพิ่มขึ้น, ลดลง)

2.2.4) ถ้าต้องการให้วัตถุหยุดเคลื่อนที่จะทำได้อย่างไร(จงอธิบายพอสังเขป)

---



---



---



---

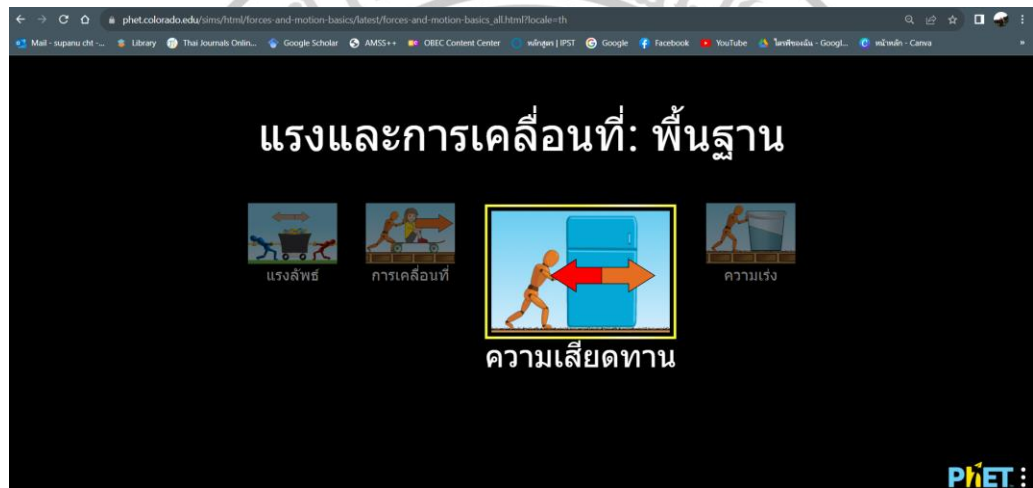


### ตอนที่ 3 : ความเสียดทาน (10 คะแนน)

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้องสมบูรณ์

3.1 ชั้นสำรวจการใช้เครื่องมือพื้นฐาน Simulation ในหน่วยแรงและการเคลื่อนที่ : พื้นฐาน โดยให้ศึกษาเครื่องมือและการทำงานปุ่มต่างๆ บน Simulation ผ่านเว็บไซต์

[https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics\\_all.html?locale=th](https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_all.html?locale=th) เรื่อง ความเสียดทาน (5 นาที)



2.2 ให้นักเรียนทำการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้เติมลงในตารางให้ถูกต้อง

วัตถุ	มวล (kg)	ความเคียดทาน (ไม่มี, ปานกลาง, มาก)	แรงพยายาม (N)	แรงเคียดทาน (N)	ผลรวมของแรง (N)	ทิศทางการเคลื่อนที่ ( $\rightarrow$ , $\leftarrow$ , หยุดนิ่ง)	อัตราเร็ว (m/s)
1)							
2)							
3)							
4)							
5)							

2.2.1 ถ้าหยุดค้นวัตถุ อัตราเร็วจะเป็นอย่างไร (จงอธิบาย)

---



---



---



กิจกรรมที่ 2 ไขความลับการเคลื่อนที่

รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น

ชื่อ - สกุล..... ชั้น..... เลขที่ .....

กลุ่มที่ ..... ชื่อกลุ่ม.....

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. อธิบายการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์ได้ (K)
2. เขียนแผนภาพแสดงแรงลัพธ์และ แรงเสียดทานที่กระทำต่อวัตถุได้ (P)
3. มีความสนใจใฝ่รู้ (A)

ตอนที่ 1 : **คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามให้ถูกต้อง

1) แรงหมายถึงอะไร

.....

.....

2) แรงลัพธ์ หมายถึงอะไร

.....

.....

3) การเขียนแผนภาพแสดงแรงที่กระทำต่อวัตถุจะแทนด้วยสัญลักษณ์.....  
ชี้ไปทางด้านซ้าย หรือ ขวา ตาม..... ของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

4) การเขียนความยาวของลูกศรแสดงถึง

.....

ยกตัวอย่างเช่น ลูกศรสั้น = ..... และ ลูกศรยาว = .....

5-7) จงวาดลูกศรแทนแรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นในภาพต่อไปนี้และเติมคำตอบให้ถูกต้อง (3 คะแนน)



5) วัตถุเคลื่อนที่ไปทาง.....	6) วัตถุเคลื่อนที่ไปทาง.....	7) วัตถุ.....
------------------------------	------------------------------	---------------

8) แรงเสียดทานหมายถึงอะไร

.....

.....

.....

ดูภาพแบบจำลองการเคลื่อนที่ของรถของเล่นแล้วตอบคำถามข้อ 9-10

9) เขียนแผนภาพแสดงแรงลัพธ์และแรงเสียดทานที่กระทำต่อรถวัตถุ



10) รถวัตถุเคลื่อนที่ไปทางด้าน.....ด้วยแรง.....และในขณะที่เคลื่อนที่มีแรง.....กระทำวัตถุในทิศทาง.....โดยแรง.....กระทำระหว่าง.....กับ.....



กิจกรรมที่ 3 มาออกแบบรถแข่งกันเถอะ

รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น

ชื่อ – สกุล.....ชั้น..... เลขที่.....  
กลุ่มที่ .....ชื่อกลุ่ม.....

ตอนที่ 1 : ออกแบบรถของเล่น

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันออกแบบรถของเล่นตามความคิดของสมาชิกในกลุ่ม โดยวาดภาพและ  
ใช้ส่วนประกอบของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์





ตอนที่ 3 : การเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อรถของเล่น

คำชี้แจง ให้วาดภาพรถของเล่นของนักเรียนที่ปรับปรุงแล้ว และเขียนแผนภาพของแรงที่กระทำต่อรถของเล่น



อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการประคิษฐ์รถของเล่น (ถ้ามี)

.....

.....

.....

บันทึกความรู้เพิ่มเติม



## กิจกรรมที่ 4 ใครไวกว่ากัน

รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง มหัศจรรย์รถของเล่น

ชื่อ - สกุล.....ชั้น..... เลขที่ .....

กลุ่มที่ .....ชื่อกลุ่ม.....

ตอนที่ 1 : การทดลองความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ

**คำชี้แจง** ให้สังเกตและทดลองการทดลองต่อไปนี้**บันทึกผลการทดลอง** (บันทึกผลการทดลองกลุ่มของตนเอง)

- 1) พื้นผิวในการทดลองมี.....ลักษณะ ได้แก่  
.....  
.....
- 2) ขนาดของมวลรถของเล่น เท่ากับ ..... กิโลกรัม (Kg)
- 3) รถของเล่นมีน้ำหนัก เท่ากับ..... นิวตัน (N)  
(ใช้สูตร  $W = mg$  กำหนดให้  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ )

**ผลการทดลอง**

ลักษณะพื้นผิว	ระยะทาง (เมตร,m)	เวลา (วินาที,s)
พื้นเรียบ		
พื้นไม้		
พื้นกระดาษ		
พื้นผ้า		

- 4) พื้นผิวใดที่มีแรงเสียดทานมากที่สุด.....  
.....
- 5) พื้นผิวใดที่มีแรงเสียดทานน้อยที่สุด.....  
.....
- 6) จงเรียงลำดับพื้นผิวที่มีแรงเสียดทานจากมากไปน้อย  
.....  
.....
- 7) ปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่อแรงเสียดทาน  
.....  
.....
- 8) รถของเล่นของกลุ่มใดเคลื่อนที่ได้ไวที่สุด.....  
เพราะ.....  
.....

9-10) จงแสดงการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง การเคลื่อนที่ของรถของเล่น ดังต่อไปนี้



9) รถของเล่นมีมวล 2 กิโลกรัม เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที จงหาแรงลัพธ์ที่รถเคลื่อนที่ (กำหนดให้พื้น ไม่มีแรงเสียดทานเข้ามาเกี่ยวข้อง)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10) ถ้ำรถของเล่นเปลี่ยนเป็นเคลื่อนที่ด้วยแรงลัพธ์ 50 นิวตัน จงหาความเร็วที่รถใช้ในการเคลื่อนที่ (กำหนดให้พื้น ไม่มีแรงเสียดทานเข้ามาเกี่ยวข้อง)

.....

.....

.....

.....

.....

## การทดลองความเร็วเป็นเรื่องของปีศาจ

### กติกากการแข่งขัน

- 1) ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของพื้นผิวที่เป็นอุปสรรคในการเคลื่อนที่ของรถ
- 2) ในการทดลองจะมีการทดสอบให้รถวิ่งผ่านด้านอุปสรรคพื้นผิวจำนวน 4 ลักษณะ คือ พื้นเรียบ พื้นไม้ พื้นกระดาด และพื้นผ้า
- 3) ให้นักเรียนนำรถของเล่นที่ประดิษฐ์ขึ้นมา มาแข่งขันกัน
- 4) ในการทดลอง จะมีการตั้งกล้องถ่ายวิดีโออัตราเร็วสูงเพื่อเป็นหลักฐานในการทดลอง
- 5) หลังสิ้นสุดการทดลองรถของกลุ่มใดเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุด และไกลที่สุดในแต่ละด้าน หรือมีคะแนนสะสมมากที่สุด กลุ่มนั้นจะเป็นผู้ชนะ



ตารางบันทึกผลการแข่งขัน ความเร็วเป็นเครื่องของปีศาจ

ลักษณะ พื้นผิว	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3		กลุ่มที่ 4		กลุ่มที่ 5	
	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ระยะทาง (m)	เวลา (s)	ระยะทาง (m)	เวลา (s)
พื้นเรียบ										
พื้นไม้										
พื้น กระดาด										
พื้นผ้า										



สรุปกิจกรรมหัตถการรถของเล่น

รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง หัตถการรถของเล่น

ชื่อ - สกุล.....ชั้น..... เลขที่ .....

กลุ่มที่ .....ชื่อกลุ่ม.....

ตอนที่ 1 : การตอบคำถาม

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1) ยกตัวอย่างการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันมา 2 กรณี.....

2) แรงลัพธ์ มีความหมายว่าอย่างไร.....

3) หน่วยของ แรง คือ.....

ดูภาพแล้วตอบคำถามข้อ 4) และ 5)

4) จากภาพแรงลัพธ์ที่ได้จะเสริมหรือหักล้างกัน.....

5)  จากภาพแรงลัพธ์มีค่าเท่าใด.....

6)  จากภาพแรงลัพธ์มีค่าเท่าใด.....

7) ให้อวงกลมข้อที่มีขนาดของแรงมาก 

8) พื้นผิวลักษณะใดที่ทำให้แรงเสียดทานมาก.....

9) พื้นผิวลักษณะใดที่ทำให้แรงเสียดทานน้อย.....

10) ยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันมา 3 เหตุการณ์

.....

.....

ตอนที่ 2 แผนผังความคิดเรื่อง มหัตถรรพณ์ของเล่น

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปแผนผังความคิดเรื่อง มหัตถรรพณ์ของเล่น



คำถามกิจกรรมจริงหรือไม่ จำนวน 10 ข้อ

- เข้าใช้งานผ่านเว็บไซต์ <https://shorturl.asia/ITNsA>

คำถาม	คำตอบ
1. แรงลัพธ์ คือผลของแรงตั้งแต่ 2 แรงขึ้นไปที่ทำต่อกัน	จริง
2. หน่วยของ แรง คือ กิโลกรัม	ไม่
3. แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทั้งขนาดและทิศทาง	จริง
4. แรงเสียดทาน คือแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ	จริง
5. น้ำหนักมาก แรงเสียดทานก็จะมาก	จริง
6. น้ำหนักมาก แรงเสียดทานก็จะน้อย	ไม่
7. พื้นผิวที่วัตถุเคลื่อนที่ไม่มีผลต่อแรงเสียดทาน	ไม่
8. มวลมากขึ้น ส่งผลให้ความเร่งของวัตถุลดลง	จริง
9. นักเรียนสามารถประดิษฐ์รถของเล่นโดยใช้วัสดุเหลือใช้ได้	จริง
10. มวลกับน้ำหนัก มีความหมายเหมือนกัน	ไม่

คุณต้องการรับสิ่งใดมาฟรีๆ

×

สแกนรหัส QR



รับสิ่งดีทาง SMS

รับสิ่งดีทางอีเมล

หรือ

Google Play

Apple store

## QUIZZ | โหมดกระดาษ

### Q-บัตร

#### คำแนะนำในการใช้:

- บัตรแต่ละใบมีหมายเลขผู้เข้าร่วมพิมพ์ไว้ เพื่อให้คุณระบุผู้เข้าร่วมสำหรับการประเมินได้ง่ายขึ้น
- ในการตอบโดยใช้ Q-cards นักเรียนต้องหมุนการ์ดเพื่อเลือกระหว่างตัวเลือกต่างๆ



- หากต้องการสแกนและรวบรวมคำตอบอย่างถูกต้อง ให้นักเรียนถือบัตรตั้งตรงและไม่มีการปิดกั้นหรือเอียง



เฉลยแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัศจรรย์รถของเล่น



เฉลยแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัตถรรยรถของเล่น

เฉลย

แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 มหัตถรรยรถของเล่น  
 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 เวลาสอบ 50 นาที  
 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

## คำชี้แจง

- ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียง คำตอบเดียว (คะแนนรวม 10 คะแนน) ใช้เวลา 25 นาที

เมื่อนักเรียนเลือกได้แล้วให้กากบาท (X) ลงใน ช่อง ก , ข, ค หรือ ง  
 ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่างการตอบ ข้อ 0 ตัวเลือก ง

ข้อ	ก	ข	ค	ง
0				X

- ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions) จำนวน 2 ข้อ (คะแนนรวม 15 คะแนน) ใช้เวลา 25 นาที
- ห้ามเปิดแบบทดสอบจนกว่าจะได้รับสัญญาณให้ลงมือทำ
- เมื่อได้รับสัญญาณเตือนหมดเวลาในการทำแบบทดสอบ ให้นักเรียนหยุดทำแบบทดสอบทันที

ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ

(คะแนนรวม 10 คะแนน) ใช้เวลา 25 นาที

- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 1 นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล

1. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความหมายของแรงลัพธ์

ก. ผลของแรงดึง

ข. ผลของแรงผลัก

ค. ผลของแรง 1 แรง ที่กระทำต่อวัตถุ

ง. ผลของแรงตั้งแต่ 2 แรงขึ้นไปที่กระทำต่อกัน

2. ต้องสังเกตเห็นเวลาคุณพ่อจะเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์ขนาดใหญ่ คุณพ่อมักจะใช้

ผ้าขนหนูรองที่พื้นจากนั้น ขยับเฟอร์นิเจอร์ให้วางอยู่บนผ้าขนหนู แล้วจึงออก

แรงลากผ้าขนหนู โดยมีคุณแม่ช่วยผลักเฟอร์นิเจอร์อีก ด้าน ข้อใดสามารถ

อธิบายการกระทำของคุณพ่อได้ถูกต้อง

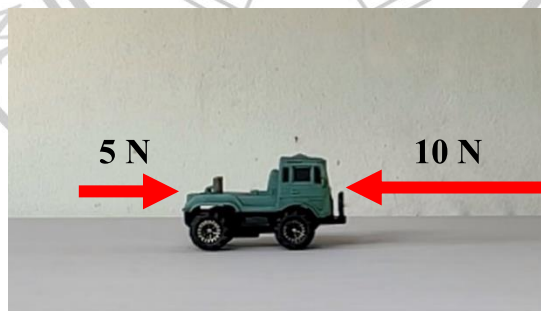
ก. ผ้าขนหนูช่วยเพิ่มแรงเสียดทานที่พื้น

ข. ผ้าขนหนูช่วยลดแรงเสียดทานที่พื้น

ค. ผ้าขนหนูทำให้ออกแรงกระทำต่อเฟอร์นิเจอร์ได้มากขึ้น

ง. ผ้าขนหนูทำให้ไม่เกิดความร้อนขณะเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์

- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 2 ระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย



3. ถ้ามีแรงสองขนาดมากระทำกับรถดังรูปต่อไปนี้ รถจะเคลื่อนที่ไปทางทิศใด
- ก. ไปทางขวามือของนักเรียน  
**ข. ไปทางซ้ายมือของนักเรียน**  
 ค. หยุดนิ่ง ไม่มีการเคลื่อนที่  
 ง. อาจเคลื่อนที่ไปได้ทั้งซ้ายหรือขวาก็ได้

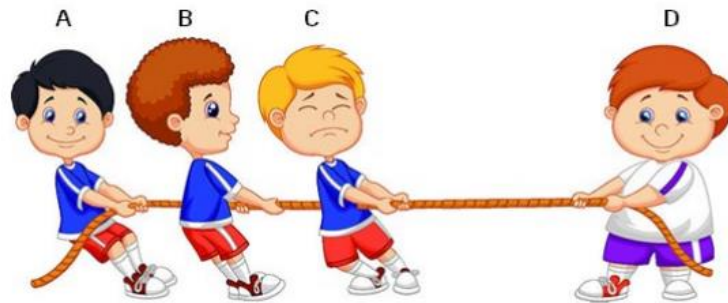
4. การทดสอบการเคลื่อนที่ของรถของเล่น มีการทดสอบให้รถของเล่นวิ่งผ่านด่านอุปสรรคพื้นผิว 4 ชนิด พื้นผิวชนิดใดที่มีแรงเสียดทานมากที่สุด
- ก. พื้นเรียบ      ข. พื้นไม้      ค. พื้นกระดาษ      **ง. พื้นผ้า**

- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 3 พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล



5. จากภาพเมื่อเกิดอุบัติเหตุรถชนต้นไม้ เพราะเหตุใดด้านหน้ารถจึงยุบ
- ก. เป็นผลจากแรงกิริยา  
 ข. เป็นผลจากแรงโน้มถ่วง  
**ค. เป็นผลจากแรงปฏิกิริยา**  
 ง. เป็นผลจากโมเมนตัมของแรง
6. เหตุใดยางรถยนต์จึงมีลวดลายและผิวขรุขระ
- ก. เพิ่มแรงเสียดทาน**      ข. ลดแรงเสียดทาน  
 ค. ลดความเร็ว      ง. เพิ่มความเร็ว

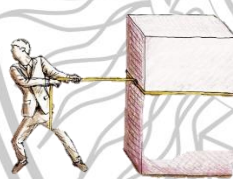
- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 4 เสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย



7. จากรูป เป็นการเล่นชักเย่อของ A B C และ D ถ้า D ออกแรงดึงเชือก 75 นิวตัน แรงของ A B และ C ใน ข้อใดที่ไม่สามารถเอาชนะแรงของ D ได้

- ก. A ออกแรง 20 นิวตัน B ออกแรง 20 นิวตัน และ C ออกแรง 40 นิวตัน  
 ข. A ออกแรง 30 นิวตัน B ออกแรง 30 นิวตัน และ C ออกแรง 20 นิวตัน  
 ค. A ออกแรง 15 นิวตัน B ออกแรง 20 นิวตัน และ C ออกแรง 45 นิวตัน  
 ง. A ออกแรง 10 นิวตัน B ออกแรง 25 นิวตัน และ C ออกแรง 30 นิวตัน

8. ภาพใดมีแรงเสียดทานน้อยที่สุด



ก.



ข.



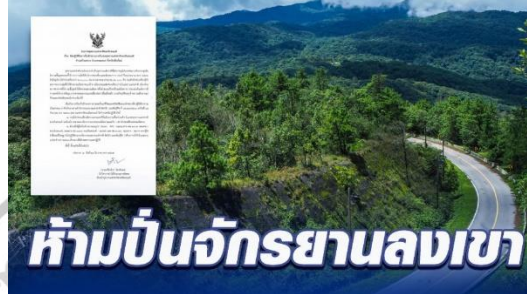
ค.



ง.

- สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อที่ 5 อธิบายถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 9-10



“อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ - Doi Inthanon National Park ประชาสัมพันธ์ให้นักปั่นจักรยานห้ามปั่นลงเขาโดยขาปั่นขึ้น จะต้องมียานพาหนะบริการประเภทรถยนต์ติดตามและรับ-ส่งตลอดเส้นทาง แต่สามารถปั่นจักรยานขึ้นเขาได้ เพื่อความปลอดภัยของตัวท่าน และนักท่องเที่ยวทุกๆ ท่าน ที่ใช้ถนนภายในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ แจ้งว่า อุทยานมีภูมิประเทศแบบเทือกเขาสูงชัน มีความชันสูงตลอดทั้งปี ซึ่งมีเส้นทางที่พื้นผิวถนนเปียกเป็นจุดอันตราย และยังมีเส้นทางคดโค้ง ลาดชันสูง ยานพาหนะเสี่ยงต่อการล้มเสียหลัก และอาจเกิดอุบัติเหตุได้ ดังนั้นถนนทางหลวง 1009 จอมทอง – ดอยอินทนนท์ และถนนทางหลวง 1192 ดอยอินทนนท์-แม่แจ่ม และถนนสาย 4016 ขุนกลาง-ขุนวาง **จึงห้ามปั่นลงภูเขาเด็ดขาด**” (ที่มา: ประกาศอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ เรื่อง ข้อปฏิบัติในการปั่นจักรยานภายในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ตำบลบ้านหลวง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ประกาศเมื่อ 23 ธันวาคม 2565)

9. เพราะเหตุใดถึง จึงห้ามปั่นลงภูเขาเด็ดขาด

ก. ดอยอินทนนท์เป็นพื้นที่ที่มีความชันสูง

ข. ดอยอินทนนท์มีธรรมชาติที่สวยงาม

**ค. ดอยอินทนนท์มีเส้นทางคดโค้ง ลาดชันสูง**

ง. ดอยอินทนนท์มีนักท่องเที่ยวจำนวนมากตลอดทั้งปี

10. จากประกาศข้างต้นเกี่ยวข้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์เรื่องใดมากที่สุด

ก. แรงโน้มถ่วงของโลก

**ข. แรงเสียดทาน**

ค. ความดันอากาศ

ง. ทรัพยากรธรรมชาติ

## ตอนที่ 2 แบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Questions)

### จำนวน 2 ข้อ (คะแนนรวม 15 คะแนน) ใช้เวลา 25 นาที

1. ให้นักเรียนศึกษาบทความ “How to ขับขี่ปลอดภัยในวันฝนพรำ” ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1.1-1.3 (9 คะแนน)



**สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบาย**  
**ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวัน**  
 - การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล (3 คะแนน)  
 - การระบุ ใช้ และสร้างแบบจำลองและตัวแทนเชิงอธิบาย (3 คะแนน)  
 - รับผิดชอบต่อถึงศักยภาพของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นำไปใช้เพื่อสังคม (3 คะแนน)

กระทรวงมหาดไทย โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย แนะนำเทคนิคขับรถอย่างปลอดภัยในช่วงฤดูฝน โดยขับรถอย่างมีสติและไม่ประมาท งดดื่มแอลกอฮอล์ก่อนขับรถ ไม่ขับรถด้วยความเร็วสูง เว้นระยะห่างจากรถคันหน้าให้มากกว่าปกติ อีกทั้งหมั่นตรวจสอบระบบเบรกและ**ยางรถยนต์** ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ได้ดี เพื่อป้องกันอุบัติเหตุทางถนนที่มีสาเหตุจากสภาพถนนเปียกชื้น (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย , 2566)

- 1.1 จากบทความ “How to ขับขี่ปลอดภัยในวันฝนพรำ” เกี่ยวข้องกับเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ในชีวิตประจำวันในอย่างไรบ้าง

**ตอบ** .....แนวคำตอบ เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรง การเคลื่อนที่ของรถ แรงเสียดทาน.....

- 1.2 จากข้อความที่ขีดเส้นใต้ ให้นักเรียนเป็นเจ้าของรถยนต์ นักเรียนจะมีวิธีการเลือกใช้ยางรถยนต์ที่มีลักษณะอย่างไร  
**ตอบ** แนวคำตอบ 1. ยางรถยนต์มีดอกยางเป็นลวดลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับถนน

- 1.3 จงเขียนแผนภาพแสดงแรงและแรงเสียดทานที่กระทำระหว่างรถบนท้องถนน



**สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์เชิงวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง**

- พยากรณ์การเปลี่ยนแปลงในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นเหตุเป็นผล (3 คะแนน)
- นำเสนอสมมติฐานเพื่อใช้ในการอธิบาย (3 คะแนน)

2. บัณฑิตเรียนบอกประโยชน์ของแรงลัพธ์และแรงเสียดทานอย่างน้อย 2 ข้อ ( 6 คะแนน )

- ประโยชน์ของแรงลัพธ์และแรงเสียดทาน

แนวคำตอบ

1) ใช้ชี้แจง น้ำ ออกแรงลากรถเกวียน

2) กระจกแว่น ใช้ลด 3 เส้น ช่วยยึดกระจกเอาไว้ทำให้เกิดความสมดุล

- ประโยชน์ของแรงเสียดทาน

แนวคำตอบ

1) แรงเสียดทานทำให้พื้นรองเท้ายึดเกาะกับพื้น ช่วยในการกันลื่น

2) แรงเสียดทานช่วยในการชะลอความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถยนต์

- ถ้าไม่มีแรงเสียดทานจะส่งผลอย่างไร

แนวคำตอบ

1) เกิดอุบัติเหตุบนท้องถนนได้ง่ายขึ้น

2) ลื่นลื่น



## แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ชื่อนักเรียน.....โรงเรียน.....วัดจตุรพักตรพิมาน.....  
 รายวิชา.....วิทยาศาสตร์.....ชั้น.....ประถมศึกษาปีที่.....ปีการศึกษา.....2566.....  
 ชื่อครูผู้สอน.....ดร.สุกัญญา.....ตะนะ

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจดังนี้

5 : มากที่สุด    4 : มาก    3 : ปานกลาง    2 : น้อย    1 : น้อยที่สุด

รายการข้อคำถาม	ความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ครูมีการเตรียมการสอน					
2. การจัดบรรยากาศห้องเรียนเอื้อต่อการเรียนการสอน					
3. ชุดการเรียนรู้ที่สอนมีความทันสมัยนำไปใช้ได้จริง					
4. ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน					
5. กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนการสอน					
6. ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และรายบุคคล					
7. ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์					
8. กิจกรรมการเรียนสนุกและน่าสนใจ					
9. ครูให้ออกาสักนักเรียนซักถามปัญหา					
10. ครูใช้วิธีการสอนและใช้สื่ออย่างหลากหลาย					
11. ครูยอมรับความคิดเห็นของนักเรียน					
12. ครูให้ความสนใจแก่นักเรียนอย่างทั่วถึงขณะสอน					
13. ครูส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้จากสิ่งต่างๆรอบตัว					
14. ครูตั้งใจสอน ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการทำกิจกรรม					
15. ครูมีบุคลิกภาพ การแต่งกายและการพูดจาเหมาะสม					
16. ครูเข้าสอนและออกตรงเวลา					
17. นักเรียนทราบเกณฑ์การประเมินผลล่วงหน้า					
18. นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผลการเรียน					
19. ครูประเมินผลอย่างยุติธรรม					
20. นักเรียนเรียนอย่างมีความสุข					
<b>รวมคะแนน</b>					
<b>รวมทั้งหมด (X)</b>					

ข้อเสนอแนะ.....

- สรุปผลการประเมิน
- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 4.50-5.00 ระดับความพึงพอใจมากที่สุด      | <input type="checkbox"/> 3.50-4.49 ระดับความพึงพอใจมาก  |
| <input type="checkbox"/> 2.61-3.40 ระดับความพึงพอใจปานกลาง        | <input type="checkbox"/> 1.18-2.60 ระดับความพึงพอใจน้อย |
| <input type="checkbox"/> น้อยกว่า 1.80 ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด |   |

## ภาคผนวก จ

## หนังสือรับรองจริยธรรมในการวิจัย

COA No. 049/2024



คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่  
Institutional Review Board, Chiang Mai Rajabhat University  
หนังสือรับรองการพิจารณาจริยธรรมการวิจัย  
(Certificate of Approval)

การวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาเข้าข่ายการพิจารณา แบบเร่งรัด และการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมายข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

This research has been considered as an Expedited Review and conducted in accordance with international ethical principles. As well as national laws, regulations and regulations. It is deemed appropriate to conduct research in accordance with this research proposal.

ชื่อโครงการ : การพัฒนาชุดการเรียนรู้สื่อประสม เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย  
Study Title : The Development of Multimedia Learning Package on Force and Motion Enhancing of Explain Phenomena Scientifically Competency of Grade 4-6th Students

รหัสโครงการ (Project Code) : IRBCMRU 2024/049.16.01

หัวหน้าโครงการและผู้ร่วมวิจัย : นางสาวศุภนุช ต๊ะมา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Head of the Project and Co-Researcher : Miss Supanuch Tama Faculty of Science and Technology Chiang Mai Rajabhat University

(อาจารย์ ดร.อัคราสี บัญสงฆ์)  
(Dr. Akharasit Bunsongthae)

ประธานคณะกรรมการประจำจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่  
Chairman the Institutional Review Board, Chiang Mai Rajabhat University

วันที่ 05 กุมภาพันธ์ 2567  
February 05, 2024



หมายเลขรับรอง (Certificate Number) : IRBCMRU 2024/049.16.01

วันที่ให้การรับรอง : 05 กุมภาพันธ์ 2567 วันหมดอายุใบรับรอง : 04 กุมภาพันธ์ 2568  
Date of Approval : February 05, 2024 Expiration Date : February 04, 2025

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวศุภนุช ต๊ะมา
วัน เดือน ปีเกิด	2 สิงหาคม 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 54 ถนน - ตำบล มะขุนหวาน อำเภอ สันป่าตอง จังหวัด เชียงใหม่ รหัสไปรษณีย์ 50120
อีเมลแอดเดรส	64863209@g.cmru.ac.th
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2567      หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์(วิทย์ทั่วไป) สถาบันการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ พ.ศ. 2563      หลักสูตร คณะครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป สถาบันการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ประสบการณ์การทำงาน	พ.ศ. 2563 – ปัจจุบัน      ตำแหน่ง ครู อันดับ คศ.๑ สังกัด / หน่วยงาน โรงเรียนวัดจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่