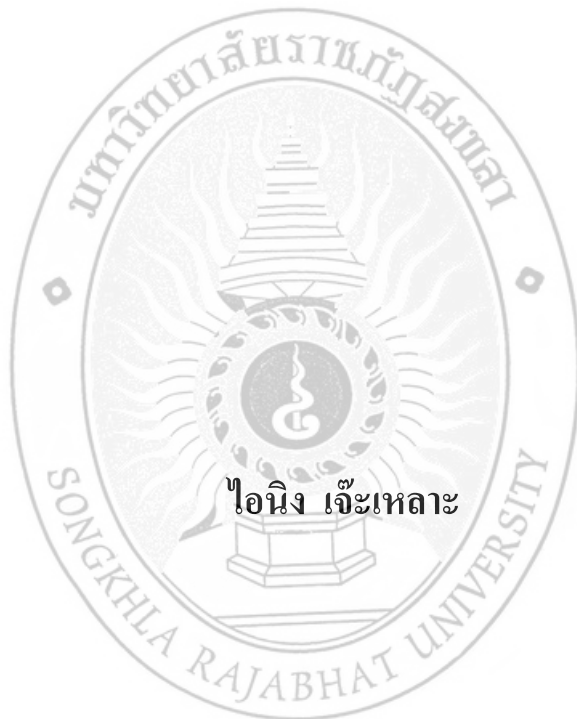


วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้  
แบบสืบเสาะหาความรู้



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

**THESIS**

**STUDY OF MISCONCEPTIONS ON FORCE AND MOTION OF  
MATTAYOMSUKSA 4 STUDENTS IS TAUGHT BY  
INQUIRY LEARNING**



**INING CHELOH**

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE  
DEGREE OF MASTER OF EDUCATION PROGRAM IN SCIENCE EDUCATION OF  
GRADUATE SCHOOL SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY**

**2013**

**COPYRIGHT OF SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY**



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา  
หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ชื่อวิทยานิพนธ์ Study of Misconceptions on Force and Motion of Mattayomsuksa 4  
Students is Taught by Inquiry Learning

ผู้วิจัย นางไอนิ่ง เจ๊ะเหลาะ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ดร.อนุมิตี เดชนะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(ดร.สธน เสนาสวัสดิ์) และประธานกรรมการบริหารหลักสูตร

.....กรรมการและเลขานุการหลักสูตร  
(ดร.สุวรรณี พรหมศิริ)

.....กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ  
(ผศ.ดร.ประสงค์ เกษราธิคุณ)

.....กรรมการจากบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผศ.ดร.ประภาพร แสงทอง)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองวิทยานิพนธ์แล้ว

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ผศ.ดร.ฉันท ชาติทอง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
ผู้วิจัย	นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ ปีการศึกษา 2556
ปริญญา	ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.อนุมติ เดชนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สธน เสนาสวัสดิ์

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ และเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนคติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างเลือกแบบเจาะจง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม อำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ 2) แบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค (Alpha Coefficient) ได้ค่าเท่ากับ 0.90 วิเคราะห์ข้อมูลโดย การหาค่าร้อยละของระดับความเข้าใจมโนคติ และเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนติก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยทดสอบที (t - test) ชนิดตัวอย่างไม่เป็นอิสระจากกัน (dependent sample)

จากการวิจัย 1) ระดับความเข้าใจ 7 มโนคติหลัก คือแรง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน กฎการเคลื่อนที่ น้ำหนัก กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน แรงเสียดทาน และการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ไปใช้ ผลการศึกษาระดับความเข้าใจมโนคติหลักของนักเรียนเปรียบเทียบก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีระดับความเข้าใจที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน กล่าวคือ ก่อนเรียนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ หลังเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลง และมีความเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตามลำดับ 2) ซึ่งสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนคติ เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ คะแนนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สามารถทำให้นักเรียนเข้าใจมโนคติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่มากขึ้น การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ช่วยให้ทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน และการเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งครูสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการแก้ไขมโนคติที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง



<b>Thesis Title</b>	Study of Misconceptions on Force and Motion of Mattayomsuksa 4 Students is Taught by Inquiry Learning
<b>Researcher</b>	Mrs.Ining Cheloh <b>Academic year:</b> 2013
<b>Degree</b>	Master of Education Program in Science Education
<b>Advisors</b>	1. Dr.Anumust Deachana 2. Dr.Sathon Senasawat

### Abstract

The aims of this research were 1) to study students' misconception-level on Force and Motion, and 2) to compare the achievement of conceptual understanding on Force and Motion between before and after learning using the inquiry learning method. The sample comprised 35 Mattayomsuksa 4 (grade 10) students of Wangkaphorpittayacom School, Kaphor, Pattani, Thailand, in the academic year 2013, obtained by purposive sampling. The research instruments were the learning management plan and the misconception test. The reliability of the test was 0.90 which measured by using Cronbach's alpha. Data were analyzed to reveal the percentage of understanding-level and to compare achievement before and after learning using the dependent-sample t-test.

This research focused on 7 major concepts: force, the resultant of 2-forces, Newton's laws of motion, weight, Newton's law of gravitation, frictional force, and application of the laws of motion. The results showed that: 1) the students' misconception-level ranged from high (misunderstanding) to low (complete understanding) at the pre-instructional stage. However, after having gone through the inquiry learning process their conceptual understanding had become more correct and their misconception-level reduced; 2) the average of posttest achievement score was significantly higher than the corresponding pretest score at 0.01 ( $P < 0.01$ ). Therefore, learning management using inquiry learning can result the students' understanding on Force and Motion in better. In addition, the result in each item of misconception and the transitions of students' misconception were revealed, enabling the teacher to design and improve the detailed strategy of instruction to solve the problems of misconception.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือ แนะนำ และให้คำปรึกษาอย่างดียิ่ง จาก ดร.อนุมัติ เชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ดร.สรน เสนาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดีตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ เกษราชิคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ รองศาสตราจารย์ทัศนีย์ ประธาน รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย มหาวิทยาลัยหาดใหญ่ และผู้ช่วยศาสตราจารย์วัฒนา เชนะ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่กรุณาสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม และโรงเรียนไม้แก่นกิตติวิทย จังหวัดปัตตานี ที่อำนวยความสะดวกเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบคุณกลุ่มทดลองใช้เครื่องมือ กลุ่มตัวอย่างทุกคนที่เห็นความสำคัญของงานวิจัยนี้ และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ เพื่อน ๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา เจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย และกัลยาณมิตรทุกท่าน ที่ไม่สามารถกล่าวนามในที่นี้ได้หมดที่คอยช่วยเหลือผู้วิจัยจึงขอขอบคุณท่านเหล่านั้นไว้ ณ โอกาสนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแก่บิดามารดา บุรพจารย์ และสถาบันการศึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้วิจัย

ไอนิง เจ๊ะเหลาะ

พฤษภาคม 2557

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	(3)
กิตติกรรมประกาศ.....	(4)
สารบัญ.....	(5)
สารบัญตาราง.....	(7)
สารบัญภาพ.....	(10)
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์การวิจัย .....	5
สมมติฐานการวิจัย .....	5
ขอบเขตการวิจัย .....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย .....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	8
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	9
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>10</b>
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	11
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนคติ.....	15
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	39
ทฤษฎีการเรียนรู้.....	52
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	55
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>62</b>
แบบแผนการวิจัย.....	62



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 (ต่อ)</b>	
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	63
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	63
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	69
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	70
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>74</b>
การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	74
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	75
<b>บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>86</b>
สรุป.....	86
อภิปรายผล.....	87
ข้อเสนอแนะ.....	96
บรรณานุกรม .....	98
ภาคผนวก.....	106
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ .....	107
ภาคผนวก ข หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	109
ภาคผนวก ค เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	113
ภาคผนวก ง การหาคุณภาพเครื่องมือ .....	264
ภาคผนวก จ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	283
ประวัติผู้วิจัย.....	285

## สารบัญญัตราง

ตาราง		หน้า
1	สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	14
2	บทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้.....	45
3	บรรยากาศทั่วไปในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้.....	50
4	แบบแผนวิธีการวิจัย.....	62
5	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย.....	64
6	แสดงระดับความเข้าใจมโนคติของนักเรียนในแต่ละมโนติก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	76
7	การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.....	84
8	ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง แรง.....	88
9	ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน.....	89
10	ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง กฎการเคลื่อนที่.....	90
11	ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง น้ำหนัก.....	91
12	ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน.....	92
13	ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง แรงเสียดทาน.....	93
14	ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้.....	94
15	วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและแผนผังการออกข้อสอบ.....	255
16	รายการมโนคติ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่.....	259
17	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแรง.....	265
18	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน.....	265
19	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน.....	266
20	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน.....	266

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า	
21	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน.....	267
22	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องน้ำหนัก.....	267
23	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องกฎแรงดึงดูด ระหว่างมวลของนิวตัน.....	268
24	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องแรงเสียดทาน	268
25	แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องการนำ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้.....	269
26	แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแรง.....	270
27	แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาแรงลัพธ์ของ แรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน.....	271
28	แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ ข้อที่หนึ่งของนิวตัน.....	272
29	แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ ข้อที่สองของนิวตัน.....	273
30	แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ ข้อที่สามของนิวตัน.....	274
31	แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องน้ำหนัก.....	275
32	แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องกฎแรงดึงดูด ระหว่างมวลของนิวตัน.....	276
33	แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องแรงเสียดทาน.....	277
34	แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ ของนิวตันไปใช้.....	278
35	แสดงค่าเฉลี่ยรวมผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้.....	279
36	แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรง และ กฎการเคลื่อนที่ .....	279

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
37	แสดงระดับความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ ).....	282
38	แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้.....	284



## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	7
2 แสดงสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน.....	35
3 แสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้.....	43
4 แสดงขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้.....	66
5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อน.....	68
6 แสดงระดับความเข้าใจมโนคติหลักเรื่องแรง.....	81
7 แสดงระดับความเข้าใจมโนคติหลักเรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุม ต่อกัน.....	81
8 แสดงระดับความเข้าใจมโนคติหลักเรื่องกฎการเคลื่อนที่.....	82
9 แสดงระดับความเข้าใจมโนคติหลักเรื่องน้ำหนัก.....	82
10 แสดงระดับความเข้าใจมโนคติหลักเรื่องน้ำหนัก.....	83
11 แสดงระดับความเข้าใจมโนคติหลักเรื่องแรงเสียดทาน.....	83
12 แสดงระดับความเข้าใจมโนคติหลักเรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้...	84

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และก่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การศึกษาเกี่ยวกับระบบมโนคติต่าง ๆ มีความจำเป็นต่อการพัฒนาการของเนื้อหาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังที่ มังกร ทองสุคติ (2521: 99) ได้ชี้ให้เห็นความสำคัญของระบบมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า 1) เป็นตัวการสำคัญที่จะช่วยให้เกิดการค้นคว้าแบบต่อเนื่อง เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อสรุปต่าง ๆ 2) เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะช่วยให้เกิดการเข้าใจว่าข้อเท็จจริงทั้งหลายมีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างไร 3) จะเอื้อประโยชน์ต่อการศึกษาในขั้นต่อไปว่าวิถีทางต่าง ๆ ของการศึกษาค้นคว้าในอนาคตนั้นจะมีความเกี่ยวพันและจะเป็นที่เข้าใจได้อย่างไรบ้าง และปัญหาที่ยากยิ่งของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวหลักสูตรใหม่คือ นักเรียนไม่ได้รับการสอนให้เกิดทักษะในการใช้สติปัญญา เพื่อนำไปสร้างมโนคติ และนักเรียนไม่ได้รับการแนะนำให้รู้วิธีการพัฒนาการสร้างมโนคติ

กระทรวงศึกษาธิการ (2551: 3-9) ได้มีจุดมุ่งหมายของวิชาวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้ผลจะต้องมุ่งอยู่ที่การสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์ให้แก่ นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เกิดทักษะการคิดในการสร้างองค์ความรู้ และกำหนดโครงสร้างทางความรู้ของนักเรียนเอง ดังความเห็นของ มังกร ทองสุคติ (2523: 2) ที่ว่า “ในการสอนวิทยาศาสตร์นั้น ครูผู้สอนจะต้องทราบว่าตนเองมีความรับผิดชอบมากมาย การรู้แต่เพียงว่าวิทยาศาสตร์คืออะไรนั้น ยังไม่เป็นการเพียงพอ ครูจะต้องถ่ายทอดให้นักเรียนเข้าใจมโนคติ (Concept) และหลักเกณฑ์ (Principle) ทางวิทยาศาสตร์” ซึ่งสอดคล้องกับ มานิดา เพชรรัตน์ (2531: 98) กล่าวว่า “มโนคติเป็นพื้นฐานที่สำคัญมากของความรู้วิทยาศาสตร์”

การเข้าใจมโนคติเป็นสิ่งที่มิมีประโยชน์อย่างมากต่อการเรียนรู้ นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความสำคัญ และประโยชน์ของการเข้าใจมโนคติไว้ดังนี้ จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า (2537: 20) กล่าวว่า “มโนคติ เป็นพื้นฐานอันสำคัญของการคิด ซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจต่อสรรพสิ่งรอบตัว” ซึ่งสอดคล้องกับ ไพเราะ ทิพยทัศน์ (2521: 19) กล่าวว่าประโยชน์ของการสอนมโนคติ

ในวิชาวิทยาศาสตร์ ก็คือ มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้พร้อมที่จะจำแนกเรื่องราวอันซับซ้อนให้เข้าเป็นหมู่เป็นพวก และเพื่อให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยไม่ต้องเรียนใหม่ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของตน เพราะสามารถทำให้งานที่ดูเหมือนยากเป็นงานที่ง่าย และที่สำคัญที่สุดคือเป็นผู้นำวิชานั้นมาประยุกต์กับสังคม ให้ตรงกับความต้องการเฉพาะหน้า นอกจากนี้ นวลจิตต์ เชาวศิริพิงศ์ (2537: 57) ได้กล่าวว่า “การเรียนรู้โนมตี จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องหนึ่ง ๆ ถึงระดับสูงสุดได้ และนอกจากนั้นยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น” ซึ่งสอดคล้องกับ สุวินัย คล้ายนิล (2535: 3) กล่าวว่า “เป้าหมายที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน คือ มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนสร้างมโนมตีและมีความเข้าใจในธรรมชาติของเรื่องที่ศึกษาอย่างชัดเจน”

จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าในการจัดการเรียนการสอนนั้น ควรสร้างให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และมีมโนมตีเกี่ยวกับสิ่งนั้นอย่างชัดเจน ถ้าผู้เรียนมีมโนมตีที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใดมาก่อน ก็ต้องวิเคราะห์หามโนมตีที่คลาดเคลื่อนนั้นออกมาให้เห็นและเสนอมโนมตีที่ถูกต้องให้แก่ผู้เรียน ซึ่งในเรื่องมโนมตีที่คลาดเคลื่อน สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540: 52 - 63) ได้กล่าวว่าการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับต่าง ๆ นั้นมีปัญหาและอุปสรรคหลายประการ ที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างถ่องแท้ แต่มีโอกาสดังกล่าวเพียงได้รับทราบแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น สาเหตุประการหนึ่งในหลาย ๆ สาเหตุ ก็คือนักเรียนมีแนวความคิดความเชื่อในปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น และอธิบายปรากฏการณ์เหล่านั้นตามความรู้สึกของตนเอง โดยคำอธิบายนั้นแตกต่างจากแนวความคิดที่นักวิทยาศาสตร์จะยอมรับได้ ซึ่งนักการศึกษาวิทยาศาสตร์เรียกสิ่งเหล่านี้ว่า มโนมตีที่คลาดเคลื่อน (Misconception) มโนมตีที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนั้น มีอยู่จริงและสามารถแก้ไขได้ด้วยการสอนให้นักเรียนลงมือปฏิบัติ ดังนั้นท่านที่เป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ต้องช่วยกันค้นหาและแก้ปัญหามโนมตีที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและสรรหาวิธีสอน เพื่อขจัดมโนมตีที่คลาดเคลื่อนเหล่านั้น พร้อมทั้งให้มโนมตีที่ถูกต้องชัดเจน

วิทยาศาสตร์มาจากรากศัพท์เดิมในภาษาละติน คือ Scientia ซึ่งแปลว่าความรู้ (พงษ์ศักดิ์ สังขสิทธิ์, 2557) ซึ่งเป็นระบบการสร้างและการจัดการความรู้ในรูปแบบที่สามารถทดสอบ อธิบาย และพยากรณ์เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ได้ ในอดีตเป็นการศึกษาเพื่อให้เข้าใจหรือพยากรณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เช่น ดิน ฟ้า อากาศ ฤดูกาล หรือระบบดวงดาวต่าง ๆ สำหรับปัจจุบันวิทยาศาสตร์หมายถึง วิชาที่สืบค้นหาความจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้วิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป วิทยาศาสตร์เป็นความรู้

เกี่ยวกับธรรมชาติ ซึ่งมนุษย์ได้ศึกษาค้นคว้ามาตั้งแต่อดีตจนกระทั่งปัจจุบันและจะศึกษาต่อไปในอนาคตอย่างไร้รู้จักจบสิ้น นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ยังเป็นความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงที่ทดสอบได้ เป็นความรู้ที่มีขอบเขต มีระเบียบกฎเกณฑ์ เป็นความรู้ที่มีรากฐานมาจากการสังเกต การจดบันทึก การตั้งสมมุติฐาน (มังกร ทองสุขดี, 2521; ผดุงยศ ดวงมาลา, 2530; พงษ์ศักดิ์ สังขภิญโญ, 2556) วิทยาศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็นสองสาขาใหญ่ ๆ คือ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และวิทยาศาสตร์กายภาพ โดยศึกษาธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตและไม่ใช่อชีวิต ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละสาขาสสามารถจำแนกเป็นสาขาย่อย ๆ ได้อีกมากมาย วิชาฟิสิกส์เป็นสาขาย่อยหนึ่งในวิทยาศาสตร์กายภาพที่มุ่งหา กฎเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ เป็นวิชาที่สามารถประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ ในชีวิตประจำวันได้มาก เทคโนโลยีต่าง ๆ ส่วนมากแล้วต้องอาศัยความรู้ทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับ คาปรา (2537: 1 อ้างถึงใน ประจวบ เรืองยังมี, 2542: 1) กล่าวไว้ว่า ฟิสิกส์ สมัยใหม่มีอิทธิพลอย่างลึกซึ้งต่อสังคมมนุษย์ในแง่มุมต่าง ๆ เกือบทั้งหมดเป็นพื้นฐานของ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ และทั้งวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและเทคโนโลยีได้เปลี่ยนแปลงเงื่อนไข พื้นฐานของการดำรงอยู่ของชีวิตบนพื้นพิภพนี้ ทั้งในทางที่เป็นคุณและโทษ ในปัจจุบัน อุตสาหกรรมส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์จากความรู้ของวิชาฟิสิกส์ที่ว่าด้วยอะตอม (Atomic Physics) และจากการประยุกต์ไปใช้ในการสร้างอาวุธนิวเคลียร์ อิทธิพลของฟิสิกส์สมัยใหม่ไม่จำกัดอยู่ เฉพาะด้านเทคโนโลยี หากก้าวเลยไปถึงความคิดและวัฒนธรรมของมนุษย์ ซึ่งทำให้มนุษย์เปลี่ยน ทัศนคติของตนต่อจักรวาลและต่อความสัมพันธ์ของตนกับจักรวาลด้วย

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีส่วนสำคัญในการ พัฒนาประเทศ แต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนฟิสิกส์ยังมีลักษณะครูเป็นศูนย์กลางมุ่งเน้น ผลสุดท้าย คือการจดจำสมการคณิตศาสตร์และการนำไปแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูส่วนใหญ่มักจะใช้ วิธีการสอนโดยเฉพาะทางด้านการคำนวณ โดยไม่มีการสอนความรู้ ความเข้าใจ สอดคล้องกับ มโนคติในวิชาฟิสิกส์เรื่องนั้น ๆ อย่างแท้จริงโดยข้ามขั้นตอนที่จะให้นักเรียนมีความซึมซาบ มโนคติทางฟิสิกส์เรื่องนั้น ๆ (สมนึก บุญพาไสว, 2534: 19 อ้างถึงใน นิคม ทองบุญ, 2542: 3) การเรียนการสอนฟิสิกส์ในปัจจุบัน จึงยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเพราะนักเรียนยังไม่เข้าใจ มโนคติทางฟิสิกส์หรือมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน ส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาฟิสิกส์ สอดคล้องกับผลการทดสอบของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (Ordinary National Educational Test: O – NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปี พ.ศ.2553 – 2555 ระดับประเทศพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 30.90 27.90 และ 33.10 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ย O – NET ปี พ.ศ.2553 – 2555 ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ผลปรากฏว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.41 22.58 และ 27.95 ตามลำดับ เมื่อ



พิจารณาคะแนนเฉลี่ย O – NET ปี พ.ศ.2553 – 2555 ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนโรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม จังหวัดปัตตานี พบว่านักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2556) ประกอบกับงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา พบว่านักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์จำนวนมาก เช่น

□ การศึกษาของ Hancer and Durkan (2008: 45 - 50) ที่พบว่า นักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจดังต่อไปนี้ 1) เมื่อมีแรงขนาดคงที่มากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 2) เมื่อมีแรงกระทำ ต่อวัตถุอย่างไม่ต่อเนื่อง วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงและหยุดในที่สุด 3) แรงเสียดทานมีผลต่อวัตถุที่อยู่นิ่ง 4) เมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงและหยุดในที่สุด 5) ถ้าวัตถุ ไม่เคลื่อนที่แสดงว่าไม่มีแรงกระทำต่อวัตถุ 6) แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับพื้นผิวสัมผัสของวัตถุ นอกจากนี้ผลการศึกษาของ Bayraktar (2009: 273 - 291) ที่พบว่า นักศึกษาฝึกหัดครูมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และการเคลื่อนที่ ในประเด็นเกี่ยวกับแรงผลักดันและแรงที่กระทำต่อวัตถุ นักศึกษาชายและนักศึกษาหญิงมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน และนักศึกษามีมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลงตามจำนวนปีการศึกษา และผลการศึกษาของ Prescott and Mitchelmore (2005: 633-639) ที่พบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ในประเด็นต่อไปนี้ 1) แรงที่กระทำต่อวัตถุที่ถูกยิงหรือโยน 2) ตำแหน่งสัมพัทธ์ของวัตถุที่เคลื่อนที่ลงและวัตถุที่ถูกยิง 3) เวลาสัมพัทธ์ของวัตถุ 4) แรงที่กระทำต่อก้อนหินที่ถูกโยนขึ้นในแนวดิ่ง

ดังนั้นวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ถูกต้องจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง วิธีการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์มีหลากหลายวิธีที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ □ (Inquiry Approach) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ □ ที่นำมาใช้ได้ □ ผลในวิชาวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนคติทางวิทยาศาสตร์และมีความรู้ □ ในคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ คำนึงเกี่ยวกับกระบวนการหาความรู้ □ ของนักวิทยาศาสตร์ เข้าใจว่านักวิทยาศาสตร์ค้นพบความรู้ □ ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างไรและประยุกต์ใช้ความรู้ □ ทางวิทยาศาสตร์ □ ประเด็นทางสังคมและประเด็นเกี่ยวกับบุคคลได้ (National Research Council [NRC], 2000; Zion, Michalsky&Mevarech, 2005 อ้างถึงใน พจนานุกรมศัพท์, 2549)

จากสภาพปัญหา และการศึกษางานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าปัญหาในการเรียนการสอนฟิสิกส์มีสาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือ กระบวนการจัดการเรียนรู้เน้นผลลัพธ์สุดท้ายคือให้นักเรียนแก้ปัญหาโจทย์ได้ โดยที่ไม่ได้มุ่งเน้นปลูกฝังความรู้หรือมโนคติทางฟิสิกส์ นอกจากนี้ครูผู้สอนยังขาดเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนคติทางฟิสิกส์ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากแรงเป็นปริมาณพื้นฐานที่สำคัญมากที่สุดปริมาณหนึ่งทางฟิสิกส์ หากนักเรียนไม่เข้าใจเรื่องแรงแล้ว ส่วนที่เหลือของกลศาสตร์ทั้งหมดก็ไร้ประโยชน์ การวิจัยครั้งนี้ ช่วยให้เห็นถึงข้อมูลเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน และการเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งครูสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการแก้ไขมโนคติที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. เพื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนคติเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

### สมมติฐานการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะทำให้นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ลดน้อยลง
2. หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนคติเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้

### ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้กำหนดขอบเขตการศึกษา ดังนี้

## 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

### 1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก จังหวัดปัตตานี จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 200 คน

### 1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม อำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 35 คน ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง

## 2. เนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองค้างนี้ ใช้เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ตามหลักสูตรระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพุทธศักราช 2551 ซึ่งมีเนื้อหา ดังนี้

- 2.1 แรง
- 2.2 การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
- 2.3 กฎการเคลื่อนที่
- 2.4 น้ำหนัก
- 2.5 กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
- 2.6 แรงเสียดทาน
- 2.7 การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

## 3. ตัวแปร

ตัวแปรที่จะใช้ในการศึกษาค้างนี้ คือ

- 3.1 ตัวแปรต้น การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- 3.2 ตัวแปรตาม
  - 1) มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่
  - 2) คะแนนความเข้าใจมโนคติ เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่

## 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยค้างนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โดยใช้เวลาเรียน 4 คาบ/สัปดาห์ คาบละ 50 นาที เป็นเวลา 7 สัปดาห์ และ 1 คาบ รวมทั้งสิ้น 29 คาบ

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้สนใจศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม อำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ ดังภาพ 1

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม
<p>การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มี 5 ขั้นตอนดังนี้</p> <p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement)</p> <p>ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)</p> <p>ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)</p> <p>ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration)</p> <p>ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation)</p>	<p>1. มโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ประกอบด้วย 7 มโนคติหลัก ดังนี้</p> <p>1.1 แรง</p> <p>1.2 การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุม ต่อกัน</p> <p>1.3 กฎการเคลื่อนที่</p> <p>1.4 น้ำหนัก</p> <p>1.5 กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน</p> <p>1.6 แรงเสียดทาน</p> <p>1.7 การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ไปใช้</p> <p>2. คะแนนความเข้าใจมโนคติ เรื่อง แรง และ กฎการเคลื่อนที่</p>

ภาพ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## นิยามศัพท์เฉพาะ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้คำศัพท์ในความหมายและขอบเขตดังนี้

1. มโนคติ (Concept) หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น ๆ แล้วนำมาประมวลเพื่ออธิบายลักษณะจนเป็นข้อสรุปของสิ่งนั้นซึ่งนักการศึกษา บางคนอาจจะใช้คำว่า แนวคิด มโนภาพ หรือสังกัปแทนก็ได้

2. มโนคติทางฟิสิกส์ (Physical Concept) หมายถึง มโนคติในเนื้อหาบทเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวม 1 บทเรียน คือ แรง และกฎการเคลื่อนที่

3. มโนคติที่คลาดเคลื่อน (Misconception) หมายถึง มโนคติของนักเรียนที่ต่างจากมโนคติที่นักวิทยาศาสตร์จะยอมรับได้

4. ความเข้าใจมโนคติทางฟิสิกส์ หมายถึง การรู้ความหมายหรือรู้เรื่องในสิ่งที่เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับ เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน โดยจำแนกเป็นกลุ่มความเข้าใจมโนคติตามหลักการของ Haidar (1997) ออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

4.1 กลุ่มที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (Scientific Understanding, SU) หมายถึงนักเรียนตอบได้  สอดคล้อง  อกกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์

4.2 กลุ่มที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์แบบไม่  สมบูรณ์ (Partial Understanding, PU) หมายถึง นักเรียนตอบได้  สอดคล้อง  อกกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์และให้เหตุผลถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์

4.3 กลุ่มที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Partial Understanding with Misunderstanding, PU&MU) หมายถึง นักเรียนตอบได้  สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

4.4 กลุ่มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (Misunderstanding, MU) หมายถึง คำตอบและเหตุผลของนักเรียนไม่สอดคล้อง  อกกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

4.5 กลุ่มที่ไม่  เข้าใจ (No Understanding, NU) หมายถึง นักเรียนไม่  ใด  ตอบคำถามหรือตอบว่าไม่เข้าใจหรือจำไม่ได้

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ช่วยให้ทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ เพื่อให้ครู และนักพัฒนาหลักสูตรนำไปใช้ในการแก้ไขหรือเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้อง ตลอดจนป้องกันการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน
2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนคติเฉลี่ยเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ช่วยให้ทราบถึงการเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. เพื่อเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจในการพัฒนาหรือสร้างแบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการศึกษาโมเดลที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ได้มีการศึกษาเอกสารและ  
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้  
วิทยาศาสตร์
  - 1.1 คุณภาพผู้เรียน
  - 1.2 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนคติ
  - 2.1 ความหมายของมโนคติทั่วไป
  - 2.2 ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์
  - 2.3 องค์ประกอบของมโนคติ
  - 2.4 การสร้างมโนคติ
  - 2.5 การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ
  - 2.6 มโนคติที่คลาดเคลื่อน
    - 2.6.1 ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อน
    - 2.6.2 ลักษณะของมโนคติที่คลาดเคลื่อน
    - 2.6.3 สาเหตุการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน
    - 2.6.4 การสอนเพื่อขจัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.1 ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.2 จิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.3 ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.4 บทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
  - 3.5 บรรยากาศการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้
  - 3.6 ข้อดีของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

4. ทฤษฎีการเรียนรู้
  - 4.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism)
  - 4.2 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน
  - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

## หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคน ทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้ และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งฐานการเรียนรู้ (Knowledge - Based Society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) โดยกล่าวถึงคุณภาพผู้เรียน ดังต่อไปนี้

### 1. คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 8-9) ได้กำหนดคุณภาพผู้เรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ไว้ดังนี้

- 1.1 เข้าใจการรักษาคูณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคูณภาพของสิ่งมีชีวิต
- 1.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ



1.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

1.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี

1.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

1.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกก๊าซธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

1.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยินสมบัติประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

1.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

1.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ และความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

1.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคมและสิ่งแวดล้อม

1.12 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

1.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถามวิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

1.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

1.15 ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

1.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ทำให้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

1.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

1.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกัน ดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

1.19 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

1.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีคุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น

จากคุณภาพผู้เรียน กล่าวโดยสรุปได้ว่า ผู้เรียนที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จะต้องมีคุณภาพที่เหมาะสมในด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

## 2. สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1-2) ไว้ดังตาราง 1

ตาราง 1 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่	เรื่อง	สารการเรียนรู้
1	สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต	สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและเทคโนโลยีชีวภาพ
2	ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม	สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ
3	สารและสมบัติของสาร	สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนแปลงสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารผสมเคมีและการแยกสาร
4	แรงและการเคลื่อนที่	ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์ การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน
5	พลังงาน	พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

## ตาราง 1 (ต่อ)

สาระที่	เรื่อง	สาระการเรียนรู้
6	กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก	โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณีปฏิจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ
7	ดาราศาสตร์และอวกาศ	วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์ และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
8	ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาาสตร์

จากสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวโดยสรุปได้ว่า สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มีทั้งหมด 8 สาระ ซึ่งแต่ละสาระมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ เนื่องจากแรงเป็นปริมาณพื้นฐานที่สำคัญมากที่สุดปริมาณหนึ่งทางฟิสิกส์และต้องนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาวิชากลศาสตร์

## เอกสารที่เกี่ยวข้องกับมโนคติ

### 1. ความหมายของมโนคติทั่วไป

คำว่า “มโนคติ” มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า “Concept” ซึ่งเดิมมีการใช้คำอื่น ๆ ในความหมายเดียวกันอีกหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ สังกัป มโนภาพ ในที่นี้ใช้คำว่า “มโนคติ” โดยได้มีผู้ให้ความหมายของคำว่า “มโนคติ” ไว้ดังนี้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2546: 2) ได้ให้ความหมายของมโนคติว่า มโนคติ หมายถึง ภาพในความคิดที่เปรียบเสมือนภาพตัวแทนหมวดหมู่ของวัตถุ สิ่งของ แนวคิดหรือปรากฏการณ์ ซึ่งมีลักษณะทั่ว ๆ ไปคล้ายกัน

อำนาจ เจริญศิลป์ (2544: 3) ได้ให้ความคิดเห็นว่า มโนคติของสิ่งใดเป็นความคิด โดยสรุปของสิ่งนั้น เป็นจินตภาพที่เกิดขึ้นในใจของเราต่อสิ่งนั้น เป็นจุดสำคัญของสิ่งนั้น และเป็น คุณสมบัติหรือลักษณะเฉพาะของสิ่งนั้น

นาคยา ปิณฑานนท์ (2542: 8) ได้สรุปเกี่ยวกับมโนคติว่า 1) มโนคติมีลักษณะ เป็นคำหรือกลุ่มคำ 2) มโนคติไม่ใช่ความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง 3) มโนคติเป็นความรู้ ความเข้าใจ ในภาพรวมขององค์ความรู้ ข้อเท็จจริง 4) การมีความคิดรวบยอดต้องอธิบายหรือใช้ตัวอย่างประกอบ เพื่อแสดงความเข้าใจในเรื่องนั้น

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542: 154) ให้ความหมายของมโนคติว่า หมายถึง กลุ่มของ สิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นรูปธรรมที่ง่าย เช่น ต้นไม้ รถยนต์ หรืออาจเป็น นามธรรมที่ซับซ้อน เช่น ความจงรักภักดี หรือ ประชาธิปไตย เป็นต้น

ภพ เลาหไพบูลย์ (2542: 3) ได้ให้ความคิดเห็นว่า มโนคติเป็นเรื่องของแต่ละบุคคล การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ จะทำให้เกิดการรับรู้ บุคคลนั้นจะนำ การรับรู้นี้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขา จะทำให้เกิดมโนคติซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับ วัตถุหรือปรากฏการณ์นั้นและทำให้เขามีความรู้ขึ้น แต่ละบุคคลย่อมมีมโนคติเกี่ยวกับวัตถุหรือ ปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกันขึ้นอยู่กับประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น และยังได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ว่า หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยนำการรับรู้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม

สุรางค์ โคว์ตระกูล (2552: 327) ได้ให้คำจำกัดความของมโนคติว่า เป็นคำที่เป็น นามธรรม ใช้แทนสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่จัดไว้ในจำพวกเดียวกัน โดยถือลักษณะ (Attribute) ที่สำคัญหรือวิกฤติเป็นเกณฑ์ เช่นคำว่า “นก” เป็นคำที่ใช้แทนสัตว์จำพวกหนึ่งที่มีคุณลักษณะวิกฤติ (Critical Attributes) 3 อย่างคือ สัตว์นั้นจะต้องมีปีก ขน (Feather) และบินได้ แม้ว่านกในโลกจะมี หลายร้อยชนิด แต่คนเราสามารถที่จะมีมโนคติ “นก” ในการสื่อความหมาย หรือเป็นรากฐาน ของความคิดดังกล่าวนี้ คือ มีปีก มีขน บินได้

สุวิมล เขียวแก้ว (2540: 53) ให้ความหมายมโนคติว่าหมายถึง การสังเคราะห์หรือ บอกรความสัมพันธ์ในเชิงตรรกศาสตร์จากข้อมูลที่ตรงประเด็น เป็นผลผลิตจากการใช้จินตนาการ การตัดสินใจที่มีเหตุผลของผู้เรียนมโนคติเป็นสิ่งที่ซับซ้อนกว่าการรวบรวมความรู้ที่เป็นระบบอยู่ แล้วเพื่อความเข้าใจในเรื่องที่กำลังสนใจศึกษา

สมจิต สวชนไพบูลย์ (2435: 1) ได้ให้ความหมายมโนคติว่า เป็นความคิดหลักของคน ที่มีต่อวัตถุ เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์นั้น ๆ มโนคติแต่ละบุคคลอาจไม่เหมือนกันขึ้นอยู่กับ ประสบการณ์และวุฒิภาวะของบุคคลนั้น

มาลินี จุฑะรพ (2537: 40) ได้ให้ความหมายมโนมติว่า หมายถึง ความเข้าใจในลักษณะของสิ่งเร้าและสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าได้

วิไลวรรณ ศรีศรีชนะนะมา (2537: 49) ให้ความหมายว่าหมายถึงแนวคิดสำคัญที่ได้จากการสรุปหรือกลั่นกรองจากข้อมูลหรือข้อเท็จจริง การสรุปอาจจะได้เป็นถ้อยคำหรือประโยค กระทำรัดและสื่อความหมายได้ หรืออาจสรุปออกมาเป็นกลุ่มเป็นประเภทในรูปแบบใดแบบหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล

Romey (1968: 72 อ้างถึงใน สุวิมล เขียวแก้ว, 2540: 52) ได้กล่าวว่ามโนมตินั้นอาจจะหมายถึง

1) ความสามารถในการชิงนามธรรมที่จะจัดการความคิดหลาย ๆ ความคิดเข้าด้วยกันเพื่อนำไปสู่ความสัมพันธ์เชิงเหตุผล

2) ผลจากการสรุปความหมายโดยการแสดงนัยทั่วไป ซึ่งได้จากการทำงานของสมอง

3) การสรุปโดยทั่วไป ซึ่งเชื่อมโยงจากสิ่งที่เฉพาะเจาะจงไปสู่สิ่งที่ครอบคลุมกว้างขวางขึ้น

4) ความคิดที่ได้จากการทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะที่สำคัญและจำเป็น ซึ่งเป็นตัวแทนของสมาชิกในกลุ่มนั้น (Class or Logical Species)

5) ความคิดที่รวมถึงทุกลักษณะที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กับคำนั้น ๆ

6) เครื่องข่ายของการลงความเห็นจากข้อมูลซึ่งมีพื้นฐานมาจากการสังเกตวัตถุ เหตุการณ์หลากหลายชนิด โดยวิธีการที่แตกต่างออกไป

7) การสร้างความรู้จากการสรุปแนวคิดในเชิงตรรกศาสตร์

8) การทำความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎี (A theoretical Construct) เช่นมโนมติเกี่ยวกับอะตอม

9) โครงสร้างที่ง่ายที่สุดที่จะช่วยให้เข้าใจสิ่งรอบตัว

Macdonal (1959: 134-135 อ้างถึงใน อัจฉลินดา อัมมะอารีฟี, 2551: 11) ได้กล่าวว่ามโนมติคือ การจำแนกประเภทกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ซึ่งจะต้องนำประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น ๆ มาแยกแยะสรุปรวบรวม

Mcmillan and Schumacher (1997: 100 อ้างถึงใน อัจฉลินดา อัมมะอารีฟี, 2551: 11) ได้ให้ความหมายของมโนมติไว้ว่า หมายถึง บทสรุปจากการสังเกตปรากฏการณ์ เป็นคำศัพท์พื้นฐานทั่วไปของการสังเกตเหตุการณ์และการปรากฏอยู่ และแบ่งแยกปรากฏการณ์จากเหตุการณ์เรื่องราว ภาษาที่แตกต่างกันไป

De-Cecco (1974 อ้างถึงใน พรณี ชูทัย เจนจิต, 2545: 422) ได้ให้ความหมายของมโนมติว่า มโนมติคือกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกันอาจจะแยกออกเป็นประเภทของสิ่งของการกระทำหรือความคิดโดยทั่วไป เราเรียกมโนมติของสิ่งต่าง ๆ ด้วยชื่อของสิ่งนั้นเช่น หนังสือสงคราม นักเรียน ผู้หญิงสวย หมอ ฯลฯ สิ่งเร้าบางอย่างไม่จัดว่าเป็นมโนมติ เช่น หนังสือสามก๊ก เด็กชายดำ ครูวนิดา ฯลฯ เพราะสิ่งเร้าเหล่านี้เป็นสิ่งเร้าเฉพาะไม่ใช่สิ่งเร้าเป็นกลุ่ม

Goodwin and Klausmeier (1975 อ้างถึงใน พรณี ชูทัย เจนจิต 2545:421-422) ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับมโนมติว่า มโนมติจะบอกให้ทราบถึงคุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะป็นวัตถุเหตุการณ์หรือขบวนการซึ่งทำให้เราแยกสิ่งต่าง ๆ นั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้ และในขณะที่เดียวกันก็สามารถเชื่อมโยงเข้ากับกลุ่มสิ่งของประเภทเดียวกันได้

จากการที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนมติดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า มโนมติ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลที่สรุปรวมเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยอาศัยประสบการณ์เดิมแล้วนำมาประมวลความรู้ที่ได้เข้าด้วยกันให้เป็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

## 2. ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ผดุงยศ ดวงมาลา (2530: 5) ได้ให้ความหมายมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง มโนมติที่เกิดจากการนำเอาข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกัน มาผสมผสานกันให้ดีขึ้นเป็นรูปแบบใหม่ มโนมติของสิ่งใดก็คือ ความคิดหลัก (Main Idea) ของสิ่งนั้น ๆ หรือเป็นความคิดโดยสรุปต่อสิ่งนั้น

พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา และคณะ (2537: 11) ให้ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์ในเรื่องนั้น ๆ จนเกิดการเรียนรู้และสรุปเป็นความเข้าใจเรื่องนั้น ๆ ของแต่ละบุคคล มโนมติทางวิทยาศาสตร์มีทั้งระดับที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงต่อเนื่องกันระหว่างมโนมติหนึ่ง ๆ ซึ่งอาจเกิดมโนมติหลาย ๆ มโนมติที่นำมาสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผล มโนมติทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ ผู้ศึกษาและเข้าใจ จะเข้าใจตรงกันและช่วยให้เข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจน ตัวอย่างมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เช่น

- 1) สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะมีนมเลี้ยงลูก
- 2) พลังงานความร้อนจะทำให้สารเปลี่ยนสถานะได้
- 3) ยีนส์ที่อยู่บนโครโมโซมจะเป็นตัวกำหนดลักษณะทางพันธุกรรม

ซีรัชย์ ปุณฺโฑติ และ พัชร่า ทวีวงศ์ ณ อยุธยา (2536: 41) กล่าวว่า วิชา มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลกันเข้าเป็นความคิดโดยสรุปของสิ่งนั้น ตัวอย่างของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่

- 1) แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
- 2) แมลงคือสัตว์ที่มีลำตัวเป็นปล้องและมีขา 6 ขา
- 3) น้ำเมื่อเดือดจะกลายเป็นไอ

มนมณัส สุดสั้น (2543: 12 อ้างถึงใน อัชลินดา อัลมะฮารีฟีฮ์, 2551: 12) ให้ความหมายมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปรวมในข้อเท็จจริง หลักการ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

สุวัฒน์ นิยมคำ (2531: 166) ได้ให้ความหมายของ คำว่ามโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นรูปแบบของความรู้ ซึ่งเกิดจากการจัดกลุ่มหรือจัดประเภทของสิ่งของที่ได้รับการสังเกตหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน

หทัยรัช รังสุวรรณ (2539: 13) ได้ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ โดยสรุปรวมในข้อเท็จจริง และหลักการหรือข้อสรุปซึ่งสัมพันธ์กันอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

Sund and Trowbridge (1973: 17) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การสร้างมโนภาพจากสิ่งที่ได้กระทำหรือรับรู้และสรุปออกมา

Klopfers (1971: 12) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรม อันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่ามีมโนคตินั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

Romey (1968: 122) ได้ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการสรุปอย่างกว้าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะบางอย่างทางกายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของข้อเท็จจริงและประสบการณ์

จากความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้จะเห็นได้ว่ามโนคติทางวิทยาศาสตร์ไม่ได้แตกต่างจากมโนคติทั่ว ๆ ไป มากนัก เพียงแต่มโนคติทางวิทยาศาสตร์เป็นการรวบรวมข้อสรุปบนพื้นฐานของเหตุและผล ซึ่งอาศัยข้อเท็จจริงและหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์สรุปได้ว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ข้อสรุปของบุคคลเกี่ยวกับลักษณะบางอย่างทางกายภาพและชีวภาพ โดยอาศัยข้อเท็จจริง หลักการ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์



### 3. องค์ประกอบของมโนคติ

พวงเพ็ญ อินทรประวัติ (2532: 14– 19) กล่าวว่า มโนคติประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้

3.1 ชื่อ (Name) เป็นคำหรือข้อความที่ใช้เรียกกลุ่มหรือหมวดหมู่ของประสบการณ์ โดยใช้ลักษณะเฉพาะร่วมเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ตัวอย่างชื่อมโนคติ ได้แก่ ผลไม้ รัฐบาล เป็นต้น จะเห็นว่าสิ่งที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันอาจแตกต่างกันในรายละเอียดปลีกย่อย เช่น ผลไม้มีหลายชนิด บ่อยครั้งที่ผู้เรียนไม่เข้าใจมโนคติ โดยไม่รู้จักชื่อมโนคติ เด็กเล็ก ๆ มักจัดผลไม้ต่าง ๆ อยู่ในประเภทเดียวกัน โดยมีเหตุผลว่าสิ่งเหล่านี้สามารถรับประทานได้ ซึ่งลักษณะเฉพาะดังกล่าวเป็นการอธิบายมโนคติแทนที่จะระบุชื่อมโนคติ อย่างไรก็ตามถ้ารู้มโนคติแล้วก็ไม่ยากที่จะเรียนรู้ชื่อของมโนคติ

3.2 ตัวอย่าง (Examples) หมายถึง ส่วนหนึ่งของการรู้มโนคติ (Knowing Concept) คือการระบุตัวอย่างของมโนคติได้ถูกต้องและแยกสิ่งใกล้เคียง แต่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนคติได้

3.3 คุณลักษณะเฉพาะ (Attributes) หมายถึง คุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญที่เราใช้ป็นลักษณะร่วมหรือเกณฑ์ในการจัดสิ่งต่าง ๆ ให้เป็นหมู่เดียวกัน แต่ต้องระวังอย่าใช้ลักษณะที่ไม่สำคัญเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาตัวอย่าง เช่น เรามักเห็นป้ายบอกราคาติดอยู่ที่ผลไม้แต่ละชนิด แต่เราทราบว่ายี่ห้อผลไม้ไม่ใช่ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ ที่ทำให้เราแยกผลไม้ออกจากอาหารหรือสินค้าอย่างอื่นได้ เราจึงเรียกป้ายราคาผลไม้ว่าเป็นลักษณะที่ไม่สำคัญของผลไม้ที่เราพบในตลาด มโนคติส่วนมากมีลักษณะบางอย่างที่มักเกี่ยวข้องด้วย แต่ไม่ใช่ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ คนจะเรียนรู้มโนคติได้ในระดับใดขึ้นอยู่กับพัฒนาการทางสติปัญญา

3.4 คุณค่าของลักษณะเฉพาะ (Attribute Values) ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ โดยใช้ลักษณะเฉพาะนั้นเราพบว่าลักษณะเฉพาะอย่างมีคุณค่าหลายระดับ ฉะนั้นจึงต้องพิจารณาระดับของคุณค่าของลักษณะเฉพาะในการจัดหมวดหมู่ด้วย เช่น เราจัดคลอรีนเป็นพวกสารพิษ แต่เราใช้คลอรีนในน้ำประปาในระดับหรือปริมาณที่ช่วยฆ่าเชื้อแบคทีเรียแต่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ดังนั้น น้ำประปาจึงไม่ใช่ตัวอย่างของน้ำที่เป็นพิษ ทั้งนี้เพราะไม่มีสารพิษมากพอที่จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์ แต่ถ้าน้ำมีคลอรีนมากจนเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ก็จัดเป็นตัวอย่างของน้ำที่เป็นสารพิษได้ มโนคติที่เกี่ยวกับความสูง ความเตี้ย ความเย็น ความร้อน ความเป็นมิตร ความเป็นศัตรู ล้วนเป็นมโนคติที่ใช้ระดับของลักษณะเฉพาะเป็นเกณฑ์ในการจำแนก บรูเนอร์ เรียกระดับ (Degree) และเรียกความมากน้อยของลักษณะเฉพาะของมโนติว่าคุณค่าลักษณะเฉพาะ (Attribute Values)

3.5 กฎเกณฑ์หรือคำจำกัดความ (Rule or Definition) คือ การให้คำนิยามหรือข้อความที่เป็นรูปลักษณะที่สำคัญหรือจำเป็นของมโนคติ เช่น นิยามของรูปสามเหลี่ยม คือรูปที่มี

ด้านสามด้าน นิยามของการปรุงอาหาร คือการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบโดยใช้ความร้อนหรือความเย็น เป็นต้น การให้คำนิยามของมโนคติ มักจะปรากฏในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการเกิดมโนคติ ซึ่งผู้สอนใช้เป็นเครื่องมือให้ผู้เรียนสรุปลักษณะเฉพาะที่สำคัญของมโนคติ ที่ผู้เรียนได้ค้นพบ การให้คำนิยามของมโนคติได้ถูกต้องจะสะท้อนให้เห็นว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจองค์ประกอบอื่น ๆ ของมโนคติ ได้เป็นอย่างดี จึงกล่าวได้ว่าการที่ผู้เรียนเกิดมโนคตินั้น หมายความว่า ผู้เรียนสามารถระบุงค์ประกอบทั้งหมดของมโนคติได้

#### 4. การสร้างมโนคติ

ไดโควมีผู้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการสร้างมโนคติในลักษณะต่างกัน ดังนี้

พินท์ ทองชุมนุม (2547: 204) ได้กล่าวถึงการสร้างมโนคติที่จะต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้

- 1) สภาพความพร้อมของนักเรียนทั้งสภาพร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา
- 2) ประสบการณ์ของมโนคติเดิมที่นักเรียนมีอยู่ก่อนแล้ว ซึ่งจะเป็พื้นฐานในการ

เรียนระดับสูงมากขึ้น

3) แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ หากผู้เรียนมีความต้องการที่จะเรียนรู้ เป็นตัวกระตุ้นอย่างสม่ำเสมอจะทำให้ผู้เรียนมีการฝึกฝน ในที่สุดก็จะเกิดมโนคติดังกล่าวขึ้น

การเรียนรู้มโนคติของผู้เรียนนั้น ผู้เรียนต้องสร้างจินตนาการได้ ความสามารถในการสร้างจินตนาการเป็นการนำไปสู่ความเข้าใจ ซึ่งแต่ละคนไม่เท่ากันและไม่เหมือนกัน ผู้เรียนจะสามารถสร้างมโนคติก็ต่อเมื่อเขาสามารถแยกแยะและสามารถสรุปรวบยอด

การแยกแยะ (Discrimination) คือคุณสมบัติของวัตถุ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นว่า หมายถึงอะไร เป็นอย่างไร

การสรุปรวบยอด (Generalization) หมายถึง การเอาสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นตัวประกอบร่วมในบรรดาสิ่งต่าง ๆ ที่เราจัดเข้าเป็นหมู่เป็นพวกของมโนคติ ร่วมกันเป็นหมวดหมู่

Ausubel (1968 อโวางถึงใน ไพโรจน์ เดิมเทศาพิพงศ์, 2550: 15) ไดโควกล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างมโนคติไว้โควดังนี้

- 1) วิเคราะห์โควและแยกแยะความแตกต่างของสิ่งเร้า
- 2) สร้างสมมติฐานเกี่ยวกับลักษณะร่วมของสิ่งเร้า
- 3) ทดสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้นในสถานการณ์โควหนึ่ง
- 4) เลือกสมมติฐานที่สามารถครอบคลุมสิ่งเร้าที่มีลักษณะบางประการเหมือนกัน
- 5) นำลักษณะเฉพาะของสิ่งเร้าที่คิดโควจากสมมติฐานสัมพันธ์โควกับ โครงสร้าง

ความคิดที่มีอยู่เดิมของตน

6) แยกแยะความแตกต่างระหว่างมโนคติได้ใหม่กับมโนคติที่มีอยู่  เดิมเพื่อหาความสัมพันธ์

7) สรุปความหมายของมโนคติที่รับมาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังสมาชิกทุก ๆ หน่วยในกลุ่ม

8) คิดหาสัญลักษณ์ทางภาษาที่เหมาะสม ใช้เป็นตัวแทนของมโนคติที่รับมาใหม่ Piaget (อ้างถึงใน ปิ่นอุมา หรือประโคน, 2552: 13-14) ได้  เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างมโนคติไว้  ว่า  โครงสร้างทางสติปัญญาของมนุษย์ ประกอบด้วย

- 1) โครงสร้าง (Schema)
- 2) กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง (Assimilation)
- 3) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation)
- 4) สภาวะสมดุล (Equilibrium)

ในโครงสร้างทางสติปัญญาทั้ง 4 องค์ประกอบนี้ โครงสร้างที่มีความสำคัญต่อการสร้างมโนคติคือ กระบวนการปรับเข้าโครงสร้าง และกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง ซึ่งกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง ประกอบด้วยความสามารถในการจำแนกหรือแยกแยะ (Discrimination) และความสามารถในการสรุปครอบคลุมหรือสรุปรวบยอด (Generalization) เช่น เด็กสามารถแยกสัตว์สี่เท้า  ออกจากสัตว์จำพวกนก และสามารถจัดสัตว์ที่พบเห็นเข้าเป็นสัตว์จำพวกนก สัตว์สี่เท้า  และสัตว์เลื้อยคลานได้  โดยใช้ความสามารถในการสรุปครอบคลุมลักษณะของสัตว์ เช่น นก  ไข่  เปิด  รวมเข้าเป็นสัตว์ปีกได้  ความสามารถในการจำแนกและการสรุปครอบคลุม ช่วยส่งเสริมกระบวนการปรับเข้า  โครงสร้าง ให้มีคุณภาพในระดับที่สูงขึ้น กล่าวคือ เมื่อบุคคล จัดประเภทของวัตถุหรือสิ่งที่มีชีวิตได้  แล  ว เมื่อไปพบวัตถุใหม่ซึ่งจัดเข้า  ประเภทเดียวกันได้  บุคคลนั้น ก็ใช้กระบวนการปรับเข้า  โครงสร้างจัดเข้าประเภท

ส  วนกระบวนการปรับขยายโครงสร้าง หมายถึง เมื่อบุคคลพบสิ่งใหม่ที่  สามารถจัดเข้า  โครงสร้างเดิมได้  ก็ต้องจัดประเภทใหม่หรือปรับโครงสร้างใหม่ บุคคลที่มีความสามารถ ปรับโครงสร้างใหม่ได้  เป็นบุคคลที่มีความสามารถสร้างมโนคติใหม่ ๆ ได้

Klausmier (อ้างถึงใน ปิ่นอุมา หรือประโคน, 2552: 13) ได้  ทำการวิจัยพบว่าการเรียนรู้  มโนคติขึ้นอยู่กับการพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน และอิทธิพลจากสภาพแวดล้อมของการเรียนการสอน โดยพัฒนาการของการเรียนมโนคติแบ่งได้เป็น 4 ระดับดังนี้

- 1) ขั้นที่ผู้เรียนจำวัตถุสิ่งต่าง ๆ และนึกชื่อสิ่งนั้นได้
- 2) ขั้นที่ผู้เรียนจำสิ่งหนึ่งสิ่งใดในสภาพการณ์  และเวลาที่ต่างกันได้  สามารถสรุปความคล้ายคลึง และแผ่ขยายมโนคติที่มีอยู่ได้ เช่น สุนัขขอมเป็นสุนัขเสมอไม่ว่าอยู่ที่ใด เวลา

ใด

- 3) ชั้นที่ผู้เรียนสามารถจัดประเภทสิ่งที่มีลักษณะร่วมเข้าไว้ในกลุ่มเดียวกันได้
- 4) ขั้นสุดท้าย เป็นชั้นที่ผู้เรียนสามารถให้ชื่อมโนคติอธิบายความหมาย จำแนก

ความแตกต่างระหว่างมโนคติต่าง ๆ ได้ เป็นระดับที่มีการเรียนมโนคติอย่างสมบูรณ์

Lovell (อ้างถึงใน ปิ่นอูมา หริภุชโรคน, 2552: 13) ใด  เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับ กระบวนการสร้างมโนติดังนี้

- 1) กระบวนการรับรู้  (perception)
- 2) การย่อ (abstraction)
- 3) การสรุปครอบคลุม (generalization)

ในกระบวนการทั้งสาม กระบวนการย่อเป็นจุดสำคัญของการสร้างมโนคติ ซึ่งใด  แก  การที่เด็กสามารถวิเคราะห์ลักษณะใด  น ซึ่งเป็นลักษณะที่ร่วมกันของวัตถุหรือเหตุการณ์ในสิ่งแวดล้อมนั้น การสร้างมโนคติของเด็กจะเกิดใด  เมื่อเด็กสามารถแยกแยะ (Discrimination) สมบัติของวัตถุ หรือเหตุการณ์  ที่เกิดขึ้น จากนั้นสามารถสรุปครอบคลุมออกไปในลักษณะที่ร่วมกันของสิ่งที่ค้นพบได้

จากการสร้างมโนคติที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้  ว  การสร้างมโนคตินั้นเริ่มต้นจากการที่นักเรียนใด  สังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ มวลประสบการณ์ที่ได้รับ ทำให้เกิดการรับรู้ มีการจัดระบบความคิด แล้วนำมาแยกแยะ โดยอาศัยคุณสมบัติลักษณะเฉพาะของวัตถุหรือเหตุการณ์  นั้น หลังจากนั้นก็มาเชื่อมโยงความสัมพันธ์กับแนวความคิดของตนเองจนเกิดความเข้าใจข้อสรุปที่เป็นมโนคติใด

##### 5. การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ

การสอนมโนคติเป็นงานสำคัญยิ่งของครูทุกระดับการศึกษา เพราะมโนคติเป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนคติที่เป็นพื้นฐาน เพราะมโนคติจะช่วยให้การตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้มโนคติเป็นเครื่องมือที่จะช่วยในการสื่อความหมายให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (สุรางค์ ใคว์ตระกูล, 2552: 326) ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่สำคัญยิ่งของครู ที่จะต้องให้ผู้เรียนเกิดการสร้างมโนคติที่ถูกต้องให้ได้ในการสอนแต่ละครั้ง มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงวิธีการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ ดังนี้

พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา (2542: 154-155) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจถึงวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้นว่าเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง

2) วิเคราะห์สิ่งที่ครูจะทำการสอน โดยเน้นถึงลักษณะที่เด่นและสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นชัดเจน

3) ครูให้คำจำกัดความของความคิดรวบยอดที่จะสอน โดยแนะให้ผู้เรียนสังเกตลักษณะร่วมที่เด่น ดังนั้นการใช้สื่อทางภาษาจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการสอนมโนคติ เพราะผู้เรียนจะต้องรู้จักคำต่าง ๆ ให้มาก

4) นำตัวอย่างมาแสดงหรือยกตัวอย่างมาประกอบการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้สังเกตเห็น สำหรับตัวอย่างที่เสนอนั้นอาจยกมาทีละตัวอย่าง หรือยกมาหลาย ๆ ตัวอย่าง พร้อมกันได้ แต่ตัวอย่างที่นำมาเสนอนั้นควรมีทั้งตัวอย่างที่ถูก และตัวอย่างที่ผิดควบคู่กันไป เพื่อให้ผู้เรียนจะได้เกิดความเข้าใจในเรื่องราวนั้นได้ถ่องแท้ขึ้น

5) ครูจะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม และตอบคำถามของครู เมื่อผู้เรียนสามารถตอบคำถามของครูได้ถูกต้อง ครูก็ควรจะให้คำชมเชยผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกำลังใจที่จะเรียนรู้ต่อไป เพราะการเสริมแรงโดยสม่ำเสมอทุกขณะเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้เกี่ยวกับมโนคติ

6) ครูควรทดสอบการเรียนรู้มโนคติ โดยผู้เรียนดูตัวอย่างทั้งในทางบวกและทางลบต่อเนื่องกันไป แล้วให้ผู้เรียนเลือกว่าตัวอย่างไหนใช่ ตัวอย่างไหนไม่ใช่

7) ครูจะต้องพยายามให้ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับมโนคติที่ได้เรียนไปแล้ว โดยสรุปเป็นคำพูดของผู้เรียนเอง

พรรณิ ชูทัย เจนจิต (2538: 154-155) ได้กล่าวถึงวิธีการสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเรียนมโนคติใดแล้วจะทำอะไรได้บ้าง เช่น เรียนเรื่องสัตว์บก สามารถแยกสัตว์บกออกจากสัตว์ต่าง ๆ

2) วิเคราะห์ห้มโนคติที่จะให้เรียน ถ้ามโนคติที่จะเรียนมีหลายลักษณะ พยายามลดลักษณะที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญ โดยจัดลำดับเป็นหมวดหมู่เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย

3) ใช้สื่อทางภาษาในการสอน อธิบายให้เข้าใจหรือแนะให้สังเกตลักษณะร่วมที่เด่น การใช้ภาษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนมโนคติ ผู้เรียนจะต้องรู้จักคำต่าง ๆ มาก

4) ตัวอย่างที่นำมาให้ดู ควรมีทั้งตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควบคู่กันไป จะได้ผลดีกว่าตัวอย่างที่ถูกอย่างเดียว หรือผิดอย่างเดียว

5) ให้ดูตัวอย่างต่าง ๆ ทั้งในทางบวกและทางลบต่อเนื่องกันไป แต่ให้ตัวอย่างทางลบก่อนแล้วตามด้วยตัวอย่างทางบวก จะช่วยให้เรียนมโนคติเร็วขึ้น

6) ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถาม โต้ตอบ และให้กำลังใจ เป็นการเสริมแรงทุกกระยะ ถือว่าการเสริมแรงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการเรียนมโนคติ

7) พยายามให้ผู้เรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติที่เรียนไป ด้วยคำพูดของตนเอง

นวนลจิตต์ เซวาทิรติพงษ์ (2537: 59) ได้กล่าวถึงการสอนมโนคติไว้ดังนี้

- 1) ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อัตโนมัติได้ดีเมื่อมีโอกาสศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง
- 2) การนำเสนอสิ่งเร้าที่ชัดเจน การชี้แนะให้เห็นความแตกต่างของสิ่งเร้าที่ชัดเจน และการชี้แนะให้เกิดการเชื่อมโยงประสบการณ์ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เร็วขึ้น
- 3) การส่งเสริมความสามารถทางการใช้ภาษาอย่างถูกต้อง จะช่วยให้ผู้เรียนแสดงออกถึงการเรียนรู้อัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้อัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความคงทนต่อการเรียนรู้เมื่อได้มีโอกาสนำการเรียนรู้มโนคตินั้นไปใช้ประโยชน์

จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า (2537: 21) กล่าวว่า การเรียนการสอนตามแบบบูรเนอร์ ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มึบทบาทในการเรียนมากที่สุด คือจะต้องเป็นผู้สังเกต และไตร่ตรองเพื่อค้นหา มโนคติ การสอนมโนคติตามแบบบูรเนอร์ มีขั้นตอนในการสอน ดังนี้

- 1) ขึ้นอธิบายการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเข้าใจ โดยครูจะต้องอธิบายว่าจะนำเสนอ ข้อมูล 2 ข้อมูลให้นักเรียนสังเกต เปรียบเทียบ และตั้งสมมุติฐาน เพื่อค้นหา มโนคติที่ครูจะสอน
- 2) ขึ้นการนำเสนอตัวอย่าง ซึ่งมีทั้งข้อมูลตัวอย่างชุดที่ใช่และไม่ใช่มโนคติที่จะสอน ขึ้นนี้ผู้เรียนจะต้องตั้งสมมุติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ใช่
- 3) ขึ้นการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของมโนคติ ขึ้นนี้ผู้เรียนต้องตั้งคำถามที่ลงท้ายด้วยคำว่า “ใช่ไหม” เพื่อทดสอบสมมุติฐาน ที่ตนตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่ โดยสังเกตจากข้อมูลตัวอย่างที่ให้ทั้งหมด
- 4) ขึ้นการสรุป ขึ้นนี้จะต่อเนื่องกับขึ้นการวิเคราะห์ลักษณะเฉพาะของมโนคติ คือ หลังจากจำแนกตัวอย่าง “ใช่” และ “ไม่ใช่” ออกเป็นพวก ๆ จึงรวบรวมข้อมูลสมมุติฐานของข้อมูล ตัวอย่างที่ใช่ มโนคติที่เป็นจุดหมายการพิจารณาาร่วมกัน แล้วสรุปว่าเป็นมโนคติของสิ่งใด
- 5) ขึ้นการทบทวนถึงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหลายและกระบวนการคิด เพื่อให้ได้มาซึ่งมโนคติที่ถูกต้อง

วิชัย วงษ์ใหญ่ (2537: 179) ได้เสนอวิธีสอนเพื่อให้เกิดมโนคติ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง (Data or Fact) จะเป็นปัจจัยพื้นฐานที่จะบ่งชี้ให้ผู้เรียนสังเกต จำแนก ตรวจสอบ และนำมาประกอบการพิจารณากระบวนการคิด ว่าสาระที่แท้จริงของข้อมูลเพื่อจะนำไปสู่การสังเคราะห์เป็นลักษณะร่วมต่อไป

2) มโนคติ คือ กระบวนการเพินจำแนกของผู้เรียน ที่สังเคราะห์มาจากข้อมูลในข้อ 1) เช่น ลักษณะร่วม คุณสมบัติ ประเภท ความจริง แสดงความจริงที่สอดคล้องกัน รวมทั้งการแสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน เป็นต้น

3) ความสัมพันธ์กันระหว่างมโนคติต่าง ๆ (Generalization) คือ กระบวนการที่ผู้เรียนสามารถนำมโนคติต่าง ๆ มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ ว่ามีมโนคติใดบ้างมีความสัมพันธ์ เป็นเหตุเป็นผลกัน ซึ่งจะเป็แนวทางสรุปเป็นหลักการหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

4) หลักการ (Principles) คือกระบวนการที่ผู้เรียนนำมโนคติที่สรุปได้ เป็นหลักการนำไปใช้แก้ปัญหา สร้างสรรค์ หรือนำหลักการที่ได้มาตั้งเป็นสมมติฐาน เพื่อจะแสวงหาความรู้ใหม่ต่อไป

Ausubel (1968 อ้างถึงใน สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2552: 327-328) เชื่อว่าถ้าผู้เรียนได้เรียนมโนคติที่มีความหมายกว้าง สามารถคลุมมโนคติย่อยหลาย ๆ อย่างก่อน โดยรู้คุณลักษณะที่สำคัญหรือวิกฤติของมโนคตินั้น ผู้เรียนจะสามารถจัดมโนคติย่อยที่มีคุณลักษณะร่วมให้อยู่ภายใต้ได้ และได้กล่าวถึงหลักการสอนให้เกิดมโนคติ ดังนี้

1) เริ่มด้วยความคิดรวบยอดที่มีความหมายกว้างและมีคุณลักษณะวิกฤติ ที่สามารถคลุมมโนคติที่ย่อยออกไปหลาย ๆ ชนิด

2) เน้นให้นักเรียนทราบถึงคุณลักษณะวิกฤติของความคิดรวบยอด

3) จัดกลุ่มสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะวิกฤติร่วมกับมโนคติที่ได้บอกผู้เรียนในข้อ 1)

4) ให้ตัวอย่างเฉพาะของสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นสัตว์ วัตถุ สิ่งของ ที่มีคุณลักษณะเหมือนกับมโนคติ

5) สรุปลักษณะที่เด่นหรือวิกฤติของมโนคติย่อย พร้อมกับให้ตัวอย่าง

นอกจากนี้ กานเย (Gagne, 1977 อ้างถึงใน สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2552: 328) เสนอวิธีสอนซึ่งเป็นวิธีที่ตรงข้ามกับออสเชเบล ซึ่งมีหลักการว่าในการสอนมโนคติควรจะเริ่มจากมโนคติเฉพาะและง่ายก่อน โดยให้ผู้เรียนทราบคำจำกัดความและคุณลักษณะของมโนคติ เพื่อจะได้ใช้เป็น

พื้นฐานที่จะสร้างกฎหรือหลักการ ที่จะเรียนรู้แนวคิดที่กว้างหรือสูงขึ้น โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของมโนคติเฉพาะกับมโนคติรวม

Klausmeier and Frayer (อ้างถึงใน สุรางค์ โคว์ตระกูล, 2552: 328-330) ได้แบ่งการสอนมโนคติ ออกเป็น 3 รูปแบบ คือ การสอนขั้นรูปธรรมและขั้นเหมือน การสอนมโนคติประเภทการจัดกลุ่มขั้นต้น และการสอนมโนคติขั้นที่มีวุฒิภาวะและขั้นสูง โดยในแต่ละรูปแบบมีหลักการสอนดังนี้

หลักการสอนมโนคติขั้นรูปธรรมและขั้นเหมือน (Concrete/Identity Level Processes)

1) แสดงตัวอย่าง ซึ่งอาจจะเป็นของจริงหรือรูปภาพ พร้อมกับมีของที่เหมือนกัน ตัวอย่างไว้หลาย ๆ อย่าง ตัวอย่างเช่น การสอนมโนคติ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูควรจะให้ตัวอย่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ต่างขนาดและต่างสี และขณะเดียวกันมีของที่ ไม่ใช่ตัวอย่าง เช่น สามเหลี่ยม หรือวงกลมให้ดูด้วย เพื่อผู้เรียนจะได้เห็นความแตกต่าง

2) ในขณะที่แสดงตัวอย่างให้ผู้เรียนดู ครูจะต้องบอกชื่อมโนคติพร้อม ๆ กับตัวอย่าง เช่น ถ้าให้ดูรูป “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูควรจะบอกว่า “นี่คือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ต่อจากนั้นชี้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสพร้อมกับถามนักเรียนว่า “เราเรียกรูปนี้ว่าอะไร”

3) ครูจะต้องบอกข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด ถ้านักเรียนตอบผิดก็จะต้องบอกให้ทราบ การบอกให้นักเรียนทราบทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิดจะช่วยให้เด็กจำสิ่งที่เรียนได้ดีขึ้น

4) ครูควรแสดงรูปภาพ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ที่มีขนาดต่างไปหรือสีต่างไปให้นักเรียนดู และถามให้นักเรียนบอกว่า คืออะไร

5) ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องสอนนักเรียนซ้ำตั้งแต่ขั้นหนึ่งถึงขั้นสี่ก็ควรจะทำ เพื่อความแน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้มโนคติที่ครูตั้งใจจะสอน

หลักการสอนมโนคติประเภทการจัดกลุ่มขั้นต้น (Beginning Classificatory Level)

1) ครูยกตัวอย่างมโนคติที่ต้องการจะเสนอ พร้อมกับสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างมโนคติ สัก 2-3 ชนิด ตัวอย่างเช่น การสอนมโนคติ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูอาจให้ผู้เรียนดูตัวอย่างของ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” และสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่ารูปต่าง ๆ

2) ช่วยหรือแนะนำให้นักเรียนใช้วิธีอนุมานหรืออุปมาน เพื่อจะหาคุณลักษณะพิเศษของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นต้นว่าอาจให้นักเรียนวัดด้านทั้งสี่ของรูป “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” เพื่อค้นพบว่าด้านทั้งสี่มีความยาวเท่ากัน นอกจากนี้อาจให้นักเรียนค้นพบเองหรือครูช่วยแนะนำให้วัดมุมทั้งสี่ เพื่อจะค้นพบว่ามุมเท่ากันสี่มุม



3) ลองให้นักเรียนให้คำจำกัดความของ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” ด้วยตนเอง แม้ว่าคำจำกัดความจะไม่สมบูรณ์ก็ตาม แต่อย่างน้อยนักเรียนควรจะบอกคำจำกัดความได้ตามที่ค้นพบในขั้น 2)

4) ให้นักเรียนซึ่งรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่อยู่ร่วมกับรูปร่างสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าอื่น ๆ โดยใช้คุณลักษณะวิกฤติที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่ 2)

หลักการสอนมโนคติขั้นที่มีวุฒิภาวะและขั้นสูง (Mature Classificatory and Formal Level)

1) เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความสนใจและใส่ใจในมโนคติที่จะเรียนรู้ โดยบอกชื่อมโนคติที่จะเรียน เช่น บอกว่าวันนี้จะเรียนรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้คำจำกัดความของรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส และชี้ให้เห็นคุณลักษณะวิกฤติของรูปร่างสี่เหลี่ยมจัตุรัส

2) ให้ตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของมโนคติที่จะให้นักเรียนเรียนรู้พร้อมกับให้สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง โดยให้รูปภาพหรือของนั้น

3) ช่วยนักเรียนให้ใช้ความคิดตั้งคำถามที่จะทำได้ สามารถบอกชื่อและมโนคติที่จะเรียนรู้ได้ ตัวอย่างคำถามที่จะใช้ทายชื่อของมโนคติ “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” มีดังต่อไปนี้

- 3.1) เป็นรูปหน้าราบใช่ไหม
- 3.2) เป็นรูปปิดทุกด้านใช่ไหม
- 3.3) เป็นรูปที่เรียบง่ายใช่ไหม
- 3.4) มีสี่ด้านใช่ไหม
- 3.5) ด้านทั้งสี่ด้าน มีความยาวเท่ากันไหม
- 3.6) มุมทั้งสี่มุม เท่ากันหรือไม่

4) ช่วยผู้เรียนใช้คำจำกัดความของมโนคติ และคุณลักษณะที่สำคัญ หรือวิกฤติของมโนคติโดยคำพูดของนักเรียนเอง แต่ในขั้นนี้ครูควรจะต้องความคาดหวังไว้ว่า ผู้เรียนจะสามารถรวมคุณลักษณะทั้งหมดไว้ในคำจำกัดความได้

5) ครูควรพยายามให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้มโนคติที่เรียนรู้แล้วในการแก้ปัญหาต่อไป

6) ครูควรจะบอกให้ผู้เรียนทราบมโนคติที่ผู้เรียนให้มานั้นผิดหรือถูก

Collette and Chaiapetta (1994 อ้างถึงใน สุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2540: 67-69) ได้กล่าวถึงวัฏจักรการเรียนรู้ว่ามี 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจ การสร้างมโนคติ และการประยุกต์ โดยในแต่ละขั้นตอนของวัฏจักรการเรียนรู้มีรายละเอียดดังนี้

1) การสำรวจ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรง ได้มีโอกาสสัมผัส มีปฏิริยาโต้ตอบต่อสิ่งเร้า วัตถุ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ใหม่ ๆ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดถึง

หลักหรือมโนคติเกี่ยวกับเรื่องนั้น และโยงไปสู่การค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่าง ๆ ครูจะพยายามสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนจดจ่ออยู่กับสิ่งที่กำลังศึกษามากที่สุด แต่ยังไม่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา อาจส่งผลให้ผู้เรียนเกิดปัญหาและสามารถแก้ปัญหานั้นได้ ด้วยวิธีการที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มา ครูอาจใช้คำถามเพื่อแนะนำให้นักเรียนศึกษาในแนวทางที่พึงประสงค์ แต่จะไม่ให้คำตอบแก่นักเรียน นักเรียนต้องพยายามวิเคราะห์ ช่วยกันอภิปราย และทดสอบทางเลือกต่าง ๆ ที่ได้ช่วยกันจัดขึ้นมา หรือทำนายแนวทางที่น่าจะถูกต้อง การสำรวจที่เป็นระบบและการได้ฝึก จนมีทักษะ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถคิดในแบบที่เรียกว่า Hypothetical deduction thinking skills คือมีทักษะในการคิดเชิงตั้งสมมุติฐานนั่นเอง ซึ่งจะประกอบด้วยทักษะย่อย ๆ คือ การสังเกต การตั้งสมมุติฐาน และการทดสอบ

2) การสร้างมโนคติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ หลังเหตุการณ์ที่ตนได้รับประสบการณ์มาในชั้นสำรวจ ครูอาจให้คำแนะนำเล็กน้อยเพื่อนำความคิดไปสู่แนวทางที่ถูกต้อง เสริมกำลังใจให้ผู้เรียนได้พยายามระบุสิ่งที่ค้นพบและอาจตามด้วยการแนะนำคำศัพท์ใหม่ให้แก่ นักเรียน เช่น “เมแทบอลิซึม” “สัตว์เลือดเย็น” “สมมูล” เป็นต้น ซึ่งคำหลังนี้เป็นคำที่ใช้แทนรูปแบบของปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนได้ค้นพบในการสำรวจ การนำเสนอคำศัพท์ใหม่นั้น อาจทำได้โดยครูบอกให้ดูจากตำรา แบบเรียน ฉายภาพยนตร์ หรือวิธีการอื่น ๆ ก็ได้ แต่ขั้นตอนของการแนะนำคำใหม่ เมื่อสร้างมโนคติ จะต้องอยู่หลังจากขั้นตอนการสำรวจเสมอ เช่น การสรุปหลังกิจกรรมปฏิบัติการ ซึ่งเป็นขั้นตอนการสอนที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา

3) การประยุกต์มโนคติ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประยุกต์มโนคติใหม่ที่ได้เรียนรู้ ซึ่งเกิดในชีวิตประจำวัน จากตำรา วารสาร รายการโทรทัศน์ต่าง ๆ มาแลกเปลี่ยนกันในการเรียน สิ่งต่อไป จะช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความคุ้นเคยกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ และขยายแวงดวงของความรู้ที่ออกสู่สถานการณ์ที่คุ้นเคยและแปลกใหม่ จะทำให้มีความเข้าใจในมโนคตินั้นได้อย่างกว้างขวาง และแม่นยำ ทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนรู้ได้มีโอกาสปรับความคิดของตนให้ทันกับเพื่อนในชั้นอีกด้วย ทั้งการสำรวจ การสร้างมโนคติและการประยุกต์มโนคตินั้น มักเป็นเหมือนบันไดเวียน เนื่องจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนจะเป็นพื้นฐานของการเข้าสู่วัฏจักรการเรียนรู้ ในครั้งต่อไป

จากข้อคิดของนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าการสอนมโนคติเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะมโนคติเป็นรากฐานของความคิด และการสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจ การสอนเพื่อให้เกิดมโนคติจะต้องให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ โดยครูจะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดและกระทำด้วยตนเองมากที่สุด บทบาทของครูจะเป็นเพียงผู้คอยชี้แนะเท่านั้น

## 6. มโนคติที่คลาดเคลื่อน

### 6.1 ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

ปัจจุบันนักการศึกษาได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับมโนคติของนักเรียน ซึ่งพบว่าความรู้ของนักเรียนก่อนที่จะเข้าสู่ชั้นเรียนจะมีผลต่อความสำเร็จของการเรียน และจะมีผลต่อกระบวนการสร้างความรู้ใหม่ของนักเรียนด้วย นักการศึกษาเชื่อว่าความรู้ของนักเรียนเกิดจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน และได้มาจากการสอนในชั้นเรียน (Pines and West, 1986: 585 อ้างถึงใน นันทน์ภัส ลิมสันติธรรม, 2546: 8) โดยการสอนในชั้นเรียนนั้น นักเรียนจะใช้ทั้งความรู้ที่เขามีมาก่อนแล้ว และความรู้ที่ได้จากการสอนของครู มาสร้างเป็นความรู้ของตนเอง (Gilbert et al, 1982: 624 อ้างถึงใน นันทน์ภัส ลิมสันติธรรม, 2546: 8) ดังนั้นการศึกษาวិทยาศาสตร์ในปัจจุบัน จึงได้มีการสำรวจมโนคติของนักเรียนทั้งก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยเฉพาะมโนคติที่คลาดเคลื่อน ซึ่งตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “Misconceptions” นอกจากนี้ในภาษาอังกฤษยังใช้คำอื่น ๆ ที่มีความหมายเช่นเดียวกัน ได้แก่ Alternative frameworks, Preconception, Alternative conception, Erroneous idea ในที่นี้ใช้คำว่า “Misconceptions” โดยได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของคำว่า “มโนคติที่คลาดเคลื่อน และมโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์” ไว้พอสรุปได้ ดังนี้

ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์ (2553: 27) ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจของของตัวบุคคลที่มีความเข้าใจไม่  สมบูรณ์  หรือเบี่ยงเบนไปจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันในปัจจุบัน โดยตัวบุคคลสร้างขึ้นจากความเชื่อ ความรู้  หรือประสบการณ์  เดิมที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือสถานการณ์ใด สถานการณ์หนึ่ง อันเกิดจากการสังเกตและประสบการณ์  เดิมของนักเรียนที่ไม่  สมบูรณ์ ทำให้เกิดการเชื่อมโยง และรับรู้  ประสบการณ์ ใหม่ ๆ ได้ช้าลง หรือไม่  เกิดผล เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้  เรื่องใหม่ ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นก่อน ระหว่าง หรือหลังจากใด  รับการศึกษาเล่าเรียนไปแล้ว  ว

ปิ่นอุมา หริกประโคน (2552: 27) ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจในเรื่องใดเรื่องหนึ่งของตัวบุคคลที่เบี่ยงเบนไปจากหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับในปัจจุบัน ซึ่งเป็นผลมาจากประสบการณ์  เดิม หรือการใด  รับประสบการณ์  ในเรื่องใด เรื่องหนึ่งที่ไม่  สมบูรณ์  ทำให้  การสรุปความ หรือตีความ ให้ความหมาย กับประสบการณ์ใหม่เบี่ยงเบนไป ซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อน ระหว่าง หรือหลังจากใด  รับการศึกษาเล่าเรียนไปแล้ว  ว

ประมวล วิโย (2551: 9) ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า หมายถึง แนวความคิด หรือความรู้ที่ตัวบุคคลสร้างขึ้นมาจากการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง หรือจากการสังเกตจากสถานการณ์ต่าง ๆ โดยอาศัยความรู้เดิมเป็นพื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมา และความรู้ที่ถูกร่างขึ้นมานั้นมีความขัดแย้งกับแนวความรู้ที่สังคมทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่ยอมรับ

ไพโรจน์ เต็มเตชาดิพงษ์ (2550: 11) ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า หมายถึง มโนคติทางวิทยาศาสตร์ถูกจัดให้ไปอยู่ในประเภทเชิงทวิวิทยาอื่น ซึ่งมโนคติทางวิทยาศาสตร์นั้นไม่เป็นของประเภทเชิงทวิวิทยานั้น ๆ ตามที่นักวิทยาศาสตร์จัดให้อยู่

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540: 52) ได้ให้ความหมายไว้ว่ามโนคติที่คลาดเคลื่อน เป็น แนวความคิด ความเชื่อ ในปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น และอธิบายปรากฏการณ์เหล่านั้น ตามความรู้สึกของเขาเอง โดยคำอธิบายนั้นแตกต่างจากแนวความคิดที่นักวิทยาศาสตร์จะยอมรับได้

Dykstra et. Al (1992 อ้างถึงใน ปิ่นอูมา หริภุชโรคน, 2552: 28) ได้สรุป ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนที่นักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

- 1) เป็นการให้คำตอบที่เข้าใจผิดของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจงหนึ่ง ๆ
- 2) เป็นแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจงที่ผู้เรียนมี ซึ่งก่อให้เกิดคำตอบที่เป็นความเข้าใจผิดของผู้เรียน
- 3) เป็นพื้นฐานความเชื่อต่าง ๆ ที่ผู้เรียนมีเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก ซึ่งผู้เรียนนำมาใช้อย่างหลากหลายในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่แตกต่างกัน และเป็นสิ่งที่ผู้เรียนยึดถือในการที่จะอธิบายความหมายของการเกิดเหตุการณ์เหล่านั้น

Lawson and Thompson (1988: 185 อ้างถึงใน ปิ่นอูมา หริภุชโรคน, 2552: 25) ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า เป็นความรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่กว้างขวางของแต่ละคนซึ่งไม่สอดคล้องกันกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

Halloun and Hestenes (1985: 1058 อ้างถึงใน ศิริพรรณ ศรีวรรณงษ์, 2553: 25) ได้ให้ความหมายว่ามโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์หมายถึงความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ส่วนตัวของแต่ละคน ซึ่งไม่ตรงกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

Brown (1992: 17 อ้างถึงใน นันทน์ภัท ลิมสันดิธรรม, 2546: 8) ให้ความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า เป็นความคิดที่ไม่สมบูรณ์ของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปยอมรับ

Atwood and Atwood (1996: 553 อ้างถึงใน นันทน์ภัส ลิมสันติธรรม, 2546: 8) ได้กล่าวถึงมโนคติที่คลาดเคลื่อนว่า เป็นแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับความเห็นและการยอมรับของนักวิทยาศาสตร์

จากความหมายของมโนคติที่คลาดเคลื่อน ที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้สรุปได้ว่า มโนคติที่คลาดเคลื่อนหมายถึง แนวความคิดที่แตกต่างไปจากแนวความคิดที่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เนื่องจากผู้เรียนแปลความหมายข้อสนเทศตามกรอบความรู้เดิมและความเชื่อของตน ซึ่งไม่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์

#### 6.2 ลักษณะของมโนคติที่คลาดเคลื่อน

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ดังต่อไปนี้

นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์ (2548: 28) ได้สรุปลักษณะของมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ ดังนี้

- 1) เป็นมโนคติที่ได้รับการแปลความหมาย ทั้งจากตัวบุคคลเอง และจากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวที่แตกต่างไปจากความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ยอมรับกันในปัจจุบัน
- 2) เป็นมโนคติที่สามารถถูกถ่ายทอดจากบุคคลหนึ่งไปสู่บุคคลอื่น ๆ ได้อย่างกว้างขวางทั้งในลักษณะจากครูผู้สอน ผู้รู้ ไปสู่ผู้เรียน จากผู้เรียนสู่ผู้เรียน หรือจากผู้เรียน ครูผู้สอน ผู้รู้ ไปสู่ประชาชนทั่วไป
- 3) เป็นมโนคติที่เมื่อเกิดขึ้นภายในตัวบุคคล แล้วมีความต้านทานสูง ยากต่อการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไข เนื่องจากบุคคลมีความยึดมั่นสูงในความหมายของบริบทนั้น ๆ

Fisher (1985 อ้างถึงใน สุวิมล เขียวแก้ว, 2540: 55) ได้สรุปลักษณะของมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ดังนี้

- 1) แตกต่างจากความคิดของผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น
- 2) นักเรียนจะมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในบางเรื่องที่ตรงกัน
- 3) มีความคงทนไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยการสอน
- 4) มโนคติที่คลาดเคลื่อนบางอย่างเป็นแนวความคิดที่ตรงกับนักวิทยาศาสตร์ในสมัยก่อน เช่น โลกแบน
- 5) มโนคติที่คลาดเคลื่อนจะเป็นแนวทางในการอธิบายปรากฏการณ์ มีความคิดเชิงตรรกศาสตร์อย่างเป็นระบบแต่ไม่ถูกต้อง

Westbrook and Marek (1992: 54) แบ่งมโนคติที่คลาดเคลื่อนออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

- 1) ความเข้าใจอย่างสมบูรณ์ หมายถึง เลือกคำตอบได้ถูกต้อง และอธิบายเหตุผลได้ถูกต้องครบสมบูรณ์ตามมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป
- 2) ความเข้าใจเพียงบางส่วน หมายถึง เลือกคำตอบได้ถูกต้องและอธิบายเหตุผลถูกต้องได้ไม่ครบสมบูรณ์ตามมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป
- 3) ความเข้าใจเพียงบางส่วนและมีมโนคติที่ผิดพลาดอยู่ด้วย หมายถึง เลือกคำตอบถูกต้องแต่การอธิบายเหตุผลบางส่วนถูกตามมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์ และมีผิดบางส่วนปะปนอยู่ด้วย
- 4) มโนคติที่ผิดพลาด หมายถึง เลือกคำตอบถูกต้องแต่อธิบายเหตุผลผิด หรือไม่ถูกต้องตามมโนคติเชิงวิทยาศาสตร์
- 5) ไม่เข้าใจ หมายถึง เลือกคำตอบถูกต้องแต่ไม่อธิบายเหตุผลในการเลือกคำตอบหรืออธิบายเหตุผลไม่เหมาะสมสอดคล้องกับประเด็นปัญหา หรือเลือกคำตอบผิด

### 6.3 สาเหตุการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน

นักการศึกษาและนักจิตวิทยาหลายท่าน ได้ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ดังนี้

ศิริพรรณ ศรีวรรณงษ์ (2553: 30) ได้สรุปสาเหตุการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกิดจาก สาเหตุที่สำคัญอยู่ 2 ประการ คือ

- 1) เกิดจากตัวนักเรียนเอง อันเนื่องมาจากความเชื่อ ความรู้อยู่เดิม การแปลความหมาย แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการรับรู้มโนคติ รวมทั้งวุฒิภาวะของแต่ละบุคคล

- 2) สิ่งแวดล้อมรอบตัวบุคคลอันส่งผลต่อตัวบุคคลโดยตรง เช่น ตำราเรียน เอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ครูผู้สอน นักการศึกษา ภาษาและวัฒนธรรม และการติดต่อสื่อสาร เป็นต้น

สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540: 55-56) ได้สรุปเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ ดังนี้

- 1) มีความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ครูสอนกับสิ่งที่นักเรียนเรียนรู้ในด้านต่อไปนี้
  - 1.1) ความรู้ความเข้าใจที่นักเรียนมีอยู่ก่อนจะเข้าสู่บทเรียนกับสิ่งที่ครูกคิดว่านักเรียนมีอยู่

1.2) ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ครูต้องการให้นักเรียนสำรวจกับสิ่งที่นักเรียนคิดว่าเป็นปัญหา

1.3) กิจกรรมที่ครูต้องให้นักเรียนกับกิจกรรมที่นักเรียนลงมือปฏิบัติ

1.4) ข้อสรุปของนักเรียนกับข้อสรุปของครู

2) คำরাเป็นแหล่งสำคัญที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนเพราะเป็นแหล่งที่นักเรียนใช้ศึกษาเกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด

3) การพัฒนาแนวความคิดและสติปัญญาตามทฤษฎีของเพียเจต์ ซึ่งถ้ายังไม่พัฒนาถึง Formal Operational Stage ก็จะทำให้ความเข้าใจกับมโนคติวิทยาศาสตร์บางมโนคติได้ยากเช่น การคำนวณเรื่องปริมาตรสามเหลี่ยม นักเรียนต้องสนใจตัวแปร 3 ตัว คือ น้ำหนักของสาร น้ำหนักของสารต่อโมล และจำนวนโมล นักเรียนบางคนไม่สามารถจัดการกับตัวแปร 3 ตัว ในเวลาเดียวกันได้ จึงไม่สามารถที่จะทำโจทย์คำนวณเกี่ยวกับเรื่องนี้ได้ และตามทฤษฎีของเพียเจต์ เชื่อว่าความสามารถในการสนใจกับตัวแปร 3 ตัว ในเวลาเดียวกันเป็นความสามารถของเด็กในระดับที่สามารถคิดในสิ่งที่เป็นนามธรรมได้

4) ภาษาเนื่องจากมีความแตกต่างระหว่างภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันกับภาษาทางวิทยาศาสตร์ เช่น ละลาย หลอมเหลว ออกแรงแต่ไม่ได้งาน ทำงานไม่ประสบผลสำเร็จ หรือในภาษาวิทยาศาสตร์ “shared electron pair” หมายถึง คู่อิเล็กตรอนอยู่ในตำแหน่งใด ๆ ระหว่างอะตอมในโมเลกุลในภาษาอังกฤษ Share แปลว่าเป็นเจ้าของใช้ หรือ Endure Jointly ดังนั้นเป็นหน้าที่ของครูที่จะชี้ให้เห็นความแตกต่าง ระหว่างภาษาในชีวิตประจำวัน และภาษาที่เป็นบริบท (Context) ทางวิทยาศาสตร์

5) ครูหรือนักศึกษาฝึกสอนมีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน แม้กระทั่งในมโนคติพื้นฐาน ดังนั้นถ้าครูมีแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนแล้ว แน่แน่นอนว่าจะถ่ายทอดความคิดนั้นสู่นักเรียนได้อย่างรวดเร็ว และนักเรียนจะรับไว้อย่างมั่นคง เช่น ครูสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา อาจบอกนักเรียนว่าอะไรก็ตามที่ละลายน้ำได้เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะละลายได้ดีขึ้นเสมอ ซึ่งไม่เป็นความจริงเสมอไป

นิเวศน์ ศรีสวัสดิ์ (2548: 16) ได้สรุปสาเหตุการเกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน มีดังต่อไปนี้

1) ภายในตัวบุคคลเอง อันเป็นผลมาจากพื้นฐานความเชื่อ วุฒิภาวะ ประสบการณ์ที่ได้รับ ความรู้เดิมของบุคคล และกระบวนการแปลความหมายหรือสรุปความหมายที่ไม่ถูกต้องกับความเป็นจริง

2) สิ่งแวดล้อมรอบตัวบุคคล อันส่งผลต่อตัวบุคคลโดยตรง เช่น คำบรรยาย เอกสารสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ บุคคลทั่วไปในสังคม สถานการณ์ต่าง ๆ รอบตัว ทั้งในโรงเรียน และนอก

โรงเรียน การติดต่อสื่อสารและสัญลักษณ์ทางวัฒนธรรมต่าง ๆ เช่น ภาษา วัฒนธรรมท้องถิ่น เป็นต้น สามารถสรุปสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อนได้ดังภาพ 2



ภาพ 2 แสดงสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน  
ที่มา: นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2548: 16

Osbrone and Freyberg (1985 อ้างถึงใน ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์, 2553: 28) อธิบายว่า มโนคติที่เกิดขึ้นจริงของผู้เรียนมักจะแตกต่างไปจากมโนคติที่ครูตั้งใจจะให้นักเรียน สาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อน ได้แก่ 1) ตำราเรียน 2) การแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3) การทำกิจกรรมและการสรุปความรู้ต่าง ๆ

Fisher (1985 อ้างถึงใน ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์, 2553: 28-29) กล่าวว่า ความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนเกิดจากผู้เรียนไม่สามารถได้รับประสบการณ์ตรงในเนื้อหาวิชานั้น ๆ แต่ต้องอาศัยจินตนาการ ทำให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการที่ผิดไปจากข้อเท็จจริง จึงนำไปสู่การเกิดความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อน

Sum-Um-Jaan (1990 อ้างถึงใน นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์, 2548: 16) ให้ข้อเสนอแนะว่า ผู้เรียนอาจจะมิมโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยมีสาเหตุมาจาก

- 1) พยายามลงข้อสรุปจากปรากฏการณ์ที่มีอยู่ภายในขอบเขตของตนเอง
- 2) ผู้เรียนพิจารณาและค้นหาความคิด โดยอาศัยความคิดของตนเองเป็นหลัก



- 3) ผู้เรียนเปรียบเทียบระหว่างสิ่งที่ไม่มีชีวิตเหมือนกับสิ่งที่มีมนุษย์ทำเป็นประจำ ผู้เรียนไม่สามารถพัฒนาเหตุผลที่เป็นนามธรรมได้
- 4) ผู้เรียนไม่สามารถลงข้อสรุปที่ตรงข้ามกับความคิดของตนเองได้
- 5) ผู้เรียนมีขีดจำกัดในการใช้ภาษา และไม่สามารถแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูดตามที่เขารู้ได้

จากที่กล่าวข้างต้น สรุปได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกตัวบุคคล ปัจจัยภายในตัวบุคคล ได้แก่ ความเชื่อ พื้นฐานความรู้เดิม ประสบการณ์ที่ได้รับ การแปลความหมาย รวมทั้งวุฒิภาวะของแต่ละบุคคล ปัจจัยภายนอก ได้แก่ ตำราเรียน เอกสารสิ่งพิมพ์ ครูผู้สอน นักการศึกษา สถานการณ์ต่าง ๆ รอบตัว การติดต่อสื่อสาร เป็นต้น

#### 6.4 การสอนเพื่อจัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน

Ganiel and Idar (1985 อ้างถึงใน สุวิมล เขียวแก้ว, 2540: 60-61) ได้เสนอแนะแนวทางที่เป็นไปได้ในการจัดมโนคติที่คลาดเคลื่อนไว้ ดังนี้

- 1) ครูต้องมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี
- 2) ครูต้องมีความเข้าใจในเรื่องแนวความคิดของนักเรียนที่นำติดตัวมาใช้ในชั้นเรียนและสามารถค้นหาแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนได้
- 3) ครูต้องใช้ความพยายามโดยใช้วิธีการที่มีประสิทธิภาพ ในการชี้ให้นักเรียนเห็นความคลาดเคลื่อนของแนวความคิดที่มีอยู่ แล้วครูจึงพยายามจัดการให้นักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่ถูกต้องซึ่งอาจทำได้โดย

3.1) ครูพยายามใช้คำถามเพื่อสำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ซึ่งแน่นอนว่าต้องไม่ใช่คำถามที่ต้องการคำตอบจากความจำ แต่เป็นคำถามที่ต้องใช้ความสามารถระดับสูงขึ้นไป เช่น ถามว่าอย่างไร เพราะเหตุใด ตลอดจนคำถามให้ประมาณค่า

3.2) ให้การถามสนองแก่นักเรียนทันทีทันใด ว่าแนวความคิดของเขาในเรื่องดังกล่าวนี้มีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด

นอกจากนี้เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า วิธีการสอนที่ช่วยสะสางมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนนั้น ต้องอาศัยพื้นฐานจาก Piaget's motion equilibration ซึ่งอาจเรียกว่าเป็นวัฏจักรการเรียนรู้ (Learning cycle) ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การสำรวจ (Exploration) การแนะนำคำใหม่ (Term Introduction) และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Concept Application)

Minstrell (1983 อ้างถึงใน นิคม ทองบุญ, 2542: 31) ได้เสนอแนะวิธีสอนเพื่อลดมโนคติที่คลาดเคลื่อน ดังนี้

- 1) ช่วยให้นักเรียนตระหนักในความรู้ที่มีอยู่
- 2) ให้โอกาสนักเรียนในการมีประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะสอน โดยมีความสัมพันธ์กับแนวความคิดที่นักเรียนมีอยู่
- 3) เมื่อนักเรียนพบความแตกต่างระหว่างความคิดที่นักเรียนมีอยู่ กับ ปรากฏการณ์จริงในธรรมชาติ ครูจะต้องให้แนวความคิดที่ถูกต้องแก่นักเรียนทันที

Posner et al. (1982: อ้างถึงใน ประจวบ เรืองยังมี, 2542: 22) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของการเปลี่ยนแปลงมโนคติไว้ 2 กระบวนการ พอสรุปได้ดังนี้

- 1) กระบวนการดูดซึม (Assimilation) เป็นการที่ผู้เรียนใช้มโนคติที่มีอยู่เดิมไปเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ที่คล้ายคลึงกัน แล้วปรับเหตุการณ์ใหม่ให้เข้ากับโครงสร้างของความคิดที่เกิดจากการเรียนรู้ที่มีอยู่เดิม

- 2) กระบวนการปรับขยายโครงสร้าง (Accommodation) เนื่องจากมโนคติเดิมที่เขาถืออยู่ไม่เพียงพอ หรือไม่ถูกต้องพอที่จะทำความเข้าใจ หรือปรับปรากฏการณ์ใหม่ที่เกิดขึ้นให้เข้ากับปรากฏการณ์เดิมได้ สมองก็จะสร้างโครงสร้างใหม่ขึ้นมาแทนที่ เพื่อปรับขยายให้เข้ากับประสบการณ์ใหม่นั้นได้

จากแนวคิดดังกล่าวจึงได้เสนอเงื่อนไขในการที่จะเปลี่ยนมโนคติไว้ดังต่อไปนี้

- 1) จะต้องทำให้นักเรียนไม่พอใจกับมโนคติเดิมที่เขาถืออยู่ โดยทั่วไปแล้วไม่ว่าจะเป็นใครก็ตาม เขาจะไม่เปลี่ยนมโนคติง่าย ๆ นอกจากเขาจะเห็นว่ามโนคติเดิมนั้น ไม่น่าเชื่อถือ และไม่สามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เขาประสบได้

- 2) มโนคติใหม่จะต้องสามารถทำความเข้าใจได้

- 3) มโนคติใหม่จะต้องเหตุมีผล หรือมีความคงเส้นคงวา

- 4) มโนคติใหม่จะต้องมีแนวโน้มที่จะบรรลุผล จะต้องมียุทธศาสตร์ที่จะทำให้ การศึกษาค้นคว้า หรือการแก้ปัญหาต่างๆ ประสบผลสำเร็จ

Hewson & Hewson (2003 อ้างถึงใน ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์, 2553: 24) ได้เสนอแนะรูปแบบการเรียนรู้แบบการเปลี่ยนการรับรู้มโนคติว่ามีเงื่อนไข 3 ประการ ที่มโนคติใหม่จะเป็นที่พอใจ ก่อนที่จะสามารถบูรณาการเข้าไปกับความรู้เดิม คือ

- 1) มโนคติใหม่ผู้เรียนเข้าใจได้ง่าย (Intelligible)

- 2) มโนคติใหม่มีเหตุผลน่าเชื่อถือ (Plausible)

- 3) มโนคติใหม่มีประโยชน์ต่อผู้เรียน (Fruitful)

และเสนอว่า ยุทธศาสตร์การสอนควรจะประกอบด้วย

1) การบูรณาการ (Integration) มีจุดมุ่งหมาย เพื่อบูรณาการการรับรู้ โนมตีใหม่กับการรับรู้ □ มโนมตีที่มีอยู่เดิม หรือบูรณาการการรับรู้ □ มโนมตีต่าง ๆ ที่มีอยู่เดิมเข้าด้วยกัน ยุทธศาสตร์นี้เป็นยุทธศาสตร์ที่ใช้กันมากในการสอนวิทยาศาสตร์ปัจจุบัน

2) การแยกความแตกต่าง (Differentiation) มีจุดมุ่งหมาย เพื่อให้ □ แยกการรับรู้ □ มโนมตีที่มีอยู่กับการรับรู้ □ มโนมตีอื่นที่ใกล้เคียงกันแต่มีความชัดเจนกว่านักเรียนจำเป็นต้องเห็นว่าสิ่งที่มีเหตุผล น □ าเชื่อถือในสถานการณ์หนึ่ง อาจจะไม่ □ น □ าเชื่อถืออีกต่อไปในสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างและซับซ้อนขึ้น

3) การแลกเปลี่ยน (Exchange) มีจุดมุ่งหมายเพื่อแลกเปลี่ยนการรับรู้ □ มโนมตีเดิมกับมโนมตีใหม่ □ เพราะการรับรู้ □ มโนมตีนั้นขัดแย้งกัน ดังนั้นยอมเป็นไปไม่ได้ที่การรับรู้ □ มโนมตี จะมีเหตุผล น □ าเชื่อถือได้ □ ทั้งคู่ □ จะต้องทำให้นักเรียนเกิดความไม่ □ พอใจในการรับรู้ □ มโนมตีที่มีอยู่เดิม ในขณะที่เดียวกันแสดงให้เห็นว่า การรับรู้ □ มโนมตีใหม่สามารถอธิบาย และทำนายได้มากกว่า มโนมตีเดิม

4) การเชื่อมประสานการรับรู้ □ มโนมตี (Conceptual Bridging) มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างบริบทที่เหมาะสม ซึ่งมโนมตีเชิงนามธรรมที่สำคัญสามารถเชื่อมโยงกับประสบการณ์ □ สามัญ ที่มีความหมาย การตั้งคำถามซึ่งจะต้องตอบโดยใช้มโนมตีเชิงนามธรรมที่เพิ่งเรียนจะช่วยสร้างสิ่งแวดล้อม ที่ทำให้มองเห็นว่ามโนมตีใหม่เหล่านี้ มีเหตุผลน่าเชื่อถือได้ □ และมีประโยชน์เป็นที่พอใจ

Shepard Son and Abell (อ้างถึงใน ประมวล วิโย, 2551: 13) ได้ออกแบบศูนย์สาธิต เพื่อใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อเปลี่ยนมโนมตีในโรงเรียนประถม โดยใช้วิธีการต่อไปนี้

1) เน้นการสอนเพื่อเกิดความขัดแย้งจากโครงสร้างทางปัญญาที่นักเรียนได้รับจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ แล้วนำไปสู่การพัฒนาประสิทธิภาพตามวิธีการทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้อง

2) บทเรียนที่ใช้สอนจะต้องสัมพันธ์กับมโนมตีที่นักเรียนได้มา

3) ใช้การสอนเพื่อให้นักเรียนแสดงมโนมตี ตามที่นักเรียนรับรู้ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเกี่ยวกับสิ่งที่ปรากฏ

4) ให้นักเรียนปฏิบัติการทดสอบการทำนายของเขา ค้นหาปรากฏการณ์ที่มีความขัดแย้ง แล้วเปลี่ยนมโนมตีที่คลาดเคลื่อน โดยให้แนวทางตามหลักวิทยาศาสตร์อย่างง่าย อุปกรณ์และกิจกรรมอย่างง่าย ๆ

5) นักเรียนแสดงความคิดเห็นของเขาในด้านต่าง ๆ โดยการเขียน การพูด การวาดรูป และการเขียนกราฟ จากนั้นครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนจากความคิดเห็น นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนเหตุผลกับครูและคนอื่น ๆ เพื่อให้ยอมรับข้อโต้แย้งอื่น ๆ

6) ครูช่วยนักเรียนสรุป ให้ประสบการณ์ ลักษณะเด่น และให้แนวคิดเกี่ยวกับ มโนคติที่คลาดเคลื่อน โดยครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนเป็นอย่างดี และเข้าใจ มโนคติที่คลาดเคลื่อนในตัวนักเรียน นอกจากนี้ครูต้องทราบว่านักเรียนคนใด มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องใด ครูต้องให้นักเรียนเกิดสถานการณ์ความขัดแย้งขึ้น ซึ่งครูมีความจำเป็น จะต้องนำกระบวนการนี้มาใช้โดยไม่สามารถคาดการณ์ได้บ่อย ๆ เป็นสิ่งที่ครูจะต้องใช้ การตัดสินใจที่รวดเร็ว จำเป็นที่ครูจะต้องมีความพร้อมทั้งด้านเนื้อหา เข้าใจความคิดของนักเรียน เข้าใจโครงสร้างของบทเรียนและเข้าใจในพฤติกรรมทางสังคมในห้องเรียน

เพราะฉะนั้น ในการทำให้นักเรียนเปลี่ยนแปลงมโนคติจากมโนคติที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนคติที่ถูกต้อง จะต้องสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนทราบว่า มโนคติที่ตัวเองมีอยู่นั้นเป็นมโนคติที่ไม่ถูกต้อง และไม่สามารถนำมโนคติเหล่านั้นไปแก้ปัญหา ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นใหม่ได้ และจะต้องสร้างสถานการณ์ที่แสดงให้เห็นว่า มโนคติใหม่เหล่านั้น น่าสนใจกว่าของเดิม และมีเหตุผลมากกว่าของเดิมด้วย พร้อมทั้งมโนคติใหม่นั้น สามารถที่จะ แก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่า จึงมีโอกาที่จะแก้ไขมโนคติของนักเรียนจากมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็น มโนคติที่ถูกต้อง

## เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

### 1. ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาได้ให้ทัศนะและแนวคิดเกี่ยวกับความหมายของการสอนแบบ สืบเสาะหาความรู้ ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2540: 119) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการ สอนที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนได้พบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียม สภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้างของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหา โดยครู ทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วยและนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้น ในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้โดยวิธีการ

เช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนความคิดจากการที่เป็นผู้รับความรู้มาเป็นผู้แสวงหา และใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

สมบัติ การจนาร์กพงศ์ (2545: 18) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เน้นให้ครูใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เสาะหาความรู้ได้ดีขึ้น

ทศนา เขมมณี (2546: 37) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการสอนที่ใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการนำเสนอตัวอย่าง ข้อมูล ความคิด เหตุการณ์ สถานการณ์ ปรากฏการณ์ ที่มีหลักการ แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียนแฝงอยู่ มาให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ แนวคิดที่แฝงอยู่ออกมาเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ต่อไป

กมลวรรณพร สิงหามาตร (2552: 10) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนที่ให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้เนื้อหาวิชา และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจากกระบวนการดังกล่าวจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548: 6) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนค้นหาความรู้ใหม่ด้วยตนเองผ่านกระบวนการคิด และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ

Chaipetta and Adam (2004 อ้างถึงใน จันทร์จิรา ภมรศิลป์ธรรม, 2551: 23) อธิบายข้อแตกต่างของการสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนกับการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ว่า การสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนมีจุดประสงค์ที่กว้างกว่าการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ เพราะการสืบเสาะหาความรู้ของนักวิทยาศาสตร์เกิดจากผู้ใหญ่ที่ต้องการที่จะศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติ อธิบายความเข้าใจของตนเองและนำเสนอต่อสังคม ในขณะที่การสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนหมายถึงการสืบเสาะหาความรู้ในโรงเรียนซึ่งมีวัตถุประสงค์ 5 ประการ คือ

- 1) เข้าใจความเป็นจริง แนวคิด หลักการ กฎ และทฤษฎี
- 2) พัฒนาทักษะเกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้และเข้าใจธรรมชาติ
- 3) การพัฒนาทักษะนิสัยในการค้นหาคำตอบ การตั้งคำถามและความเป็นจริงเกี่ยวกับธรรมชาติ
- 4) มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์
- 5) เข้าใจธรรมชาติวิทยาศาสตร์

Martin (1997: 162) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสอนให้นักเรียน ได้รับความรู้นั้น ไม่ใช่เป็นเพียงแค่ครูให้ความรู้กับนักเรียนเพียงฝ่ายเดียว บ่อยครั้งที่นักเรียนมี ความอยากรู้อยากเห็นเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า ด้วยตนเองให้นักเรียนได้ลงมือสังเกตปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง วางแผนวิธีการหาความรู้ นั้นด้วยตนเอง โดยครูเป็นเพียงผู้ที่เตรียมคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดวิธีการหาความรู้ ให้นักเรียน ได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน และเปิด โอกาสให้นักเรียน ได้มีส่วนร่วม ในการสร้างองค์ความรู้นั้นด้วยตนเอง

Richard (1997: 108) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อสืบค้นข้อมูลให้ได้มาซึ่งความรู้ ที่ต้องการศึกษา โดยครูเป็นเพียงผู้แนะนำ หรือเป็นผู้ช่วยเหลือในกรณีที่นักเรียนปฏิบัติเองไม่ได้

Sund and Trowbridge (1975 อ้างถึงใน กมลวรรณพร สิงหามাত্র, 2552: 10) ได้ กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการค้นพบ ความรู้ต่าง ๆ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การสังเคราะห์ความรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์โดยนักเรียนมีส่วนร่วม ในการเรียนการสอนโดยตรง

Collette and Chiappetta (1975 อ้างถึงใน กมลวรรณพร สิงหามাত্র, 2552: 10) ได้ กล่าวถึงการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนที่นักเรียนต้องตอบคำถาม และค้นหา คำตอบด้วยตนเอง โดยครูต้องสร้างสถานการณ์ ที่น่าสงสัยแปลกใจ (Discrepant) สถานการณ์ การแก้ปัญหา (Problem Solving Situations) กิจกรรมอุปมาน (Inductive) หรือกิจกรรมอนุมาน

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการ เรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักค้นคว้าข้อมูล แสวงหาความรู้และค้นพบความรู้หรือความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติจริงโดยใช้กระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์

## 2. ขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาได้ให้ทัศนะและแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ต่าง ๆ ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547: 14-15) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

- 1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเอง

จากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับ ความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอ ประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่อง ที่จะใช้ศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ และนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบ อย่างหลากหลาย

2) ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษา อย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนด ทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอแนะ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง หรือจาก แหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

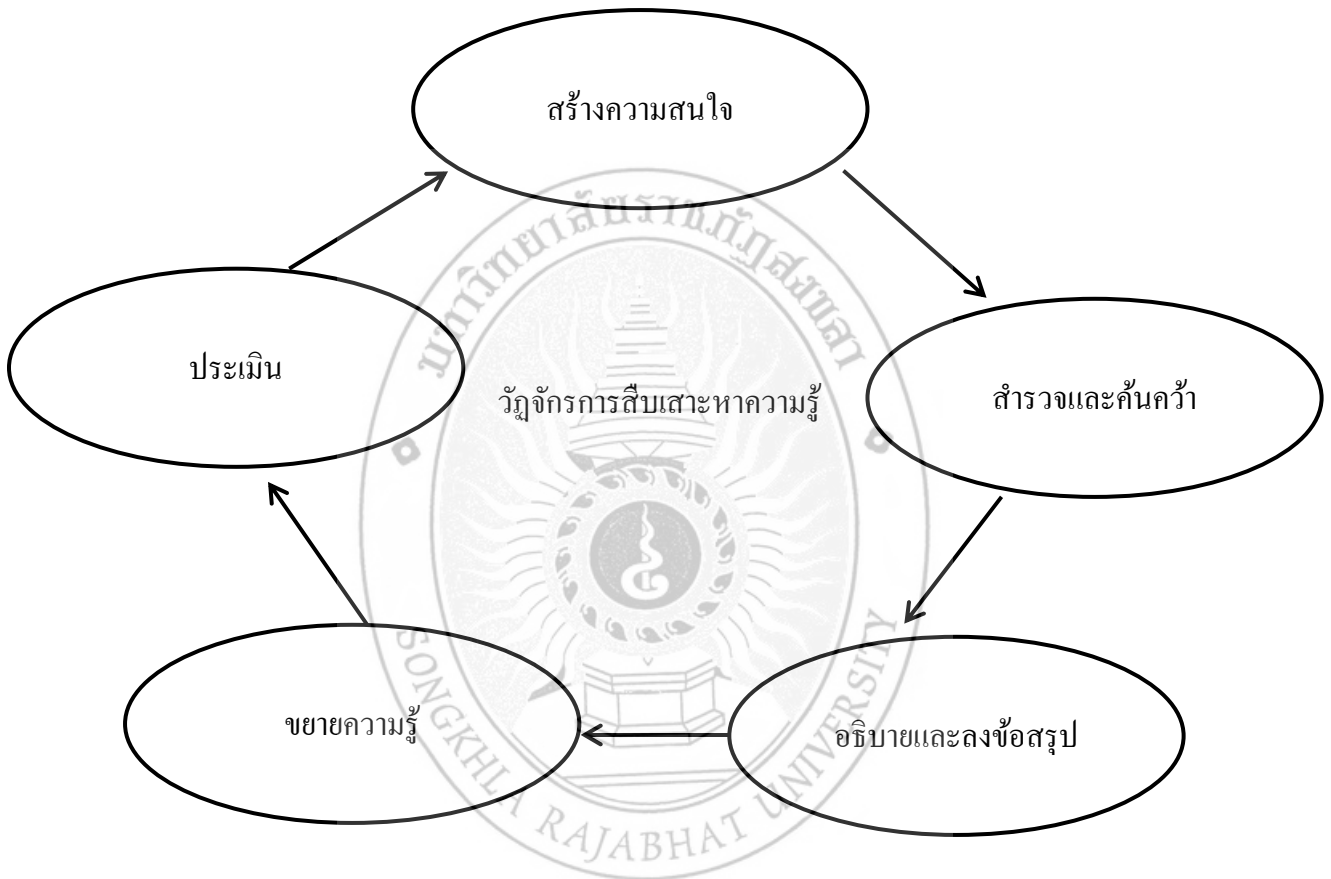
3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เมื่อได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อเสนอแนะ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือวาดรูป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้ อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือ ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิด การเรียนรู้ได้

4) ขั้นขยายความรู้ เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือ แนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมหรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์ หรือ เหตุการณ์อื่น ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้ ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงกับ เรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5) ขั้นประเมิน เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียน มีความรู้อะไรบ้าง อย่างไรและมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์ หรือเรื่อง

อื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหา ที่จะต้องสำรวจตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป



ภาพ 3 แสดงวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547: 15

สมบัติ การจนารักพงศ์ (2545: 18-19) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

1) การสร้างความสนใจ ขั้นนี้มีลักษณะเป็นการแนะนำทเรียนกิจกรรมจะประกอบด้วย การซักถามปัญหา การทบทวนความรู้เดิม การกำหนดกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นในการเรียนการสอนและเป้าหมายที่ต้องการ

2) การสำรวจ ขั้นนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวความคิดที่มีอยู่แล้วมาจัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่ ถ้าเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการทดลอง



การสำรวจ การสืบค้น ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งเทคนิคและความรู้ทางการปฏิบัติ จะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำหรือผู้เริ่มต้น ในกรณีที่นักเรียนไม่สามารถหาจุดเริ่มต้นได้

3) การอธิบาย ในขั้นตอนนี้ กิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้จะมีการนำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาหัวข้อ หรือแนวความคิดที่กำลังศึกษาอยู่ กิจกรรมอาจประกอบไปด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการอ่าน และนำข้อมูลมาอภิปราย

4) การลงข้อสรุป ในขั้นตอนนี้จะเน้นให้นักเรียนได้นำความรู้หรือข้อมูลจากขั้นที่ผ่านมาแล้วมาใช้ กิจกรรมส่วนใหญ่อาจเป็นการอภิปรายภายในกลุ่มของตนเอง เพื่อลงข้อสรุป เกิดเป็นแนวความคิดหลักขึ้น นักเรียนจะปรับแนวความคิดหลักของตัวเองในกรณีที่ ไม่สอดคล้องหรือคลาดเคลื่อนจากข้อเท็จจริง

5) การประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายจากการเรียนรู้โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบแนวความคิดหลักที่ตนเองได้เรียนรู้มาแล้ว โดยการประเมินผลด้วยตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปไว้แล้วในขั้นที่ 4 ว่ามีความสอดคล้องหรือถูกต้องมากน้อยเพียงใด รวมทั้งมีการยอมรับมากน้อยเพียงใด ข้อสรุปที่ได้จะนำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อไป ทั้งนี้จะรวมทั้งการประเมินผลของครูต่อการเรียนรู้ของนักเรียนด้วย

จากที่กล่าวมาเกี่ยวกับขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ พอสรุปได้ว่า ขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการหาความรู้ ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน ขั้นการสรุป ขั้นการขยายความรู้และขั้นการนำความรู้ไปใช้

### 3. บทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549: 46-51) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ โดยครูมีบทบาทในการสร้างความอยากรู้อยากเห็น ให้คำปรึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนดำเนินกิจกรรมด้วยตัวเอง นักเรียนมีบทบาทในการแสดงความคิดเห็น ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหา สำรวจตรวจสอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง สามารถแสดงแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ และลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์ไว้ดังนี้



ตาราง 2 บทบาทของครูและนักเรียนในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ซึ่งแสดงแต่ละขั้นตอน และลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1. สร้างความสนใจครูจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้นหรือท้าทายทำให้นักเรียนสนใจสงสัย ใคร่รู้ อยากรู้ อยากเห็น ชัดแย้ง หรือเกิดปัญหาและทำให้นักเรียนต้องการศึกษา ค้นคว้า ทดลองหรือแก้ปัญหา (สำรวจ ตรวจสอบ) ด้วยตัวนักเรียนเอง	<ol style="list-style-type: none"> <li>เชื่อมโยงกับความรู้หรือประสบการณ์เดิม</li> <li>แปลกใหม่กับนักเรียนไม่เคยพบมาก่อน</li> <li>ท้าทาย น่าสนใจ ใคร่รู้</li> <li>เปิดโอกาสให้มีแนวทางการตรวจสอบอย่างหลากหลาย</li> <li>นำไปสู่กระบวนการตรวจด้วยตัวนักเรียนเอง</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>สร้างความสนใจ</li> <li>สร้างความอยากรู้อยากเห็น</li> <li>ตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนคิด</li> <li>ให้เวลานักเรียนคิดก่อนตอบคำถามหรือไม่เร่งรีบในการตอบคำถาม</li> <li>ดึงเอาคำตอบหรือความคิดที่ยังไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์</li> <li>เปิดโอกาสให้นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหาที่สำรวจตรวจสอบ</li> <li>เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>ตั้งคำถาม</li> <li>ตอบคำถาม</li> <li>แสดงความคิดเห็น</li> <li>กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน</li> <li>แสดงความสนใจ</li> </ol>

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
2. สํารวจและคํานวณว่าครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนสํารวจตรวจสอบปัญหา หรือประเด็นที่นักเรียนสนใจ ใคร่รู้	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. นักเรียนได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง</li> <li>2. นักเรียนทำงานตามความคิดอย่างอิสระ</li> <li>3. นักเรียนตั้งสมมติฐานได้หลากหลาย</li> <li>4. พิจารณาข้อมูลและข้อเท็จจริงที่ปรากฏแล้วกำหนดสมมติฐานที่เป็นไปได้</li> <li>5. นักเรียนวางแผนแนวทางการสํารวจตรวจสอบ</li> <li>6. นักเรียนวิเคราะห์อภิปรายเกี่ยวกับกระบวนการสํารวจตรวจสอบ</li> <li>7. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสํารวจตรวจสอบ</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วิเคราะห์กระบวนการสํารวจตรวจสอบ</li> <li>2. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสํารวจตรวจสอบ</li> <li>3. ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกันในการสํารวจตรวจสอบ</li> <li>4. ให้นเวล่านักเรียนในการคิดไตร่ตรองปัญหา</li> <li>5. สังเกตการทำงานของนักเรียน</li> <li>6. ฟังการโต้ตอบกันของนักเรียน</li> <li>7. ทำหน้าที่ในการให้คำปรึกษา</li> <li>8. อำนวยความสะดวก</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. คิดอย่างอิสระแต่อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม</li> <li>2. ตั้งสมมติฐาน</li> <li>3. พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย</li> <li>4. ระดมความคิดเห็นในการแก้ปัญหาในการสํารวจตรวจสอบ</li> <li>5. ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนถูกต้อง</li> <li>6. บันทึกการสังเกตหรือผลการสํารวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ ละเอียดยรอบคอบ</li> </ol>

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<p>3. อธิบายและลงข้อสรุป ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนวิเคราะห์อธิบายความรู้หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในองค์ความรู้ที่ได้อย่างชัดเจน</p>	<p>1. นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมานำเสนอในลักษณะ</p> <p>1.1 วิเคราะห์ แปลผล</p> <p>1.2 สรุปผล</p> <p>1.3 อภิปรายผล</p> <p>2. นักเรียนนำเสนอผลงานในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปภาพ ตาราง แผนผัง</p> <p>3. มีการอภิปรายซักถามและเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลงานของนักเรียน</p> <p>4. มีการพิสูจน์ตรวจสอบให้แน่ใจ(ทำซ้ำหรือมีเอกสารอ้างอิง หรือหลักฐานชัดเจน)</p>	<p>1. ส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบและแนวคิดด้วยคำพูดของตนเอง</p> <p>2. ให้นักเรียนอธิบายโดยการเชื่อมโยงประสบการณ์ความรู้เดิม และสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือสิ่งที่ได้ค้นพบเข้าด้วยกัน</p> <p>3. ให้นักเรียนอธิบายโดยมีเหตุผล หลักการ หรือหลักฐานประกอบ</p> <p>4. ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน</p> <p>5. ส่งเสริมให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน สมเหตุสมผล</p>	<p>1. อธิบายการแก้ปัญหาหรือผลการสำรวจตรวจสอบที่ได้</p> <p>2. อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล</p> <p>3. อธิบายแบบเชื่อมโยงสัมพันธ์ และมีเหตุผล หลักการ หรือหลักฐาน</p> <p>4. ฟังการอธิบายของผู้อื่นแล้วคิดวิเคราะห์</p> <p>5. อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<p>4. ขยายความรู้ ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่นักเรียนได้ขยายเพิ่มเติม หรือเติมเต็มองค์ความรู้ใหม่ให้กว้าง สมบูรณ์ กระฉ่าง และลึกซึ้งยิ่งขึ้น</p>	<p>1. ให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมไปสู่ความรู้ใหม่</p> <p>2. ให้นักเรียนได้อธิบายและร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็มเพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สมบูรณ์ กระฉ่าง หรือลึกซึ้งขึ้นหรือขยายกรอบความรู้ความคิดให้กว้างขึ้น</p> <p>3. ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า หรือทดลอง เพิ่มขึ้น</p> <p>4. ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ หรือสถานการณ์ใหม่ที่มีการตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจน ความสมบูรณ์ของกระบวนการ และองค์ความรู้ที่ได้โดย</p>	<p>1. ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายอย่างละเอียด ชัดเจน สมบูรณ์ และอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็ม หรือขยายแนวความคิด และทักษะจากการสำรวจตรวจสอบ</p> <p>2. ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้จากการสำรวจตรวจสอบกับความรู้อื่นๆ</p> <p>3. ร่วมอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมหรือเติมเต็มหรือขยายกรอบความรู้ความคิด</p>	<p>1. ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรือทักษะ จากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม</p> <p>2. นำข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปสร้างความรู้ใหม่</p> <p>3. นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบาย หรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอน	ลักษณะของกิจกรรมหรือสถานการณ์	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
<p>5. ประเมินครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนวิเคราะห์ วิจัย หรืออภิปรายซักถามแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ซึ่งกันและกันในเชิงเปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุงเพิ่มเติม หรือทบทวนใหม่ ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้</p>	<p>1. วิเคราะห์แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน 2. วิจัยหรืออภิปรายเพื่อเปรียบเทียบ ประเมิน ปรับปรุงหรือเพิ่มเติมทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ 3. เปรียบเทียบผลการสำรวจตรวจสอบกับสมมติฐานที่กำหนดไว้</p>	<p>1. ถามคำถามเพื่อนำไปสู่การประเมิน 2. ส่งเสริมให้นักเรียนประเมินกระบวนการและผลงานด้วยตนเอง 3. ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจตรวจสอบทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ที่ได้</p>	<p>1. วิเคราะห์กระบวนการสร้างองค์ความรู้ 2.ถามคำถามที่เกี่ยวข้องจากการสังเกตหลักฐานและคำอธิบายเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้อง ชัดเจน สมบูรณ์และอาจนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบใหม่ 3. ประเมินกระบวนการและองค์ความรู้ของตนเอง</p>

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549: 46

สรุปได้ว่า ครูต้องมีบทบาทในการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ครูต้องจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้สืบค้นเสาะหาสำรวจตรวจสอบค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำมาสรุป สื่อสารข้อมูล

#### 4. บรรยากาศการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547: 51) ได้กล่าวถึงบรรยากาศทั่วไปในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน รายละเอียดได้จำแนกไว้เป็นข้อ ๆ ดังตาราง 3

ตาราง 3 บรรยากาศทั่วไปในการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน

บรรยากาศทั่วไป	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน
1. ไม่เครียด	1. ครูเป็นกันเองกับนักเรียน	1. ร่วมมือในการทำกิจกรรม
2. สนุก	2. ครูยิ้มแย้มแจ่มใส	ช่วยกันคิด ช่วยกันทำงาน
3. ไม่สับสน	3. ครูดึงนักเรียนอย่างสร้างสรรค์	2. อภิปรายแสดงความคิดเห็น
4. นักเรียนคิดอย่างอิสระ	4. ครูยอมรับฟังความคิดเห็นของนักเรียน	ร่วมกัน
5. นักเรียนสนใจกระตือรือร้นเข้าร่วมกิจกรรม	5. ครูให้คำปรึกษาแนะนำช่วยเหลือนักเรียน	3. ยอมรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2547: 51

สรุปได้ว่า บรรยากาศการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ก็เป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อให้ผู้เรียนอยากสืบเสาะหาความรู้ ครูผู้สอนและผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ ครูผู้สอนเป็นผู้ริเริ่มสร้างบรรยากาศ ผู้เรียนเป็นผู้ตอบสนอง เพื่อเพิ่มสีสันและบรรยากาศในการเรียนการสอน



## 5. ข้อดีของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ทัศนะและแนวคิดเกี่ยวกับข้อดีของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถสรุปได้ ดังนี้

5.1 นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ และศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความอยากรู้ อยากเรียนอยู่ตลอดเวลา

5.2 นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกฝนการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิด และวิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้ และถ่ายโยงการเรียนรู้ได้

5.3 นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

5.4 นักเรียนสามารถเรียนรู้มี โนมติ และหลักการทางวิทยาศาสตร์ได้เร็วขึ้น

5.5 นักเรียนจะเป็นผู้ที่มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

5.6 เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนรู้

5.7 เป็นวิธีสอนที่ทำให้ผู้เรียนได้ทั้งความรู้และกระบวนการ ซึ่งผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้เรื่องอื่น ๆ

5.8 นักเรียนได้วิเคราะห์สิ่งสำคัญที่จะเรียนรู้ วางแผนกำหนดขอบเขต แนวทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง ลงมือเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่หลากหลายตามความถนัดของตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบศักยภาพที่แท้จริงของตนเอง รู้จักและเข้าใจตนเองมากขึ้น

5.9 นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรง ปฏิบัติจากสื่อที่เป็นของจริง รู้และเข้าใจในสิ่งที่เรียนได้อย่างถูกต้อง มีทักษะในการปฏิบัติอย่างคล่องแคล่ว สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับมาไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้เนื้อหาอื่น ๆ และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้

5.10 นักเรียนมีโอกาสเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ทำให้นักเรียนรู้สึกว่าคุณค่าความสำคัญได้รับการยอมรับ มีความสุขและเกิดความภูมิใจในตนเอง

5.11 นักเรียนได้ฝึกให้เป็นคนที่มีความรับผิดชอบ อดทน มีลักษณะของบุคคลที่มีความเป็นประชาธิปไตย (ภพ เลหาไพบูลย์, 2542, ทิศนา แจมมณี, 2546 และ พงนา ทรัพย์สमान, 2549)

สรุปได้ว่า ข้อดีของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการเรียนที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการแสวงหาความรู้เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้และกระบวนการคิดได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง

## ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนรู้ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนำเสนอ 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning)

### 1. ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

#### 1.1 แนวคิดทฤษฎีที่ใช้

ทิสนา แจมมณี (2554: 90) ได้กล่าวถึงแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้ แนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความรู้ของมนุษย์ มีความหมายทั้งในเชิงจิตวิทยาและเชิงสังคมวิทยา ทฤษฎีด้านจิตวิทยา เริ่มต้นจาก Jean Piaget ซึ่งเสนอว่า การเรียนรู้ของเด็กเป็นกระบวนการส่วนบุคคลมีความเป็นอัตนัย Vygotsky ได้ขยายขอบเขตการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลว่า เกิดจากการสื่อสารทางภาษากับบุคคลอื่น สำหรับด้านสังคมวิทยา Emile Durkheim และคณะ เชื่อว่าสภาพแวดล้อมทางสังคมมีผลต่อการเสริมสร้างความรู้ใหม่ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง จัดเป็นทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มปัญญานิยม (cognitive psychology) มีรากฐานมาจากผลงานของ Ausubel และ Piaget โดยกล่าวถึงประเด็นสำคัญ 2 ประการ ดังนี้

- 1) ผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็น กับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยใช้กระบวนการทางปัญญา (cognitive apparatus) ของตน
- 2) การเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองคือ โครงสร้างทางปัญญา เป็นผลของความพยายามทางความคิด ผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยา ด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้โดยจัดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น

#### 1.2 ลักษณะการพัฒนารูปแบบการสอน

ทิสนา แจมมณี (2554: 90) ได้กล่าวถึงลักษณะการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

- 1) การสอนตามแนว ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง เน้นความสำคัญ ของกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน และความสำคัญของความรู้เดิม
- 2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเป็นผู้แสดงความรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ ผู้เรียนจะเป็นผู้ออกไปสังเกตสิ่งที่ตนอยากรู้ มาร่วมกันอภิปราย สรุปผล

การค้นพบ แล้วนำไปศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม จากเอกสารวิชาการ หรือแหล่งความรู้ที่หาได้ เพื่อตรวจความรู้ที่ได้มา และเพิ่มเติมเป็นองค์ความรู้ที่สมบูรณ์ต่อไป

3) การเรียนรู้ต้องให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริง ค้นหาคำรู้ด้วยตนเอง จนค้นพบความรู้และรู้จักสิ่งที่ค้นพบ เรียนรู้วิเคราะห์ต่อจนรู้จริงว่า ลึก ๆ แล้วสิ่งนั้นคืออะไร มีความสำคัญมากน้อยเพียงไร และศึกษาค้นคว้าให้ลึกซึ้งลงไป จนถึงรู้แจ้ง

### 1.3 บทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้

ทิสนา แจมมณี (2554: 90) ได้กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ดังนี้

ผู้สอนมีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ คือ

- 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกต สำรวจเพื่อให้เห็นปัญหา
- 2) มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น แนะนำ ถามให้คิด หรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง

ด้วยตนเอง

- 3) ช่วยให้ผู้เรียนคิดค้นต่อ ๆ ไป ให้ทำงานเป็นกลุ่ม
- 4) ประเมินความคิดรวบยอดของผู้เรียน ตรวจสอบความคิดและทักษะการคิดต่าง ๆ การปฏิบัติการแก้ปัญหา และพัฒนาให้เคารพความคิดและเหตุผลของผู้อื่น

ในการเรียนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนจะมีบทบาทเป็นผู้ปฏิบัติและสร้างความรู้ไปพร้อม ๆ กัน ด้วยตัวของเขาเอง บทบาทที่คาดหวังจากผู้เรียน คือ

- 1) มีความยินดีร่วมกิจกรรมทุกครั้งด้วยความสมัครใจ
- 2) เรียนรู้ได้เอง รู้จักแสวงหาความรู้จากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีอยู่ด้วยตนเอง
- 3) ตัดสินปัญหาต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล
- 4) มีความรู้ลึกและความคิดเป็นของตนเอง
- 5) วิเคราะห์พฤติกรรมของตนเองและผู้อื่นได้
- 6) ให้ความช่วยเหลือกันและกัน รู้จักรับผิดชอบงานที่ตนเองทำอยู่และที่ได้รับมอบหมาย

มอบหมาย

- 7) นำสิ่งที่เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

## 2. ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ

การเรียนรู้แบบร่วมมือ คือการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกัน ประมาณ 3-6 คน

Johnson and Johnson (1994: 31 – 37, อ้างถึงใน ทิศนา แคมมณี, 2554) ได้สรุปว่า ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือมีองค์ประกอบ ที่สำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1) ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในทางบวก (Positive Inter dependent) หมายถึง การพึ่งพากันในทางบวก แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การพึ่งพากันเชิงผลลัพธ์ คือการพึ่งพากัน ในด้านการได้รับผลประโยชน์จากความสำเร็จของกลุ่มร่วมกัน ซึ่งความสำเร็จของกลุ่ม อาจจะเป็น ผลงานหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม ในการสร้างการพึ่งพากันในเชิงผลลัพธ์ได้คั้งนั้น ต้องจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนทำงาน โดยมีเป้าหมายร่วมกัน จึงจะเกิดแรงจูงใจ ให้ผู้เรียนมีการพึ่งพาซึ่งกันและกัน สามารถร่วมมือกันทำงานให้บรรลุผลสำเร็จได้ และการพึ่งพา ในเชิงวิธีการ คือ การพึ่งพากันในด้านกระบวนการทำงานเพื่อให้งานกลุ่มสามารถบรรลุได้ ตามเป้าหมาย ซึ่งต้องสร้างสภาพการณ์ให้ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มได้รับรู้ว่าตนเองมีความสำคัญ ต่อความสำเร็จของกลุ่ม

2) การมีปฏิสัมพันธ์ที่ส่งเสริมกัน ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม (Face to Face Promotive Interdependence) หมายถึง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนช่วยเหลือกัน มีการติดต่อสัมพันธ์ กัน การอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด การอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มได้เกิดการเรียนรู้ การรับฟังเหตุผลของสมาชิกในกลุ่ม การมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงระหว่างสมาชิกในกลุ่มได้เกิด การเรียนรู้ การรับฟังเหตุผลของสมาชิกภายในกลุ่ม จะก่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการคิด ของผู้เรียน เป็นการเปิดโอกาสให้ ผู้เรียนได้รู้จักการทำงานร่วมกันทางสังคม จากการช่วยเหลือ สนับสนุนกัน การเรียนรู้เหตุผลของกันและกัน ทำให้ได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับ การทำงาน ของตนเอง จากการตอบสนองทางวาจา และท่าทางของเพื่อนสมาชิกช่วยให้รู้จักเพื่อนสมาชิกได้ดี ยิ่งขึ้น ส่งผลให้เกิดสัมพันธ์ภาพที่ดีต่อกัน

3) ความรับผิดชอบของสมาชิกแต่ละบุคคล (Individual Accountability) หมายถึง ความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของสมาชิกแต่ละคน โดยต้องทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็ม ความสามารถ ต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเองและเพื่อนสมาชิก ให้ความสำคัญเกี่ยวกับ ความสามารถและความรู้ที่แต่ละคนจะได้รับ มีการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่า ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้เป็นรายบุคคลหรือไม่ โดยประเมินผลงานของสมาชิกแต่ละคน ซึ่งรวมกันเป็นผลงาน ของกลุ่มให้ข้อมูลย้อนกลับทั้งกลุ่มและรายบุคคลให้ สมาชิกทุกคนรายงานหรือมีโอกาสดแสดง ความคิดเห็น โดยทั่วถึง ตรวจสอบรูปผลการเรียนเป็นรายบุคคลหลังจบบทเรียน เพื่อเป็นการประกันว่า สมาชิกทุกคนในกลุ่มรับผิดชอบทุกอย่างร่วมกับกลุ่ม ทั้งนี้สมาชิกทุกคนในกลุ่มจะต้องมี ความมั่นใจ และพร้อมที่จะได้รับการทดสอบเป็นรายบุคคล

4) การใช้ทักษะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและทักษะการทำงานกลุ่มย่อย (Interpersonal and Small Group Skills) หมายถึง การมีทักษะทางสังคม (Social Skill) เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข คือ มีความเป็นผู้นำ รู้จักตัดสินใจ สามารถสร้างความไว้วางใจ รู้จักติดต่อสื่อสาร และสามารถแก้ไขปัญหาข้อขัดแย้งในการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำงานร่วมกันที่จะช่วยให้การทำงานกลุ่มประสบความสำเร็จ

5) กระบวนการทำงานของกลุ่ม (Group Processing) หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ของกลุ่ม โดยผู้เรียนจะต้องเรียนรู้จากกลุ่มให้มากที่สุด มีความร่วมมือทั้งด้านความคิด การทำงาน และความรับผิดชอบร่วมกันจนสามารถบรรลุเป้าหมายได้ การที่จะช่วยให้การดำเนินงานของกลุ่มเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุเป้าหมายนั้น กลุ่มจะต้องมีหัวหน้าที่ดี สมาชิกดี และกระบวนการทำงานดี นั่นคือ มีการเข้าใจในเป้าหมายการทำงานร่วมกัน

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่า การเรียนรู้เกิดขึ้นจากการที่ผู้เรียนเป็นผู้กระทำ ผู้เรียนจะเป็นผู้ที่มีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุหรือเหตุการณ์ด้วยตัวผู้เรียนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจในวัตถุหรือเหตุการณ์นั้น ซึ่งก็คือ การสร้าง การทำความเข้าใจ และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตัวของผู้เรียนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ให้มากที่สุด และมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สมบูรณ์

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ประเด็น คืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ในแต่ละประเด็นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน

การศึกษาเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติที่คลาดเคลื่อน ดังนี้

จอร์จ คี บัระพันธ์ (2548: บทคัดย่อ) ได้สำรวจแนวคิดเกี่ยวกับฟิสิกส์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพรูวิชาเอกฟิสิกส์ จากสถาบันการผลิตครู 7 แห่งทั่วประเทศ โดยใช้แบบวัดแนวคิดเกี่ยวกับวิชาฟิสิกส์ ซึ่งครอบคลุม เนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ใน 6 เรื่องหลัก ไค แก กลศาสตร์ คลื่น ไฟฟ้าแม่เหล็ก ความร้อนและอุณหพลศาสตร์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และ ฟิสิกส์นิวเคลียร์และฟิสิกส์อะตอม ผลการวิจัยพบว่าในแต่ละเรื่องหลักนั้น นิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์

□วิชาชีพครูวิชาเอกฟิสิกส์ □มีแนวคิดที่หลากหลาย ตั้งแต่แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิด ทางวิทยาศาสตร์ จนถึงแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดที่ไม่ถูกต้องของนิสิตนักศึกษาฝึกประสบการณ์ □วิชาชีพครู วิชาเอกฟิสิกส์ ใด □แสดง ให้เห็น ถึงสภาพปัญหาในการเตรียมความพร้อมด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ ของสถาบันการผลิตครู

ทัศนวิจารณ์ เลิศเจริญฤทธิ์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาแนวคิดและความรู้สึกเกี่ยวกับสารกัมมันตรังสีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนในเขตพื้นที่ที่ก่อตั้งสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ อำเภอบ้านสร้างจังหวัดปราจีนบุรีผลการวิจัยพบว่าแนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับสารกัมมันตรังสีมีดังนี้ 1) สมบัติของสารกัมมันตรังสีซึ่งนักเรียนมีแนวคิดว่สารกัมมันตรังสีมี 3 สถานะคือของแข็ง ของเหลวและแก๊ส ลักษณะเหมือนก้อนแร่และน้ำเสียจากโรงงาน มีกลิ่นฉุน อุณหภูมิสูง แผ่รังสีออกมาเป็นพลังงานและอนุภาค มีอายุการใช้งานในเวลาจำกัดและขึ้นอยู่กับการเก็บรักษา 2) แหล่งกำเนิดซึ่งมีทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น 3) สารกัมมันตรังสีมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์รวมทั้งสิ่งไม่มีชีวิตทั้งดินน้ำ อากาศ และวัตถุต่างๆ 4) สารกัมมันตรังสีส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้ทางการแพทย์และสงคราม นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดเรื่องการนำสารกัมมันตรังสีไปใช้มากที่สุด และนักเรียนมีแนวคิดที่ไม่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด ในเรื่องผลกระทบของสารกัมมันตรังสี ส่วนที่สองเป็นความรู้สึกที่นักเรียนมีเกี่ยวกับสารกัมมันตรังสี โดยนักเรียนรู้สึกว่สารกัมมันตรังสีนั้นเป็นอันตราย แต่จะอันตรายมากหรือน้อยนั้นขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คือปริมาณของสารกัมมันตรังสี ระยะห่างจากสารกัมมันตรังสี นอกจากนี้ยังพบว่า แนวคิดของนักเรียนเกี่ยวกับแหล่งกำเนิด ผลกระทบของสารกัมมันตรังสี และสมบัติของสารกัมมันตรังสี มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกของนักเรียน โดยส่งผลให้นักเรียนรู้สึกกลัว ในขณะที่แนวคิดของนักเรียนเรื่องการนำสารกัมมันตรังสีไปใช้ ไม่มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกของนักเรียน

ปริญา ตัตตรัตน์จจร (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษามโนคติของนักเรียน และการสอนของครู เรื่องห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในจังหวัดลำปาง ผลการวิจัยพบว่า 1) ก่อนเรียนนักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในทุกหัวข้อเกี่ยวกับมโนคติ เรื่องห่วงโซ่อาหาร และสายใยอาหาร อยู่ในช่วงร้อยละ 0-27.5 ส่วนหลังเรียนมีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น ในบางหัวข้ออยู่ในช่วงร้อยละ 2.5-72.5 สำหรับนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ พบว่ก่อนเรียนมีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ในทุกหัวข้ออยู่ในช่วงร้อยละ 0-60.0 ส่วนหลังเรียนมีนักเรียนมีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์เพิ่มขึ้นในบางหัวข้ออยู่ในช่วงร้อยละ 7.5-70.0 นักเรียนที่มี

มโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน พบว่าก่อนเรียนมีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วน ในทุกหัวข้ออยู่ในช่วงร้อยละ 0-70.0 หลังเรียนมีนักเรียนที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและคลาดเคลื่อนบางส่วนเพิ่มขึ้นในบางหัวข้ออยู่ในช่วงร้อยละ 10.0-80.0 สำหรับนักเรียนที่มีมโนคติคลาดเคลื่อนจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ก่อนเรียนมีนักเรียนที่มีมโนคติคลาดเคลื่อนจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในทุกหัวข้ออยู่ในช่วงร้อยละ 0-90.0 หลังเรียนมีนักเรียนที่มีมโนคติคลาดเคลื่อนจากมโนคติทางวิทยาศาสตร์ลดลงเกือบทุกหัวข้อ อยู่ในช่วงร้อยละ 0-65.2 2) การสอนของครู พบว่าครูใช้วิธีสอนแบบบรรยาย มีการเตรียมการสอน ใช้สื่อการเรียนการสอนและมีการวัดและประเมินผลหลังเรียน

กฤษณา โภคพันธ์ (2554: บทคัดย่อ) ได้ศึกษามโนคติ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70.00 ) มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แบบไม่สมบูรณ์ในเรื่องดาวฤกษ์ และนักเรียนร้อยละ 65.00 มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์บางส่วน และแนวคิดคลาดเคลื่อนในเรื่องดาวเคราะห์แคระ สำหรับแนวคิดเรื่องลมสุริยะ เป็นแนวคิดที่นักเรียนคลาดเคลื่อนมากที่สุด คิดเป็นนักเรียนร้อยละ 62.50 และกลุ่มที่ไม่มีความคิดพบมากที่สุดในแนวคิดเรื่อง วิวัฒนาการของดาวฤกษ์ คิดเป็นร้อยละ 50.00

Prescott and Mitchelmore (2005: 633-639) ได้ศึกษาเกี่ยวกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกรด 12 ในประเทศออสเตรเลีย เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ ในประเด็นต่อไปนี้ 1) แรงที่กระทำต่อวัตถุที่ถูกยิงหรือโยน 2) ตำแหน่งสัมพัทธ์ของวัตถุที่เคลื่อนที่ลงและวัตถุที่ถูกยิง 3) เวลาสัมพัทธ์ของวัตถุ 4) แรงที่กระทำต่อก้อนหินที่ถูกโยนขึ้นในแนวตั้ง

Hancer and Durkan (2008: 45-50) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียน เกรด 7 และ 8 ในประเทศตุรกี ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจดังนี้ 1) เมื่อมีแรงขนาดคงที่มากกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 2) เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุอย่างไม่ต่อเนื่อง วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงและหยุดในที่สุด 3) แรงเสียดทานมีผลต่อวัตถุที่อยู่นิ่ง 4) เมื่อมีแรงมากกระทำต่อวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงและหยุดในที่สุด 5) ถ้าวัตถุไม่เคลื่อนที่ แสดงว่าไม่มีแรงกระทำต่อวัตถุ 6) แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับพื้นผิวสัมผัสของวัตถุ

Bayraktar (2009: 273-291) ได้ศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาฝึกหัดครูเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาฝึกหัดครูมีมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ในประเด็นเกี่ยวกับแรงผลักดัน และแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยนักศึกษายา

และนักศึกษาหญิงมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ไม่แตกต่างกัน และ นักศึกษามีมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลงตามจำนวนปีการศึกษา

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนคติที่คลาดเคลื่อนจะเห็นได้ว่านักเรียน มีมโนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ ถึงแม้ว่าได้เรียนฟิสิกส์ในห้องเรียนปกติไปแล้ว ในสัดส่วนที่สูงจนน่าตกใจ ซึ่งมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลต่อการศึกษาในขั้นสูงต่อไป ผู้สอนจึงต้องจัดการ เรียนรู้เพื่อขจัดมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการ สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ดังนี้

ณรงค์เดช พลกระจาย (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการสอนตาม รูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 96 คน ในอำเภอพล จังหวัดขอนแก่น จำแนกเป็นเพศชาย 40 คน เพศหญิง 56 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนเป็นรายด้าน 6 ด้าน (ยกเว้นด้านการจัดประเภทและสิ่งของ และด้านการใช้เลขจำนวนและการคำนวณ) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีคะแนนเฉลี่ยเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 3 ด้าน คือ ด้าน ความอยากรู้อยากเห็น ด้านความรอบคอบก่อนตัดสินใจ ด้านความซื่อสัตย์ เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บัวรินทร์ สารวรรณ (2547: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ ต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หลังเรียนโดยรวมและรายด้านทั้ง 8 ด้าน คือ การสังเกต การวัด การจัดประเภทสิ่งของ การใช้ตัวเลข และการคำนวณ การใช้ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและมิติ การจัดกระทำและการสื่อความหมาย ข้อมูล การลงข้อวินิจฉัย และการพยากรณ์ เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยมี คะแนนเฉลี่ยโดยรวมและเป็นรายด้าน 7 ด้าน (ยกเว้นด้านการจัดประเภทสิ่งของ) เท่ากับหรือสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

ศรสุดา ชูพันธ์ (2548: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบ สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์



ขั้นพื้นฐาน และความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน หลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 3-7 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์หลังเรียนโดยรวม และเป็นรายด้าน 2-5 ด้าน เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่เรียนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานหลังเรียนโดยรวมและเป็นรายด้าน 2 ด้าน คือ ด้านทักษะการวัด และด้านทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติและเวลา กับมิติ และความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ หลังเรียนเป็นรายด้าน 1 ด้าน คือ ด้านการเลือกข้อมูล สำหรับการแก้ปัญหา มากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บุบผา นาคสมบูรณ์ (2549: บทคัดย่อ) ได้ศึกษา ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่มีต่อ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนโดยส่วนรวมและจำแนกตามเพศที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญา มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยรวม และรายด้าน และการคิดเชิงเหตุผล หลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ไพฑูรย์ หาญเชิงชัย (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการเรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยรวม นักเรียนชาย และนักเรียน หญิง ที่เรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นพื้นฐาน และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนทั้งโดยรวมและเป็นรายด้าน ทั้ง 8 ด้าน เพิ่มขึ้นจาก ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นักเรียนที่เพศต่างกัน หลังเรียนแบบวัฏจักร การเรียนรู้ 7 ขั้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ โดยรวมและรายด้านไม่แตกต่างกัน

ภัทรธินันท์ รัตนพงษ์ (2550: บทคัดย่อ) ได้ศึกษา การพัฒนาการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัย พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.85 นั่นคือนักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 85.00

จันทร์จิรา ภมรศิลป์ (2551: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องปิโตรเลียมและพอลิเมอร์ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ งานวิจัยนี้มี 3 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ 2) การออกแบบและการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรื่องปิโตรเลียมและพอลิเมอร์ และ 3) การนำหน่วยการเรียนรู้ไปใช้และประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า ในขั้นตอนที่ 1 พบว่า เรื่องปิโตรเลียมและพอลิเมอร์เป็นเรื่องที่ยากสำหรับนักเรียน ต้องการให้อาจารย์พัฒนาให้เกิดความเข้าใจต่อเนื้อหาที่ยากนี้ ต้องการปฏิบัติการทดลอง มีส่วนร่วมในการเรียน ปฏิบัติกิจกรรมที่สนุกสนาน ผลการวิจัยในขั้นตอนที่ 3 พบว่า หน่วยการเรียนรู้ เรื่องปิโตรเลียมและพอลิเมอร์ พัฒนาแนวคิดทางเลือกของนักเรียนให้เป็นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ คือเรื่องกำเนิดปิโตรเลียม การกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ น้ำมันไบโอดีเซล พอลิเมอร์ และพลาสติกย่อยสลายได้ แต่เรื่องพอลิเมอร์ นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงโครงสร้างโมเลกุลกับผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ได้ ส่วนเรื่องการรีไซเคิลนักเรียนยังคงมีแนวคิดถูกต้องบางส่วนและแสดงแนวคิดทางเลือก

กมลวรรณพร สิงหามาตร (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle, 5Es) เรื่องพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนร้อยละ 72 ของนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และนักเรียนร้อยละ 56 ของนักเรียนทั้งหมด มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

พรรรัตน์ กิ่งมะลิ (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พืช โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ □ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) แผนจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพ 84/82 ค่าดัชนีประสิทธิภาพเท่ากับ 0.76 คิดเป็นร้อยละ 77

เสาวลักษณ์ เหลืองดี (2552: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความเข้าใจโมเมนต์และความพึงพอใจ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการเกิดภาพ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความเข้าใจโมเมนต์วิทยาศาสตร์จากภาพรวมของมโนคติ 5 เรื่อง คือเรื่องสมบัติของแสง การเกิดภาพ แสงกับนัยน์ตามนุษย์ โยแก้วนำแสง และแสงเลเซอร์ นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้อง ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 46.42 และยังพบว่ามโนคติบางส่วนที่ยังคงมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 53.58 แต่หลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 82.81 และมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนบางส่วนหลังเรียนลดลงมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.19 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจโมเมนต์วิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2) ความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการเกิดภาพ โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

สุทธภา บุญแซม (2553: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (7E) ผลการวิจัยพบว่า 1) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนหลังการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ในภาพรวม พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.14 หลังเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเป็น 35.72 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ก่อนและหลังการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ได้คะแนนเฉลี่ย 7.74 และ 14.88 ตามลำดับ 2) ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียน หลังการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของนักเรียนหลังการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ จะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติจริง มีโอกาสค้นหาคำตอบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการสร้างนิสัยการเป็นคนช่างคิด มีจิตเป็นนักวิทยาศาสตร์ รู้จักแก้ปัญหา สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในด้านต่าง ๆ เช่น ส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น มีการคิดเชิงเหตุผลเพิ่มขึ้น และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจโมเมนต์พื้นฐานได้เร็วและดียิ่งขึ้น

### บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม อำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งสิ้น 35 คน ได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. แบบแผนวิธีการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและหาค่าคุณภาพเครื่องมือ
4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

#### แบบแผนวิธีการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ซึ่งดำเนินการวิจัยตามแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design) โดย กำหนดรูปแบบการวิจัย ดังนี้

ตาราง 4 แบบแผนวิธีการวิจัย

สอบก่อน (Pretest)		ทดลอง	สอบหลัง (Posttest)
	$T_1$	X	$T_2$
เมื่อ	$T_1$	หมายถึง	การทดสอบก่อนการทดลอง
	X	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
	$T_2$	หมายถึง	การสอบหลังการทดลอง

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญคือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 9 แผน เวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 29 คาบ คาบละ 50 นาที
2. แบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก และมีการให้เหตุผลประกอบในการตอบแต่ละตัวเลือกนั้น มีจำนวน 34 ข้อ

## การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีรายละเอียดในการสร้าง ดังต่อไปนี้

### 1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่

1.1 ศึกษาหลักสูตร มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คู่มือครู เนื้อหาสาระ การเรียนรู้ เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ โดยใช้สาระการเรียนรู้ตามหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กระทรวงศึกษาธิการ จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.2.1 ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1.2.2 ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

1.2.3 ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

1.2.4 ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

1.2.5 ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

1.3 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่

1.4 ดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องแรง และการเคลื่อนที่ ซึ่งประกอบด้วย

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

- 1.4.3 ความรู้ความสามารถ
- 1.4.4 สาระสำคัญ
- 1.4.5 ภาระ/ชิ้นงาน
- 1.4.6 กิจกรรมการเรียนรู้การสอน (แบบสืบเสาะหาความรู้)
- 1) ขั้นสร้างความสนใจ
  - 2) ขั้นสำรวจและค้นหา
  - 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป
  - 4) ขั้นขยายความรู้
  - 5) ขั้นประเมิน
- 1.4.7 สื่อการจัดการเรียนรู้การสอน เช่น ใบงาน ใบความรู้ อินเทอร์เน็ต ห้องสมุด
- 1.4.8 การวัดและประเมินผล
- ซึ่งมีแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งสิ้น 9 แผน จำนวนเวลา 29 คาบ ดังแสดงในตาราง 5

ตาราง 5 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวนคาบ
1	แรง	2
2	การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน	3
3	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	2
4	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	6
5	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	3
6	น้ำหนัก	2
7	กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	3
8	แรงเสียดทาน	4
9	การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้	4

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว นำเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล 1 ท่าน

ตรวจสอบรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงตามข้อเสนอแนะและให้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินคุณภาพโดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีของลิเคอร์ต (Likert) ซึ่งมี 5 ระดับ โดยใช้เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพและความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 102 – 103)

#### เกณฑ์การประเมิน

มีคุณภาพและเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเท่ากับ	4.51 – 5.00 คะแนน
มีคุณภาพและเหมาะสมมาก มีค่าเท่ากับ	3.51 – 4.50 คะแนน
มีคุณภาพและเหมาะสมปานกลาง มีค่าเท่ากับ	2.51 – 3.50 คะแนน
มีคุณภาพและเหมาะสมน้อย มีค่าเท่ากับ	1.51 – 2.50 คะแนน
มีคุณภาพและเหมาะสมน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ	1.00 – 1.50 คะแนน

ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนมีความเหมาะสม มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล มีความสอดคล้องกัน โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) มีค่าตั้งแต่ 0.67 - 1.0 อยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 โดยให้ข้อเสนอแนะและปรับปรุงแก้ไขดังนี้

1.6.1 ควรมีการปรับปรุงการเขียนเจตคติในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้โดยเลือกเฉพาะเจตคติที่เกิดขึ้นจริง

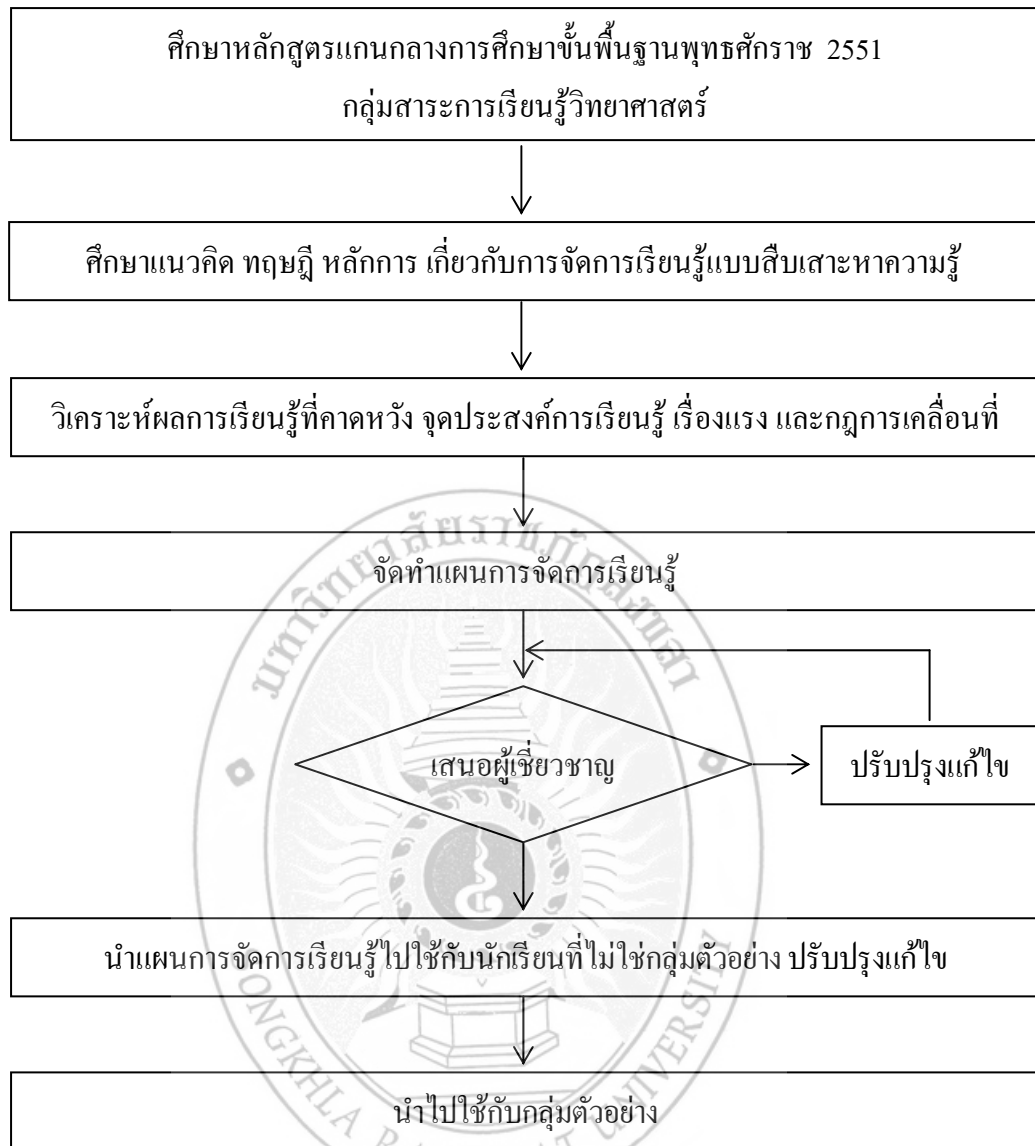
1.6.2 ควรมีการปรับปรุงใบงานให้น่าสนใจ

1.7 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (สายศิลป์ คำนวณ) จำนวน 1 ห้องเรียน เพื่อหาข้อบกพร่อง และเวลาที่เหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไข ให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แล้วจัดพิมพ์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน

การสร้างและหาคุณภาพของการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้สามารถเขียนเป็นผังงานสรุปขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพได้ดังภาพ 4



ภาพ 4 ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

## 2. แบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่

2.1 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หนังสือเรียนรายวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพ.ศ. 2551 เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ เพื่อรวบรวมเอื่อนำมาทำเป็นรายการมโนคติ

2.2 ศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือในการวิจัย เพื่อนำมาสร้างแบบทดสอบวัดมโนคติที่รวบรวมไว้ในข้อ 2.1 ซึ่งลักษณะของแบบทดสอบจะเป็นแบบทดสอบเพื่อการวินิจฉัย โดยในแบบทดสอบแต่ละข้อจะประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้



ส่วนที่ 1 เป็นข้อคำถาม และมีคำตอบเป็นตัวเลือก 4 ตัวเลือก

ส่วนที่ 2 เป็นเหตุผลที่นักเรียนใช้ในการเลือกตอบ จากตัวเลือกในส่วนที่ 1

2.3 นำแบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ ไปปรึกษาและขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2.4 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ ความถูกต้องของตัวเลือก ความเหมาะสมของตัวलग และให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าแบบทดสอบมีความสอดคล้องกับมโนคติ เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่หรือไม่ โดยผู้วิจัยได้เลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม ผลการเรียนรู้ และมโนคติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบจำนวน 35 ข้อ ที่ผ่านเกณฑ์ และตัดทิ้งจำนวน 11 ข้อ เนื่องจากค่า IOC ต่ำกว่า 0.50

2.5 นำแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ จากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม และโรงเรียนไม้แก่นกิตติวิทย์ ซึ่งผ่านการเรียน เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ มาแล้ว จำนวน 50 คน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 1.50 ชั่วโมง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยทำการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

2.5.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty) โดยใช้เทคนิค 33% ในการแบ่งกลุ่มสูงกลุ่มต่ำ ใช้สูตรของ ดี อาร์ ไวทนี และดีแอล ซาเบอร์ส (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545: 149) การตรวจสอบค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ ผู้วิจัยได้ใช้ข้อคำถามที่มีความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 – 0.80

2.5.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อใช้สูตรของ ดี อาร์ ไวทนี และดีแอล ซาเบอร์ส (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545: 149) ผู้วิจัยได้ใช้ข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2.5.3 ได้แบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ จำนวน 34 ข้อ ที่ผ่านเกณฑ์ โดยมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.23 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 – 0.69 เมื่อนำแบบทดสอบไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (Alpha Coefficient) พบว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.90

การสร้าและหาคุณภาพของแบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่สามารถเขียนเป็นผังงานสรุปขั้นตอนการสร้าและหาคุณภาพได้ดังภาพ 5



ภาพ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่

## วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ทดสอบนักเรียนก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่
2. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เวลาสอนรวมทั้งสิ้น 29 คาบ
3. ทดสอบนักเรียนหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่
4. ทำการตรวจแบบทดสอบ เพื่อนำคะแนนความเข้าใจมโนคติไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้
  - 4.1 กลุ่มที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ ให้ 3 คะแนน
  - 4.2 กลุ่มที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์แบบไม่  สมบูรณ์  ให้ 2 คะแนน
  - 4.3 กลุ่มที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมีมโนคติคลาดเคลื่อน ให้ 1 คะแนน
  - 4.4 กลุ่มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน ให้ 0 คะแนน
  - 4.5 กลุ่มที่ไม่  เข้าใจ ให้ 0 คะแนน

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าสถิติต่าง ๆ เพื่อหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติในแต่ละระดับความเข้าใจ และเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนคติเฉลี่ย เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำคำตอบและคำอธิบายของนักเรียนมาจำแนกเป็นกลุ่มความเข้าใจมโนคติ ให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน ตามหลักการของ Haidar (1997) โดยจัดกลุ่มแนวคิดออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้
  - 1.1 กลุ่มที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ หมายถึง นักเรียนตอบได้สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์
  - 1.2 กลุ่มที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์แบบไม่  สมบูรณ์ หมายถึง นักเรียนตอบได้  สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ และให้เหตุผลถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์
  - 1.3 กลุ่มที่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมีมโนคติคลาดเคลื่อน หมายถึง นักเรียนตอบได้  สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ แต่ให้เหตุผลไม่ถูกต้อง

1.4 กลุ่มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน หมายถึง คำตอบและเหตุผลของนักเรียนไม่สอดคล้องกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

1.5 กลุ่มที่ไม่เข้าใจ หมายถึง นักเรียนไม่ □ใด □ตอบคำถามหรือตอบว่าไม่เข้าใจ หรือจำไม่ได้

2. คำนวณความถี่ของคำตอบในแต่ละกลุ่มและหาค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในแต่ละกลุ่ม

3. เปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจมโนคติของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้การทดสอบค่าที (t - test)

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

#### 1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

1.1 ค่าความตรงตามเนื้อหา ใช้สูตรดังนี้ (บุญเชิด ภิญญโญนต์พงษ์, 2545: 95)

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

เมื่อ IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

R หมายถึง ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ให้ค่า +1

ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์ให้ค่า 0

ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์ให้ค่า -1

$\sum R$  หมายถึง ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ค่าความยากง่าย ใช้สูตรของ ดี อาร์ ไวทนีส์ และดีแอล ซาเบอร์ส ดังนี้ (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545: 149)

$$P_D = \frac{S_U + S_L - (2N X_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$P_D$	หมายถึง ค่าความยากของข้อสอบ
	$S_U$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	$N$	หมายถึง จำนวนผู้สอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	หมายถึง คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	หมายถึง คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด

1.3 ค่าอำนาจจำแนก ใช้สูตรของดี อาร์ ไวทนีย์ และดีแอล ซาเบอร์ส ดังนี้ (พิชิต ฤทธิจรูญ, 2545: 149)

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$D$	หมายถึง ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
	$S_U$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	หมายถึง ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน
	$N$	หมายถึง จำนวนผู้สอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	หมายถึง คะแนนที่ผู้สอบทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	หมายถึง คะแนนที่ผู้สอบทำได้ต่ำสุด

1.4 หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก (Stanly and Hopkin, 1987 อ้างถึงใน ปิ่นอมา หริกประโคน, 2552: 55)

$$r_\alpha = \frac{K}{K-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right)$$

เมื่อ	$r_\alpha$	หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$K$	หมายถึง จำนวนข้อสอบ
	$S_i^2$	หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนข้อคำถามแต่ละข้อ
	$S_t^2$	หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

## 2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

### 2.1 ค่าร้อยละหาได้ดังนี้

$$\text{ค่าร้อยละ} = \frac{\text{จำนวนผู้ตอบคำตอบนั้น} \times 100}{\text{จำนวนผู้ตอบทั้งหมด}}$$

### 2.2 การทดสอบสมมติฐานใช้การทดสอบที (t - test) (ลี้วน สายยศ, 2545: 268-270)

#### 2.2.1 ถ้า $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

$$S_p^2 = \frac{(N_1 - 1)s_1^2 + (N_2 - 1)s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}$$

$$df = N_1 + N_2 - 2$$

#### 2.2.2 ถ้า $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

$$df = \frac{\left[ \frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2} \right]^2}{\frac{\left[ \frac{s_1^2}{N_1} \right]^2}{N_1 - 1} + \frac{\left[ \frac{s_2^2}{N_2} \right]^2}{N_2 - 1}}$$

เมื่อ $\bar{X}_1, \bar{X}_2$	หมายถึง คะแนนความเข้าใจโมติเฉลี่ยของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน
$S_1^2, S_2^2$	หมายถึง ความแปรปรวนของคะแนนความเข้าใจ มโนติของนักเรียน ก่อนและหลังเรียน
$N_1, N_2$	หมายถึง จำนวนนักเรียน ก่อนและหลังเรียน
$S_p^2$	หมายถึง ความแปรปรวนร่วม(Pooled Variance)



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการศึกษา โนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบความเข้าใจ โนมติ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 35 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม โดยมีรายละเอียดของผลการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถนำเสนอได้ตามลำดับดังนี้

1. การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจ โนมติของนักเรียนในแต่ละมโนคติ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจ โนมติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

SU	แทน	กลุ่มที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบสมบูรณ์ (3 คะแนน)
PU	แทน	กลุ่มที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์แบบไม่ <input type="checkbox"/> สมบูรณ์ (2 คะแนน)
PU&MU	แทน	กลุ่มที่มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์บางส่วนและมโนคติคลาดเคลื่อน (1 คะแนน)
MU	แทน	กลุ่มที่มีมโนคติคลาดเคลื่อน (0 คะแนน)
NU	แทน	กลุ่มที่ไม่ <input type="checkbox"/> มีมโนคติ (0 คะแนน)



n	แทน	จำนวนนักเรียน
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย (Mean)
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบที (t - test) เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ระดับความเข้าใจนิมิตของนักเรียนในแต่ละมโนมติก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ จากการวิเคราะห์มโนมติก่อนที่ศึกษา 7 มโนมติก่อน ได้แก่ 1) แรง 2) การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน 3) กฎการเคลื่อนที่ 4) น้ำหนัก 5) กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน 6) แรงเสียดทาน 7) การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ ซึ่งในแต่มโนมติก่อนมีมโนมติก่อน ดังนี้ มโนมติก่อนเรื่องแรง มี 2 มโนมติก่อน คือ ความหมายของแรง และความหมายของแรงลัพธ์ มโนมติก่อนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ มี 3 มโนมติก่อน คือ กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน และกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน มโนมติก่อนเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันมี 2 มโนมติก่อน คือ ความหมายของกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน และสนามโน้มถ่วง มโนมติก่อนเรื่องแรงเสียดทาน มี 3 มโนมติก่อน คือ ความหมายของแรงเสียดทาน ขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน และการหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจากกราฟ โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนมติก่อนที่คลาดเคลื่อน รายละเอียดในภาคผนวกหน้า 232-254 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์สามารถแสดงรายละเอียดร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจนิมิตในระดับต่าง ๆ ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงระดับความเข้าใจมโนคติของนักเรียนในแต่ละมโนติก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

มโนติกหลัก	ระดับความเข้าใจมโนคติ (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	MU	NU	SU	PU	PU& MU	MU	NU
1. แร่ง										
1.1 ความหมายของแรง	37.14	0	24.76	38.10	0	80.95	4.76	6.67	7.62	0
1.2 ความหมายของแรงลัพธ์	22.86	0	11.43	65.71	0	71.43	5.71	5.71	17.15	0
<b>เฉลี่ย</b>	<b>33.57</b>	<b>0</b>	<b>21.43</b>	<b>45.00</b>	<b>0</b>	<b>78.57</b>	<b>5.00</b>	<b>6.43</b>	<b>10.00</b>	<b>0</b>
2. การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน	22.86	5.00	17.14	55.00	0	40.00	20.71	26.43	12.86	0
3. กฎการเคลื่อนที่										
3.1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน	4.76	0	33.33	61.91	0	40.95	14.29	35.24	9.52	0
3.2 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน	11.91	2.38	22.38	63.33	0	40.48	33.33	13.81	12.38	0
3.3 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน	11.43	1.43	19.28	67.86	0	37.86	35.71	12.86	13.57	0
<b>เฉลี่ย</b>	<b>10.11</b>	<b>1.54</b>	<b>23.96</b>	<b>64.39</b>	<b>0</b>	<b>39.78</b>	<b>29.67</b>	<b>18.46</b>	<b>12.09</b>	<b>0</b>

ตาราง 6 (ต่อ)

มโนมติหลัก	ระดับความเข้าใจมโนมติ (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	MU	NU	SU	PU	PU& MU	MU	NU
4. น้ำหนัก	25.71	2.86	14.29	57.14	0	57.14	25.71	5.72	11.43	0
5. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน										
5.1 ความหมายของกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	8.57	0	11.43	80.00	0	28.57	28.57	25.71	17.14	0
5.2 สนามโน้มถ่วงเฉลี่ย	7.14	0	14.29	78.57	0	25.72	31.43	27.14	15.71	0
6. แรงเสียดทาน										
6.1 ความหมายของแรงเสียดทาน	0	5.71	14.29	80.00	0	11.43	31.43	31.43	25.71	0
6.2 ขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน	5.71	0	21.43	72.86	0	28.57	34.29	20.00	17.14	0
6.3 การหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจากกราฟ	2.86	0	17.14	80.00	0	17.86	40.00	28.57	13.57	0
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.26</b>	<b>0.82</b>	<b>17.96</b>	<b>77.96</b>	<b>0</b>	<b>20.00</b>	<b>37.14</b>	<b>26.53</b>	<b>16.33</b>	<b>0</b>

ตาราง 6 (ต่อ)

มโนคติหลัก	ระดับความเข้าใจมโนคติ (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	MU	NU	SU	PU	PU& MU	MU	NU
7. การนำกฎ										
การเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้	4.28	0	12.86	82.86	0	32.86	21.43	25.71	20.00	0

จากตาราง 6 พบว่า ระดับความเข้าใจมโนคติ เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนเปรียบเทียบก่อนและหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น มีระดับความเข้าใจที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน กล่าวคือ ก่อนเรียนนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับ มีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมาก ไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ หลังเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลง และมีความเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แยกพิจารณาในแต่ละมโนคติหลักได้ดังนี้

มโนคติหลักเรื่องแรง ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 45.00 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนติอย่างชัดเจน คือ มีระดับความเข้าใจมโนติระดับคลาดเคลื่อนลดลง โดยนักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับความเข้าใจมโนติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 78.57 รองลงมา คือ มีระดับความเข้าใจมโนติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 10.00 มีระดับความเข้าใจมโนติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 6.43 และมีระดับความเข้าใจมโนติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 5.00 เมื่อพิจารณามโนติย่อยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนติในระดับสมบูรณ์ในมโนติย่อย ความหมายของแรง และความหมายของแรงลัพธ์ มีค่าร้อยละ 80.95 และ 71.43 ตามลำดับ

มโนคติหลักเรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละเท่ากับ 55.00 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนติ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 40.00 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจมโนติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 26.43 มีระดับความเข้าใจมโนติระดับ

ไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 20.71 และมีระดับความเข้าใจโนมติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 12.86

มโนมติหลักเรื่องกฎการเคลื่อนที่ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจโนมติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 64.39 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจโนมติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ มีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติคือ มีระดับความเข้าใจโนมติระดับคลาดเคลื่อนลดลง โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจโนมติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 39.78 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจโนมติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 29.67 มีระดับความเข้าใจโนมติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 18.46 และมีระดับความเข้าใจโนมติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 12.09 เมื่อพิจารณามโนมติย่อย พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจโนมติในระดับสมบูรณ์ โนมติย่อย กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน และกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน มีค่าร้อยละ 40.95 40.48 และ 37.86 ตามลำดับ

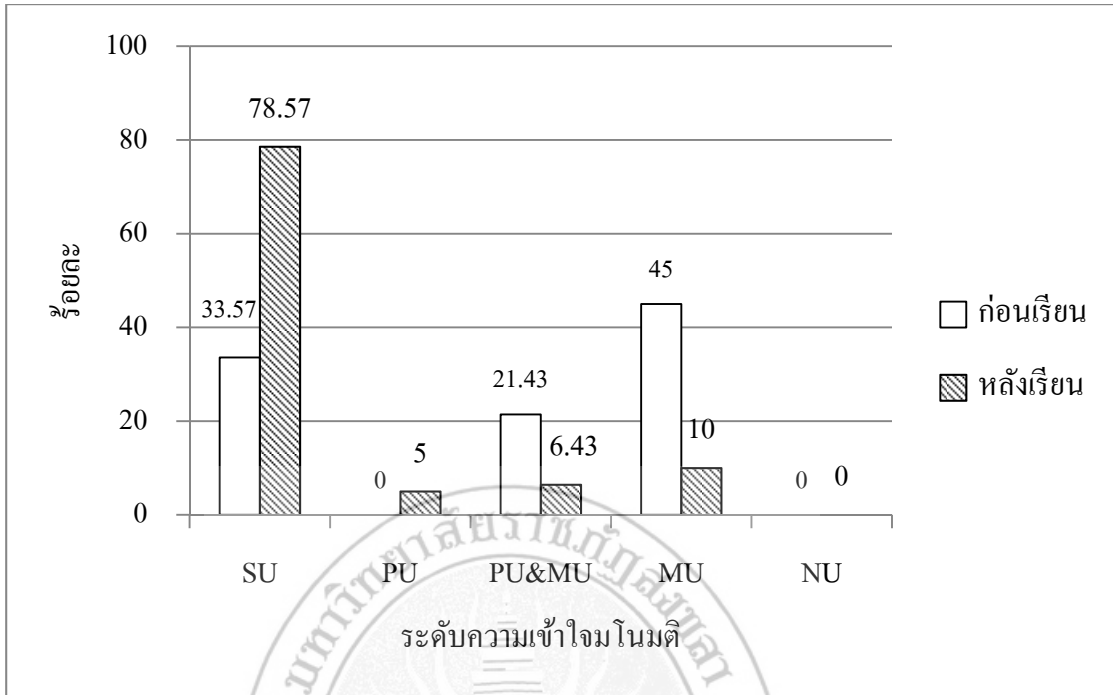
มโนมติหลักเรื่อง น้ำหนัก ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจโนมติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 57.14 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโนมติอย่างชัดเจน คือ มีระดับความเข้าใจโนมติระดับคลาดเคลื่อนลดลง โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจโนมติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 57.14 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจโนมติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 25.71 มีระดับความเข้าใจโนมติระดับเข้าใจคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 11.43 และมีระดับความเข้าใจโนมติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 5.72

มโนมติหลักเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจโนมติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 78.57 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจโนมติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมาก ไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจโนมติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 31.43 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจโนมติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 27.14 มีระดับความเข้าใจโนมติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 25.72 และมีระดับความเข้าใจโนมติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 15.71 เมื่อพิจารณามโนมติย่อยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจโนมติย่อยความหมายของกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลในระดับสมบูรณ์ และระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 28.57 มโนมติย่อยสนามโน้มถ่วง นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจโนมติในระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละเท่ากับ 34.29

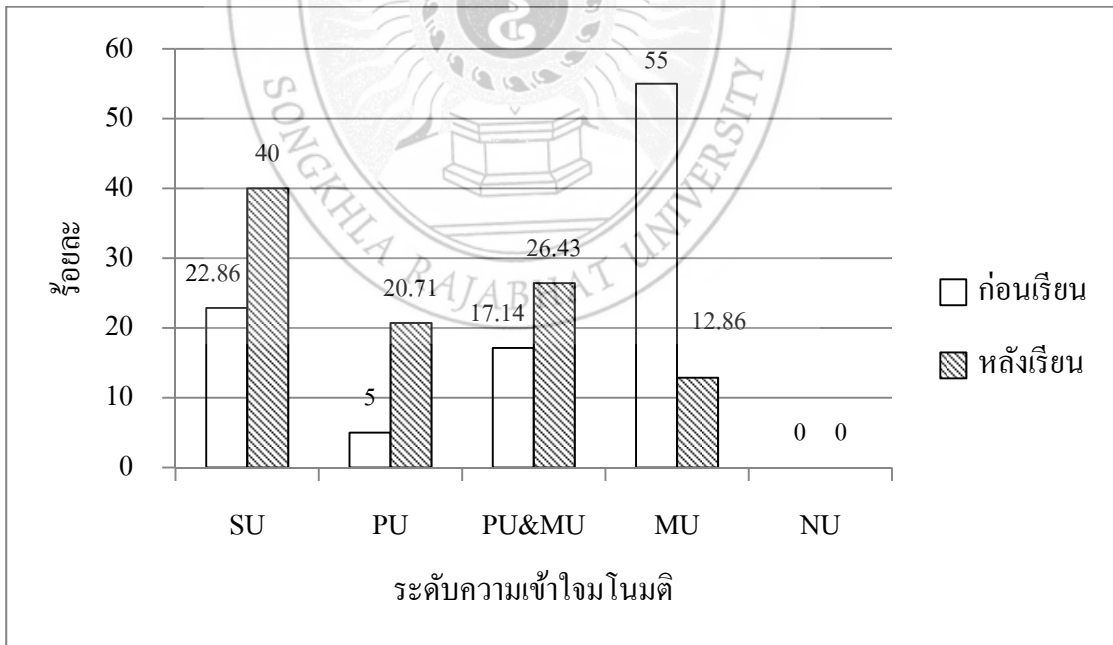
มโนคติหลักเรื่องแรงเสียดทาน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 77.96 หลังจกได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมาก ไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 37.14 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 26.53 มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 20.00 และมีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 16.33 เมื่อพิจารณาโมเมนต์ย่อยพบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติในระดับไม่สมบูรณ์ในมโนเมนต์ย่อย ความหมายของแรงเสียดทาน ขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน และการหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจากกราฟ มีค่าร้อยละ 31.43 34.29 และ 40.00 ตามลำดับ

มโนคติหลักเรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่ มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 82.86 หลังจกได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมาก ไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 32.86 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 25.71 มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 21.43 และมีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 20.00

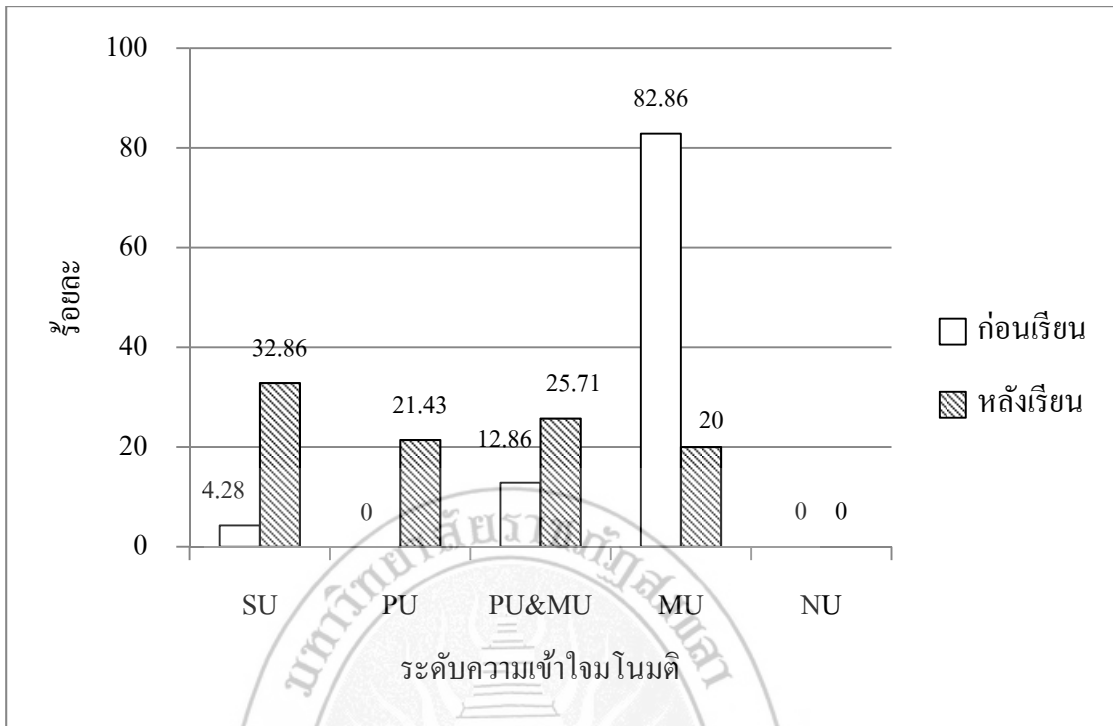
เมื่อทำการวิเคราะห์ตาราง 6 โดยแยกมาพิจารณาแต่ละมโนคติหลัก สรุปได้ว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน หลังจกได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมาก ไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อนลดลง และมีความเข้าใจมโนคติระดับสมบูรณ์เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แสดงได้ดังภาพ 6 - 12



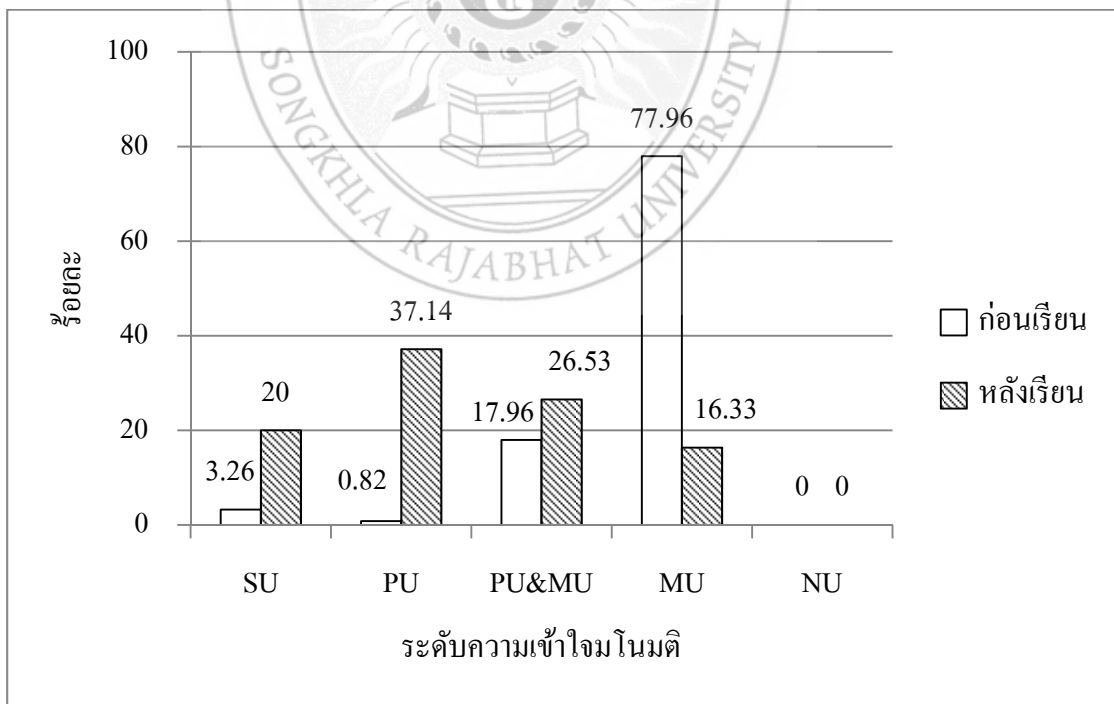
ภาพ 6 แผนภูมิแสดงระดับความเข้าใจโนมตีหลัก เรื่อง แรง



ภาพ 7 แผนภูมิแสดงระดับความเข้าใจโนมตีหลักเรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

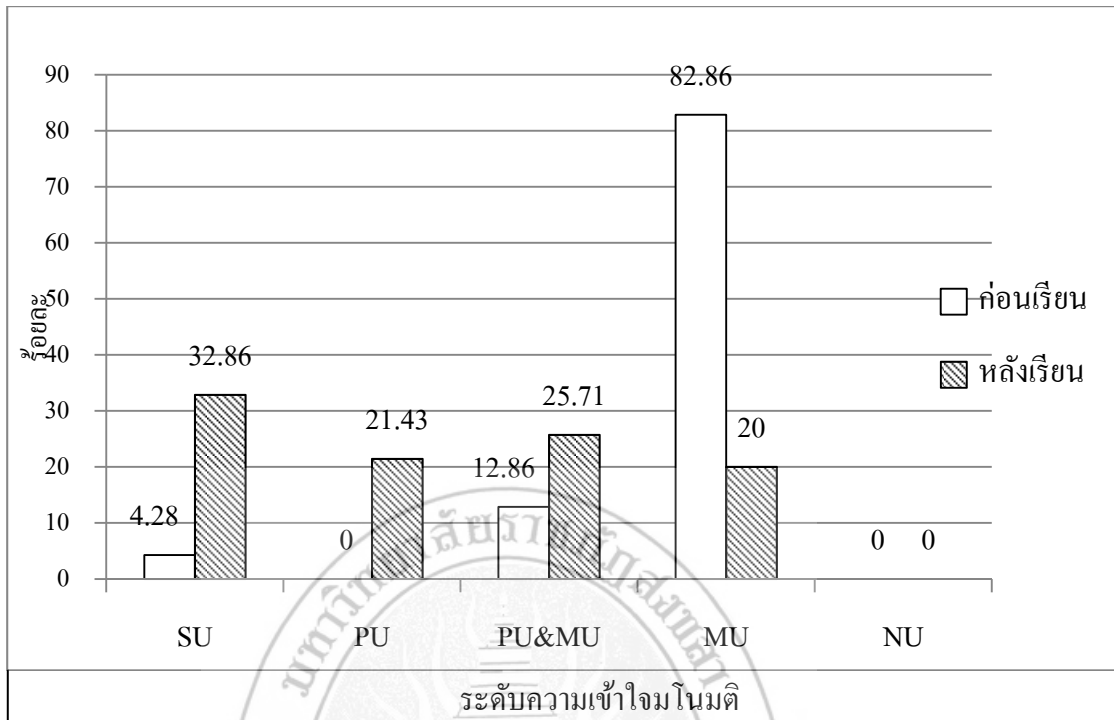


ภาพ 8 แผนภูมิแสดงระดับความเข้าใจ โนมตีหลักเรื่อง กลูกการเคลื่อนที่

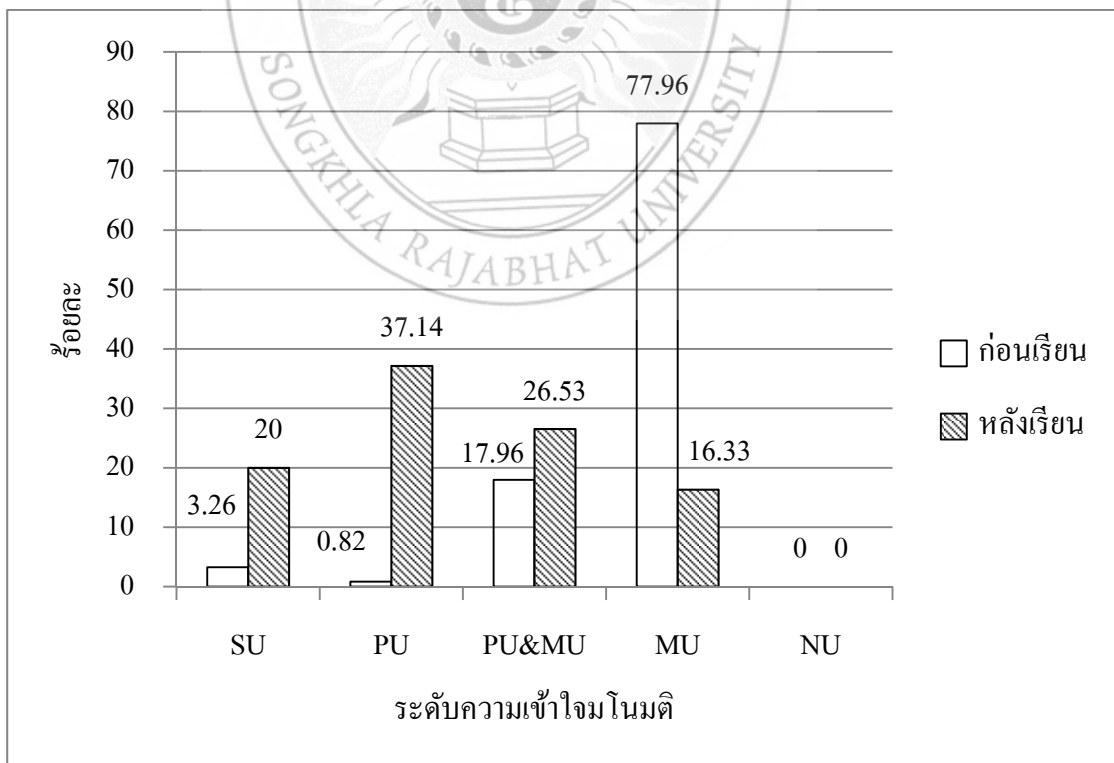


ภาพ 9 แผนภูมิแสดงระดับความเข้าใจ โนมตีหลักเรื่อง น้ำหนัก

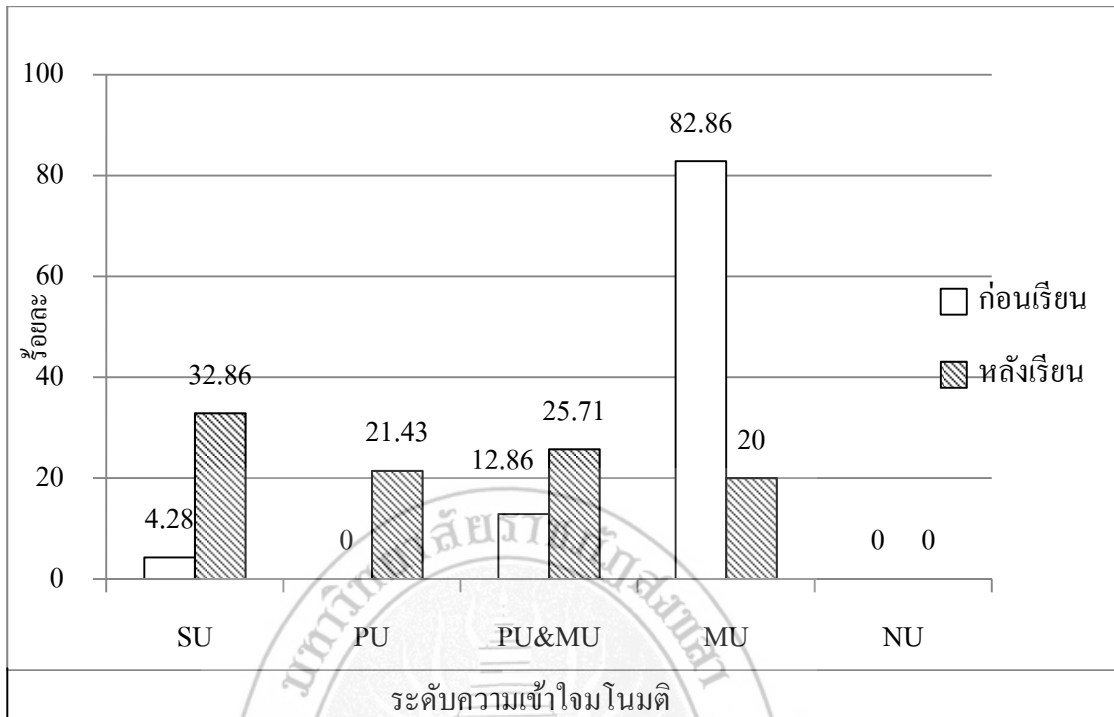




ภาพ 10 แผนภูมิแสดงระดับความเข้าใจแนวคิดหลักเรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน



ภาพ 11 แผนภูมิแสดงระดับความเข้าใจแนวคิดหลักเรื่อง แรงเสียดทาน



ภาพ 12 แผนภูมิแสดงระดับความเข้าใจโนมตีหลักเรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

ตาราง 7 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยโนมตีที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (คะแนนเต็ม 102 คะแนน)

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้	35	21.66	8.85	26.90 **
หลังได้รับการจัดการเรียนรู้	35	65.09	6.99	

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

จากตาราง 7 จะเห็นว่านักเรียนจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้ ดังตาราง 38 ในภาคผนวกหน้า 284 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโนมตีเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.66 และ 65.09 ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาค่า t พบว่า ค่า t ที่ได้จากการคำนวณ คือ 26.90 แต่ค่า t จากตารางค่าวิกฤตการแจกแจง

ความน่าจะเป็นแบบทวิที่  $df = 34$  ที่ระดับ .05 เท่ากับ 2.04 และที่ระดับ .01 เท่ากับ 2.75 นั่นคือค่า  $t$  ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า 2.75 แสดงว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจโมดรีอง แรง และกฎ การเคลื่อนที่ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กล่าวคือ คะแนนของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้สูงกว่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01



## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มุ่งศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม อำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยขอสรุปผลการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. สรุปผลการวิจัย
2. อภิปรายผลการวิจัย
3. ข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการศึกษา มโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรง และการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจ มโนคติของนักเรียนในแต่ละมโนคติ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ใน 7 มโนคติหลัก ได้แก่ แรง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน กฎการเคลื่อนที่ น้ำหนัก กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน แรงเสียดทาน การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ พบว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจ มโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ อย่างไรก็ตามก่อนการจัดการเรียนรู้ส่วนใหญ่ นักเรียนมีระดับความเข้าใจ มโนคติในระดับคลาดเคลื่อน ซึ่งแตกต่างจากหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลง และมีความเข้าใจในระดับที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในมโนคติหลัก เรื่องแรง และน้ำหนัก นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจ มโนคติอย่างชัดเจน ส่วนมโนคติหลัก เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน กฎการเคลื่อนที่ กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน แรงเสียดทาน และการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ไปใช้ นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจ มโนคติ แต่ยังคงมีระดับความเข้าใจ มโนคติระดับไม่สมบูรณ์ไปจนถึงระดับคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมาก

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจ มโนคติ เรื่องแรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจ มโนคติเรื่องแรง และการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัด

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.66 และ 65.09 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าคะแนนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยการศึกษามโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง แรง และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. วิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนคติของนักเรียนในแต่ละมโนคติ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในมโนคติหลัก เรื่อง 1) แรง 2) การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน 3) กฎการเคลื่อนที่ 4) น้ำหนัก 5) กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน 6) แรงเสียดทาน 7) การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ นักเรียนมีความระดับเข้าใจมโนคติตั้งแต่ระดับมีมโนคติคลาดเคลื่อนไปจนถึงระดับความเข้าใจมโนคติในระดับที่สมบูรณ์ ผลที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้เนื่องมาจากนักเรียนได้รับประสบการณ์หรือความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีกลุ่มสร้างสรรค์ความรู้นิยม (Constructivism) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนแต่ละคนไม่ได้มีแต่ความว่างเปล่าในสมอง แต่ผู้เรียนมีความรู้ ความเชื่อ จากประสบการณ์เดิมมาก่อน (วัชระ พริยกษาลา, 2545 อ้างถึงใน ปิ่นอูมา หริภุชโรคน, 2552: 22) หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ 5) ขั้นประเมิน นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ที่ถูกต้องมากขึ้น และมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนลดลง ซึ่งพิจารณาจากร้อยละของระดับความเข้าใจมโนคติแต่ละมโนคติหลัก ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยแยกพิจารณาในแต่ละมโนคติหลัก ได้ดังตาราง 8 – ตาราง 14

ตาราง 8 ระดับความเข้าใจโมติหลัก เรื่อง แรง

มโนคติหลัก	ระดับความเข้าใจโมติ (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	MU	NU	SU	PU	PU& MU	MU	NU
แรง										
1) ความหมายของแรง	37.14	0	24.76	38.10	0	80.95	4.76	6.67	7.62	0
2) ความหมายของแรงลัพธ์	22.86	0	11.43	65.71	0	71.43	5.71	5.71	17.15	0
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>33.57</b>	<b>0</b>	<b>21.43</b>	<b>45.00</b>	<b>0</b>	<b>78.57</b>	<b>5.00</b>	<b>6.43</b>	<b>10.00</b>	<b>0</b>

จากตาราง 8 พบว่า ในมโนคติหลักเรื่องแรง ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจโมติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 45.00 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจโมติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจโมติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 78.57 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจโมติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 10.00 มีระดับความเข้าใจโมติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 6.43 และมีระดับความเข้าใจโมติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 5.00 จะเห็นว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมติหลัก เรื่องแรง อย่างชัดเจน จากเดิมมีความเข้าใจโมติที่คลาดเคลื่อน เปลี่ยนแปลงเป็นมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (ภาคผนวกหน้า 114-129) ได้ดำเนินการออกแบบอย่างมีจุดประสงค์ครบทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่สำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีการทำกิจกรรมกลุ่มครบทุกขั้นตอน โดยอาศัยสื่อ ใบงาน ที่ได้สร้างไว้แล้วอย่างสมบูรณ์เพื่อประกอบการจัดการเรียนรู้ อย่างเป็นระบบตามลำดับขั้นตอน อีกทั้งมีแบบฝึกหัดเพื่อทำการตรวจสอบ และมีการประเมินอย่างรวดเร็ว เพื่อเป็นการตอบสนอง ทำให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้ได้ผลดี ในการจัดการเรียนรู้ในมโนคติหลัก เรื่องแรง

ตาราง 9 ระดับความเข้าใจนิมิตหลัก เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

มนิมิตหลัก	ระดับความเข้าใจนิมิต (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	MU	NU	SU	PU	PU& MU	MU	NU
การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน	22.86	5.00	17.14	55.00	0	40.00	20.71	26.43	12.86	0

จากตาราง 9 พบว่า ในมนิมิตหลักเรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจนิมิตระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 55.00 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจนิมิตหลายระดับ มีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจนิมิตระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 40.00 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจนิมิตระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 26.43 มีระดับความเข้าใจนิมิตระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 20.71 และมีระดับความเข้าใจนิมิตระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 12.86 จะเห็นว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนยังคงมีความเข้าใจนิมิตในระดับไม่สมบูรณ์ไปจนถึงความเข้าใจระดับคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมาก คิดเป็นร้อยละ 60.00 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้ได้ผลในระดับหนึ่งแต่ไม่ใช่วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดสำหรับการจัดการเรียนรู้ในมนิมิตหลัก เรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่า มนิมิตในส่วนนี้เป็นส่วนที่ต้องอาศัยพื้นฐานตรีโกณมิติในการคำนวณ ในทางปฏิบัติ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (ภาคผนวกหน้า 130-151) การเพิ่มลำดับขั้นตอนในการฝึกการคำนวณเพิ่มขึ้น น่าจะส่งผลให้ความเข้าใจนิมิตในระดับไม่สมบูรณ์ลดลง

ตาราง 10 ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง กฎการเคลื่อนที่

มโนคติหลัก	ระดับความเข้าใจมโนคติ (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	MU	NU	SU	PU	PU& MU	MU	NU
กฎการเคลื่อนที่										
1) กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 1 ของนิวตัน	4.76	0	33.33	61.91	0	40.95	14.29	35.24	9.52	0
2) กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 2 ของนิวตัน	11.91	2.38	22.38	63.33	0	40.48	33.33	13.81	12.38	0
3) กฎการเคลื่อนที่ ข้อที่ 3 ของนิวตัน	11.43	1.43	19.28	67.86	0	37.86	35.71	12.86	13.57	0
<b>เฉลี่ย</b>	<b>10.11</b>	<b>1.54</b>	<b>23.96</b>	<b>64.39</b>	<b>0</b>	<b>39.78</b>	<b>29.67</b>	<b>18.46</b>	<b>12.09</b>	<b>0</b>

จากตาราง 10 พบว่า ในมโนคติหลักเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 64.39 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 39.78 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 29.67 มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 18.46 และมีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 12.09 จะเห็นว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนยังคงมีความเข้าใจมโนคติในระดับไม่สมบูรณ์ไปจนถึงความเข้าใจระดับคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมาก คิดเป็นร้อยละ 60.22 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้ได้ผลในระดับหนึ่ง แต่ไม่ใช่วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด สำหรับการจัดการเรียนรู้ในมโนคติหลัก เรื่องกฎการเคลื่อนที่ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 – 5 (ภาคผนวกหน้า 152-181) ได้นำเสนอตัวอย่างและใบงานน้อย การเพิ่มตัวอย่างและใบงานให้มากขึ้น สอดคล้องกับมโนคติ น่าจะส่งผลให้ความเข้าใจมโนคติระดับไม่สมบูรณ์ไปจนถึงความเข้าใจระดับคลาดเคลื่อนลดลง



ตาราง 11 ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง น้ำหนัก

มโนคติหลัก	ระดับความเข้าใจมโนคติ (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	MU	NU	SU	PU	PU& MU	MU	NU
น้ำหนัก	25.71	2.86	14.29	57.14	0	57.14	25.71	5.72	11.43	0

จากตาราง 11 พบว่า ในมโนคติหลักเรื่อง น้ำหนัก ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 57.14 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมาก ไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 57.14 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 25.71 มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับเข้าใจคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 11.43 และมีระดับความเข้าใจมโนคติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 5.72 จะเห็นว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง น้ำหนักอย่างชัดเจน จากเดิมมีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อน เปลี่ยนแปลงเป็นมีความเข้าใจที่สมบูรณ์ ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 (ภาคผนวกหน้า 182-189) ได้ดำเนินการออกแบบอย่างมีจุดประสงค์ครบทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ที่สำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีการทำกิจกรรมกลุ่มโดยอาศัยสื่อ ใบงาน ที่ได้สร้างไว้อย่างสมบูรณ์ และสอดคล้องกับมโนคติ อีกทั้งมีแบบฝึกหัดเพื่อทำการตรวจสอบ และมีการประเมินอย่างรวดเร็ว เพื่อเป็นการตอบสนอง ทำให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้น แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้ได้ผลดี ในการจัดการเรียนรู้ในมโนคติหลัก เรื่อง น้ำหนัก

ตาราง 12 ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

มโนคติหลัก	ระดับความเข้าใจมโนคติ (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	MU	NU	SU	PU	PU& MU	MU	NU
กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน										
1) ความหมายของกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	8.57	0	11.43	80.00	0	28.57	28.57	25.71	17.14	0
2) สนามโน้มถ่วงเฉลี่ย	5.71	0	17.14	77.14	0	22.86	34.29	28.57	14.28	0
	7.14	0	14.29	78.57	0	25.72	31.43	27.14	15.71	0

จากตาราง 12 พบว่า ในมโนคติหลักเรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 78.57 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมาก ไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 31.43 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 27.14 มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 25.72 และมีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 15.71 จะเห็นว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนยังคงมีความเข้าใจมโนคติในระดับไม่สมบูรณ์ไปจนถึงความเข้าใจระดับคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมาก คิดเป็นร้อยละ 74.28 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้ได้ผลน้อย สำหรับการจัดการเรียนรู้ในมโนคติหลัก เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 (ภาคผนวกหน้า 190-201) ได้นำเสนอตัวอย่างและใบงานน้อย ตัวอย่างที่นำเสนอเน้นทางด้านการคำนวณมากกว่าการเข้าใจมโนคติ การเพิ่มตัวอย่างและใบงานให้มากขึ้น สอดคล้องกับมโนคติ น่าจะส่งผลให้ความเข้าใจมโนคติระดับไม่สมบูรณ์ไปจนถึงความเข้าใจระดับคลาดเคลื่อนลดลง

ตาราง 13 ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง แรงเสียดทาน

มโนคติหลัก	ระดับความเข้าใจมโนคติ (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	MU	NU	SU	PU	PU& MU	MU	NU
แรงเสียดทาน										
1) ความหมายของแรงเสียดทาน	0	5.71	14.29	80.00	0	11.43	31.43	31.43	25.71	0
2) ขนาดและทิศทางของแรงเสียดทาน	5.71	0	21.43	72.86	0	28.57	34.29	20.00	17.14	0
3) การหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจากกราฟ	2.86	0	17.14	80.00	0	17.86	40.00	28.57	13.57	0
<b>เฉลี่ย</b>	<b>3.26</b>	<b>0.82</b>	<b>17.96</b>	<b>77.96</b>	<b>0</b>	<b>20.00</b>	<b>37.14</b>	<b>26.53</b>	<b>16.33</b>	<b>0</b>

จากตาราง 13 พบว่า ในมโนคติหลักเรื่อง กฎแรงเสียดทาน ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 77.96 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 37.14 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 26.53 มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 20.00 และมีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 16.33 จะเห็นว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนยังคงมีความเข้าใจมโนคติในระดับไม่สมบูรณ์ไปจนถึงความเข้าใจระดับคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมาก คิดเป็นร้อยละ 80.00 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ใช้ได้ผลน้อย สำหรับการจัดการเรียนรู้ในมโนคติหลัก เรื่อง แรงเสียดทาน ทั้งนี้เนื่องจากตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 (ภาคผนวกหน้า 202-216) นักเรียนจะเรียนรู้มโนคติเรื่องแรงเสียดทานจากการทำการทดลองเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน หากนักเรียนไม่ทำการทดลองด้วยตนเอง หรือไม่ตั้งใจทำการทดลอง อาจจะทำให้มีความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อน นอกจากนี้ ตัวอย่างที่นำเสนอในแผนการจัดการเรียนรู้เน้นการคำนวณมากกว่าการทำความเข้าใจมโนคติ

ตาราง 14 ระดับความเข้าใจมโนคติหลัก เรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

มโนคติหลัก	ระดับความเข้าใจมโนคติ (ร้อยละ)									
	ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้					หลังได้รับการจัดการเรียนรู้				
	SU	PU	PU& MU	NU	SU	PU	PU& MU	NU	NU	
การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้	4.28	0	12.86	82.86	0	32.86	21.43	25.71	20.00	0

จากตาราง 14 พบว่า ในมโนคติหลัก เรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 82.86 หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีระดับความเข้าใจมโนคติหลายระดับมีตั้งแต่ระดับคลาดเคลื่อนมากไปจนถึงระดับที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับสมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 32.86 รองลงมาคือ มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับเข้าใจบางส่วนและคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 25.71 มีระดับความเข้าใจมโนคติระดับไม่สมบูรณ์ มีค่าร้อยละ 21.43 และมีระดับความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน มีค่าร้อยละ 20.00 จะเห็นได้ว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนยังคงมีความเข้าใจมโนคติในระดับไม่สมบูรณ์ไปจนถึงความเข้าใจระดับคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมาก คิดเป็นร้อยละ 67.14 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้ได้ผลน้อย สำหรับการจัดการเรียนรู้มโนคติหลัก เรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ ทั้งนี้เนื่องจากมโนคติเรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้เป็นมโนคติที่ต้องอาศัยความเข้าใจในเรื่องแรง การหาแรงลัพธ์ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และการแก้สมการ ถ้านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในเรื่องดังกล่าว อาจจะเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้มโนคติเรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้ได้ผลดี สำหรับการจัดการเรียนรู้มโนคติหลัก เรื่อง แรง และ น้ำหนัก ใช้ได้ผลน้อยสำหรับการจัดการเรียนรู้มโนคติหลัก เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน กฎการเคลื่อนที่ กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน แรงเสียดทาน และการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

อย่างไรก็ตามก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจมโนคติระดับคลาดเคลื่อน หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร้อยละของนักเรียนที่มี

ความเข้าใจ โนมติระดับคลาดเคลื่อนลดลง และร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจ โนมติระดับสมบูรณ์เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด การที่นักเรียนมีความเข้าใจ โนมติระดับสมบูรณ์มากขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจากนักเรียนเกิดการเปลี่ยน โนมติของนักเรียนเอง โดย โนมติใหม่นั้นสามารถเข้าใจง่าย มีเหตุผลน่าเชื่อถือ และมีประโยชน์ต่อผู้เรียน เช่น จากคำถาม “ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะอยู่ในสภาพเช่นใด” พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจ โนมติว่าถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ นั่นคือ ถ้าเดิมวัตถุนั้นอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งต่อไป ถ้าวัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่อยู่แล้วด้วยความเร็วค่าหนึ่ง จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัวค่าเดิม และถ้ามีการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร่งคงที่ค่าเดิม แต่หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลง โนมติใหม่ โดยมีความเข้าใจ โนมติว่า ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ นั่นคือ ถ้าเดิมวัตถุนั้นอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งต่อไป ถ้าวัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่อยู่แล้วด้วยความเร็วค่าหนึ่ง ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัวค่าเดิม เมื่อได้เรียนรู้ถึงกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ซึ่งการเปลี่ยน โนมติของผู้เรียนที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ถึงแม้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สามารถลดจำนวนนักเรียนที่มี โนมติที่คลาดเคลื่อนได้ แต่ยังคงพบว่านักเรียนยังคงมี โนมติที่คลาดเคลื่อน อาจเป็นผลเนื่องมาจาก โนมติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้ได้เกาะแน่นฝังใจในตัวนักเรียน เป็นผลให้แก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ยาก นอกจากนี้ในการเรียนรู้ โนมติของนักเรียนนั้น นักเรียนต้องสร้างจินตนาการ ได้ ความสามารถในการสร้างจินตนาการเป็นการนำไปสู่ความเข้าใจ ซึ่งแต่ละคนไม่เท่ากันและไม่เหมือนกัน นักเรียนจะสามารถสร้าง โนมติที่ต่อเมื่อเขาสามารถแยกแยะและสามารถสรุปรวบยอด (พันซ์ ทองชุนนุม, 2547: 204)

2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจ โนมติ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ โดยคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจ โนมติ เรื่องแรง และการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.66 และ 65.09 ตามลำดับ เป็นผลอันเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการนำเสนอ ข้อมูล ความคิด สถานการณ์ ปรัชญาการณณ์ ที่มีหลักการ แนวคิด ที่ต้องการสอนให้แก่ผู้เรียนแฝงอยู่ ให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ จนสามารถดึงหลักการ แนวคิด ที่แฝงอยู่ออกมาเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ (ทิสนา

แฉมมณี, 2546: 37) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกฝนการกระทำ ได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิด และวิธีสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความคงทนในการเรียนรู้และถ่ายโอนการเรียนรู้ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของเสาวลักษณ์ เหลืองดี (2552: บทคัดย่อ) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความเข้าใจแนวคิดและความพึงพอใจ สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแสงและการเกิดภาพ หลังจากที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนมีมโนคติที่ถูกต้องเพิ่มขึ้น และมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนบางส่วนลดลง เมื่อเปรียบเทียบคะแนนความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ทำให้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการวิจัย พบว่า คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจแนวคิดเรื่องแรง และการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าคะแนนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดังนั้นควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ อย่างต่อเนื่อง

1.2 จากผลการวิจัย พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนยังคงมีระดับความเข้าใจมโนมิตระดับไม่สมบูรณ์ไปจนถึงความเข้าใจระดับคลาดเคลื่อนเป็นจำนวนมาก ในมโนคติหลักเรื่อง แรงเสียดทาน กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน และการนำกฎการเคลื่อนที่ไปใช้ ดังนั้น ควรให้ความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ในมโนมิตดังกล่าว

1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้ได้ผลในระดับหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียน แต่ไม่ใช่วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด อาจจะมีการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้อื่นร่วมด้วย

1.4 ครูต้องตระหนักถึงความสำคัญของความรู้เดิมของนักเรียน และใช้ความรู้ความเข้าใจนั้นเป็นจุดเริ่มต้นในการจัดการเรียนรู้

1.5 เมื่อพบว่านักเรียนมีมโนคติในระดับที่คลาดเคลื่อน ครูควรสอนซ่อมเสริมแก้ไข เปลี่ยนแปลงให้นักเรียนทันที หากปล่อยไว้จะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

## 2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาเพื่อติดตามผลและประเมินผลความคงทนของความเข้าใจมโนคติของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2.2 ควรมีการศึกษาผลจากการจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนมโนคติกับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ เนื้อหาวิชาอื่น ๆ ตลอดจนตัวแปรต่าง ๆ ทางด้านกระบวนการทางปัญญา เช่น การคิด วิเคราะห์ การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติของนักเรียน

2.3 ควรมีการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ “เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงมโนคติจากมโนคติที่คลาดเคลื่อนเป็นมโนคติที่ถูกต้องสมบูรณ์”





**บรรณานุกรม**



### บรรณานุกรม

- กมลวรรณพร สิงหามาตร. (2552). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการคิดอย่างมี  
 วิจารณญาณโดยใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry cycle, 5Es) เรื่อง  
 พลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต  
 สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้  
 วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.  
 กรุงเทพมหานคร: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กฤษณา โภคพันธ์. (2554). “มโนคติเรื่องดาราศาสตร์ และอวกาศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
 ป.ที่ 5”. ในการประชุมวิชาการบัณฑิตศึกษาศิลปากรระดับชาติ ครั้งที่ 1. บัณฑิต  
 วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. 414-423.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). การคิดเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพมหานคร: ชัคเชสมิเดีย.
- ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์. (2548). การสำรวจแนวคิดเกี่ยวกับฟิสิกส์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์  
 วิชาชีพครูวิชาเอกฟิสิกส์. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
 ครั้งที่ 43: สาขาศึกษาศาสตร์ สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร สาขาสังคมศาสตร์  
 สาขาเศรษฐศาสตร์ สาขาบริหารธุรกิจ สาขามนุษยศาสตร์ สาขาคหกรรมศาสตร์.  
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 3-10.
- จักรพงษ์ แพทย์หลักฟ้า. (2537). “ความคิดรวบยอด...เรื่องที่คุณควรอ่าน”. วารสารศิลปกรรมศาสตร์.  
 2 (กรกฎาคม- ธันวาคม 2537), 19-22.
- จันทร์จิรา ภมรศิลป์ธรรม. (2551). การพัฒนาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องปิโตรเลียมและพอลิ  
 เมอร์ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้,  
 วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณรงค์เดช พลกระจ่าย. (2547). การเปรียบเทียบผลการสอนตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบ  
 สสวท. ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์  
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาการสอน  
 วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- ทัศนวิวรรณ เลิศเจริญฤทธิ์. (2548). **แนวคิดและความรู้สึกเกี่ยวกับสารกัมมันตรังสีของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ทศนา แคมมณี. (2546). **14วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- \_\_\_\_\_. (2554). **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีรชัย ปุณณโชติ และพัชรา ทวีวงศ์ ณ อุทยาน. (2536). **สารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์**. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นวลจิตต์ เขาวงศ์พิงศ์. (2537). “ความคิดรวบยอดกับการเรียนการสอน.” **สารพัฒนาหลักสูตร**. 119 (ตุลาคม – ธันวาคม 2537), 55 – 60.
- นันทน์ภัส ลีมนันธิธรรม. (2546). **มโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องความร้อนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์โรงเรียนระดับมัธยมศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษากรุงเทพมหานครเขต1กลุ่ม3**. การศึกษาค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นาคยา ปิลาธนนานนท์. (2542). **การเรียนรู้ความคิดรวบยอด**. กรุงเทพมหานคร: เจ้าพระยาระบบการพิมพ์
- นิคม ทองบุญ. (2542). **มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องมวลแรง และกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จังหวัดพัทลุง**. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- นิวัฒน์ ศรีสวัสดิ์. (2548). **การปรับเปลี่ยนมโนคติเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่โดยใช้การจัดการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึ่ม**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บัวรินทร์ สารวรรณ. (2547). **ผลการสอนโดยวัฏจักรการเรียนรู้ต่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่6**. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิตสาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). **การวิจัยเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเชิด ภิญโญนต์พงษ์. (2545). “หน่วยที่ 3คุณภาพเครื่องมือวัด.” **เอกสารประกอบการเรียนการสอน**. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 65-154.

- บุบผา นาคสมบูรณ์. (2549). ผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิตโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และการคิดเชิงเหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิตสาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ประจวบ เรื่องยังมี. (2542). มโนคติที่คลาดเคลื่อนในเรื่องการเคลื่อนที่แบบวงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดปัตตานี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- ประมวล วิโย. (2551). ผลการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้เอกสารอ่านประกอบซึ่งสร้างตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนคติของโพสเตอร์และคณะ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปริญดา สัตตรัคขจร. (2549). การศึกษาแนวคิดของนักเรียนและกวนสอนของครู เรื่องห่วงโซ่อาหารและสายใยอาหาร ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิ่นอุมา หริกประ โคน. (2552). ผลการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติ เรื่องโลกและการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกีฬา จังหวัดขอนแก่น. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ผดุงยศ ดวงมาลา. (2530). การสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี: ไนตรีสาส์นการพิมพ์.
- พงษ์พันธ์ พงษ์โสภา. (2542). จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: พัฒนาการศึกษา.
- พงษ์ศักดิ์ สังขวิทยุโย. (2557). พื้นฐานความรู้ทางวรรณกรรม. (Online).  
[http://www.rmutphysics.com/charud/specialnews/6/science/unit4\\_1.html](http://www.rmutphysics.com/charud/specialnews/6/science/unit4_1.html), 17 พฤษภาคม 2557.
- พจนา ทรัพย์สมาน. (2549). การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรรณี ชูทัย เจนจิต. (2545). จิตวิทยาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์การพิมพ์.
- พรรรัตน์ กิ่งมะลิ. 2552. การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ฟิช โดยให้ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- พวงเพ็ญ อินทรประวัตติ. (2524). รูปแบบการสอน. สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุรยา กิ่งฟ้า สันธวงษ์ และ ปราณี สังขะตะววรรณ. (2537). **สารัตถะและวิทยวิธีทางวิทยาศาสตร์**. เล่ม 5-7. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- พันธ์ ทองชุมนุม. (2547). **การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- พิชิต ฤทธิ์จัญญ. (2545). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: เฮ้าส์ออฟเคอร์มีสท์.
- ไพเราะ ทิพย์ทัศน์. (2521). “แนวความคิดรวบยอดกับความเป็นจริงในการปฏิบัติวิทยาศาสตร์.” **วิทยาศาสตร์**. 32 (กันยายน 2521), 19-33.
- ไพโรจน์ เต็มเดชาดิพงษ์. (2550). **การศึกษาการเปลี่ยนมโนคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเรื่องหน้าที่ยีนโดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุฎีบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไพฑูรย์ หาญเชิงชัย. (2550). **ผลการเรียนรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีเพศต่างกัน**. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิตสาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2540). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- \_\_\_\_\_. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- ภัทร์ธีรัตน์ รัตนพงศ์ภัก. (2550). **การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิตสาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มังกร ทองสุคดี. (2521). **โครงสร้างของการศึกษาวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ครูสภา.
- \_\_\_\_\_. (2523). **การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: สามเจริญพานิช.
- มานิดา เพชรรัตน์. (2531). **การสอนวิทยาศาสตร์**. สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- มาลินี จุฑารพ. (2537). **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. กรุงเทพมหานคร: ทิพย์วิสุทธิ.
- ล้วน สายยศ. (2545). “หน่วยที่ 4ระเบียบวิธีทางสถิติบางประการเพื่อการวิจัย.” **เอกสารประกอบการเรียนการสอน**. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 229-346.

- วิชัย วงษ์ใหญ่. (2537). **กระบวนการพัฒนาหลักสูตรและการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ.** กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- วิไลวรรณ ศรีศรีชนะมา. (2537). “แนวคิดบางประการเกี่ยวกับความคิดรวบยอด.” **สารพัฒนาหลักสูตร.** 14 (เมษายน-มิถุนายน), 49-51.
- ศรสุดา ชูพันธ์. (2548). **การเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ตามรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้และรูปแบบ สสวท.ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และความคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.**
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2555). **รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) (Online).** <http://www.onetresult.niets.or.th>, 4 เมษายน 2556.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้ ๖ กลุ่ม ๖ วิทยาศาสตร์ ๖ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- \_\_\_\_\_. (2547). **การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- \_\_\_\_\_. (2548). **รูปแบบการเรียนการสอน แบบสืบเสาะหาความรู้.** กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สมจิต สวชนไพบูลย์. (2535). **ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- สมคิด พรหมจ้อย. (2544). “หน่วยที่ 9 เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง.” **เอกสารประกอบการเรียนการสอน. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช,** 69-113.
- สมบัติ การจนาร์กพงศ์. (2545). **เทคนิคการสอนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิด.** กรุงเทพมหานคร: ชารอักษร.
- สุทธภา บุญแซม. (2553). **การศึกษาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (7E).** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- สุนีย์ คล้ายนิล. (2535). “นักเรียนเข้าใจ (เคมี)จริงหรือ: การศึกษาเปรียบเทียบอเมริกา อังกฤษ ไทย.” **วารสารสสวท.** 20 (ตุลาคม-ธันวาคม), 3-10.
- สุรางค์ ไคว่ตระกูล. (2552). **จิตวิทยาการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุวัฒน์ นิยมคำ. (2531). **ทฤษฎีและการปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เล่ม 2**. กรุงเทพมหานคร: เจเนอรัลบุ๊กส์เซนเตอร์.
- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). **สาระร่วมสมัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา**. ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เสาวลักษณ์ เหลืองดี. (2552). **ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อความเข้าใจโมเมนต์และความพึงพอใจ สาระการเรียนรู้เรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิริพรรณ ศรีวรรณวงษ์. (2553). **ความเข้าใจโมเมนต์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายเทลักษณะทางพันธุกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนโมเมนต์**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- หทัยรัช รังสุวรรณ. (2539). **ผลของการสอนโดยใช้แผนผังโมเมนต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านโมเมนต์และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- อชลินดา อัลมะอาริฟีย์. (2551). **ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ประกอบการเขียน แผนผังโมเมนต์**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อำนาจ เจริญศิลป์. (2544). **วิทยาศาสตร์กับสังคม**. กรุงเทพมหานคร: โอเดียนสโตร์.
- Bayraktar Sule. (2009). "Misconceptions of Turkish Pre-Service Teachers about Force and Motion." **International Journal of Science and Mathematics Education**. Volume 7 Number 2, 273-291.
- Hançer Hakan Ahmet and DurkanNazmi. (2008). "Turkish Pupils Understanding of Physical Concept: Force and Movement." **World Applied Sciences Journal**. Volume 3 Number 1, 45-50.

- Haidar, A.H. (1997). "Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts". **Journal of Research in Science Teaching**, Volume 34 Number 2, 181 - 197.
- Klopfer, E.L. (1971). **Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning**. New York: McGraw – Hill Inc.
- Martin, D.J. (1997). **Elementary Science Methods : A Constructivist Approach**. United State of America Delmar Publishers.
- Richard, D.K. (1997). **Science for the Elementary and Middle School**. United State of America: Prentice Hall, Inc.
- Romey, W.D. (1968). **Inquiry Techniques for Teaching Science**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice – Hall Inc.
- Prescott Anne and Mitchelmore Michael. (2005). **Student Misconceptions about Projectile Motion** (Online). [www.merga.net.au/document/RP722005.pdf](http://www.merga.net.au/document/RP722005.pdf), March 12, 2012.
- Sund, Robert B. and Trowbridge, Lesline W. (1973). **Teaching Science by Inquiry in the Secondary School**. Charles E. Merrill Publishing Company.
- Westbrook, S.L. and E.A. Marek. (1992). "A Cross – Age Study of Student Understanding of the concept of Homeostasis" **Journal of Research in Science Teaching** Volume 29 Number 1 (January), 54.



**ภาคผนวก**





**ภาคผนวก ก**

**รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ**

## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรง และการเคลื่อนที่ เพื่อพิจารณาความครอบคลุมของเนื้อหา ความถูกต้องของภาษา พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือในการวิจัย มีรายชื่อดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ เกษราธิคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์  
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
2. รองศาสตราจารย์ ทศนีย์ ประชาน รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย  
มหาวิทยาลัยเมืองหาดใหญ่
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วัฒนา เชนะ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย  
ราชภัฏสงขลา





**ภาคผนวก ข**

**หนังสือขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ**







## ภาคผนวก ก

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องแรง และการเคลื่อนที่
- แบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่
- ตารางวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและแผนผังการออกข้อสอบ
- รายการมโนคติ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยที่ 1	เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่	
หน่วยย่อยที่ 1	เรื่อง แรง	เวลา 2 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30201	ชื่อวิชา ฟิสิกส์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ผู้สอน นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ	

\*\*\*\*\*

#### สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

1. มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

#### 2. ผลการเรียนรู้

อธิบายความหมายของ แรงและแรงลัพธ์

#### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 3.1 ด้านความรู้

3.1.1 อธิบายความหมายของแรง

3.1.2 อธิบายได้ว่าแรงทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่

3.1.3 อธิบายความหมายของแรงลัพธ์

3.1.4 กำหนดหาแรงลัพธ์ของแรงย่อยหลายแรงในแนวเส้นตรงเดียวกัน ที่กระทำบนวัตถุ โดยใช้เครื่องหมาย บวก – ลบ แทนทิศทางของแรงที่อยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน

##### 3.2 ด้านทักษะกระบวนการ

3.2.1 สืบเสาะหาความรู้เรื่องแรงได้

3.2.2 นำเสนอผลการสืบค้นและการคำนวณหาแรงลัพธ์ของแรงย่อยหลายแรงในแนวเส้นตรงเดียวกันได้

##### 3.3 ด้านคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.3.1 มีความอยากรู้อยากเห็น

3.3.2 มีความรับผิดชอบ

3.3.3 มีเหตุผล

3.3.4 ซื่อสัตย์

3.3.5 ใจกว้าง

#### 4. สาระสำคัญ (Concepts)

4.1 แรง เป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ โดยเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)



- 4.2 เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุมีทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น เมื่อมีแรงที่มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง
- 4.3 แรงลัพธ์คือผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุ การหาแรงลัพธ์ใช้วิธีการเดียวกันกับการหาเวกเตอร์ลัพธ์

## 5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบงาน 1.1 และ 1.2 เรื่องแรง

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

เตรียมความพร้อมนักเรียน โดยการเช็คชื่อ

สร้างสถานการณ์ชักจูงใจดังนี้

เปิดประเด็นและนำอภิปราย โดยคำถามที่ว่า ในชีวิตประจำวันนักเรียนเกี่ยวข้องกับแรงอย่างไรบ้าง และถามนักเรียนว่านักเรียนรู้หรือไม่ว่า 1) แรงคืออะไร 2) เมื่อมีแรงกระทำกับวัตถุในทิศทางต่างๆวัตถุจะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร 3) เมื่อมีแรงสองแรงกระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันจะหาแรงลัพธ์ได้อย่างไรนี่เป็นปัญหาสำคัญที่เราจะช่วยกันศึกษาหาคำตอบ

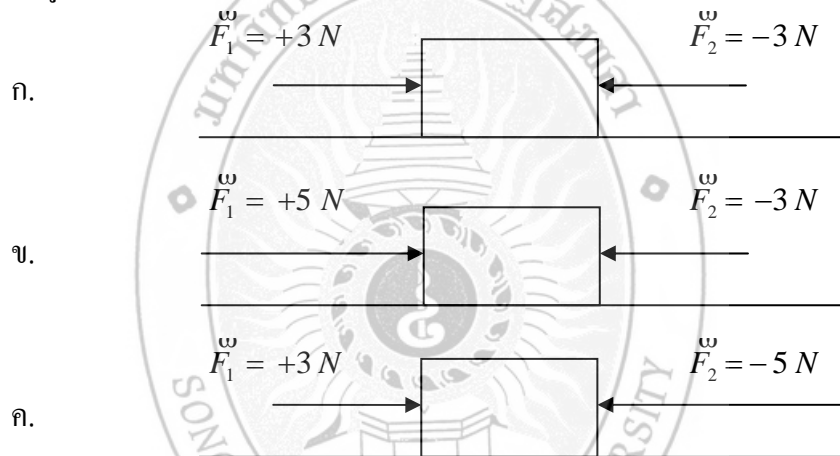
### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ระยะเวลา 5 นาที
- นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับ แรง จาก หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1 หน้า 62-64 และบันทึกลงในใบงานที่ 1.1

### 6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- เตรียมความพร้อมนักเรียนอีกครั้ง
- ทบทวนปัญหาข้อที่ 1 และ 2 ในใบงานที่ 1.1 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนนำเสนอความรู้ที่ได้หน้าชั้นเรียน
- นักเรียนอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปของความหมายของแรง
- ครูอธิบายเพิ่มเติมความหมายของแรง ดังนี้ แรง เป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่พยายามทำให้วัตถุเคลื่อนที่ โดยเป็นปริมาณเวกเตอร์ซึ่งเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)
- ทบทวนปัญหาข้อที่ 3 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนนำเสนอความรู้ที่ได้หน้าชั้นเรียน

- นักเรียนอภิปรายร่วมกันจนถึงข้อ 6
- ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลของแรงต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนี้ แรงทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุมีทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ จะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น เมื่อมีแรงที่มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง
- ทบทวนปัญหาข้อที่ 7 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนนำเสนอความรู้ที่ได้หน้าชั้นเรียน
- นักเรียนอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปความหมายของแรงลัพธ์
- ทบทวนปัญหาข้อที่ 8 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนนำเสนอความรู้ที่ได้หน้าชั้นเรียน
- นักเรียนอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปเรื่องการหาแรงลัพธ์
- ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ ดังนี้



ภาพ 1.1 การหาแรงลัพธ์

จากภาพ 1.1 การหาแรงลัพธ์ ( $\sum F^{\text{ว}}$ ) ใช้วิธีการเดียวกันกับการหาเวกเตอร์ลัพธ์ ในกรณีการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ในแนวตรง กำหนดให้แรงที่มีทิศทางตรงกันข้าม มีเครื่องหมายต่างกัน เช่น กำหนดให้แรงที่มีทิศทางไปทางขวามือ มีเครื่องหมายบวก และให้แรงที่มีทิศทางไปทางซ้ายมือมีเครื่องหมายลบ

ภาพ 1.1 ก.

$$\begin{aligned}\sum F^{\text{ว}} &= F_1^{\text{ว}} - F_2^{\text{ว}} \\ &= (+3\text{ N}) + (-3\text{ N}) \\ &= 0\text{ N}\end{aligned}$$

แรงลัพธ์มีขนาด 0 นิวตัน

ภาพ 1.1 ข.

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= \vec{F}_1 - \vec{F}_2 \\ &= (+5\text{ N}) + (-3\text{ N}) \\ &= +2\text{ N}\end{aligned}$$

แรงลัพธ์มีขนาด 2 นิวตัน ทิศทางตรงข้ามกับแรง 3 นิวตัน หรือ ทิศทางเดียวกันกับแรง 5 นิวตัน

ภาพ 1.1 ค.

$$\begin{aligned}\sum \vec{F} &= \vec{F}_1 - \vec{F}_2 \\ &= (+3\text{ N}) + (-5\text{ N}) \\ &= -2\text{ N}\end{aligned}$$

แรงลัพธ์มีขนาด 2 นิวตัน ทิศทางตรงข้ามกับแรง 3 นิวตัน หรือ ทิศทางเดียวกันกับแรง 5 นิวตัน

#### 6.4 ขั้วขยายความรู้

นักเรียนทำใบงาน 1.2 เรื่องแรง

#### 6.5 ขั้วประเมินผล

- ประเมินด้านความรู้จากการทำใบงาน
- ประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินคุณลักษณะจากการสังเกตพฤติกรรม

#### 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
- ใบงานที่ 1.1 และ 1.2 เรื่องแรง

#### 8. การวัดและประเมินผล

##### 8.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัด

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจใบงานที่ 1.1 และใบงาน	แบบตรวจใบงาน

	ที่ 1.2 เรื่องแรง	
ด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการเรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

## 8.2 เกณฑ์การประเมิน

### 8.2.1 ใบบงาน 5 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน/คำอธิบาย	ระดับคะแนน
1. ทำใบบงานได้ครบทุกข้อ คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ สะอาดเรียบร้อยและ ส่งทันเวลาที่กำหนด	5
2. ทำใบบงานได้ครบทุกข้อ คำตอบถูกต้องสมบูรณ์ ไม่สะอาดไม่เรียบร้อย บ้าง และส่งทันเวลาที่กำหนด	4
3. ทำใบบงานได้ครบทุกข้อ คำตอบถูกต้องเป็นส่วนมาก ไม่เรียบร้อยและ ส่งทันเวลาที่กำหนด	3
4. ทำใบบงานไม่ครบ คำตอบไม่ถูกต้องเป็นส่วนมาก ไม่เรียบร้อยและส่ง ทันเวลาที่กำหนด	2
5. ทำใบบงานไม่ครบ คำตอบไม่ถูกต้องเป็นส่วนมาก ไม่เรียบร้อยและส่งไม่ ทันเวลาที่กำหนด	1

### เกณฑ์การประเมินและระดับคุณภาพ

เกณฑ์การประเมิน/ ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
5	ดีมาก

4	ดี
3	พอใช้
ตั้งแต่ /2 ลงมา	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านต้องได้ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

### 8.2.2 กระบวนการเรียนรู้

รายการประเมิน	เกณฑ์คะแนน		
	3	2	1
การสำรวจ ตรวจสอบ	สนใจ สืบค้นข้อมูล จากแหล่งเรียนรู้ มี การบันทึก อภิปราย ตรวจสอบและสรุป ชัดเจนดี	สนใจ สืบค้นข้อมูล จากแหล่งเรียนรู้ มี การบันทึก อภิปราย ตรวจสอบและสรุป ชัดเจนปานกลาง	สนใจ สืบค้นข้อมูล จากแหล่งเรียนรู้ มี การบันทึก อภิปราย ตรวจสอบและสรุปไม่ ชัดเจน
การสื่อสาร	นำเสนอผลการสืบค้น หรือผลงานในรูปแบบ ที่ชัดเจนดี	นำเสนอผลการสืบค้น หรือผลงานในรูปแบบ ที่ชัดเจนปานกลาง	นำเสนอผลการสืบค้น หรือผลงานในรูปแบบ ที่ไม่ชัดเจน
การนำความรู้ไปใช้	นำความรู้ไปใช้กับ สถานการณ์ใหม่ใน การสร้างชิ้นงาน/ ผลงานได้ดี	นำความรู้ไปใช้กับ สถานการณ์ใหม่ใน การสร้างชิ้นงาน/ ผลงานได้ปานกลาง	นำความรู้ไปใช้กับ สถานการณ์ใหม่ใน การสร้างชิ้นงาน/ ผลงานได้น้อย

### เกณฑ์การประเมินและระดับคุณภาพ

เกณฑ์การประเมิน/ ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8-9	ดี

6-7	พอใช้
ต่ำกว่า 6	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านต้องได้ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

### 8.2.3 คุณลักษณะ

รายการประเมิน	เกณฑ์คะแนน		
	3	2	1
ความอยากรู้อยากเห็น	มีความกระตือรือร้นสนใจต่อการทำกิจกรรมดี	มีความกระตือรือร้นสนใจต่อการทำกิจกรรมปานกลาง	มีความกระตือรือร้นสนใจต่อการทำกิจกรรมน้อย
ความรับผิดชอบและเพียรพยายามในการทำงาน	มีความรับผิดชอบและเพียรพยายามมาก	มีความรับผิดชอบและเพียรพยายามปานกลาง	มีความรับผิดชอบและเพียรพยายามน้อย
ความมีเหตุผล	อธิบายหรือแสดงความคิดอย่างมีเหตุผลชัดเจนดี	อธิบายหรือแสดงความคิดอย่างมีเหตุผลชัดเจนปานกลาง	อธิบายหรือแสดงความคิดไม่ค่อยเป็นเหตุเป็นผล
ความซื่อสัตย์	เสนอข้อมูลด้วยผลงานของตนเองจริง	เสนอข้อมูลด้วยผลงานของตนเองเป็นจำนวนมาก	ลอกเลียนแบบผลงานของผู้อื่น
ความใจกว้าง	ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นของผู้อื่น	ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นของผู้อื่นบ้าง	ไม่ยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นของผู้อื่น

เกณฑ์การประเมินและระดับคุณภาพ

เกณฑ์การประเมิน/ ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13-15	ดีมาก



เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคะแนน					สรุปผลการประเมิน	
		5	4	3	2	1	ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
 ...../...../.....

8.3.2 แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้

แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้

วิชา.....ชั้น.....  
 หน่วยการเรียนรู้.....เรื่อง.....



คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ เรื่องแรง โดยให้  
คะแนนลงในตารางตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน (ดูเกณฑ์จากหน้า 119)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			คะแนนรวม (9 คะแนน)	สรุปผลการประเมิน	
		การสำรวจ ตรวจสอบ	การ สื่อสาร	การนำความรู้ ไปใช้		ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
...../...../.....

### 8.3.2 แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์

แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์

วิชา.....ชั้น.....  
หน่วยการเรียนรู้.....เรื่อง.....

คำชี้แจง ให้ผู้สอนประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนในการเรียนรู้  
เรื่องแรง โดยให้คะแนนลงในตารางตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน (ดูเกณฑ์จากหน้า 120)

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน					คะแนนรวม (15คะแนน)	สรุปผลการ ประเมิน	
		อยากรู้ อยากเห็น	รับผิดชอบ พยายาม	มีเหตุผล	ซื่อสัตย์	ใจกว้าง		ผ่าน	ไม่ ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
...../...../.....

### ใบงานที่ 1.1

รายวิชา ว 32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาที่ 4

เรื่อง แรง

เวลา 30 นาที

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

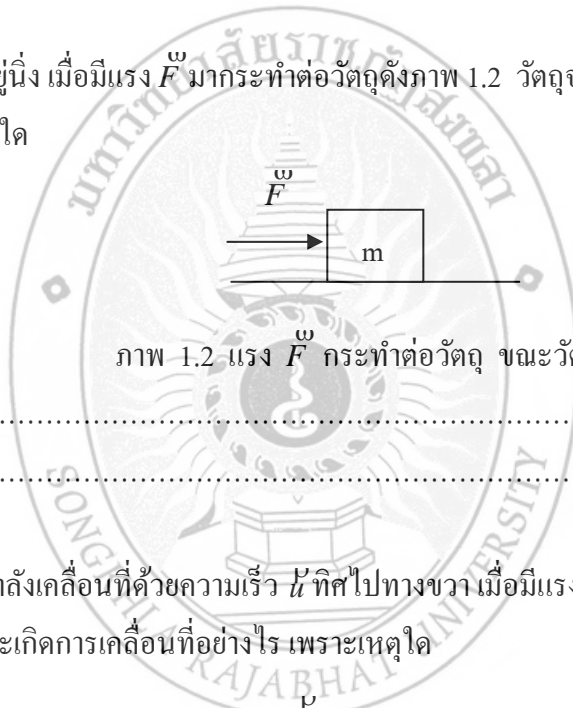
คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

คำถาม

1. แรง คือ .....  
มีหน่วยเป็น.....

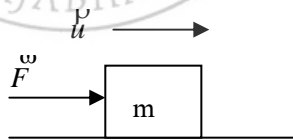
2. แรงเป็นปริมาณสเกลาร์หรือปริมาณเวกเตอร์ เพราะเหตุใด  
.....  
.....

3. เดิมวัตถุอยู่นิ่ง เมื่อมีแรง  $\vec{F}$  มากระทำต่อวัตถุดังภาพ 1.2 วัตถุจะเกิดการเคลื่อนที่อย่างไร เพราะเหตุใด



ภาพ 1.2 แรง  $\vec{F}$  กระทำต่อวัตถุ ขณะวัตถุอยู่นิ่ง

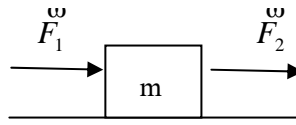
4. เดิมวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $\vec{v}$  ทิศไปทางขวา เมื่อมีแรง  $\vec{F}$  มากระทำต่อวัตถุดังภาพ 1.3 วัตถุจะเกิดการเคลื่อนที่อย่างไร เพราะเหตุใด



ภาพ 1.3 แรง  $\vec{F}$  กระทำต่อวัตถุ ขณะวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $\vec{v}$

.....  
.....

5. ถ้าออกแรง 2 แรง ในแนวระดับกระทำต่อวัตถุซึ่งหยุดนิ่งบนพื้นราบ โดยออกแรง  $\vec{F}_1$  ผลักวัตถุ และออกแรง  $\vec{F}_2$  ดึงวัตถุ ดังภาพ 1.4 วัตถุจะเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไรเพราะเหตุใด



ภาพ 1.4 แรงที่กระทำต่อวัตถุมวล m

6. ถ้าออกแรง 2 แรง ในแนวระดับกระทำต่อวัตถุซึ่งหยุดนิ่งบนพื้นราบ โดยออกแรงผลักวัตถุในทิศทางตรงข้ามกัน ด้วยแรง  $F_1$  และ  $F_2$  ดังภาพ 1.5



ภาพ 1.5 แรงที่กระทำต่อวัตถุมวล m

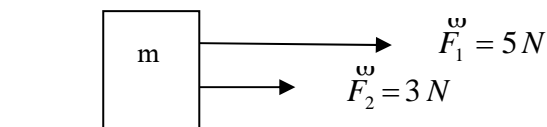
- 6.1 ถ้าขนาดของแรง  $F_1$  และ  $F_2$  เท่ากัน วัตถุจะเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด

- 6.1 ถ้าขนาดของแรง  $F_1$  มากกว่า  $F_2$  วัตถุจะเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไรเพราะเหตุใด

7. แรงลัพธ์ คือ.....

8. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแต่ละกรณีมีขนาดเท่าใด และมีทิศทางอย่างไร

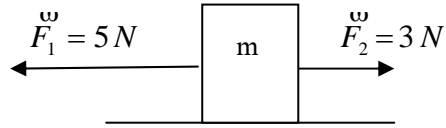
8.1



ภาพ 1.6 แรงที่กระทำต่อวัตถุมวล m

แรงลัพธ์มีขนาด.....มีทิศทางไปทาง.....

8.2



ภาพ 1.7 แรงที่กระทำต่อวัตถุมวล  $m$

แรงลัพธ์มีขนาด.....มีทิศทางไปทาง.....



## ใบงานที่ 1.2

รายวิชา ว32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาที่ 4

เรื่อง แรง

เวลา 30 นาที

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

1. ให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับ การที่วัตถุจะเคลื่อนที่หรือไม่เคลื่อนที่ แรงต้องมีส่วนเกี่ยวข้องกับทุกครั้งหรือไม่ อย่างไร

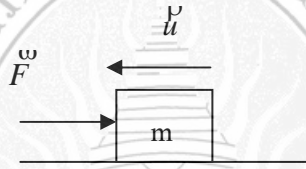
.....

.....

.....

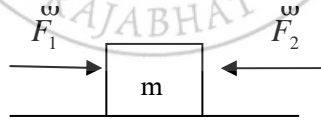
.....

2. เดิมวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $v$  ทิศไปทางซ้าย เมื่อมีแรง  $F$  มากระทำต่อวัตถุดังรูป วัตถุจะเกิดการเคลื่อนที่อย่างไร เพราะเหตุใด



ภาพ 1.8 แรงที่กระทำต่อวัตถุมวล  $m$

3. ถ้าออกแรง 2 แรง ในแนวระดับกระทำต่อวัตถุซึ่งหยุดนิ่งบนพื้นราบ โดยออกแรงผลักวัตถุในทิศทางตรงข้ามกัน ด้วยแรง  $F_1^w$  และ  $F_2^w$  ดังรูป



ภาพ 1.9 แรงที่กระทำต่อวัตถุมวล  $m$

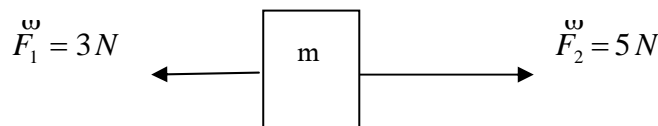
ถ้าขนาดของแรง  $F_1^w$  น้อยกว่า  $F_2^w$  วัตถุจะเคลื่อนที่หรือไม่ อย่างไร เพราะเหตุใด

.....

.....

4. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแต่ละกรณีมีขนาดเท่าใด และมีทิศทางไปทางใด

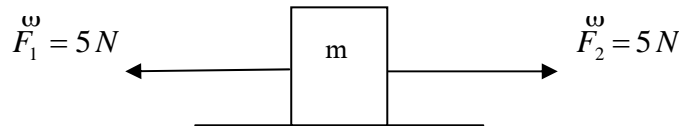
4.1



ภาพ 1.10 แรงที่กระทำต่อวัตถุมวล  $m$

แรงลัพธ์มีขนาด.....มีทิศทางไปทาง.....

4.2



ภาพ 1.11 แรงที่กระทำต่อวัตถุมวล  $m$

แรงลัพธ์มีขนาด.....มีทิศทางไปทาง.....

5. ขณะที่คนกำลังกระโดดจากสะพานลงสู่แม่น้ำ แรงลัพธ์ที่กระทำกับคนมีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....  
 .....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยที่ 1	เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่
หน่วยย่อยที่ 2	เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน เวลา 3 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30201	ชื่อวิชา ฟิสิกส์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ผู้สอน นางไอนิ่ง เจ๊ะเหลาะ

\*\*\*\*\*

#### สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

1. มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

#### 2. ผลการเรียนรู้

หาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์สองแรงได้

#### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 3.1 ด้านความรู้

3.1.1 เขียนเวกเตอร์แทนขนาดและทิศทางของแรงได้

3.1.2 หาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน โดยการสร้างรูปสามเหลี่ยม และสี่เหลี่ยมด้านขนานได้

3.1.3 หาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน โดยการคำนวณจากการหาแรงย่อยของแรงสองแรงนั้นก่อน

##### 3.2 ด้านทักษะกระบวนการ

3.2.1 ทำการทดลองหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกันได้

3.2.2 นำเสนอผลการสืบค้นเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกันได้

##### 3.3 ด้านคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.3.1 มีความอยากรู้อยากเห็น

3.3.2 มีความรับผิดชอบ

3.3.3 มีเหตุผล

3.3.4 มีความซื่อสัตย์

3.3.5 ความใจกว้าง

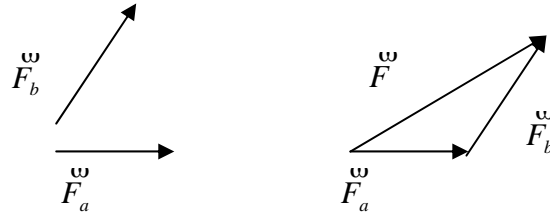
#### 4. สาระสำคัญ (Concepts)

4.1 การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน ทำได้ 2 วิธี คือ โดยการสร้างรูปและการคำนวณ

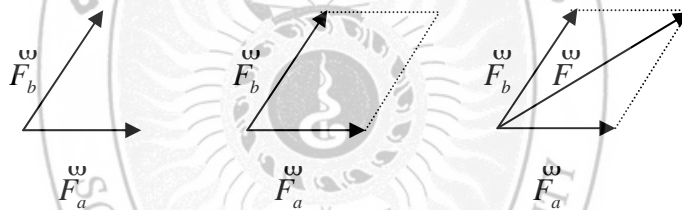
4.2 การหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูป โดยเขียนลูกศรแทนขนาดและทิศทางของแรงตามมาตราส่วนที่กำหนดเพื่อหาแรงลัพธ์ 2 แบบ คือการสร้างรูปสามเหลี่ยม และการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน



- การสร้างรูปสามเหลี่ยม ทำได้โดยนำหางลูกศรของแรงหนึ่งไปต่อกับหัวลูกศรของแรงหนึ่งเส้นตรงที่ลากจากจุดตั้งต้นไปจุดสุดท้าย โดยมีทิศทางจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ตัวที่หนึ่งไปยังเวกเตอร์ตัวที่สอง จะเป็นแรงลัพธ์ทั้งขนาดและทิศทาง



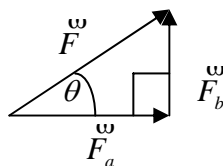
- การสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานทำได้โดยลากหางของแรงทั้งสองออกจากจุดเดียวกัน แล้วลากเส้นจากหัวลูกศรของแรงทั้งสองขนานกับแนวแรงอีกแรงหนึ่งได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน จากนั้นลากเส้นทแยงมุมจากหางลูกศรของแรงทั้งสองไปยังจุดที่มุมตรงข้าม จะได้ขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์



4.3 การหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ แบ่งได้ 2 กรณี คือ กรณีที่แรงทั้งสองทำมุมต่อกันเป็นมุมฉาก และกรณีที่แรงสองแรงทำมุมต่อกันไม่เป็นมุมฉาก

- กรณีที่แรงทั้งสองทำมุมต่อกันเป็นมุมฉาก ขนาดของแรงลัพธ์หาได้จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส  $F = \sqrt{F_a^2 + F_b^2}$  และทิศทางของแรงลัพธ์หาจาก  $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_b}{F_a}\right)$

$$F = \sqrt{F_a^2 + F_b^2} \text{ และทิศทางของแรงลัพธ์หาจาก } \theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_b}{F_a}\right)$$



- กรณีที่แรงสองแรงทำมุมต่อกันไม่เป็นมุมฉาก ใช้วิธีแยกแรงแต่ละแรงเป็นแรงย่อยในแนวแกน x และในแนวแกน y แล้วหาแรงลัพธ์ทางแกน x เป็น  $F_x = F_{1x} + F_{2x}$  และ

หาแรงลัพธ์ทางแกน y เป็น  $F_y = F_{1y} + F_{2y}$  จากนั้นหาขนาดและทิศทางจาก

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \text{ และ } \theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right)$$

## 5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบงานที่ 2
- รายงานผลการทดลอง

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

เตรียมความพร้อมนักเรียน โดยการเช็คชื่อ

สร้างสถานการณ์ชักจูงใจดังนี้

ทบทวนความรู้เดิมเรื่องแรงที่ได้เรียนในคาบที่แล้วโดยถามนักเรียนว่า 1) แรงคืออะไร 2) เมื่อมีแรงสองแรงกระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน จะหาแรงลัพธ์ได้อย่างไร (การหาแรงลัพธ์ ( $\sum \vec{F}$ ) ใช้วิธีการเดียวกันกับการหาเวกเตอร์ลัพธ์ ในกรณีการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ในแนวตรง กำหนดให้แรงที่มีทิศทางตรงกันข้าม มีเครื่องหมายต่างกัน เช่น กำหนดให้แรงที่มีทิศทางไปทางขวามือ มีเครื่องหมายบวก และให้แรงที่มีทิศทางไปทางซ้ายมือมีเครื่องหมายลบ) และถามนักเรียนต่อไปว่ารู้หรือไม่ว่าถ้าแรงสองแรงทำมุมต่อกันเราจะหาแรงลัพธ์ได้อย่างไร นี่เป็นปัญหาสำคัญที่เราจะช่วยกันศึกษาคำตอบ

ครูทบทวนการบวกเวกเตอร์ โดยการสร้างรูปสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมด้านขนาน และโดยการคำนวณเพื่อนำมาใช้ในการหาแรงลัพธ์

ครูสรุปปัญหาให้ฟังอีกครั้ง ปัญหาหลักที่จะศึกษาคือ ศึกษาการหาแรงลัพธ์เมื่อแรงสองแรงทำมุมต่อกัน

### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คละความสามารถ
- แนะนำขั้นตอนการทดลองเรื่องการหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ตามใบกิจกรรมที่ 1
- นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

### 6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- เตรียมความพร้อมนักเรียนอีกครั้ง
- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการทดลอง
- ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกัน
- นักเรียนสรุปผลการทดลอง

- ครูให้นักเรียนนำแรงสองแรงจากผลการทดลองที่ได้ มาหาแรงลัพธ์ด้วยวิธีสี่เหลี่ยมด้านขนาน และให้พิจารณาว่าแรงลัพธ์ที่ได้มีความสัมพันธ์กับแรงที่สามอย่างไร (แรงลัพธ์ที่ได้มีขนาดเท่ากับแรงที่สามแต่มีทิศตรงข้าม)

#### 6.4 ชั้นขยายความรู้

- นักเรียนศึกษาเรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกันจากใบความรู้ที่ 1
- ครูและนักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
- ครูยกตัวอย่างการคำนวณการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์และแก้ปัญหาโจทย์
- นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

#### 6.5 ชั้นประเมินผล

- ประเมินด้านความรู้จากการทำใบงานและการเขียนรายงานผลการทดลอง
- ประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินคุณลักษณะจากการสังเกตพฤติกรรม

### 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์เล่ม 1
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
- ใบงานที่ 2 เรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
- ใบความรู้ที่ 1 เรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
- ใบกิจกรรมที่ 1

### 8. การวัดและประเมินผล

#### 8.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัด

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจใบงานที่ 2 ตรวจรายงานผลการทดลอง	แบบตรวจใบงาน แบบตรวจใบงาน

ด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการเรียนรู้	สังเกตพฤติกรรมการ ปฏิบัติการทดลอง	แบบสังเกตพฤติกรรมการ ทดลอง
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

## 8.2 เกณฑ์การประเมิน

8.2.1 ใบงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 118)

8.2.2 ชิ้นงาน/ผลงาน 5 คะแนน

เกณฑ์การประเมิน/คำอธิบาย	ระดับคะแนน
1. เนื้อหาถูกต้อง สาระสำคัญครบถ้วน เหมาะสมกับปัญหาหรือสถานการณ์ เชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวัน สวยงาม มากที่สุด	5
2. เนื้อหาถูกต้อง สาระสำคัญครบถ้วน เหมาะสมกับปัญหาหรือสถานการณ์ เชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวัน สวยงาม มาก	4
3. เนื้อหาถูกต้อง สาระสำคัญครบถ้วน เหมาะสมกับปัญหาหรือสถานการณ์ เชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวัน สวยงาม ปานกลาง	3
4. เนื้อหาถูกต้อง สาระสำคัญครบถ้วน เหมาะสมกับปัญหาหรือสถานการณ์ เชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวัน สวยงาม น้อย	2
5. เนื้อหาถูกต้อง สาระสำคัญครบถ้วน เหมาะสมกับปัญหาหรือสถานการณ์ เชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวัน สวยงาม น้อยที่สุด	1

### เกณฑ์การประเมินและระดับคุณภาพ

เกณฑ์การประเมิน/ ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
5	ดีมาก
4	ดี

3	พอใช้
ตั้งแต่ 2 ลงมา	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านต้องได้ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

### 8.2.3 กระบวนการเรียนรู้จากการทดลอง

เกณฑ์การประเมิน/คำอธิบาย	ระดับคะแนน
1. ปฏิบัติการทดลองได้คล่องแคล่ว ใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมถูกต้อง บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองและเขียนรายงานได้ถูกต้อง สมบูรณ์เป็นขั้นตอน ชัดเจนดีมาก	5
2. ปฏิบัติการทดลองได้คล่องแคล่ว ใช้อุปกรณ์ได้เหมาะสมถูกต้อง บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองและเขียนรายงานได้ถูกต้อง สมบูรณ์เป็นขั้นตอน ชัดเจนดี	4
3. ปฏิบัติการทดลองได้ ใช้อุปกรณ์ได้ถูกต้อง บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองและเขียนรายงานได้ถูกต้อง สมบูรณ์เป็นขั้นตอน ชัดเจนปานกลาง	3
4. ปฏิบัติการทดลองได้บ้าง ใช้อุปกรณ์ไม่ค่อยถูกต้อง บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองและเขียนรายงานได้ไม่ชัดเจน	2
5. ไม่สามารถปฏิบัติการทดลอง ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง บันทึกผลการทดลองและสรุปผลการทดลองและเขียนรายงานไม่ถูกต้อง	1

### เกณฑ์การประเมินและระดับคุณภาพ

เกณฑ์การประเมิน/ ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
5	ดีมาก
4	ดี

3	พอใช้
ตั้งแต่ /2 ลงมา	ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่านต้องได้ระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

8.2.4 คุณลักษณะ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 120)

### 8.3 เครื่องมือวัด

8.3.1 แบบตรวจใบงานเรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 121)

8.3.2 แบบตรวจผลงานเรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน



แบบตรวจผลงานเรื่อง.....

วิชา.....ชั้น.....

หน่วยการเรียนรู้.....เรื่อง.....

คำชี้แจง ให้ผู้สอนตรวจผลงานเรื่อง.....ตามรายการดังต่อไปนี้

โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตรงกับระดับคุณภาพของงาน (ดูเกณฑ์จากหน้า 134)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคะแนน					สรุปผลการประเมิน	
		5	4	3	2	1	ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
...../...../.....

### 8.3.2 แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้

แบบประเมินผลการปฏิบัติการทดลอง

วิชา.....ชั้น.....  
หน่วยการเรียนรู้.....เรื่อง.....

คำชี้แจง ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในกระบวนการทดลอง เรื่อง.....  
 โดยให้คะแนนลงในตารางตรงกับพฤติกรรมของผู้เรียน (ดูเกณฑ์จากหน้า 135)

เลขที่	ชื่อ-สกุล	ระดับคะแนน					สรุปผลการประเมิน	
		5	4	3	2	1	ผ่าน	ไม่ผ่าน

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน  
 ...../...../.....

8.3.3 แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 124)





## ใบกิจกรรมที่ 1

การทดลองเรื่อง การหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์

จุดประสงค์

เพื่อหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์

## อุปกรณ์

1. กระดาษแข็ง 1 แผ่น
2. ถาดลดแรงเสียดทาน 1 อัน
3. เครื่องชั่งสปริง 3 อัน
4. รถทดลอง 1 คัน
5. เชือกเบา 3 เส้น
6. ตัวยึด 3 อัน

## วิธีทำกิจกรรม



ภาพ 2.1 การจัดอุปกรณ์การทดลองหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์

1. นำปลายข้างหนึ่งของเชือกทั้งสามผูกรวมกันไว้ ดังภาพ 2.1 ปลายที่เหลือทำเป็นห่วงเชือก แล้ววางบนกระดาษขาว
2. ใช้เครื่องชั่งสปริงทั้งสามอันเกี่ยวกับห่วงเชือกแล้วดึงเครื่องชั่งสปริงทั้งสามจนปมเชือกหยุดนิ่ง โดยที่เครื่องชั่งสปริงสองอันแรกทำมุม 0 องศา เขียนแนวแรงตามแนวของเชือก และบันทึกค่าของแรงทั้งสาม
3. ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 โดยให้เครื่องชั่งสปริงสองอันแรกทำมุม 45 องศา และ 90 องศา
4. เขียนเวกเตอร์แทนขนาดและทิศทางของแรงทั้งสามในแต่ละกรณี
5. หาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกันในข้อ 2 และ 3 โดยวิธีสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน
6. นักเรียนสรุปผลการทำกิจกรรมพร้อมเขียนรายงานผลการทำกิจกรรม

### ใบความรู้ที่ 1

#### เรื่อง การหาแรงลัพธ์

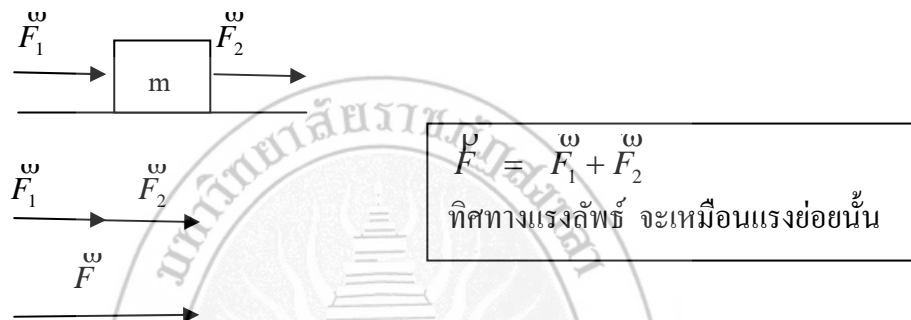
แรงลัพธ์ คือแรงซึ่งเกิดจากแรงย่อยๆ หลายแรงรวมกัน

การหาแรงลัพธ์ เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ดังนั้นการหาแรงลัพธ์ก็คิดเหมือนกับการหาเวกเตอร์ลัพธ์ โดยแทนแรงด้วยลูกศร ความยาวของลูกศรจะแทนขนาดของแรง และทิศของลูกศรจะแทนทิศทางของแรงที่กระทำ

### วิธีการหาค่าแรงลัพธ์เมื่อมีแรงย่อย 2 แรง

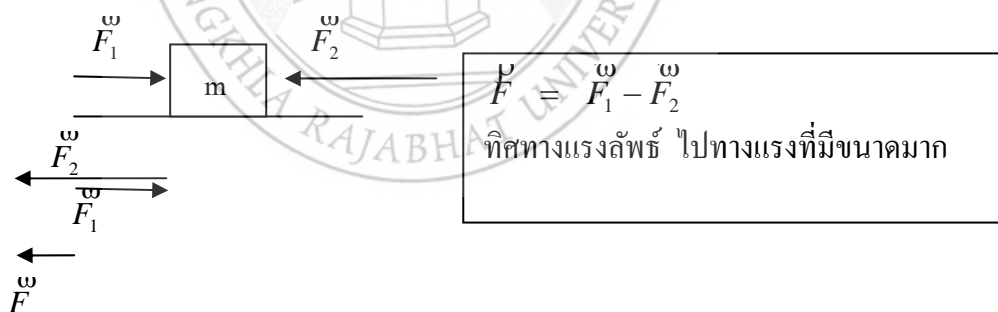
กรณีที่ 1 แรงย่อยอยู่ในแนวเดียวกัน

1.1 แรงสองแรงไปทางเดียวกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลบวกของแรงทั้งสอง ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์ไปทางเดียวกับแรงทั้งสอง ดังภาพ 2.2



ภาพ 2.2 แสดงการหาแรงลัพธ์ของแรงย่อย 2 แรง ซึ่งมีทิศทางไปทางเดียวกัน

1.2 แรงสองแรงสวนทางกัน แรงลัพธ์มีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงทั้งสอง ทิศทางของแรงลัพธ์ไปทางแรงที่มีขนาดมาก ดังภาพ 2.3



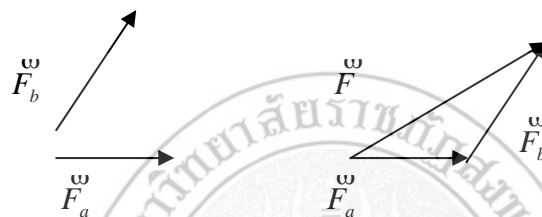
ภาพ 2.3 แสดงการหาแรงลัพธ์ของแรงย่อย 2 แรง ซึ่งมีทิศตรงข้ามกัน

กรณีที่ 2 แรงย่อยทำมุมต่อกัน

การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน ทำได้ 2 วิธี คือ โดยการสร้างรูปและการคำนวณ

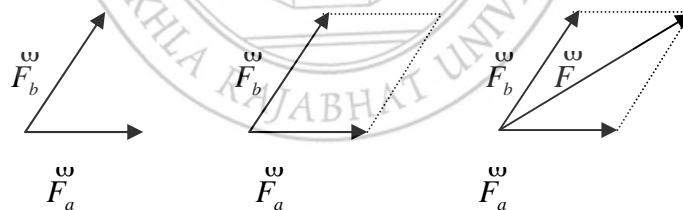
2.1 การหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูป โดยเขียนลูกศรแทนขนาดและทิศทางของแรงตามมาตราส่วนที่กำหนดเพื่อหาแรงลัพธ์ 2 แบบ คือ การสร้างรูปสามเหลี่ยม และการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

- การสร้างรูปสามเหลี่ยม ทำได้โดยนำหางลูกศรของแรงหนึ่งไปต่อกับหัวลูกศรของแรงหนึ่งเส้นตรงที่ลากจากจุดตั้งต้นไปจุดสุดท้าย โดยมีทิศทางจากจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ตัวที่หนึ่งไปยังเวกเตอร์ตัวที่สองจะเป็นแรงลัพธ์ทั้งขนาดและทิศทาง



ภาพ 2.4 แสดงการหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูปสามเหลี่ยม

- การสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานทำได้โดยลากหางของแรงทั้งสองออกจากจุดเดียวกัน แล้วลากเส้นจากหัวลูกศรของแรงทั้งสองขนานกับแนวแรงอีกแรงหนึ่งได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน จากนั้นลากเส้นทแยงมุมจากหางลูกศรของแรงทั้งสองไปยังจุดที่มุมตรงข้าม จะได้แรงลัพธ์ที่มีขนาดและทิศทางดังภาพ 2.5

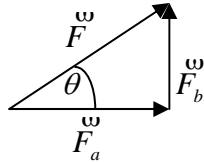


ภาพ 2.5 แสดงการหาแรงลัพธ์โดยการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

2.2 การหาแรงลัพธ์โดยการคำนวณ แบ่งได้ 2 กรณี คือ กรณีที่แรงทั้งสองทำมุมต่อกันเป็นมุมฉาก และกรณีที่แรงสองแรงทำมุมต่อกันไม่เป็นมุมฉาก

- กรณีที่แรงทั้งสองทำมุมต่อกันเป็นมุมฉาก ขนาดของแรงลัพธ์หาได้จากทฤษฎีบท

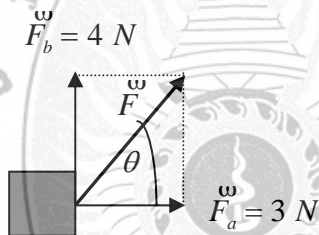
พีทาโกรัส  $F = \sqrt{F_a^2 + F_b^2}$  และทิศทางของแรงลัพธ์หาจาก  $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_b}{F_a}\right)$



ภาพ 2.6 แสดงการหาแรงลัพธ์จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

ตัวอย่าง 1 แรง 2 แรง แรงขนาด  $F_a$  มีขนาด 3 นิวตัน และแรง  $F_b$  มีขนาด 4 นิวตัน กระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง ณ จุดเดียวกัน ดังภาพ 2.7 จงหาขนาดของแรงลัพธ์ ถ้าแรงทั้งสองกระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกัน

วิธีทำ



ภาพ 2.7 ประกอบตัวอย่าง 1

วิเคราะห์โจทย์

- 1) โจทย์ให้หา  $F$  และ  $\theta$
- 2) สูตร  $F = \sqrt{F_a^2 + F_b^2}$   

$$\tan \theta = \frac{F_b}{F_a}$$
- 3) กำหนดให้  $F_a = 3 \text{ N}$   
 $F_b = 4 \text{ N}$
- 4) แทนค่า  
 หาขนาดของแรงลัพธ์

$$\begin{aligned}
 F &= \sqrt{F_a^2 + F_b^2} \\
 &= \sqrt{3^2 + 4^2} \\
 &= \sqrt{25} \\
 F &= 5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

หาทิศทางของแรงลัพธ์  $F$

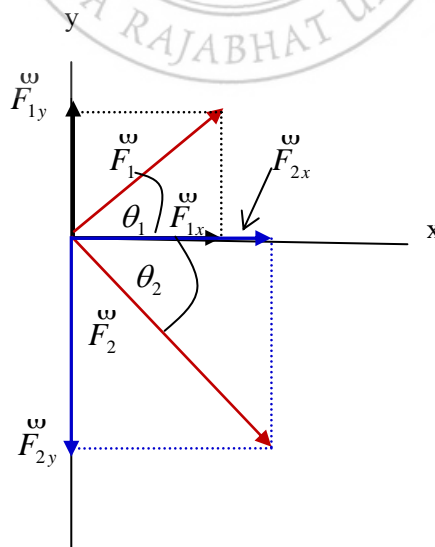
$$\begin{aligned}
 \tan \theta &= \frac{F_b}{F_a} \\
 \theta &= \tan^{-1} \left( \frac{F_b}{F_a} \right) \\
 &= \tan^{-1} \frac{4}{3} \\
 &= 53^\circ
 \end{aligned}$$

ดังนั้น แรงลัพธ์มีขนาด 5 นิวตัน ทิศทำมุม  $53^\circ$  องศา กับแนวแรง  $F_a$

- กรณีที่แรงสองแรงทำมุมต่อกันไม่เป็นมุมฉาก

ขั้นตอนการหาแรงลัพธ์มีดังนี้

- 1) เขียนแกนตั้งฉากอ้างอิง
- 2) แยกแรงแต่ละแรงเป็นแรงย่อยในแนวแกน x และในแนวแกน y



ภาพ 2.8 ก แสดงการหาแรงลัพธ์โดยแยกเป็นแรงย่อยก่อน

จากภาพ 2.8 ก จะได้องค์ประกอบของแรง  $\vec{F}_1$  และ แรง  $\vec{F}_2$  ดังนี้

องค์ประกอบของแรง  $\vec{F}_1$  ในแนวแกน x  $F_{1x} = F_1 \cos \theta_1$

องค์ประกอบของแรง  $\vec{F}_1$  ในแนวแกน y  $F_{1y} = F_1 \sin \theta_1$

องค์ประกอบของแรง  $\vec{F}_2$  ในแนวแกน x  $F_{2x} = F_2 \cos \theta_2$

องค์ประกอบของแรง  $\vec{F}_2$  ในแนวแกน y  $F_{2y} = F_2 \sin \theta_2$

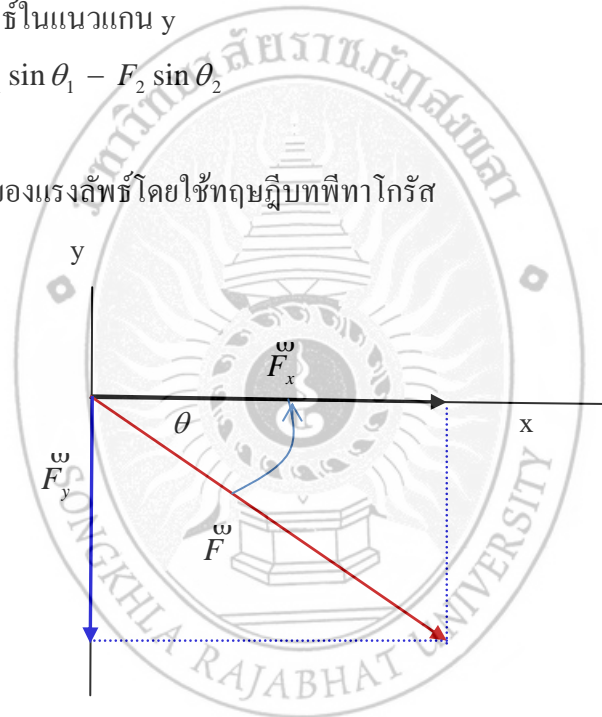
3) หาแรงลัพธ์ในแนวแกน x

$$F_x = F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2$$

4) หาแรงลัพธ์ในแนวแกน y

$$F_y = F_1 \sin \theta_1 - F_2 \sin \theta_2$$

5) หานขนาดของแรงลัพธ์โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส



ภาพ 2.8 ข แสดงการหาแรงลัพธ์โดยแยกเป็นแรงย่อยก่อน

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2$$

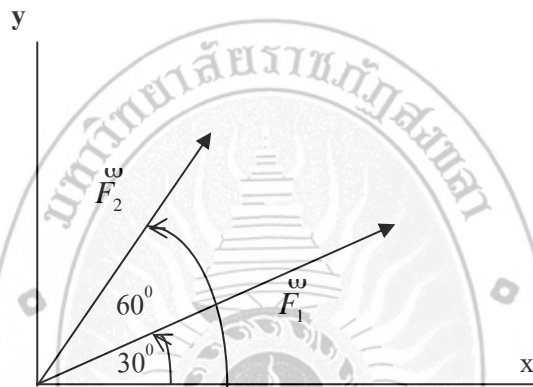
$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

6) หาทิศทางของแรงลัพธ์ดังนี้

$$\tan \theta = \left( \frac{F_y}{F_x} \right)$$

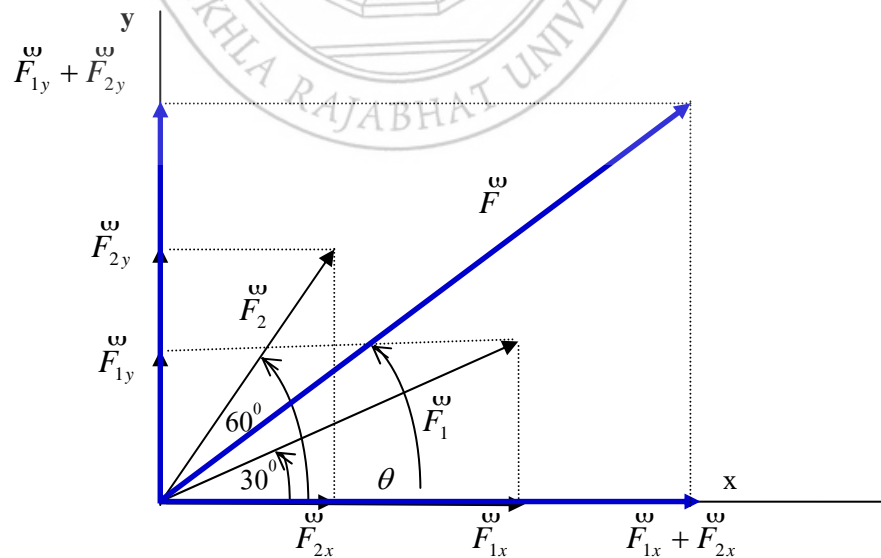
$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{F_y}{F_x} \right)$$

ตัวอย่าง 2 จงหาแรงลัพธ์ของ  $\vec{F}_1$  และ  $\vec{F}_2$  ที่กระทำต่อวัตถุ กำหนดให้  $F_1$  มีขนาด 5 นิวตัน ทำมุม 30 องศา กับแกน x และ  $F_2$  มีขนาด 4 นิวตัน ทำมุม 60 องศา กับแกน x



ภาพ 2.9 ประกอบตัวอย่าง 2

วิธีทำ





### วิเคราะห์โจทย์

1) โจทย์ให้หา  $F$  และ  $\theta$

$$2) \text{ สูตร } F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

3) กำหนดให้  $F_1 = 5 \text{ N}$   $\theta_1 = 30^\circ$

$$F_2 = 4 \text{ N} \quad \theta_2 = 60^\circ$$

4) แทนค่า

หาค่าประกอบแรงลัพธ์ในแกน x ได้

$$\begin{aligned} \vec{F}_x &= \vec{F}_{1x} + \vec{F}_{2x} \\ F_x &= F_1 \cos 30^\circ + F_2 \cos 60^\circ \\ &= (5) \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \right) + (4) \left( \frac{1}{2} \right) \\ &= 4.33 + 2.0 \\ &= 6.33 \text{ N} \end{aligned}$$

องค์ประกอบแรงลัพธ์ในแกน x มีขนาด 6.33 นิวตัน มีทิศทางในแนวแกน x

หาค่าประกอบแรงลัพธ์ในแกน y ได้

$$\begin{aligned} \vec{F}_y &= \vec{F}_{1y} + \vec{F}_{2y} \\ F_y &= F_1 \sin 30^\circ + F_2 \sin 60^\circ \\ &= (5) \left( \frac{1}{2} \right) + (4) \left( \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \\ &= 2.5 + 3.46 \\ &= 5.96 \text{ N} \end{aligned}$$

หาค่าประกอบแรงลัพธ์  $F$  ได้จาก

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \\ &= \sqrt{(6.33)^2 + (5.96)^2} \\ &= 8.7 \text{ N} \end{aligned}$$

องค์ประกอบแรงลัพธ์ในแกน y มีขนาด 3.7 นิวตัน มีทิศทางในแนวแกน y  
หาทิศทางของแรงลัพธ์  $F^w$  ได้จาก

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{F_y}{F_x} \\ \theta &= \tan^{-1} \left( \frac{F_y}{F_x} \right) \\ &= \tan^{-1} \left( \frac{5.96}{6.33} \right) \\ &= \tan^{-1} 0.942 \\ &= 43.3^\circ\end{aligned}$$

ดังนั้น แรงลัพธ์มีขนาด 3.7 นิวตัน ทิศทำมุม 43.3 องศา กับแนวแกน x



## ใบงานที่ 2

รายวิชา ว 32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

เวลา 30 นาที

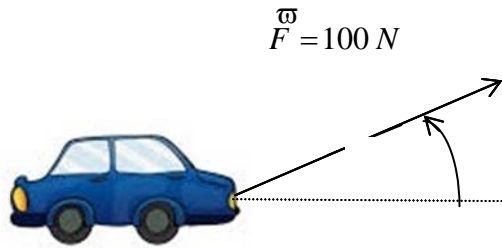
ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนตอบ/แสดงวิธีทำให้ถูกต้อง

1. จงหาผลบวกของเวกเตอร์สองเวกเตอร์ขนาด 3 หน่วย และ 4 หน่วย ซึ่งทำมุม  $\theta$  ต่อกัน โดยการเขียนรูป เมื่อ  $\theta$  มีค่าเป็น  $0, 45, 90, 135$  และ  $180$  องศา

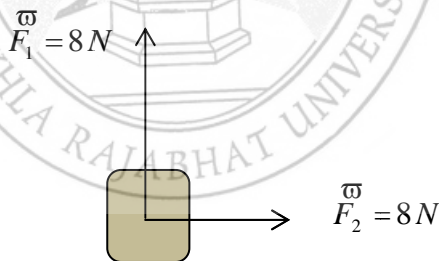


2. เด็กคนหนึ่งออกแรง 100 นิวตัน ดึงรถให้เคลื่อนที่ไปตามแนวระดับ โดยแนวแรงของแรงดึงทำมุม 30 องศา กับแนวระดับ จงหาองค์ประกอบของแรง 100 นิวตัน ในแนวระดับกับแนวตั้งที่เกิดขึ้นนี้



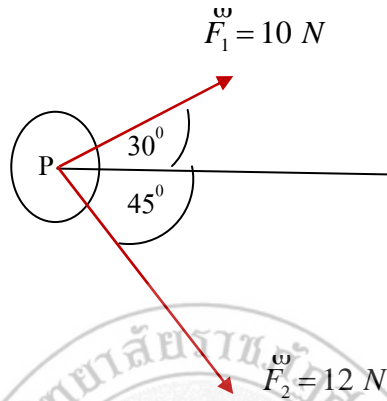
ภาพ 2.10 แนวแรงที่กระทำต่อรถ

3. แรงสองแรง ขนาด 8 นิวตัน และ 6 นิวตัน กระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง ณ จุดเดียวกันในทิศตั้งฉากกัน จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์



ภาพ 2.11 แนวแรงที่กระทำต่อวัตถุ

4. แรง  $\vec{F}_1$  และ  $\vec{F}_2$  กระทำต่อวัตถุที่จุด P มีขนาดและทิศทางดังรูป จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ของแรงทั้งสอง  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$  ดังแสดงในภาพ



ภาพ 2.12 แนวแรงที่กระทำต่อวัตถุ



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยที่ 1	เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่	
หน่วยย่อยที่ 3	เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน	เวลา 2 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30201	ชื่อวิชา ฟิสิกส์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ผู้สอน นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ	

\*\*\*\*\*

#### สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

1. มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม
2. ผลการเรียนรู้
  - 2.1 อธิบายสถานการณ์เพื่อนำไปสรุปกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
  - 2.2 ใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 3.1 ด้านความรู้
    - 3.1.1 บอกกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
    - 3.1.2 ใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน
  - 3.2 ด้านทักษะกระบวนการ
    - 3.2.1 สืบเสาะหาความรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้
    - 3.2.2 นำเสนอผลการสืบค้นเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันได้
  - 3.3 ด้านคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์
    - 3.3.1 มีความอยากรู้อยากเห็น
    - 3.3.2 มีความรับผิดชอบ
    - 3.3.3 มีเหตุผล
    - 3.3.4 มีความซื่อสัตย์
    - 3.3.5 ความใจกว้าง
4. สาระสำคัญ (Concepts)
  - 4.1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันหรือกฎของความเฉื่อย กล่าวว่า วัตถุคงสภาพอยู่นิ่งหรือสภาพการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์มีค่าไม่เป็น

ศูนย์มากระทำหรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าแรงลัพธ์ที่มากระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ นั่นคือ ถ้าเดิมวัตถุนั้นอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งต่อไป ถ้าวัตถุนั้น มีการเคลื่อนที่อยู่แล้วด้วยความเร็วค่าหนึ่ง วัตถุนั้นก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัวค่าเดิม

## 5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบงานที่ 3 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

เตรียมความพร้อมนักเรียน โดยการเช็คชื่อ  
สร้างสถานการณ์ชักจูงใจดังนี้

ให้นักเรียนดูวิดีโอเรื่อง The Laws of Sir Isaac Newton และนำอภิปราย โดยคำถามที่ว่า วิดีโอดังกล่าวได้กล่าวถึงอะไรบ้าง และถามนักเรียนว่านักเรียนรู้หรือไม่ว่า 1) กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันมีกี่ข้อ 2) กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันแต่ละข้อมีใจความอย่างไร นี่เป็นปัญหาสำคัญที่เราจะช่วยกันศึกษาหาคำตอบในคาบเรียนนี้เราจะศึกษาเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน

### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน คละความสามารถ
- นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน จากใบความรู้ที่ 2 และบันทึกลงในใบงานที่ 3

### 6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- เตรียมความพร้อมนักเรียนอีกครั้ง
- ทบทวนปัญหาข้อที่ 1 ในใบงานที่ 2 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนนำเสนอความรู้ที่ได้หน้าชั้นเรียน
- นักเรียนอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปของกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
- ทบทวนปัญหาข้อที่ 2 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนนำเสนอความรู้ที่ได้หน้าชั้นเรียน
- นักเรียนอภิปรายร่วมกันจนถึงข้อ 4
- ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน และการนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน ไปอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

#### 6.4 ขั้ขยายความรู้

นักเรียนยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

#### 6.5 ขั้ประเมินผล

- ประเมินด้านความรู้จากการทำใบงาน
- ประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินคุณลักษณะจากการสังเกตพฤติกรรม

#### 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์เล่ม 1
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
- ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
- ใบงานที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

#### 8. การวัดและประเมินผล

##### 8.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัด

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจใบงานที่ 3 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	แบบตรวจใบงาน
ด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการเรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

##### 8.2 เกณฑ์การประเมิน

8.2.1 ใบงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 118)

8.2.2 กระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 119)

8.2.3 คุณลักษณะ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 120)



### 8.3 เครื่องมือวัด

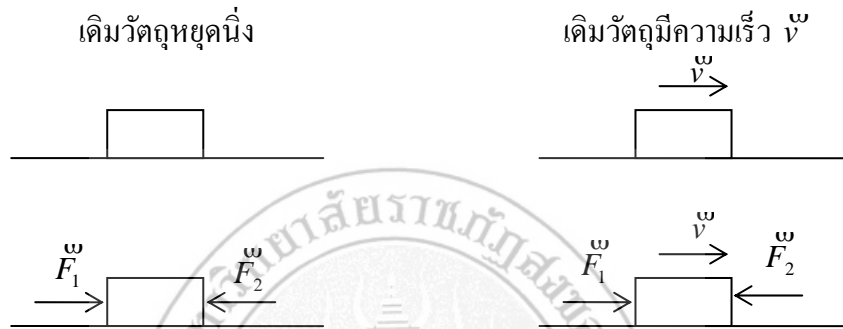
- 8.3.1 แบบตรวจใบงานเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 121)
- 8.3.2 แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 123)
- 8.3.2 แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์(รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 124)



## ใบความรู้ที่ 2

### เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

จากการศึกษาเกี่ยวกับแรงและสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังภาพ 3.1



$F_1 = F_2$  ; วัตถุยังคงอยู่นิ่งเช่นเดิม       $F_1 = F_2$  ; วัตถุยังคงมีความเร็ว  $v$  ต่อไป

ภาพ3.1แสดงสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ เมื่อแรงลัพธ์เป็นศูนย์

จากภาพ 3.1สรุปได้ว่า วัตถุที่อยู่นิ่ง ถ้าไม่มีแรงภายนอกอื่นใดมากระทำต่อวัตถุ หรือถ้ามีแรงภายนอกหลายแรงมากระทำต่อวัตถุ แต่แรงลัพธ์ของแรงภายนอกเหล่านั้นเป็นศูนย์แล้ว วัตถุนั้นยังคงรักษาสภาพนิ่งไว้อย่างเดิม

จากการพิจารณาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือ ถ้าเดิมวัตถุอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งตลอดไป แต่ถ้าเดิมวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่าหนึ่ง วัตถุนั้นก็จะยังคงเคลื่อนที่ต่อไปในแนวตรงตามทิศทางเดิมด้วยความเร็วคงตัวนั้นตลอดไป

นิวตัน (Sir Isaac Newton) นักวิทยาศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษได้สรุปเกี่ยวกับการรักษาสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ทั้งสภาพอยู่นิ่งและสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน มีใจความว่า

“วัตถุจะรักษาสภาพอยู่นิ่งหรือสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวในแนวตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ”

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน มีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า **กฎความเฉื่อย (Inertia Law)**

ตัวอย่างขณะที่รถติดสัญญาณไฟแดง ตัวเราหยุดนิ่งอยู่กับที่

แต่เมื่อสัญญาณไฟแดงเปลี่ยนเป็นไฟเขียว เมื่อคนขับเหยียบคันเร่งให้รถเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่ตัวของเราจะพยายามคงสภาพหยุดนิ่งไว้ ผลคือ หลังของเราจะถูกผลักติดกับเบาะขณะที่รถเกิดความเร่งไปข้างหน้า

ในทำนองกลับกัน เมื่อสัญญาณไฟเขียวเปลี่ยนเป็นไฟแดง คนขับรถเหยียบเบรกเพื่อจะหยุดรถ ตัวเราซึ่งเคยเคลื่อนที่ด้วยความเร็วพร้อมกับรถ ทันใดเมื่อรถหยุด ตัวเราจะถูกผลักมาข้างหน้า



### ใบงานที่ 3

รายวิชา ว 32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

เวลา 30 นาที

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

#### คำถาม

1. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันมีใจความว่าอย่างไร

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

2. จงใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน อธิบายสถานการณ์ต่อไปนี้

a. เมื่อรถหยุดอย่างกะทันหัน ทำไมคนในรถจึงพุ่งไปข้างหน้า

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

b. คนในรถเป็นอย่างไรเมื่อรถเลี้ยวขวาอย่างรวดเร็วเพราะเหตุใด

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

3. เข็มขัดนิรภัยที่ติดอยู่กับเบาะนั่งในรถยนต์มีไว้เพื่อประโยชน์อะไร อธิบาย

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

4. ดัดเหรียญให้เคลื่อนที่บนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทาน ทำให้เหรียญเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 15 m/s จากนั้นเหรียญจะเคลื่อนที่อย่างไร และขณะเคลื่อนที่นั้นมีแรงกระทำต่อเหรียญเท่าไร

.....

.....

.....

.....



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยที่1	เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่	
หน่วยย่อยที่ 1	เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	เวลา 6 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30201	ชื่อวิชา ฟิสิกส์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ผู้สอน นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ	

\*\*\*\*\*

#### สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

1. มาตรฐาน ว 4.1เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม
2. ผลการเรียนรู้
  - 2.1 ทำการทดลองเพื่อสรุปว่า เมื่อมวลคงตัว ขนาดของความเร่งของวัตถุแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ และอธิบายได้ว่า ถ้าให้แรงลัพธ์คงตัว ขนาดความเร่งของวัตถุจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุนั้น และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวสรุปเป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันได้
  - 2.2 อธิบายวิหิตทางของแรงลัพธ์ และความเร่งของวัตถุจากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันได้ และนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน ไปแก้ปัญหา เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 3.1 ด้านความรู้
    - 3.1.1 อธิบายความสัมพันธ์ของแรง มวล และความเร่ง ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน
    - 3.1.2 คำนวนหา แรง มวล และความเร่ง ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน
    - 3.1.3 บอกได้ว่าความเร่งของการเคลื่อนที่ของวัตถุจะมีทิศทางเดียวกับทิศทางของแรงลัพธ์ที่มากกระทำต่อวัตถุ
  - 3.2 ด้านทักษะกระบวนการ
    - 3.2.1 ทำการทดลองเพื่อสรุปว่า เมื่อมวลคงตัว จะได้ความเร่งของวัตถุแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ที่มากกระทำ
    - 3.2.2 ทำการทดลองเพื่อสรุปว่า เมื่อมีแรงที่กระทำต่อวัตถุคงตัว จะได้ขนาดของความเร่งของวัตถุแปรผกผันกับมวลของวัตถุ

3.2.3 เสนอผลการทดลอง

### 3.3 ด้านคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์

3.3.1 มีความอยากรู้อยากเห็น

3.3.2 มีความรับผิดชอบ

3.3.3 มีเหตุผล

3.3.4 มีความซื่อสัตย์

3.3.5 ความใจกว้าง

## 4. สาระสำคัญ (Concepts)

4.1 กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวว่า เมื่อมีแรงลัพธ์มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ เขียนในรูปสมการเวกเตอร์ได้เป็น  $\vec{F} = m\vec{a}$  เมื่อ  $\vec{F}$  เป็นแรงลัพธ์ที่มากระทำกับวัตถุมวล  $m$  ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง  $\vec{a}$

## 5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบงานที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน
- รายงานผลการทดลอง

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

เตรียมความพร้อมนักเรียน โดยการเช็คชื่อ

สร้างสถานการณ์ชักจูงใจดังนี้

ทบทวนกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน แล้วเปิดประเด็นให้นักเรียนได้คิดด้วยคำถามที่ว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่อย่างไร และมีปริมาณใดที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่บ้าง” ซึ่งจะได้อธิบายจากการทดลองต่อไปนี้

### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คณะความสามารถ
- แนะนำขั้นตอนการทดลองเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่งตามใบกิจกรรมที่ 2
- นักเรียนปฏิบัติกรทดลอง

### 6.3 ขั้นตอนิบายและลงข้อสรุป

- เตรียมความพร้อมนักเรียนอีกครั้ง
- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการทดลอง
- ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน จนได้ข้อสรุปว่า
  1. ขณะที่รถเคลื่อนลงตามรางไม้ด้วยความเร็วคงตัว แรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถมีค่าเป็นศูนย์
  2. เมื่อใส่ล้อตลงในขอกเกี่ยวโลหะ รถจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งเพราะมีแรงลัพธ์กระทำกับรถ
  3. กราฟระหว่างความเร็วและเวลาเป็นกราฟเส้นตรง
  4. ถ้ากราฟที่ได้เป็นเส้นตรงหมายความว่าความเร่งของระบบคงที่
  5. กราฟความเร่งกับแรงเป็นกราฟเส้นตรง
  6. จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร่ง  $a$  กับแรง  $F$  สามารถสรุปได้ว่าความเร่ง  $a$  แปรผันตรงกับแรง  $F$

### 6.4 ขันขยายความรู้

- จากผลการทดลอง ครูให้ความรู้เกี่ยวกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน จนสรุปได้เป็นสมการ  $F = ma$  และยกตัวอย่างการใช้สมการดังนี้
- 

ตัวอย่างที่ 1 แท่งไม้มวล 6.0 kg วางบนถาดที่ไม่มีแรงเสียดทาน มีแรงขนาด 18 N มากระทำต่อแท่งไม้ในทิศทางขนานกับพื้นถาด ให้หาขนาดและทิศทางของความเร่งของแท่งไม้



ภาพ 4.1 ประกอบตัวอย่างที่ 1

#### วิธีทำ

วิเคราะห์โจทย์

- 1) โจทย์ให้หา  $a$
- 2) สูตร  $F = ma$
- 3) โจทย์กำหนด  $m = 6.0\text{ kg}$   $F = 18\text{ N}$
- 4) แทนค่า



$$\text{จาก } \vec{F} = m\vec{a}$$

$$a = \frac{F}{m}$$

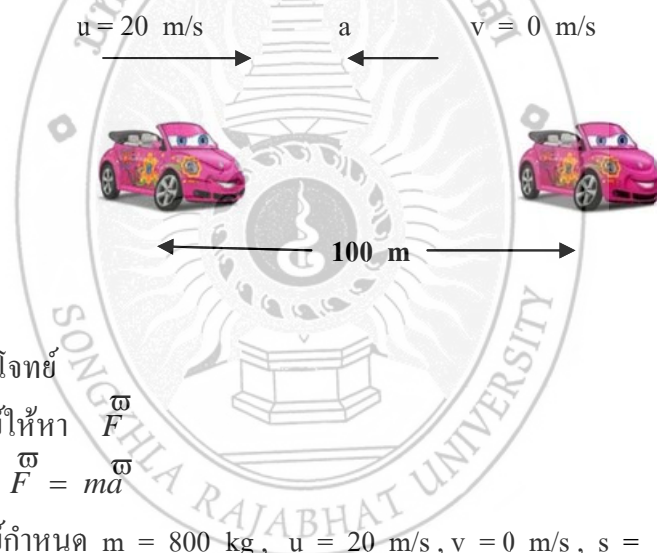
$$= \frac{18}{6.0}$$

$$= 3.0 \text{ m/s}^2$$

ดังนั้น ขนาดความเร่งของแท่งไม้เท่ากับ  $3.0 \text{ m/s}^2$  มีทิศทางเดียวกับแรงที่มากระทำ

**ตัวอย่างที่ 2** รถยนต์คันหนึ่งมวล  $800 \text{ kg}$  กำลังแล่นบนถนนในแนวระดับด้วยความเร็วต้น  $20 \text{ m/s}$  ไปทางทิศตะวันออก เมื่อคนขับดับเครื่องยนต์รถยนต์คันนี้แล่นต่อไปอีกเป็นระยะทาง  $100 \text{ m}$  จึงหยุดนิ่ง จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถยนต์

**วิธีทำ**



วิเคราะห์โจทย์

- 1) โจทย์ให้หา  $\vec{F}$
- 2) สูตร  $\vec{F} = m\vec{a}$
- 3) โจทย์กำหนด  $m = 800 \text{ kg}$ ,  $u = 20 \text{ m/s}$ ,  $v = 0 \text{ m/s}$ ,  $s = 100 \text{ m}$
- 4) แทนค่า

หาความเร่งของรถยนต์

$$\text{จาก } v^2 = u^2 + 2as$$

$$0 = 20^2 + 2a(100)$$

$$a = -2 \text{ m/s}^2$$

นั่นคือ รถยนต์แล่นด้วยความเร่ง  $2 \text{ m/s}^2$  ทิศของความเร่งไปทางทิศตะวันตก

หาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถยนต์คันนี้

$$\begin{aligned} F &= ma \\ &= (800)(-2) \\ &= -1600 \text{ N} \end{aligned}$$

ดังนั้น แรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถยนต์มีขนาด 1600 N ในทิศตะวันตกหรือตรงข้ามกับการเคลื่อนที่

- ให้นักเรียนทำใบงานที่ 4 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

#### 6.5 ชั้นประเมินผล

- ประเมินด้านความรู้จากการทำใบงานและการเขียนรายงานการทำการทดลอง
- ประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินคุณลักษณะจากการสังเกตพฤติกรรม

#### 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์เล่ม 1
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
- ใบงานที่ 4 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

#### 8. การวัดและประเมินผล

##### 8.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัด

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจใบงานที่ 4 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน ตรวจรายงานผลการทดลอง	แบบตรวจใบงาน แบบตรวจผลงาน
ด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการเรียนรู้	ปฏิบัติการทดลอง	แบบสังเกตพฤติกรรม การทดลอง
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

##### 8.2 เกณฑ์การประเมิน

- 8.2.1 ใบงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 118)
- 8.2.2 ชิ้นงาน/ผลงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 134)
- 8.2.3 กระบวนการเรียนรู้จากการทดลอง (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 135)
- 8.2.4 คุณลักษณะ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 120)

### 8.3 เครื่องมือวัด

8.3.1 แบบตรวจใบงานเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 121)

8.3.2 แบบตรวจผลงานเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 137)

8.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 138)

8.3.4 แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 124)



## ใบกิจกรรมที่ 2

### การทดลองเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง

#### จุดประสงค์

เมื่อจบการทดลองนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

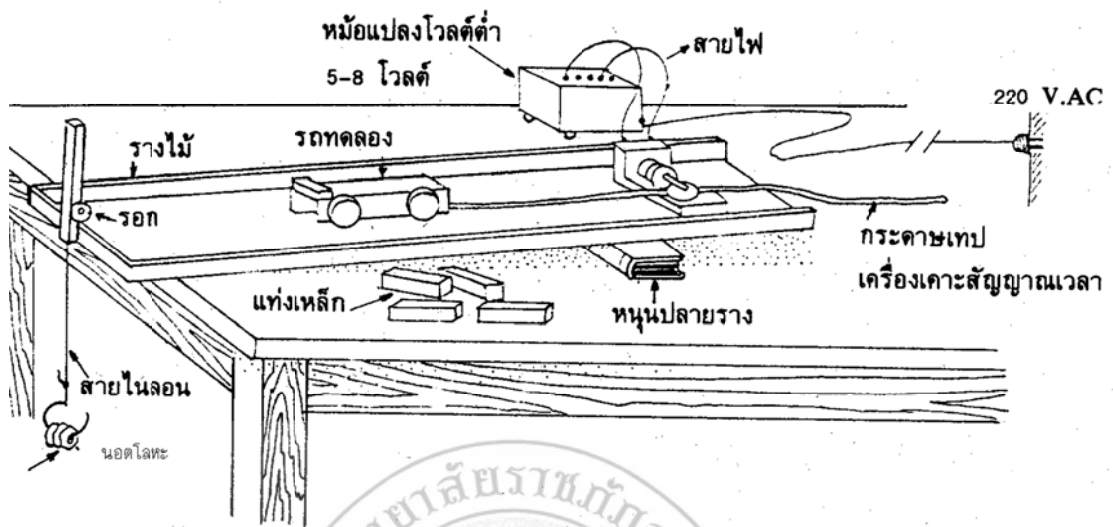
1. ทำการทดลองโดยใช้มวลคงตัว ให้แรงกระทำต่อมวลมีขนาดต่าง ๆ บันทึกการเคลื่อนที่ของมวลบนแถบกระดาษที่ผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วขณะหนึ่งกับเวลาจากการทดลอง เพื่อหาความเร่งของการเคลื่อนที่
3. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง เมื่อมวลคงตัว
4. วิเคราะห์ผลการทดลองจากกราฟได้ว่าความเร่งแปรผันตรงกับแรง เมื่อมวลคงตัว

#### อุปกรณ์

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1. เครื่องเคาะสัญญาณเวลา	1 เครื่อง
2. หม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ	1 เครื่อง
3. รางไม้พร้อมแขนรางไม้	1 ชุด
4. รถทดลอง	1 คัน
5. นอตโลหะ	5 ตัว
6. สายไนลอนพร้อมขอก๊วยโลหะ	1 ชุด
7. สายไฟ	1 ชุด
8. แถบกระดาษ/กระดาษคาร์บอน	ตามความเหมาะสม

#### วิธีทำกิจกรรม

1. จัดชุดการทดลองดังภาพ 4.2



ภาพ 4.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง

2. นำนอต 1 ตัวต่อกับขอเกี่ยวโลหะ
3. จัดรถทดลองจัดแถบกระดาษให้เรียบร้อย เปิด Power supply พร้อมกับปล่อยรถให้เคลื่อนที่
4. นำแถบกระดาษที่ได้มาเขียนข้อความที่ด้านหลังว่า “นอต” 1 ตัว
5. เปลี่ยนแถบกระดาษใหม่ แล้วทำการทดลองซ้ำ แต่เปลี่ยนจำนวนนอตเป็น 2, 3, 4, 5 ตัวตามลำดับ และเขียนข้อความที่ด้านหลังว่า “นอต” 2, 3, 4, 5 ตัว ตามลำดับ ถ้าใช้นอต 1 ตัว จะมีแรงดึงขนาด 1F เมื่อใช้นอต 2, 3, 4, 5 ตัวจะมีแรงดึงขนาด 2F, 3F, 4F, 5F ตามลำดับ
6. คำนวณหาความเร็วขณะหนึ่งทุกสองช่วงจุด บันทึกค่าในลงในตารางที่ 1
7. นำค่าที่ได้จากตารางที่ 1 ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของความเร็ว
8. คำนวณหาความเร่งของกราฟแต่ละเส้น แล้วนำค่าความเร่งที่ได้บันทึกลงในตารางที่ 2
9. นำค่าความเร่งจากตารางที่ 2 ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของความเร็ว กับ แรง

**ตารางบันทึกผลการทดลอง**  
**ตารางที่ 1 ตารางบันทึกความเร็วกับเวลา**

เวลา $\times \frac{1}{50}$ วินาที	ความเร็วขณะหนึ่ง(4 ช่วงจุด)			
	แรง 1F	แรง 2 F	แรง 3 F	แรง 4F
2				
6				
10				
14				
18				
22				
26				
30				
34				
38				
42				

นำข้อมูลในตารางที่ 1 ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา ความชันของเส้นกราฟแต่ละเส้นคือ ค่าความเร่งของรถทดลอง นำค่าความเร่งที่ได้ไปบันทึกในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 ตารางบันทึกความเร่งกับแรง**

แรง	1F	2F	3F	4F
ความเร่ง (เมตร/วินาที <sup>2</sup> )				

นำค่าความเร่งจากตารางที่ 2 ไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ขนาดของความเร่ง (เซนติเมตร / วินาที<sup>2</sup>) กับ แรงต่อไป

สรุปและวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### ใบงานที่ 4

รายวิชา ว 32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

เวลา 45 นาที

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่.....คะแนนที่ได้.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบาย/แสดงวิธีทำให้ถูกต้อง

- 1. ถ้าต้องการให้รถยนต์ที่จอดนิ่งเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ จงหาทิศของแรงที่มากกระทำและทิศความเร่ง

.....

.....

.....

- 2. วัตถุกำลังเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออก เมื่อมีแรงมากกระทำให้หยุด จงหาทิศของแรงลัพธ์ที่มากกระทำและทิศของความเร่ง

.....

.....

.....

- 3. เมื่อมีแรงลัพธ์ที่คงตัวมากกระทำต่อวัตถุที่มีมวลคงตัว ความเร่งของวัตถุจะเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

- 4. แรงลัพธ์ขนาด 800 นิวตัน กระทำต่อตู้ใบหนึ่งในแนวระดับ ทำให้ตู้ใบนี้เคลื่อนที่ไปบนพื้นราบด้วยความเร่ง 0.5 เมตร/วินาที<sup>2</sup> มวลของตู้ใบนี้เป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





- 7. วัตถุก้อนหนึ่งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยอัตราเร็ว 20 เมตร/วินาที ออกแรงกระทำต่อวัตถุทำให้วัตถุหยุดได้เมื่อเคลื่อนที่ได้ระยะทาง 100 เมตร ถ้ามวลของวัตถุนี้คือ 2 กิโลกรัม จงหาขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 8. ถ้ามีแรงขนาด 12.0 นิวตัน และ 16.0 นิวตัน กระทำต่อวัตถุซึ่งมีมวล 4.0 กิโลกรัม โดยแรงทั้งสองกระทำในทิศตั้งฉากซึ่งกันและกัน วัตถุนั้นจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยที่ 1	เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่	
หน่วยย่อยที่ 3	เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	เวลา 3 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30201	ชื่อวิชา ฟิสิกส์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ผู้สอน นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ	

\*\*\*\*\*

#### สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

1. มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม
2. ผลการเรียนรู้
  - อธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและวิเคราะห์แรงกิริยา – ปฏิกิริยา เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 3.1 ด้านความรู้
    - 3.1.1 อธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน
    - 3.1.2 วิเคราะห์แรงกิริยา – ปฏิกิริยา เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้
  - 3.2 ด้านทักษะกระบวนการ
    - 3.2.1 สืบเสาะหาความรู้เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันได้
    - 3.2.2 นำเสนอผลการสืบค้นเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันได้
  - 3.3 ด้านคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์
    - 3.3.1 มีความอยากรู้อยากเห็น
    - 3.3.2 มีความรับผิดชอบ
    - 3.3.3 มีเหตุผล
    - 3.3.4 มีความซื่อสัตย์
    - 3.3.5 ความใจกว้าง

#### 4. สาระสำคัญ (Concepts)

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันกล่าวว่า ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน และทิศทางตรงข้ามเสมอ แรงทั้งสองนี้คือแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา เขียนในรูปสมการเวกเตอร์ได้เป็น  $F_1^W = -F_2^W$  เมื่อ  $F_1^W, F_2^W$  เป็นแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา

#### 5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบงานที่ 5 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน
- แผนผังมโนทัศน์เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

#### 6. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

เตรียมความพร้อมนักเรียน โดยการเช็คชื่อ  
สร้างสถานการณ์ชักจูงใจดังนี้

ครูนำวัสดุ เช่น โฟมอัด ขนาดสองนิ้ว ดินน้ำมัน ให้ตัวแทนนักเรียนออกแรงทุบโฟมและดินน้ำมัน ให้นักเรียนสังเกตโฟม และดินน้ำมันและนำอภิปราย โดยคำถามที่ว่า โฟมและดินน้ำมัน หลังออกแรงทุบจะเป็นอย่างไร และถามความรู้สึกของตัวแทนนักเรียนว่ารู้สึกอย่างไรบ้าง นี่เป็นปัญหาสำคัญที่เราจะช่วยกันศึกษาหาคำตอบในคาบเรียนนี้เราจะศึกษาเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

##### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ความสะดวกสามารถ
- นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน จากใบความรู้ที่ 3 และสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์

##### 6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- เตรียมความพร้อมนักเรียนอีกครั้ง
- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังมโนทัศน์หน้าชั้นเรียน
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปของกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน การวิเคราะห์แรงกิริยา ปฏิกิริยา

##### 6.4 ขั้นขยายความรู้

นักเรียนทำใบงานที่ 5 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

##### 6.5 ขั้นประเมินผล

- ประเมินด้านความรู้จากการทำใบงานและแผนผังมโนทัศน์

- ประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินคุณลักษณะจากการสังเกตพฤติกรรม

## 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์เล่ม 1
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
- ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน
- ใบงานที่ 5 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

## 8. การวัดและประเมินผล

### 8.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัด

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจแผนผังโน้ตสน์ ตรวจใบงานที่ 5 เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	แบบตรวจผลงาน แบบตรวจใบงาน
ด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการเรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

### 8.2 เกณฑ์การประเมิน

- 8.2.1 ใบงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 118)
- 8.2.2 ชิ้นงาน/ผลงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 134)
- 8.2.3 กระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 119)
- 8.2.4 คุณลักษณะ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 120)

### 8.3 เครื่องมือวัด

8.3.1 แบบตรวจใบงานเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 121)

8.3.2 แบบตรวจผลงานเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 137)

8.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 123)

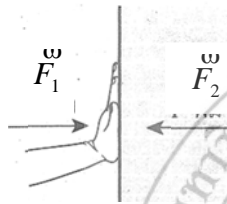
8.3.4 แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์(รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 124)



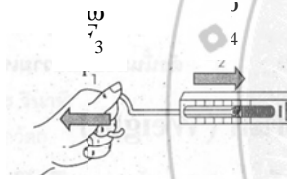
### ใบความรู้ที่ 3

#### เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

นิวตันอธิบายไว้ว่าในขณะที่มีแรงมากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะออกแรงโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำนั้น เช่น เมื่อเราออกแรงผลักกำแพง เราจะรู้สึกกำแพงก็ออกแรงผลักมือเรา ดังรูปที่ ภาพ 5.1 หรือเมื่อเราออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงด้วยแรงมากขึ้นเท่าไร เราก็จะรู้สึกว่าเครื่องชั่งสปริงยิ่งดึงมือเรามากยิ่งขึ้นเท่านั้น



ภาพ 5.1 แสดงการผลักกำแพง



ภาพ 5.2 แสดงออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริง

จากตัวอย่างการเกิดแรงกระทำระหว่างวัตถุ ดังภาพ 5.1 และ 5.2 พบว่าเมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง วัตถุนั้นจะออกแรงโต้ตอบในทิศตรงข้ามกับแรงที่มากระทำ แรงทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อมกันเสมอเราเรียกแรงที่มากระทำต่อวัตถุว่า แรงกิริยา (Action force) และเรียกแรงที่วัตถุโต้ตอบต่อแรงที่มากระทำว่า แรงปฏิกิริยา (reaction force) แรงทั้งสองนี้รวมเรียกว่า แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา (action-reaction pairs)

จากการศึกษาพบว่า แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงข้ามกันเสมอ นิวตันได้สรุปความสัมพันธ์ระหว่างแรงกิริยากับแรงปฏิกิริยาไว้เป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน (Newton's third law of motion) ซึ่งมีใจความว่า

“ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยา ที่มีขนาดเท่ากัน และทิศตรงข้ามเสมอ” ดังนั้นเมื่อวัตถุ A ออกแรงกระทำต่อวัตถุ B วัตถุ B จะออกแรงกระทำต่อวัตถุ A โดยแรงมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม

### ลักษณะสำคัญของแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยา

1. แรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาจะเกิดพร้อมๆ กันเสมอ
2. แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยาเป็นแรงที่กระทำต่อวัตถุคนละวัตถุกัน ดังนั้นแรงคู่นี้จึงรวมกันไม่ได้
3. แรงคู่กิริยา-ปฏิกิริยา เกิดขึ้นได้ทั้งกรณีวัตถุสัมผัสกัน หรือไม่สัมผัสกันก็ได้

ตัวอย่างการอธิบายสถานการณ์โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

นายเอนั่งบนเก้าอี้ที่มีล้อเลื่อน แล้วใช้มือออกแรงกิริยาผลักกำแพง กำแพงก็จะออกแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศตรงข้ามกลับ ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ถอยหลัง แรงแรกนั้นกระทำต่อกำแพง แต่แรงหลังนั้นกระทำต่อนายเอ

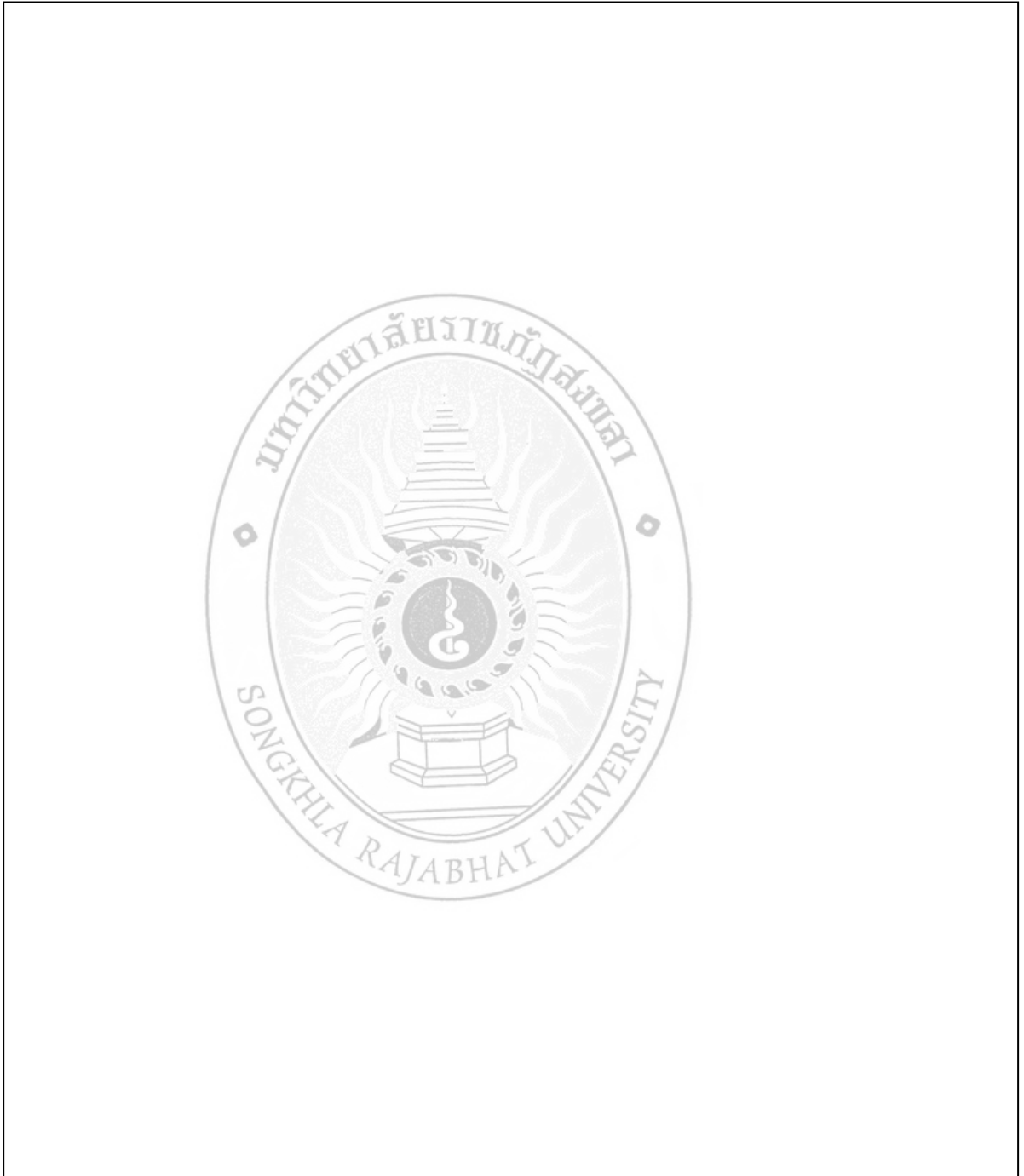
ปล่อยลูกบอลเต็งได้ลงพื้น เมื่อลูกบอลถึงพื้น จะมีแรงในทิศทางตั้งลงสู่พื้น นี่คือกิริยา (action) ส่วนพื้นก็มีปฏิกิริยา (reaction) โดยดันลูกบอลกลับไปในทิศทางตรงกันข้าม คือขึ้นด้านบน ทำให้ลูกบอลเต็งกลับขึ้น





**แผนผังโน้ตทัศน์ ( Concept Mapping )**

องค์ความรู้เรื่อง .....



เจ้าของผลงาน ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

### ใบงานที่ 5

รายวิชา ว 32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาที่ 4

เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

เวลา 30 นาที

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

คำถาม

9. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันมีใจความว่าอย่างไร

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

10. จงให้ความหมายของแรงที่กล่าวถึงในกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

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

11. จงใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน อธิบายสถานการณ์ต่อไปนี้

3.1 นักเรียนใส่รองเท้าสเก็ต แล้วหันหน้าเข้าหากำแพง แล้วใช้มือผลักกำแพง ทำไมตัวนักเรียนเคลื่อนถอยหลังออกห่างจากกำแพง

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

3.2 นายเอตกดต้นไม้ทำไมนายเอจึงรู้สึกเจ็บกัน

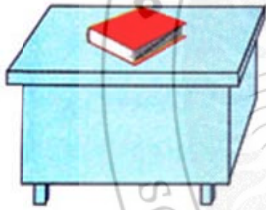
.....  
.....  
.....  
.....

12. พิจารณาจากรูปที่กำหนดให้ให้นักเรียนเขียนแรงที่กระทำต่อวัตถุในแต่ละกรณีพร้อมทั้งบอกชื่อของวัตถุที่ออกแรงกิริยา และชื่อของวัตถุที่ออกแรงปฏิกิริยา

a. ลูกบอลที่ตกอิสระ



b. หนังสือวางนิ่งอยู่บนโต๊ะ



13. เมื่อม้าพยายามออกแรงลากรถ จากกฎข้อที่สามของนิวตัน แรงที่ม้ากระทำจะมีค่าเท่ากับแรงที่รถกระทำกับม้า ถ้าแรงรวมทั้งหมดเป็นศูนย์ทั้งรถและม้าจะไม่เคลื่อนที่ จงหาข้อบกพร่องของข้อสรุปนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยที่1	เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่	
หน่วยย่อยที่ 4	เรื่อง น้ำหนัก	เวลา 2 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30201	ชื่อวิชา ฟิสิกส์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ผู้สอน นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ	

\*\*\*\*\*

#### สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

1. มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม
2. ผลการเรียนรู้
  - บอกได้ว่าแรงที่โลกดึงดูดคือน้ำหนักของวัตถุ
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 3.1 ด้านความรู้
    - 3.1.1 บอกได้ว่าแรงที่โลกดึงดูดคือน้ำหนักของวัตถุ และน้ำหนักของวัตถุมีหน่วยเป็นนิวตัน
    - 3.1.2 บอกได้ว่าวัตถุก้อนเดียวกันเมื่อชั่งน้ำหนัก ณ บริเวณต่างกัน น้ำหนักของวัตถุจะเปลี่ยนแปลงไปตามค่า  $g$
  - 3.2 ด้านทักษะกระบวนการ
    - 3.2.1 สืบเสาะหาความรู้เรื่องน้ำหนักได้
    - 3.2.2 นำเสนอผลการสืบค้นและการคำนวณหาน้ำหนักของวัตถุได้
  - 3.3 ด้านคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์
    - 3.3.1 มีความอยากรู้อยากเห็น
    - 3.3.2 มีความรับผิดชอบ
    - 3.3.3 มีเหตุผล
    - 3.3.4 มีความซื่อสัตย์
    - 3.3.5 ความใจกว้าง

#### 4. สาระสำคัญ (Concepts)

น้ำหนักของวัตถุ คือแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ เขียนน้ำหนักของวัตถุมวล  $m$  ได้เป็น  $W = mg$  น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศทางเดียวกับความเร่งโน้มถ่วงและมีหน่วยนิวตัน ในบริเวณเดียวกันจะเท่ากัน อัตราส่วนของมวลของวัตถุสองก้อนจะเท่ากับอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัตถุทั้งสอง เป็นไปตามสมการ  $\frac{W_1}{W_2} = \frac{m_1}{m_2}$

#### 5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบงานที่ 6 เรื่อง น้ำหนัก
- แผนผังมโนทัศน์เรื่องน้ำหนัก

#### 6. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

เตรียมความพร้อมนักเรียน โดยการเช็คชื่อ  
สร้างสถานการณ์ชักจูงใจดังนี้

นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเรื่อง น้ำหนักของวัตถุการเดินบนโลก และดวงจันทร์ เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า 1. ทำไมน้ำหนักของวัตถุบนโลกและดวงจันทร์จึงหนักไม่เท่ากัน 2. มวลกับน้ำหนักเป็นปริมาณที่เหมือนกันหรือแตกต่างกัน นี่เป็นปัญหาสำคัญที่เราจะช่วยกันศึกษาหาคำตอบ ครูแจ้งนักเรียนถึงเรื่องที่จะเรียนในวันนี้คือเรื่องน้ำหนัก

##### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน คละความสามารถ
- นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเรื่องน้ำหนัก จากใบความรู้ที่ 4 และสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์

##### 6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- เตรียมความพร้อมนักเรียนอีกครั้ง
- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังมโนทัศน์หน้าชั้นเรียน
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเรื่องน้ำหนักและครูยกตัวอย่างการคำนวณประกอบ

##### 6.4 ขั้นขยายความรู้

นักเรียนทำใบงานที่ 6 เรื่องน้ำหนัก

### 6.5 ชั้นประเมินผล

- ประเมินด้านความรู้จากการทำใบงานและแผนผังมโนทัศน์
- ประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินคุณลักษณะจากการสังเกตพฤติกรรม

### 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
- ใบความรู้ที่ 4 เรื่องน้ำหนัก
- ใบงานที่ 6 เรื่องน้ำหนัก

### 8. การวัดและประเมินผล

#### 8.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัด

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจแผนผังมโนทัศน์ ตรวจใบงานที่ 6 เรื่องน้ำหนัก	แบบตรวจผลงาน แบบตรวจใบงาน
ด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการเรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

#### 8.2 เกณฑ์การประเมิน

- 8.2.1 ใบงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 118)
- 8.2.2 ชิ้นงาน/ผลงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 134)
- 8.2.3 กระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 119)
- 8.2.4 คุณลักษณะ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 120)

#### 8.3 เครื่องมือวัด

- 8.3.1 แบบตรวจใบงานเรื่องน้ำหนัก (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 121)
- 8.3.2 แบบตรวจผลงานเรื่องน้ำหนัก (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 137)
- 8.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 123)
- 8.3.4 แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 124)

## ใบความรู้ที่ 4

### เรื่อง น้ำหนัก

จากการศึกษาการตกแบบเสรีของวัตถุใกล้ผิวโลกเราทราบว่า ความเร่งของวัตถุมีค่าคงตัว จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน เราทราบว่า จะต้องมีความเร่งลัพธ์ไม่เป็นศูนย์มากกระทำต่อวัตถุจึงจะทำให้วัตถุนั้นมีความเร่ง ซึ่งแรงลัพธ์ที่ไม่เป็นศูนย์นี้ก็คือ แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุนั้นนั่นเอง เราเรียกแรงดังกล่าวนี้ว่า น้ำหนัก (weight) ของวัตถุ

**สรุป** น้ำหนัก หมายถึง แรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุที่จุดศูนย์กลางของวัตถุ โดยมีทิศทางพุ่งเข้าสู่จุดศูนย์กลางของโลก

พิจารณาวัตถุมวล  $m$  ซึ่งตกแบบเสรีด้วยความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก หรือ ความเร่งโน้มถ่วง จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

จะเขียนน้ำหนักของวัตถุได้เป็น

$$\vec{W} = m\vec{g}$$

โดยที่  $\vec{W}$  หมายถึง น้ำหนัก

$m$  หมายถึง มวล

$\vec{g}$  หมายถึง ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

#### น้ำหนักวัตถุบนดาวดวงอื่น

น้ำหนักวัตถุมวล  $m$  บริเวณผิวโลกมีขนาดเท่ากับ  $mg$  เกิดจากแรงดึงดูดของโลกกระทำต่อวัตถุ ถ้าวัตถุอยู่ที่ผิวของดาวดวงอื่น น้ำหนักวัตถุจะเปลี่ยนไปโดยมีค่าเท่ากับแรงดึงดูดของดาวดวงนั้นกระทำต่อวัตถุนั้น

เนื่องจาก น้ำหนักเป็นแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ น้ำหนักจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ ซึ่งมีทิศทางเดียวกับความเร่งโน้มถ่วง  $\vec{g}$  และมีหน่วยเช่นเดียวกับแรงคือนิวตัน

เนื่องจากในบริเวณเดียวกัน  $g$  จะเท่ากัน ถ้าพิจารณาวัตถุสองก้อน ซึ่งแต่ละก้อนมีมวล  $m_1$  และ  $m_2$  ตามลำดับ อัตราส่วนระหว่างมวลของวัตถุทั้งสองจะสัมพันธ์กับอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัตถุทั้งสองอย่างไร

น้ำหนักของมวล  $m_1$  หาได้จาก  $W_1 = m_1 g$

น้ำหนักของมวล  $m_2$  หาได้จาก  $W_2 = m_2 g$

จะได้อัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของมวลทั้งสองเป็น

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{m_1 g}{m_2 g}$$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{m_1}{m_2}$$

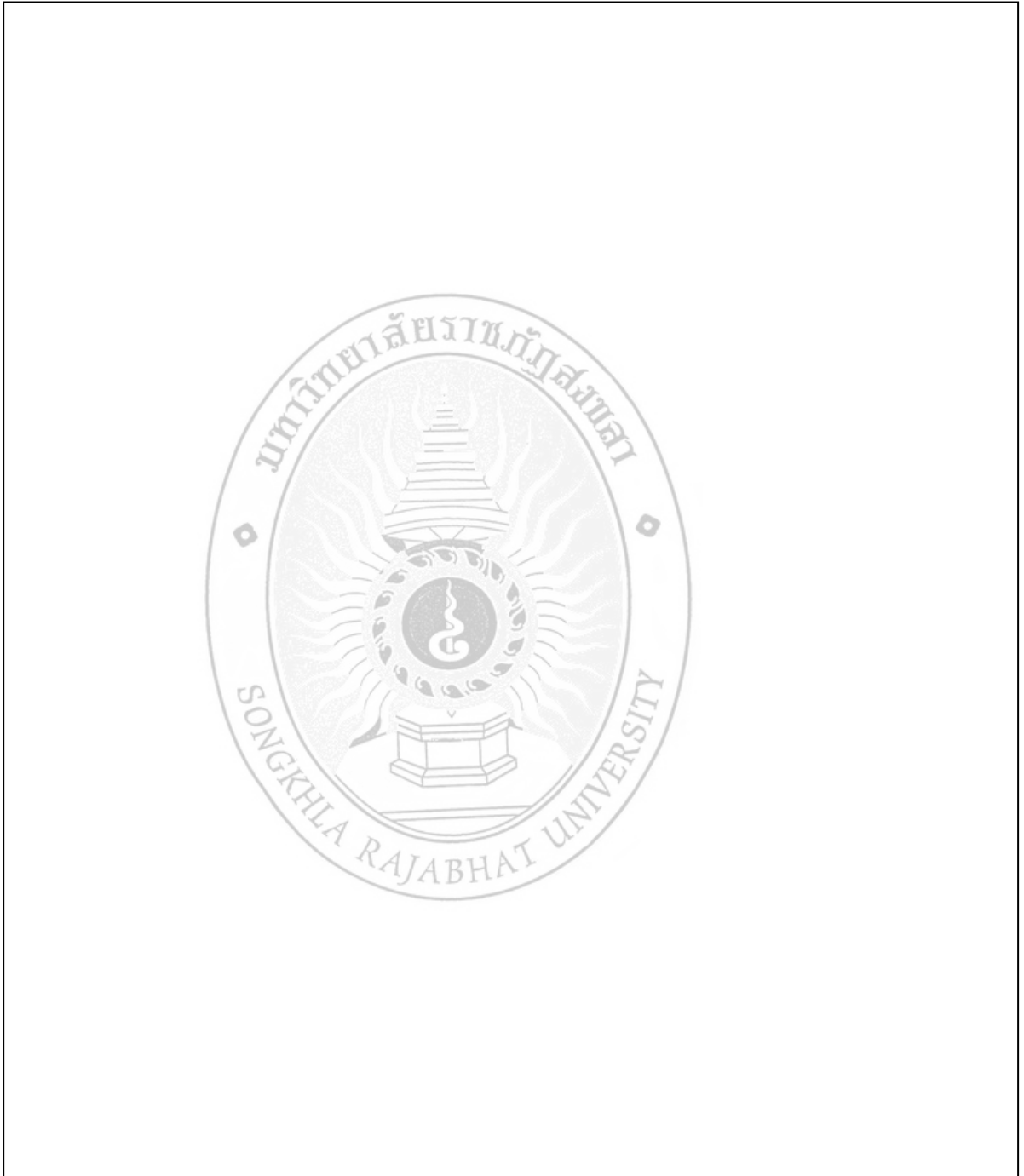
จะเห็นว่าอัตราส่วนระหว่างมวลของวัตถุสองก้อนจะเท่ากับอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัตถุทั้งสองเมื่ออยู่ในบริเวณเดียวกัน





**แผนผังโน้ตทัศน์ ( Concept Mapping )**

องค์ความรู้เรื่อง .....



เจ้าของผลงาน ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

### ใบงานที่ 6

รายวิชา ว 32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาที่ 4

เรื่อง น้ำหนัก

เวลา 30 นาที

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

#### คำถาม

- น้ำหนักหมายถึง.....  
มีหน่วยเป็น.....
- สมมุติว่ามีการจำลองมวลมาตรฐาน 1 kg จากกรุงปารีสมาไว้กรุงเทพฯ น้ำหนักและมวลของมวลจำลองนี้ที่กรุงเทพฯแตกต่างกับที่กรุงปารีสเท่าใด ถ้า  $g$  ที่กรุงปารีสและกรุงเทพฯ เป็น 9.81 และ 9.78  $m/s^2$  ตามลำดับ  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
- น้ำหนักของวัตถุก้อนเดียวกันที่บริเวณขั้วโลกและที่บริเวณเส้นศูนย์สูตร มีค่าต่างกันหรือไม่เพราะเหตุใด  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

4. ถูทรายมวล 0.8 kg แขนงไว้ที่เสาดันหนึ่งถูทรายนี้มีน้ำหนักเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. วัตถุมวล 10 กิโลกรัม จะมีน้ำหนักรเท่าใด

.....

.....

.....

6. ชายคนหนึ่งมีมวล 60 kg เมื่อขึ้น ไปอยู่บนดวงจันทร์ที่มีความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดเท่ากับ  $\frac{1}{6}$  เท่าของโลก น้ำหนักของชายคนนีบนดวงจันทร์จะแตกต่างจากน้ำหนักที่อยู่บนโลกเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยที่ 1	เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่	
หน่วยย่อยที่ 5	เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	เวลา 3 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30201	ชื่อวิชา ฟิสิกส์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ผู้สอน นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ	

\*\*\*\*\*

#### สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

1. มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

#### 2. ผลการเรียนรู้

- 2.1 อธิบายกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันและใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้
- 2.2 บอกได้ว่าสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงดึงดูดกระทำต่อมวลของวัตถุซึ่งเรียกว่าแรงโน้มถ่วง

#### 3. จุดประสงค์การเรียนรู้

##### 3.1 ด้านความรู้

- 3.1.1 บอกกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันได้
- 3.1.2 บอกได้ว่าสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงโน้มถ่วงกระทำต่อมวลของวัตถุ
- 3.1.3 ใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน หาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

##### 3.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 3.2.1 สืบเสาะหาความรู้เรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันได้
- 3.2.2 นำเสนอผลการสืบค้นและการคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องโดยใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันได้

##### 3.3 ด้านคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์

- 3.3.1 มีความอยากรู้อยากเห็น
- 3.3.2 มีความรับผิดชอบ
- 3.3.3 มีเหตุผล
- 3.3.4 มีความซื่อสัตย์
- 3.3.5 ความใจกว้าง

#### 4. สารสำคัญ (Concepts)

4.1 กฎแรงดึงดูดของนิวตันกล่าวว่า วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ แปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลวัตถุทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง เป็นไปตามสมการ

$$F_G = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

เมื่อ  $F_G$  เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวล  $m_1$  ,  $m_2$

$m_1$  ,  $m_2$  เป็นมวลของวัตถุสองก้อน

$R$  เป็นระยะห่างระหว่างวัตถุทั้งสองก้อน

4.2 สนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงดึงดูดกระทำต่อมวลของวัตถุทั้งหลาย แรงดึงดูดนี้เรียกว่าแรงโน้มถ่วง สนามโน้มถ่วงเป็นปริมาณเวกเตอร์ แทนด้วยสัญลักษณ์  $\vec{g}$  สนามโน้มถ่วงที่ตำแหน่งใด ๆ หาได้จากแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุมวลหนึ่งหน่วย หรือ  $\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$

4.3 ความเร่งโน้มถ่วงของโลก  $\vec{g}$  ณ ตำแหน่งที่ห่างจากผิวโลกแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางจากศูนย์กลางของโลก ( $\vec{g}$  มีค่าลดลง ที่ตำแหน่งห่างจากผิวโลกมากขึ้น)

4.4 วัตถุที่อยู่ห่างจากโลกมากๆ น้ำหนักของวัตถุจะน้อยมากจนเกือบเป็นศูนย์ เรียกว่า วัตถุอยู่ในสภาพไร้น้ำหนัก

#### 5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบงานที่ 7 เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
- แผนผังมโนทัศน์เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

#### 6. กิจกรรมการเรียนรู้

##### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

เตรียมความพร้อมนักเรียน โดยการเช็คชื่อ

สร้างสถานการณ์ชักจูงใจดังนี้

เปิดประเด็นและนำอภิปราย โดยคำถามที่ว่า ทำไมดวงจันทร์ ดาวเคราะห์อื่น ดวงอาทิตย์ จึงปรากฏให้คนบนโลกเห็นตลอดไป นี่เป็นปัญหาสำคัญที่เราจะช่วยกันศึกษาหาคำตอบครูแจ้งนักเรียนถึงเรื่องที่จะเรียนในวันนี้คือเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

##### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน คละความสามารถ
- นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน จากใบความรู้ที่ 5 และสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์

### 6.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- เตรียมความพร้อมนักเรียนอีกครั้ง
- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังมโนทัศน์หน้าชั้นเรียน
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน และครูยกตัวอย่างการคำนวณประกอบดังนี้

**ตัวอย่างที่ 1** มวลสองก้อนขนาด 10 และ 10,000 กิโลกรัม วางห่างกัน 10 เซนติเมตร มวลก้อนเล็กดึงดูดมวลก้อนใหญ่ด้วยแรงเท่าไร ทั้งนี้ไม่คิดแรงอื่นเลย

วิธีทำ จาก

$$F_G = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$$

$$F_G = \frac{(6.673 \times 10^{-11})(10)(10,000)}{(10 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 6.67 \times 10^{-4} \text{ N}$$

นั่นคือ มวลก้อนเล็กดึงดูดมวลก้อนใหญ่ด้วยแรง  $6.67 \times 10^{-4} \text{ N}$

หมายเหตุ ถ้าโจทย์ถามว่ามวลก้อนใหญ่ดึงดูดมวลก้อนเล็กด้วยแรงเท่าไร จะได้คำตอบ  $6.67 \times 10^{-4} \text{ N}$  เท่ากัน

**ตัวอย่างที่ 2** วัตถุมวล  $m$  วางบนผิวโลก ซึ่งมีรัศมี  $6.38 \times 10^6$  เมตรจงคำนวณหามวลของโลก

วิธีทำ

ให้มวลของโลกเป็น  $m_e$  และ มวลของวัตถุเป็น  $m$

รัศมีของโลก เท่ากับ  $6.38 \times 10^6$  เมตร

จากน้ำหนักของวัตถุ  $W = mg$  โดย น้ำหนักของวัตถุ คือ แรงดึงดูดระหว่างมวล

$$F = \frac{Gmm_e}{R^2}$$

ดังนั้น  $mg = \frac{Gmm_e}{R^2}$

จะได้  $m_e = \frac{gR^2}{G}$

$$m_e = \frac{(9.8)(6.3 \times 10^6)^2}{6.67 \times 10^{-11}} = 5.83 \times 10^{24} \text{ kg}$$

นั่นคือ มวลของโลกเป็น  $5.83 \times 10^{24} \text{ kg}$

#### 6.4 ขยายความรู้

นักเรียนทำใบงานที่ 7 เรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

#### 6.5 ชั้นประเมินผล

- ประเมินด้านความรู้จากการทำใบงานและแผนผังมโนทัศน์
- ประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินคุณลักษณะจากการสังเกตพฤติกรรม

### 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
- ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
- ใบงานที่ 7 เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

### 8. การวัดและประเมินผล

#### 8.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัด

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจแผนผังมโนทัศน์ ตรวจใบงานที่ 7 เรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	แบบตรวจผลงาน แบบตรวจใบงาน
ด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการเรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

#### 8.2 เกณฑ์การประเมิน

- 8.2.1 ใบงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 118)
- 8.2.2 ชิ้นงาน/ผลงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 134)
- 8.2.3 กระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 119)
- 8.2.4 คุณลักษณะ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 120)

### 8.3 เครื่องมือวัด

8.3.1 แบบตรวจใบงานเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 121)

8.3.2 แบบตรวจผลงานเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 137)

8.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 123)

8.3.4 แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 124)





## ใบความรู้ที่ 5

### เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

นักดาราศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ในสมัยโบราณสังเกตเห็นว่าดวงจันทร์โคจรรอบโลก ส่วนโลกและดาวเคราะห์ต่างๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์โดยวงโคจรของดวงจันทร์หรือดาวเคราะห์มีลักษณะเป็นวงกลมหรือวงรี แม้เคปเลอร์ (Kepler) จะพบกฎการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ได้แต่ก็ยังไม่มีการอธิบายเหตุผลในการโคจรลักษณะเช่นนี้ได้จนกระทั่งนิวตันได้นำผลการสังเกตของนักดาราศาสตร์ทั้งหลายมาสรุปว่าการที่ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ได้เนื่องจากมีแรงกระทำระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์ซึ่งแรงนี้เป็นแรงดึงดูดระหว่างมวลของดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์ และนิวตันยังเชื่อว่าแรงดึงดูดระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์เป็นแรงแบบเดียวกันกับแรงดึงดูดระหว่างโลกกับวัตถุบนผิวโลก นิวตันจึงสรุปเป็น กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลซึ่งมีใจความว่า “วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกันโดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุหนึ่งๆจะแปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลวัตถุทั้งสองและจะแปรผกผันกับกำลังสองระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสองนั้น”

ถ้าให้  $F_G$  แทน แรงดึงดูดระหว่างมวลของมวลทั้งสอง

$m_1, m_2$  แทน มวลของวัตถุทั้งสอง

$G$  แทน ความเร่งโน้มถ่วงสากล ( $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ )

จากกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันจะได้ว่า

$$F_G \propto m_1 m_2 \quad \text{เมื่อ } r \text{ คงที่}$$

$$F_G \propto \frac{1}{r^2} \quad \text{เมื่อ } m_1, m_2 \text{ คงตัว}$$

$$\text{ดังนั้น } F_G = \frac{Gm_1 m_2}{r^2}$$

แรงดึงดูดระหว่างมวลตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของมวล ไม่ว่าจะมวลเล็กกระทำต่อมวลใหญ่หรือมวลใหญ่กระทำต่อมวลเล็ก แรงดึงดูดที่มวลทั้งสองกระทำต่อกันจะมีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งเป็นแรงที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน แรงดึงดูดนี้จะมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างมวลทั้งสองและผลคูณของมวลทั้งสอง ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลใช้ได้กับวัตถุทุกคู่ในเอกภพ เช่นแรงที่ตัวเราดึงดูดโลกจะมีค่าเท่ากับแรงที่โลกดึงดูดเรา

## สนามโน้มถ่วง

ในกรณีโลกดึงดูดวัตถุนั้น อาจถือว่าโลกมีสนามของแรงเรียกว่า สนามโน้มถ่วง (gravitational field) สนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงดึงดูดกระทำต่อมวลของวัตถุทั้งหลาย แรงดึงดูดนี้เรียกว่า แรงโน้มถ่วง (gravitational force)

สนามโน้มถ่วงเป็นปริมาณเวกเตอร์ สนามโน้มถ่วงของโลกแทนด้วยสัญลักษณ์  $g$  สนามโน้มถ่วงที่ตำแหน่งใด ๆ หาได้จากแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุมวลหนึ่งหน่วย

ขนาดและทิศทางของสนามโน้มถ่วงที่บริเวณต่าง ๆ จึงหาได้จากขนาดและทิศทางของแรงที่โลกดึงดูดวัตถุมวล 1 หน่วย ที่วางอยู่ตรงจุดซึ่งจะหาสนามนั้น เช่น วางวัตถุมวล 10 กิโลกรัม ที่ผิวโลก วัตถุจะถูกโลกดึงดูดด้วยแรง 98 นิวตัน ในทิศทางเข้าหาศูนย์กลางโลก ดังนั้นสนามโน้มถ่วงที่บริเวณนั้นจะมีขนาด 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม และทิศทางเข้าหาศูนย์กลางโลก

ที่ผิวโลก สนามโน้มถ่วงมีค่าประมาณ 9.8 นิวตันต่อกิโลกรัม และความเร่งโน้มถ่วงมีค่าประมาณ 9.8 เมตรต่อวินาที นั่นคือที่ตำแหน่งหนึ่ง ๆ ความเร่งโน้มถ่วงมีค่าตัวเลขเท่ากับสนามโน้มถ่วง จึงนิยมแทนความเร่งด้วยสัญลักษณ์  $g$  เช่นเดียวกันกับสนามโน้มถ่วง

**ความเร่งโน้มถ่วง  $g$  ตำแหน่งที่ห่างจากผิวโลก**

จากสมการ  $F_G = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$  เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากผิวโลก แรงที่โลกดึงดูดวัตถุจะน้อยลง แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ  $F_G$  ก็คือ น้ำหนักของวัตถุ แสดงว่าน้ำหนักของวัตถุจะลดลงเมื่อวัตถุอยู่ห่างผิวโลกมากขึ้น เนื่องจาก  $F_G = mg$  ดังนั้นขนาดความเร่งโน้มถ่วงจะมีค่าลดลง

เมื่อวัตถุอยู่ห่างจากผิวโลกมากขึ้น ขนาดของความเร่งโน้มถ่วงเกี่ยวข้องกับระยะทางจากศูนย์กลางของโลกอย่างไร

เนื่องจาก ขนาดของแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ = ขนาดของน้ำหนักของวัตถุ

$$\frac{Gm_1m_2}{r^2} = m_2g$$

ดังนั้น  $g = \frac{Gm_1}{r^2}$

จะได้ว่า  $g \propto \frac{1}{r^2}$

อัตราเร่งหรือขนาดความเร่งโน้มถ่วงของโลกที่ตำแหน่งใดๆแปรผกผันกับระยะทางจากศูนย์กลางของโลกยกกำลังสอง

### สภาพไร้น้ำหนัก

ตามความหมายของน้ำหนักร (บริเวณผิวโลก) ซึ่งคือแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุ หรือถ้าเป็นน้ำหนักรบริเวณผิวดาวดวงอื่นก็คือแรงโน้มถ่วงที่ดาวดวงนั้นกระทำต่อวัตถุ โดยทั่วไป เราจะพิจารณาน้ำหนักเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเท่านั้น เพราะว่าน้ำหนักของวัตถุ มีความสัมพันธ์กับขนาดของความเร่งโน้มถ่วงและความเร่งโน้มถ่วง มีความสัมพันธ์กับระยะทาง จากศูนย์กลางของโลกถึงวัตถุ

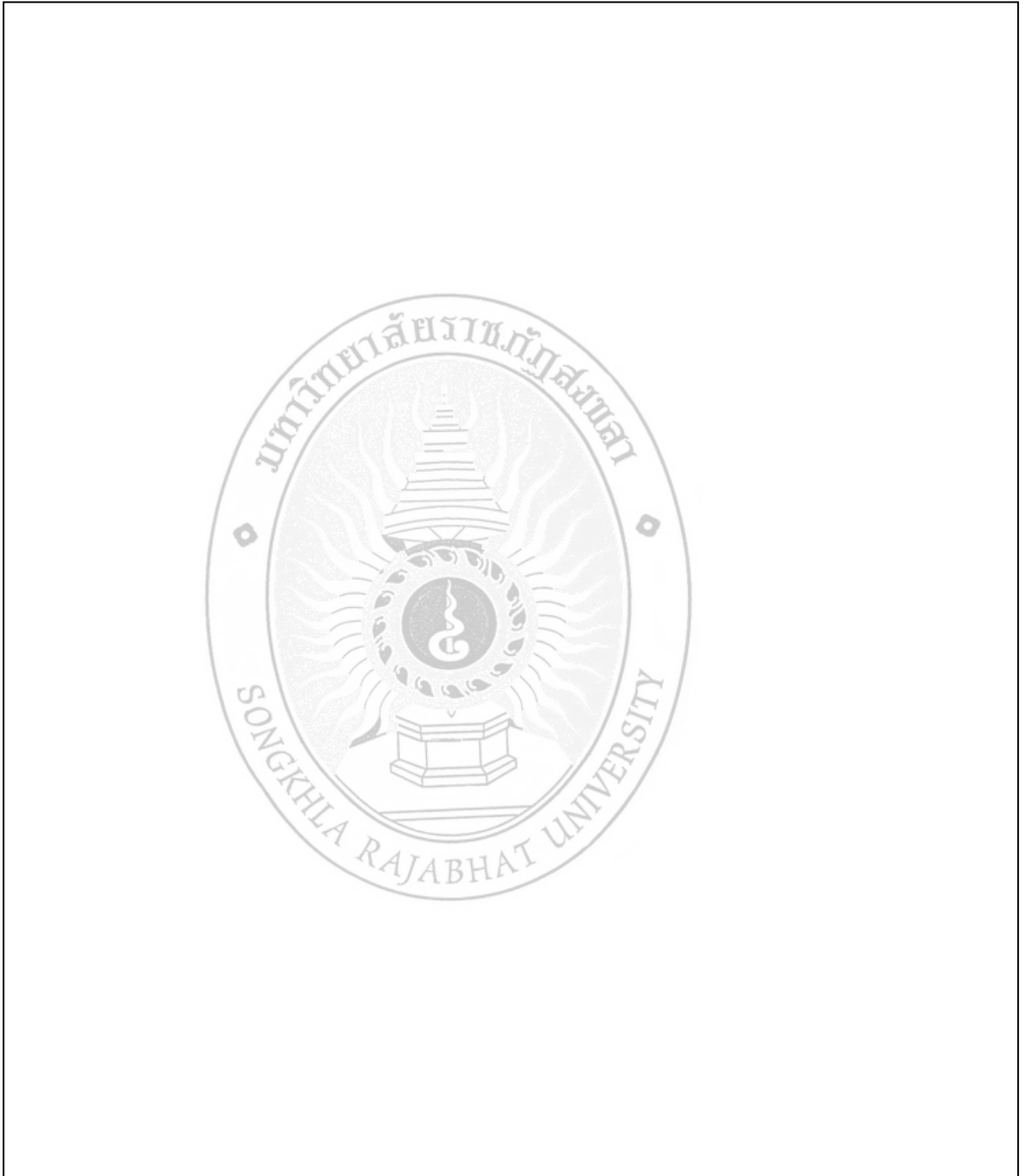
$$g \propto \frac{1}{r^2}$$

พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง  $g$  กับ  $r$  ถ้า  $r$  มีค่ามากๆจะทำให้  $g$  มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ หมายความว่าวัตถุที่อยู่ห่างโลกมาก ๆ แรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำต่อวัตถุน้อยมาก จนเกือบมีค่า เป็นศูนย์ ได้น้ำหนักของวัตถุเกือบเป็นศูนย์เช่นกัน กล่าวว่า ณ ตำแหน่งนั้นวัตถุจะอยู่ในสภาพ ไร้น้ำหนัก (weightlessness)



**แผนผังมโนทัศน์ ( Concept Mapping )**

องค์ความรู้เรื่อง .....



เจ้าของผลงาน ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ใบงานที่ 7

รายวิชา ว 32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาที่ 4

เรื่อง กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

เวลา 30 นาที

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเติมคำ หรือข้อความลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

คำถาม

1. สมมุติดาวเคราะห์ดวงหนึ่งมีดาวบริวารที่มีมวลเท่ากันสองดวง ดวงหนึ่งอยู่ใกล้ อีกดวงหนึ่งอยู่ไกล แรงที่ดาวเคราะห์ดึงดูดดาวบริวารทั้งสอง มีขนาดแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. วัตถุสองก้อนอยู่สูงจากพื้นเท่ากัน ก้อนหนึ่งมีมวลมากกว่าอีกก้อนหนึ่ง แรงที่โลกดึงดูดวัตถุทั้งสองก้อนแตกต่างกันอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. มวลสองก้อนห่างกันเป็นระยะทาง 6 หน่วย มวลทั้งสองจะมีแรงดึงดูดระหว่างกันเท่ากับ  $F$  ถ้ามวลสองก้อนห่างกันเป็นระยะทาง 3 หน่วย แรงดึงดูดระหว่างมวลทั้งสองจะเป็นเท่าใด

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

4. วัตถุมวล  $m$  อยู่บนผิวโลกซึ่งมีรัศมี  $6.38 \times 10^6$  เมตร จงคำนวณหามวลของโลก

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

5. จงหามวลของดวงจันทร์ซึ่งมีรัศมี  $R_m$  และความเร่งโน้มถ่วงที่ผิวดวงจันทร์มีค่า  $g_m$

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

6. วัตถุหนึ่งมีน้ำหนัก 270 นิวตัน เมื่อชั่งที่ผิวโลก ถ้าชั่งวัตถุชิ้นนี้ที่ระยะทางจากผิวโลกเป็นสองเท่าของรัศมีโลก วัตถุนี้จะมีน้ำหนักเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. ที่ความสูงเหนือผิวโลกเป็นระยะ 300 กิโลเมตร  $g$  มีค่าเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. ขนาดของสนามโน้มถ่วงของโลกที่ระดับความสูงต่างๆกัน มีค่าคงตัวหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยที่ 1	เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่	
หน่วยย่อยที่ 8	เรื่อง แรงเสียดทาน	เวลา 1 ชั่วโมง
รหัสวิชา ว 30201	ชื่อวิชา ฟิสิกส์	กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ผู้สอน นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ	

\*\*\*\*\*

#### สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

1. มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม
2. ผลการเรียนรู้
  - 2.1 บอกความหมายของแรงเสียดทานและจำแนกออกเป็นแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์
  - 2.2 ทำการทดลองหาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทานจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักของวัตถุ
  - 2.3 ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุและแปลความหมายจากกราฟระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุ เพื่อหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตสัมพันธ์กับความเสียดทานจลน์ได้
  - 2.4 วิเคราะห์แรงเสียดทานในสถานการณ์ต่าง ๆ และบอกวิธีเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 3.1 ด้านความรู้
    - 3.1.1 บอกความหมายของแรงเสียดทานและจำแนกออกเป็นแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์
    - 3.1.2 กำหนดหา สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์
    - 3.1.3 วิเคราะห์แรงเสียดทานในสถานการณ์ต่าง ๆ และบอกวิธีเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน



### 3.2 ด้านทักษะกระบวนการ

- 3.2.1 ทำการทดลองหาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทานจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักของวัตถุ
- 3.2.2 ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุและแปลความหมายจากกราฟระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุ เพื่อหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ได้
- 3.2.3 เสนอผลการทดลอง

### 3.3 ด้านคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์

- 3.3.1 มีความอยากรู้อยากเห็น
- 3.3.2 มีความรับผิดชอบ
- 3.3.3 มีเหตุผล
- 3.3.4 มีความซื่อสัตย์
- 3.3.5 ความใจกว้าง

## 4. สารสำคัญ (Concepts)

- 4.1 แรงเสียดทาน เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง เป็นแรงต้านการเคลื่อนที่จากผิวสัมผัส แรงเสียดทานมีสองชนิดคือ แรงเสียดทานจลน์และแรงเสียดทานสถิต
- 4.2 แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุกำลังเคลื่อนที่มีค่าคงตัวเสมอ มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ
- 4.3 แรงเสียดทานสถิต (static friction) เกิดขึ้นจากการที่มีแรงภายนอกกระทำต่อวัตถุพยายามให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ แต่วัตถุนั้นยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตมีได้หลายค่าตั้งแต่เล็กน้อยที่สุดจนถึงมากที่สุดจะมีค่ามากที่สุด เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่วัตถุพยายามจะเคลื่อนที่
- 4.4 แรงเสียดทานจลน์ มีขนาด  $f_k = \mu_k N$  เมื่อ  $f_k$  เป็นแรงเสียดทานจลน์  $N$  เป็นแรงกดระหว่างผิวสัมผัสในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส และ  $\mu_k$  เป็นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์
- 4.5 แรงเสียดทานสถิต มีขนาด  $f_{s,max} = \mu_s N$  เมื่อ  $f_{s,max}$  เป็นแรงเสียดทานสถิตสูงสุด  $N$  เป็นแรงกดระหว่างผิวสัมผัสในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัส และ  $\mu_s$  เป็นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

## 5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบงานที่ 8 เรื่อง แรงเสียดทาน
- รายงานผลการทดลอง

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

เตรียมความพร้อมนักเรียน โดยการเช็คชื่อ  
สร้างสถานการณ์ชักจูงใจดังนี้

ครูให้นักเรียนลากวัตถุบนพื้นต่างๆกัน เช่น ไม้ ยาง กระเบื้อง แล้วถามคำถามที่ว่า 1. เมื่อลากวัตถุไปบนพื้นผิวทั้งสาม จะลากวัตถุได้ยากง่ายเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร 2. เมื่อรดน้ำหรือน้ำมันบนพื้นดังกล่าวเมื่อลากวัตถุจะรู้สึกละเอียดอย่างไร ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน

### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน คละความสามารถ
- แนะนำขั้นตอนการทดลองเรื่องแรงเสียดทานตามใบกิจกรรมที่ 3
- นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

### 6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- เตรียมความพร้อมนักเรียนอีกครั้ง
- นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอผลการทดลอง
- ครูอภิปรายร่วมกับนักเรียน จนได้ข้อสรุปว่า

### การทดลองตอนที่ 1

1. เมื่อวางแผ่นไม้ (ที่มีถุงทรายทับ) บนรางไม้ ขณะที่ยังไม่ออกแรงดึง จะมีแรง 2 แรง กระทำต่อแผ่นไม้และถุงทราย ได้แก่แรงเนื่องจากน้ำหนักของแผ่นไม้และถุงทราย และแรงของพื้นที่กระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากกับพื้น ซึ่งแรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน อยู่ในแนวตั้งและมีทิศทางตรงกันข้าม ทั้งนี้เนื่องจากวัตถุอยู่นิ่งตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน มีผลทำให้แรงลัพธ์บนแผ่นไม้และถุงทรายเท่ากับศูนย์
2. เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้โดยแผ่นไม้อยู่หนึ่ง แสดงว่าแรงลัพธ์บนแผ่นไม้และถุงทรายมีค่าเท่ากับศูนย์ จะได้แรงลัพธ์ในแนวตั้งมีค่าเช่นเดียวกับข้อ 1. และแรงในแนวระดับมี 2 แรง คือแรงดึงและแรงต้านการเคลื่อนที่เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของแผ่นไม้และพื้นราง เรียกว่าแรงเสียดทาน มีขนาดเท่ากับขนาดของแรงดึงและมีทิศทางตรงกันข้าม

3. เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้ด้วยขนาดของแรงมากขึ้น โดยแผ่นไม้ยังไม่เคลื่อนที่แสดงว่าแผ่นไม้อยู่ในสมดุล หมายความว่าแรงเสียดทานมีขนาดมากขึ้นด้วย และค่าเพิ่มมากขึ้นตามแรงดึง จนถึงค่าหนึ่งเมื่อแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ เรียกแรงเสียดทานค่านี้ว่า แรงเสียดทานสถิตสูงสุด ( $f_{s,max}$ )
4. เมื่อแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ ออกแรงดึงต่อไปเพื่อให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวแสดงว่าแผ่นไม้อยู่ในสภาพสมดุล ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน จะได้แรงลัพธ์ที่กระทำต่อแผ่นไม้เป็นศูนย์ ได้ผลเช่นเดียวกับข้อ 2. แรงเสียดทานระหว่างแผ่นไม้กับพื้นโต๊ะขณะที่แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวเรียกว่า แรงเสียดทานจลน์ ( $f_k$ ) มีขนาดเท่ากับแรงดึงซึ่งมีค่าคงตัวสำหรับผิวสัมผัสคู่หนึ่ง แรงนี้จะมีค่าน้อยกว่าแรงดึงสูงสุดที่ดึงแผ่นไม้ให้เริ่มเคลื่อนที่

การทดลองตอนที่ 2 และตอนที่ 3

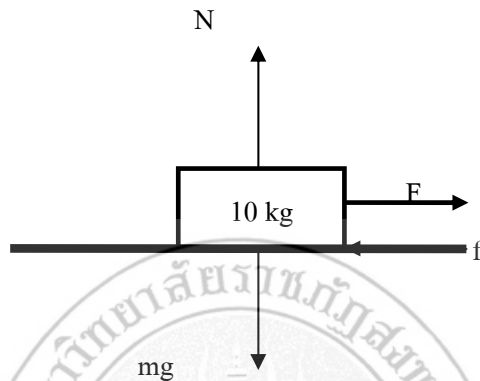
1. ในแต่ละค่าของน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุ้มน้ำหนัก ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่และแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวจะมีค่าคงตัว
2. เขียนกราฟระหว่างน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุ้มน้ำหนักและแรงดึงทั้งสองค่า เป็นกราฟเส้นตรงผ่านจุดกำเนิด แสดงว่า แรงดึงแปรผันตรงกับน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุ้มน้ำหนัก
3. กราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุ้มน้ำหนักขณะแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่มี ความชันมากกว่าความชันของกราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุ้มน้ำหนักขณะแผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ซึ่งความชันนี้คือ อัตราส่วนระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุ้มน้ำหนัก เรียกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง

#### 6.4 ขันขยายความรู้

- ยกตัวอย่างการหาค่าแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ โดยใช้สมการ

$$f_{s,max} = \mu_s N \text{ และ } f_k = \mu_k N$$

ตัวอย่างที่ 1 วัตถุหนึ่งมีมวลขนาด 10 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตเท่ากับ 0.5 และสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์เท่ากับ 0.2 ต้องออกแรงขนาดเท่าใด จึงจะทำให้วัตถุเริ่มขยับบนผิวสัมผัสนั้น และต้องออกแรงเท่าใดจึงจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่าหนึ่งบนผิวสัมผัสนี้



วิธีทำ

วิเคราะห์โจทย์

- 5) โจทย์ให้หา  $f_{s,max}$  และ  $f_k$
- 6) สูตร  $f_{s,max} = \mu_s N$  และ  $f_k = \mu_k N$
- 7) โจทย์กำหนด  $m = 10.0 \text{ kg}$   $\mu_s = 0.5$   $\mu_k = 0.2$
- 8) แทนค่า
 
$$\begin{aligned} \text{จาก } f_{s,max} &= \mu_s N \\ &= 0.5 \times 10 \times 9.8 \\ &= 49 \text{ N} \\ f_k &= \mu_k N \\ &= 0.2 \times 10 \times 9.8 \\ &= 19.6 \text{ N} \end{aligned}$$

ดังนั้น แรงที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุเริ่มขยับมีค่าเท่ากับแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในกรณีที่วัตถุเริ่มขยับ เท่ากับ 50 นิวตัน และแรงที่กระทำต่อวัตถุในกรณีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่มีค่าเท่ากับแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในกรณีที่วัตถุเริ่มขยับเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เท่ากับ 19.6 นิวตัน

- ให้นักเรียนทำใบงานที่ 8 เรื่องแรงเสียดทาน

6.5 ชั้นประเมินผล

- ประเมินด้านความรู้จากการทำใบงานและการเขียนรายงานการทำการทดลอง

- ประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินคุณลักษณะจากการสังเกตพฤติกรรม

## 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์เล่ม 1
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
- ใบงานที่ 8 เรื่อง แรงเสียดทาน

## 8. การวัดและประเมินผล

### 8.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัด

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจใบงาน 8 เรื่องแรงเสียดทาน ตรวจรายงานผลการทดลอง	แบบตรวจใบงาน แบบตรวจผลงาน
ด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการเรียนรู้	ปฏิบัติการทดลอง	แบบสังเกตพฤติกรรม การทดลอง
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

### 8.2 เกณฑ์การประเมิน

- 8.2.1 ใบงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 118)
- 8.2.2 ชิ้นงาน/ผลงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 134)
- 8.2.3 กระบวนการเรียนรู้จากการทดลอง (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 135)
- 8.2.4 คุณลักษณะ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 120)

### 8.3 เครื่องมือวัด

- 8.3.1 แบบตรวจใบงานเรื่องแรงเสียดทาน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 121)
- 8.3.2 แบบตรวจผลงานเรื่องแรงเสียดทาน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 137)
- 8.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 138)
- 8.3.4 แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 124)

### ใบกิจกรรมที่ 3

#### การทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน

#### จุดประสงค์

เมื่อจบการทดลองนี้แล้ว นักเรียนจะสามารถ

1. หาขนาดและทิศทางของแรงดึงวัตถุที่อยู่บนพื้นราบ ในกรณีที่วัตถุพอดีเคลื่อนที่ และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
2. สรุปได้ว่าขณะวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่กระทำกับวัตถุมีขนาดเท่ากับแรงดึงวัตถุแต่มีทิศทางตรงกันข้าม และแรงเสียดทานมีขนาดมากที่สุด ขณะวัตถุเริ่มจะเคลื่อนที่
3. สรุปได้ว่าขณะวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงดึงวัตถุและมีทิศทางตรงกันข้าม
4. บอกความหมายของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้
5. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงเสียดทานกับขนาดของแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากกับพื้นได้
6. แปลความหมายจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงเสียดทานกับแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉากกับพื้น และหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตและสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

#### อุปกรณ์

รายการ	จำนวนต่อกลุ่ม
1. รางไม้	1 อัน
2. แผ่นไม้สี่เหลี่ยมมีขอเกี่ยว	1 อัน
3. เครื่องชั่งสปริง	1 อัน
4. ถูทราย	4 ถู
5. เส้นด้ายยาว 30 เซนติเมตร	1 เส้น

### วิธีทำกิจกรรม

#### ตอนที่ 1 แรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

1. ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวกับขอเกี่ยวของแผ่นไม้ ซึ่งวางอยู่บนรางไม้ และใช้ถ่วงทราย 1 ถ่วงวางทับแผ่นไม้
2. ออกแรงน้อยๆแล้วค่อยๆเพิ่มแรงดึงสังเกตแรงที่อ่านได้ก่อนที่แผ่นไม้จะเริ่มเคลื่อนที่
3. บันทึกแรงดึงที่ทำให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ และแรงที่ทำให้แผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว อย่างละประมาณ 5 – 7 ค่า แล้วหาค่าเฉลี่ยในสองกรณี

#### ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานสถิตและแรงกดในแนวตั้งฉาก

1. จัดรางไม้ให้พื้นรางอยู่ในแนวระดับ ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวกับขอเกี่ยวของแผ่นไม้ที่มีถ่วงทรายวางทับอยู่ 1 ถ่วง
2. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้ทิศทางของแรงดึงอยู่ในแนวระดับ เพิ่มแรงจนทำให้แผ่นไม้และถ่วงทรายเริ่มจะเคลื่อนที่ บันทึกแรงดึงนี้
3. ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มถ่วงทรายวางทับแผ่นไม้เป็น 2 3 และ 4 ถ่วง
4. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ (F) กับขนาดของน้ำหนักของถ่วงทรายรวมกับขนาดน้ำหนักของแผ่นไม้ (W) หาค่าความชันของเส้นกราฟ ค่าความชันนี้คือค่าอะไร

#### ตอนที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานจลน์กับน้ำหนักของวัตถุ

1. ทำการทดลองเช่นเดียวกับตอนที่ 2 แต่ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเพื่อดึงแผ่นไม้ที่มีถ่วงทรายวางทับให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
2. บันทึกขนาดของแรงดึง (F) และขนาดของน้ำหนักถ่วงทรายรวมกับน้ำหนักแผ่นไม้ (W)
3. เขียนกราฟระหว่าง F กับ W หาค่าความชันของเส้นกราฟ ค่าความชันนี้คือค่าอะไร

### ตารางบันทึกผลการทดลอง

#### ตอนที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางบันทึกขนาดแรงดึงกับลักษณะการเคลื่อนที่ของแผ่นไม้

การเคลื่อนที่ของแผ่นไม้	แรงดึง					ค่าเฉลี่ยแรงดึง
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
ไม่เคลื่อนที่						
เริ่มเคลื่อนที่						
เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว						

#### สรุปและวิจารณ์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### คำถาม

1. ขณะออกแรงดึงแผ่นไม้ มีแรงเสียดทานกระทำต่อแผ่นไม้หรือไม่

.....

.....

.....

2. เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้แต่ละกรณี แรงลัพธ์ที่กระทำต่อแผ่นไม้มีค่าเท่าใด อธิบาย

.....

.....

.....



3. เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้แต่ละกรณี แรงเสียดทานมีขนาดเท่าใด และมีทิศทางอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. แรงเสียดทานในกรณีใดมีค่ามากกว่า

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 และตอนที่ 3

ตารางที่ 2 ตารางบันทึกขนาดของแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้และถ่วง

จำนวนถ่วง (ถ)	น้ำหนักแผ่นไม้และ ถ่วง (N)	ขนาดของแรงที่ใช้ดึงแผ่นไม้ (N)	
		เริ่มจะเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
1			
2			
3			
4			

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาเขียนกราฟ จะได้



### ใบงานที่ 8

รายวิชา ว 32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง แรงเสียดทาน

เวลา 45 นาที

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนอธิบาย/แสดงวิธีทำให้ถูกต้อง

1. แรงเสียดทานระหว่างผิวถนนกับพื้นรองเท้ามีผลต่อการเดินของคนอย่างไร และทิศทางของแรงเสียดทานอยู่ในทิศทางใดขณะก้าวเดิน

.....

.....

.....

.....

2. จงเปรียบเทียบทิศทางของแรงเสียดทานที่เกิดจากการลากกล่องไม้ไปบนพื้นถนนกับทิศทางของแรงเสียดทานที่ล้อรถกระทำกับพื้นถนนขณะรถเคลื่อนที่

.....

.....

.....

.....

3. การลดแรงเสียดทานสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร จงยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

4. การเพิ่มแรงเสียดทานสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างไร จงยกตัวอย่าง

.....

.....

.....

.....

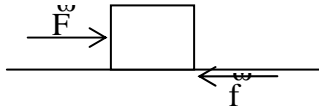
.....

.....

.....

.....

5. วัตถุมีมวล 10 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์และสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตเท่ากับ 0.1 และ 0.2 ตามลำดับ วัตถุนี้จะมีการเคลื่อนที่อย่างไร เมื่อถูกกระทำด้วยขนาดของแรง 10 20 และ 30 นิวตัน



6. วัตถุมีน้ำหนัก 50 นิวตัน วางอยู่บนพื้นระดับ และมีแรงดึง 20 นิวตัน กระทำในทิศทางทำมุม 30 องศา กับพื้น ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว จงหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ระหว่างวัตถุกับพื้น





### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

หน่วยที่ 1 เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่  
 หน่วยย่อยที่ 9 เรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ เวลา 4 ชั่วโมง  
 รหัสวิชา ว 30201 ชื่อวิชา ฟิสิกส์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้สอน นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ

\*\*\*\*\*

#### สาระที่ 4 : แรงและการเคลื่อนที่

1. มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็ก แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม
2. ผลการเรียนรู้
 

ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้โดยวิเคราะห์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้
  - 3.1 ด้านความรู้
    - 3.1.1 อธิบายหลักการพิจารณาในการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
    - 3.1.2 นำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้
  - 3.2 ด้านทักษะกระบวนการ
    - 3.2.1 สืบเสาะหาความรู้เรื่องการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
    - 3.2.2 นำเสนอผลการสืบค้นและการคำนวณหาปริมาณต่างๆ โดยใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันได้
  - 3.3 ด้านคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์
    - 3.3.1 มีความอยากรู้อยากเห็น
    - 3.3.2 มีความรับผิดชอบ
    - 3.3.3 มีเหตุผล
    - 3.3.4 มีความซื่อสัตย์
    - 3.3.5 ความใจกว้าง

#### 4. สาระสำคัญ (Concepts)

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้งสามข้อเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญมากในวิชาฟิสิกส์สามารถนำไปใช้หาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่รวมทั้งเรื่องสมดุลและยังเป็นพื้นฐานสำหรับนำไปใช้ศึกษาเรื่องอื่นๆ เช่น งาน โมเมนตัม พลังงาน

การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้งสามข้อ จะต้องใช้ให้เหมาะสม และเพื่อสะดวกในการใช้งานเราจะวางหลักการใช้กฎไว้ง่ายๆ ดังนี้

1. สร้างรูปให้ดูง่าย
2. เขียนแรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุ
3. ถ้ามีวัตถุหลายก้อนควรเขียนแยกก้อน
4. ตั้งสมการโดยใช้

$$\text{แนวการเคลื่อนที่ที่มีความเร่ง} : \sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (\text{กฎข้อ 2})$$

$$\text{แนวที่อยู่นิ่งหรือความเร็วคงที่} : \sum \vec{F} = 0 \quad (\text{กฎข้อ 1})$$

5. แก้สมการหาคำตอบ

หลักการพิจารณาการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

1. ต้องพิจารณาว่ามีแรงใดบ้างกระทำต่อวัตถุนั้น โดยเขียนทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น
2. ทิศทางของแรงดึงเชือกจะมีทิศทางพุ่งออกจากมวลของวัตถุที่กำลังพิจารณาเสมอ
3. หาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
  - ถ้าขนาดของแรงลัพธ์เป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนแปลงสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือ วัตถุอาจจะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวเส้นตรง ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
  - ถ้าขนาดของแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ซึ่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

#### 5. ภาระงาน/ชิ้นงาน

- ใบงานที่ 9 เรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้
- แผนผังมโนทัศน์เรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้



## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### 6.1 ขั้นสร้างความสนใจ

เตรียมความพร้อมนักเรียน โดยการเช็คชื่อ

สร้างสถานการณ์ชักจูงใจดังนี้

ทบทวนเรื่องกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน โดยใช้คำถามดังนี้

1. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันมีกี่ข้อ (3 ข้อ)

2. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน กล่าวไว้ว่าอย่างไร (วัตถุคงสภาพอยู่นิ่งหรือสภาพการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำหรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าแรงลัพธ์ที่มากระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ นั่นคือ ถ้าเดิมวัตถุนั้นอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งต่อไป ถ้าวัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่อยู่แล้วด้วยความเร็วค่าหนึ่ง วัตถุนั้นก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัวค่าเดิม)

3. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวไว้ว่าอย่างไร (เมื่อมีแรงลัพธ์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ เขียนในรูปสมการเวกเตอร์ได้เป็น  $\vec{F} = m\vec{a}$  เมื่อ  $\vec{F}$  เป็นแรงลัพธ์ที่มากระทำกับวัตถุมวล  $m$  ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง  $\vec{a}$ )

4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน กล่าวไว้ว่าอย่างไร (ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันและทิศทางตรงข้ามเสมอ แรงทั้งสองนี้คือแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา เขียนในรูปสมการเวกเตอร์ได้เป็น  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$  เมื่อ  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  เป็นแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา)

ครูแจ้งนักเรียนเรื่องที่จะเรียนในวันนี้คือเรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน มาใช้ในการหาค่าปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่

### 6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

- แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน คละความสามารถ
- นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูลเรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ จากใบความรู้ที่ 6 และสรุปเป็นแผนผังมโนทัศน์

### 6.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

- เตรียมความพร้อมนักเรียนอีกครั้ง
- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแผนผังมโนทัศน์หน้าชั้นเรียน
- ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายจนได้ข้อสรุปเรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้ และครูยกตัวอย่างการคำนวณประกอบดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ถือเชือกที่มีมวลน้อยมากซึ่งปลายอีกข้างหนึ่งผูกติดกับแท่งเหล็กมวล 1.0 กิโลกรัมไว้  
ให้หาแรงที่เชือกดึงมือหรือแรงในเชือกเมื่อ

- ถือเชือกอยู่นิ่งๆ
- หย่อนเชือกลงด้วยความเร็วคงตัว 1.5 เมตรต่อวินาที
- ดึงเชือกขึ้นด้วยความเร็วคงตัว 8.5 เมตรต่อวินาที
- หย่อนเชือกลงด้วยความเร่ง 5.0 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup>
- ดึงเชือกขึ้นด้วยความเร่ง 5.0 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup>

แนวคิด เขียนแผนภาพวัตถุอิสระ โดยแรงที่เชือกดึงแท่งเหล็กมีทิศขึ้นและน้ำหนักของ  
แท่งเหล็กมีทิศลง หาแรงลัพธ์ตามแนวการเคลื่อนที่นำไปแทนในกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันโดยใน  
กรณี ก. ข. ค. แทนในสมการ  $\sum \vec{F} = 0$  ส่วนในกรณี ง. จ. แทนในสมการ  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$   
จากนั้นแก้สมการแล้วหาแรงในเชือกในแต่ละกรณี



ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1

ก. เมื่อถือเชือกอยู่นิ่งๆ  $a = 0$  ได้  $\sum F = 0$

จากแผนภาพวัตถุอิสระได้

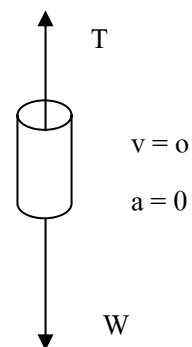
$$T - W = 0$$

$$T - mg = 0$$

$$T = mg$$

$$T = (1.0)(9.8)$$

$$T = 9.8 \text{ N}$$



นั่นคือ แรงในเชือกเท่ากับ 9.8 นิวตัน

ข. เมื่อหย่อนเชือกลงด้วยความเร็วคงตัว 1.5 เมตรต่อวินาที  $a=0$  ได้  $\sum \vec{F}=0$

จากแผนภาพวัตถุอิสระได้

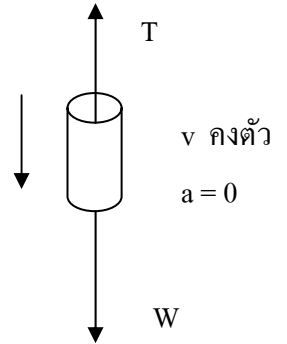
$$T - W = 0$$

$$T - mg = 0$$

$$T = mg$$

$$T = (1.0)(9.8)$$

$$T = 9.8 \text{ N}$$



นั่นคือ แรงในเชือกเท่ากับ 9.8 นิวตัน

ค. ดึงเชือกขึ้นด้วยความเร็วคงตัว 8.5 เมตรต่อวินาที  $a=0$  ได้  $\sum \vec{F}=0$

จากแผนภาพวัตถุอิสระได้

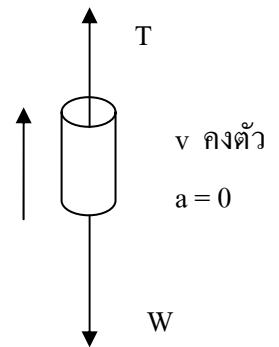
$$T - W = 0$$

$$T - mg = 0$$

$$T = mg$$

$$T = (1.0)(9.8)$$

$$T = 9.8 \text{ N}$$



นั่นคือ แรงในเชือกเท่ากับ 9.8 นิวตัน

ง. หย่อนเชือกลงด้วยความเร่ง 5.0 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup> ความเร่งมีทิศลง แรงลัพธ์มีทิศลง

เช่นกัน นั่นคือ  $W - T$  มีทิศทางเดียวกับ  $a$

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันได้

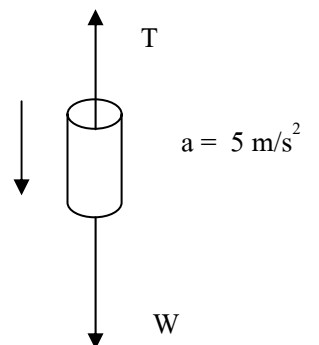
$$W - T = ma$$

$$T = W - ma$$

$$T = mg - ma$$

$$T = (1.0)(9.8) - (1.0)(5.0)$$

$$T = 4.8 \text{ N}$$

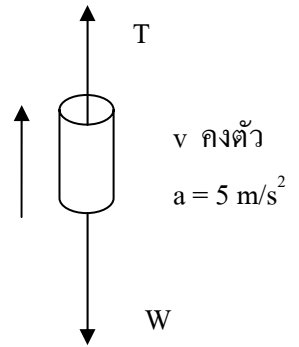


นั่นคือ แรงที่เชือกดึงมือเท่ากับ 4.8 นิวตัน

จ. ดึงเชือกขึ้นด้วยความเร่ง 5.0 เมตรต่อวินาที<sup>2</sup> ความเร่งมีทิศขึ้น แรงลัพธ์มีทิศขึ้น เช่นกัน นั่นคือ  $T > W$

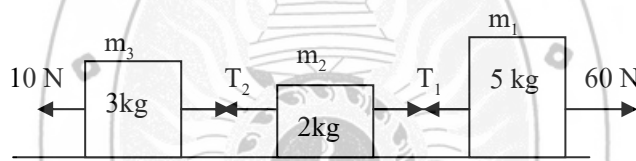
จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันได้

$$\begin{aligned} T - W &= ma \\ T &= W + ma \\ T &= mg + ma \\ T &= (1.0)(9.8) + (1.0)(5.0) \\ T &= 14.8 \text{ N} \end{aligned}$$



นั่นคือแรงที่เชือกดึงมีเท่ากับ 4.8 นิวตัน

ตัวอย่างที่ 2 จากรูป จงหาความเร่งของระบบและแรงดึงเชือก  $T_1$ ,  $T_2$



วิธีทำ

ความเร่งของระบบ

$$60 - T_1 = m_1 a \quad (1)$$

$$T_1 - T_2 = m_2 a \quad (2)$$

$$T_2 - 10 = m_3 a \quad (3)$$

(1) + (2) + (3) จะได้

$$60 - 10 = (m_1 + m_2 + m_3) a$$

$$50 = (5 + 2 + 3) a$$

$$a = \frac{50}{10}$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

นั่นคือ ความเร่งของระบบเท่ากับ  $5 \text{ m/s}^2$

แรงดึงเชือก  $T_1$  และ  $T_2$

$$60 - T_1 = m_1 a$$

$$T_1 = 60 - m_1 a$$

$$T_1 = 60 - (5)(5)$$

$$T_1 = 35 \text{ N}$$

$$T_2 - 10 = m_3 a$$

$$T_2 = 10 + (3)(5)$$

$$T_2 = 25 \text{ N}$$

นั่นคือ แรงดึงเชือก  $T_1$  เท่ากับ 35 N และ  $T_2$  เท่ากับ 25 N

#### 6.4 ขั้วขยายความรู้

นักเรียนทำใบงานที่ 9 เรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

#### 6.5 ขั้วประเมินผล

- ประเมินด้านความรู้จากการทำใบงานและแผนผังมโนทัศน์
- ประเมินด้านกระบวนการเรียนรู้จากการสังเกตพฤติกรรม
- ประเมินคุณลักษณะจากการสังเกตพฤติกรรม

#### 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

- หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1
- แหล่งเรียนรู้เพิ่มเติม เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต
- ใบความรู้ที่ 6 เรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้
- ใบงานที่ 9 เรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

## 8. การวัดและประเมินผล

### 8.1 วิธีวัดและเครื่องมือวัด

เป้าหมายการเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด
ด้านความรู้	ตรวจแผนผังมโนทัศน์ ตรวจใบงานที่ 9 เรื่องการนำกฎ การเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้	แบบตรวจผลงาน แบบตรวจใบงาน
ด้านทักษะกระบวนการ กระบวนการเรียนรู้	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม
ด้านคุณลักษณะ/เจตคติ	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม

### 8.2 เกณฑ์การประเมิน

- 8.2.1 ใบงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 118)
- 8.2.2 ชิ้นงาน/ผลงาน 5 คะแนน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 134)
- 8.2.3 กระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 119)
- 8.2.4 คุณลักษณะ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 120)

### 8.3 เครื่องมือวัด

- 8.3.1 แบบตรวจใบงานเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 121)
- 8.3.2 แบบตรวจผลงานเรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หน้า 137)
- 8.3.3 แบบสังเกตพฤติกรรมกระบวนการเรียนรู้ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 123)
- 8.3.4 แบบประเมินคุณลักษณะเจตคติทางวิทยาศาสตร์ (รายละเอียดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หน้า 124)

## ใบความรู้ที่ 6 เรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้งสามข้อเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญมากในวิชาฟิสิกส์สามารถนำไปใช้หาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแรงและการเคลื่อนที่รวมทั้งเรื่องสมดุลและยังเป็นพื้นฐานสำหรับนำไปใช้ศึกษาเรื่องอื่นๆ เช่น งาน โมเมนตัม พลังงาน

การใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันทั้งสามข้อ จะต้องใช้ให้เหมาะสม และเพื่อสะดวกในการใช้งานเราจะวางหลักการใช้กฎไว้ง่ายๆ ดังนี้

1. สร้างรูปให้ดูง่าย
2. เขียนแรงภายนอกที่กระทำกับวัตถุ
3. ถ้ามีวัตถุหลายก้อนควรเขียนแยกก้อน
4. ตั้งสมการโดยใช้

$$\text{แนวการเคลื่อนที่ที่มีความเร่ง} : \sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (\text{กฎข้อ 2})$$

$$\text{แนวที่อยู่นิ่งหรือความเร็วคงที่} : \sum \vec{F} = 0 \quad (\text{กฎข้อ 1})$$

5. แก้สมการหาคำตอบ

### หลักการพิจารณาการใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

1. ต้องพิจารณาว่ามีแรงใดบ้างกระทำต่อวัตถุนั้น โดยเขียนทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น
2. ทิศทางของแรงดึงเชือกจะมีทิศทางพุ่งออกจากมวลของวัตถุที่กำลังพิจารณาเสมอ
3. หาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ
  - ถ้าขนาดของแรงลัพธ์เป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือ วัตถุอาจจะหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ในแนวเส้นตรง ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน
  - ถ้าขนาดของลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ซึ่งมีทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

### การใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

จากความสัมพันธ์ของ แรง มวลและความเร่ง ที่เกิดจากแรง 1 แรงกระทำต่อวัตถุตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน ดังนี้

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

ถ้าแรงลัพธ์หลายแรงที่กระทำต่อวัตถุ จะเขียนความสัมพันธ์ของสมการได้ดังนี้

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

โดยที่  $\sum \vec{F}$  หมายถึง ขนาดของแรงลัพธ์ (N)

$m$  หมายถึง มวล (kg)

$\vec{a}$  หมายถึง ความเร่งของวัตถุ ( $\text{m/s}^2$ ) ซึ่งหาได้จากสมการ

$$v = u + \frac{1}{2}at$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$s = \left[ \frac{v+u}{2} \right] t$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

หลักการพิจารณา

1.  $\sum \vec{F}$  จะต้องเป็นขนาดของแรงลัพธ์ และมีขนาดคงที่เท่านั้น
2.  $\sum \vec{F}$  จะเป็นแรงที่อยู่ในแนวการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงใดที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ ไม่ใช่แรงที่ทำให้เกิดความเร่ง
3. แรงและความเร่งต้องอยู่ในแนวเดียวกันและในทิศทางการเคลื่อนที่
4. เมื่อระบบประกอบไปด้วยวัตถุเพียงก้อนเดียว  $\sum \vec{F}$  คือแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ (แรงภายนอก)

5. เมื่อระบบประกอบด้วยมวลมากกว่า 1 ก้อนให้พิจารณาดังต่อไปนี้

5.1 หาความเร่งของระบบ

$\sum \vec{F}$  หมายถึง ผลรวมของแรงภายนอกที่อยู่ในแนวเดียวกับการเคลื่อนที่โดยที่

ผลรวมภายในจะหมดไป

$m$  หมายถึง ผลบวกของมวลทุกมวลที่เคลื่อนที่

$a$  หมายถึง ความเร่งของระบบ

5.2 หาแรงภายในโดยคิดก้อนเดียว

$\sum \vec{F}$  หมายถึง ผลรวมของแรงภายนอกและภายในที่อยู่ในแนวเดียวกับการ

เคลื่อนที่

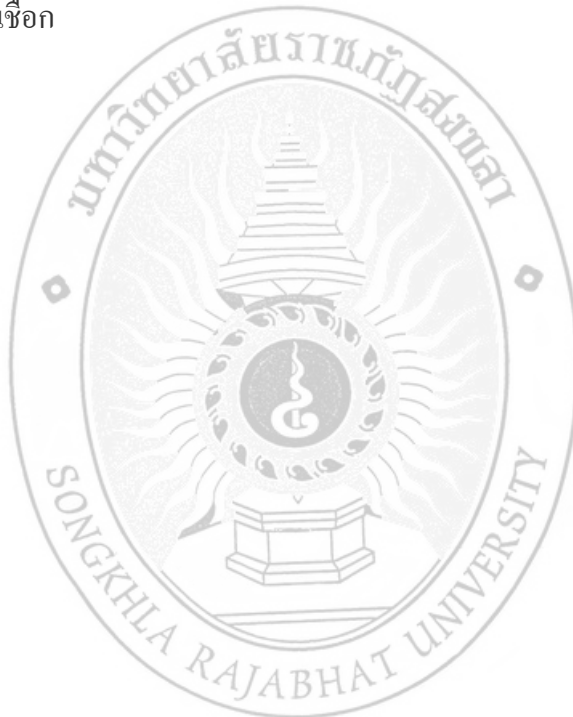
$m$  หมายถึง มวลที่ใช้คิด (เพียงมวลเดียว)

$a$  หมายถึง ความเร่งของระบบ



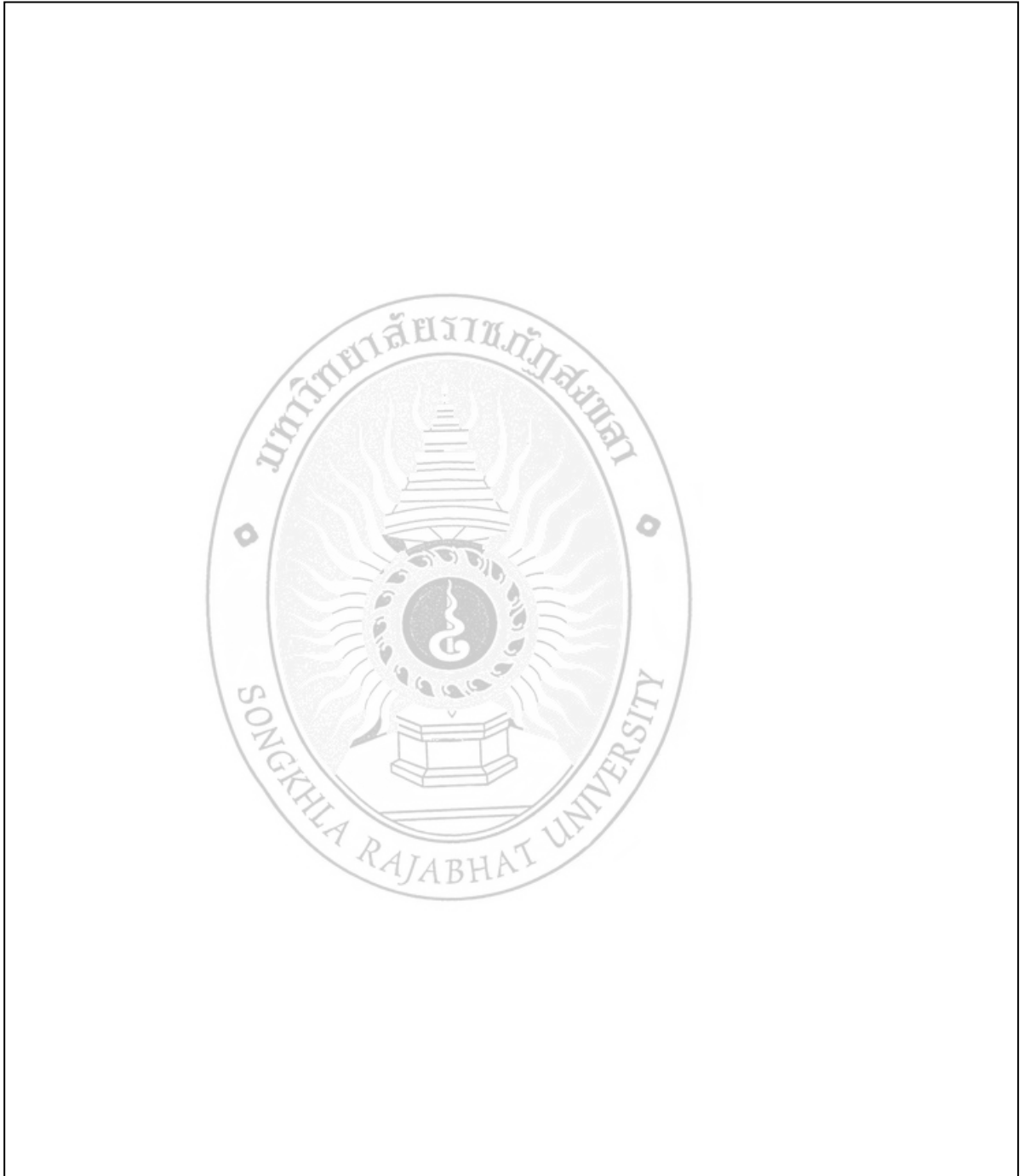
### หลักการเขียน free body diagram

1. แรงปฏิกิริยา  $N^{\text{U}}$  มีทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสของวัตถุ 2 ชนิด
2. แรงเสียดทาน  $f^{\text{U}}$  มีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
3. น้ำหนัก ( $W^{\text{U}}$ ) หรือ ( $mg^{\text{U}}$ ) มีทิศทางพุ่งลงในแนวตั้งเสมอ
4. แรงดึงในเส้นเชือก (T) ในกรณีเชือกเบาไม่คืดน้ำหนักของเชือกมีลักษณะดังต่อไปนี้
  - 4.1 เชือกเส้นเดียวกัน ทุก ๆ จุดในเส้นเชือกมีแรงดึงในเส้นเชือกเท่ากัน
  - 4.2 ทิศทางของแรงดึงเชือกต้องออกจากวัตถุที่พิจารณาเสมอ
  - 4.3 ถ้ามีรอกมาเกี่ยวข้อง แรงดึงเชือกยังคงเดิม โดยไม่เกี่ยวข้องกับทิศทางหรือมุมของเส้นเชือก



**แผนผังโน้ตทัศน์ ( Concept Mapping )**

องค์ความรู้เรื่อง .....



เจ้าของผลงาน ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

ใบงานที่ 9

รายวิชา ว 32201 ฟิสิกส์เพิ่มเติม 1

ชั้นมัธยมศึกษาที่ 4

เรื่อง การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

เวลา 30 นาที

ชื่อ..... ชั้น ม. 4 /..... เลขที่..... คะแนนที่ได้.....

คำสั่ง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำให้ถูกต้อง

คำถาม

- ลิฟต์ขนของมวล 200 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นด้วยความเร่ง  $2.2 \text{ m/s}^2$  ถ้าเวลาที่แขวนลิฟต์ทนแรงดึงได้สูงสุด 7440 นิวตัน ลิฟต์จะบรรทุกสิ่งของได้มากที่สุดเท่าใด

.....

.....

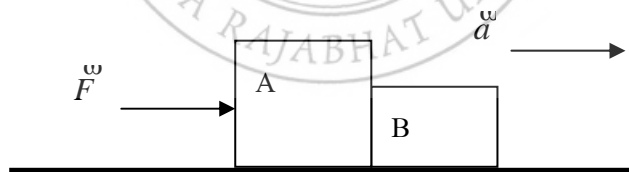
.....

.....

.....

.....

- มวล A และ B วางอยู่บนพื้นราบเกลี้ยง ถ้ามีแรง  $F^w$  กระทำต่อมวล A ในแนวนอนกับพื้นทำให้มวลทั้งสองเคลื่อนที่ติดกันไปด้วยความเร่ง  $a^w$  ดังรูป จงเปรียบเทียบแรงที่ A กระทำต่อ B และแรงที่ B กระทำต่อ A



.....

.....

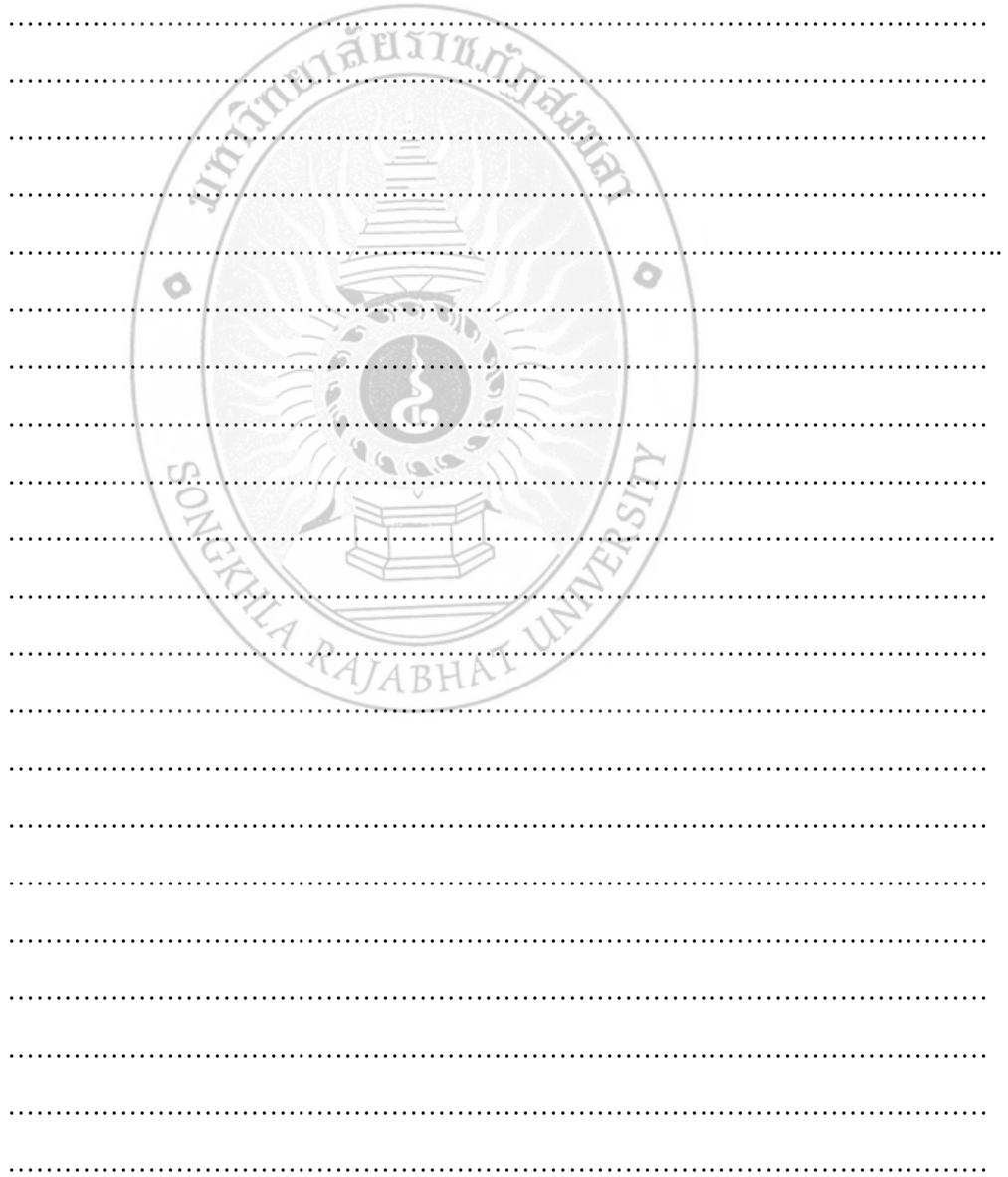
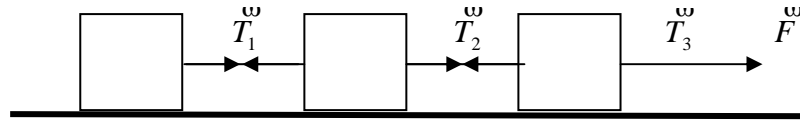
.....

.....

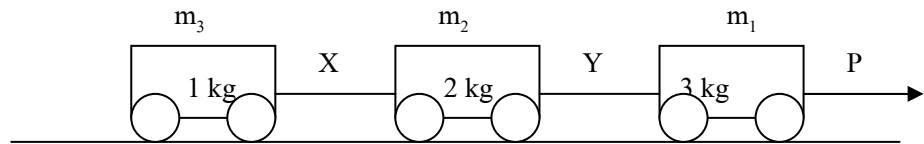
.....

.....

3. จากรูปวัตถุ 3 ก้อน มวลเท่ากันผูกติดกับเชือกเบา วางบนพื้นที่ไม่มีความฝืด ถ้าขนาดของแรง  $F$  ดึงวัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวา ดังรูป ขนาดของแรงดึงในเส้นเชือก  $T_1$   $T_2$  และ  $T_3$  สัมพันธ์กันอย่างไร



4. ใช้แรง  $P$  ดึงรถทดลอง 3 คัน มีมวล 1, 2 และ 3 kg รถทั้ง 3 คัน ต่อกันด้วยเชือกเบา  $X$  และ  $Y$  ดังรูป โดยคิดว่าไม่มีแรงเสียดทานระหว่างรถกับพื้น ถ้าเชือก  $X$  มีความตึง 20 N แรง  $P$  และความตึงเชือก  $Y$  มีค่ากี่นิวตัน



5. เชือกแขวนกับเพดานมีมวล 2 kg โหนเชือกอยู่สูงจากพื้น 10 m ได้รู้ดตัวลงมาจากเชือกด้วยความเร่งคงที่ถึงพื้นใช้เวลา 2 s ความตึงเชือกเป็นเท่าใดโดยไม่คิดมวลของเชือก

**แบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน**  
**เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่**  
**วิชาฟิสิกส์ ว 30201 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

ชื่อ – สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

\*\*\*\*\*

**คำชี้แจง**

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 34 ข้อ แต่ละข้อแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ
  - ส่วนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้
  - ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนบอกเหตุผลเพื่อสนับสนุนคำตอบในส่วนที่ 1 โดยในส่วนที่ 2 นักเรียนสามารถเลือกคำตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้ หรือเขียนเหตุผลได้โดยอิสระ
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย X ทับตัวเลือกที่นักเรียนคิดว่าถูก

**เกณฑ์การให้คะแนน**

คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลได้อย่างสมบูรณ์	ได้	3	คะแนน
คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลไม่สมบูรณ์	ได้	2	คะแนน
คำตอบถูกต้องและให้เหตุผลผิด	ได้	1	คะแนน
คำตอบผิดทั้งหมด	ได้	0	คะแนน
ไม่ทำแบบทดสอบ	ได้	0	คะแนน

## 1. ข้อใดให้ความหมายของแรงได้ดีที่สุด

- ก. กำลังของเครื่องยนต์
  - ข. พลังงานรูปแบบหนึ่ง
  - ค. การถ่ายโอนพลังงานให้แก่วัตถุ
  - ง. สิ่งที่ทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่
- เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะผลของแรงทำให้วัตถุมีพลังงานสูงขึ้น
- 2) เพราะผลของแรงทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเคลื่อนที่
- 3) เพราะผลของแรงทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่
- 4) เพราะผลของแรงทำให้เกิดการทำงานและวัตถุมีกำลังเพิ่มขึ้น
- 5) อื่นๆ.....

## 2. แรงเป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกับปริมาณใด

- ก. ระยะทาง ความเร่ง
- ข. น้ำหนัก อัตราเร็ว
- ค. อัตราเร็ว ความเร่ง
- ง. ความเร็ว ความเร่ง

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะน้ำหนัก อัตราเร็ว เป็นปริมาณที่มีเฉพาะขนาดเช่นเดียวกับแรง
- 2) เพราะระยะทาง ความเร่ง เป็นปริมาณที่มีเฉพาะขนาดเช่นเดียวกับแรง
- 3) เพราะความเร็ว ความเร่ง เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทางเช่นเดียวกับแรง
- 4) เพราะอัตราเร็ว ความเร่ง เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทางเช่นเดียวกับแรง
- 5) อื่นๆ.....

3. ปริมาณทางฟิสิกส์ต่อไปนี้มวล ความเร็ว แรง ระยะทาง และความเร่ง ถ้าแบ่งกลุ่มโดยอาศัย ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งข้อใดแบ่งกลุ่มได้ถูกต้อง

- ก. ความเร็ว แรง และ มวล ระยะทาง ความเร่ง
- ข. มวล ความเร็ว และ แรง ระยะทาง ความเร่ง
- ค. มวล ระยะทาง และ ความเร็ว แรง ความเร่ง
- ง. ระยะทาง ความเร่ง มวล และ ความเร็ว แรง

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะความเร็ว แรง เป็นปริมาณที่มีเฉพาะขนาด ส่วน มวล ระยะทาง ความเร่ง มีทั้งขนาด และทิศทาง
- 2) เพราะมวล ความเร็ว เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง ส่วน แรง ระยะทาง ความเร่ง มีเฉพาะขนาด
- 3) เพราะมวล ระยะทาง เป็นปริมาณที่มีเฉพาะขนาด ส่วนความเร็ว แรง ความเร่ง มีทั้งขนาด และทิศทาง
- 4) เพราะระยะทาง ความเร่ง มวล เป็นปริมาณที่มีเฉพาะขนาด ส่วน ความเร็ว แรง มีทั้งขนาดและทิศทาง
- 5) อื่นๆ.....

4. ข้อใดให้ความหมายของแรงลัพธ์ได้ดีที่สุด

- ก. แรงย่อยหนึ่งแรงที่มีขนาดมากที่สุด
- ข. แรงหนึ่งแรงที่สามารถแทนแรงย่อยทุกแรงได้
- ค. แรงหนึ่งแรงที่สามารถหักล้างแรงย่อยได้
- ง. แรงหลายแรงที่มีทิศตรงข้ามกับแรงย่อย

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะแรงลัพธ์เป็นแรงที่มีขนาดมากที่สุด
- 2) เพราะแรงลัพธ์เกิดจากหลายๆแรงเกิดการหักล้างกัน
- 3) เพราะแรงลัพธ์เกิดจากผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุ
- 4) เพราะแรงลัพธ์เป็นแรงที่มีขนาดเท่ากับแรงย่อยและมีทิศตรงข้ามกับทิศของแรงย่อย
- 5) อื่นๆ.....



5. แรงขนาด 6 นิวตัน และ 7 นิวตัน กระทำต่อวัตถุก้อนเดียวกัน แรงลัพธ์ที่มีขนาดน้อยที่สุด และมากที่สุดมีค่าเท่าใด

ก.  $\sqrt{85}$  นิวตัน 13 นิวตัน

ข.  $\sqrt{85}$  นิวตัน 1 นิวตัน

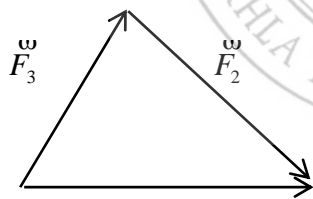
ค. 1 นิวตัน  $\sqrt{85}$  นิวตัน

ง. 1 นิวตัน 13 นิวตัน

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะขนาดของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงสองแรง จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อแรงทั้งสองแรงมีทิศทางตรงข้ามกัน และจะมีค่ามากที่สุดเมื่อแรงทั้งสองมีทิศเดียวกัน
- 2) เพราะขนาดของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงสองแรง จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อแรงทั้งสองมีทิศเดียวกัน และจะมีค่ามากที่สุดเมื่อแรงทั้งสองมีทิศทางตรงข้ามกัน
- 3) เพราะขนาดของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงสองแรง จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อแรงทั้งสองแรงมีทิศทางตรงข้ามกัน และจะมีค่ามากที่สุดเมื่อแรงทั้งสองตั้งฉากกัน
- 4) เพราะขนาดของแรงลัพธ์ที่เกิดจากแรงสองแรง จะมีค่าน้อยที่สุดเมื่อแรงทั้งสองแรงตั้งฉากกัน และจะมีค่ามากที่สุดเมื่อแรงทั้งสองมีทิศเดียวกัน
- 5) อื่นๆ.....

6. พิจารณารูปต่อไปนี้ข้อความใดถูกต้อง

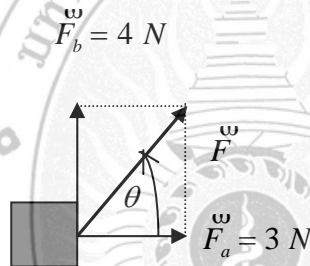


- ก.  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_3$
- ข.  $\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{F}_1$
- ค.  $\vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \vec{F}_2$
- ง.  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ  $\vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{F}_2 + \vec{F}_3$  แรงลัพธ์ที่ได้คือ  $\vec{F}_1$  ซึ่งเป็นเส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย
- 2) เพราะเป็นสามเหลี่ยมปิดผลรวมของแรงจึงเท่ากับศูนย์
- 3) เพราะ  $\vec{F}_2$  เป็นเส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย
- 4) เพราะ  $\vec{F}_3$  เป็นเส้นตรงที่ลากจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย
- 5) อื่นๆ.....

7. แรง 2 แรง ขนาด 4 นิวตัน และ 3 นิวตัน กระทำต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง ณ จุดเดียวกันจงหาแรงลัพธ์ ถ้าแรงทั้งสองกระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกัน



- ก. 5 นิวตัน ทิศทำมุม 37 องศา กับแนวราบ
- ข. 5 นิวตัน ทิศทำมุม 53 องศา กับแนวราบ
- ค. 7 นิวตัน ทิศทำมุม 37 องศา กับแนวราบ
- ง. 7 นิวตัน ทิศทำมุม 53 องศา กับแนวราบ

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ  $F = F_a + F_b$  และทิศทางของแรงลัพธ์หาจาก  $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_a}{F_b}\right)$
- 2) เพราะ  $F = F_a + F_b$  และทิศทางของแรงลัพธ์หาจาก  $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_b}{F_a}\right)$
- 3) เพราะ  $F = \sqrt{F_a^2 + F_b^2}$  และทิศทางของแรงลัพธ์หาจาก  $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_b}{F_a}\right)$
- 4) เพราะ  $F = \sqrt{F_a^2 + F_b^2}$  และทิศทางของแรงลัพธ์หาจาก  $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_a}{F_b}\right)$
- 5) อื่นๆ.....

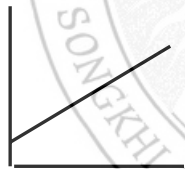


- 2) เพราะถ้าแรงลัพธ์ที่มากกระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ นั่นคือ ถ้าเดิมวัตถุนั้นอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งต่อไป ถ้าวัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่อยู่แล้วด้วยความเร็วค่าหนึ่ง วัตถุนั้นก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วคงตัวค่าเดิม
- 3) เพราะถ้าแรงลัพธ์ที่มากกระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ นั่นคือ ถ้าเดิมวัตถุนั้นอยู่นิ่งก็จะอยู่นิ่งต่อไป ถ้าวัตถุนั้นมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร่งคงที่ค่าเดิม
- 4) เพราะถ้าแรงลัพธ์ที่มากกระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ วัตถุจะไม่เปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ นั่นคือ วัตถุนั้นจะอยู่นิ่ง
- 5) อื่นๆ .....

10. กราฟในข้อใดที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของอนุภาคตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

ก.

ความเร็ว(เมตรต่อวินาที)



เวลา (วินาที)

ข.

การกระจัด (เมตร)



เวลา (วินาที)

ค.

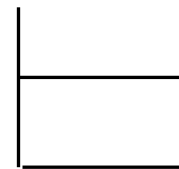
ความเร่ง (เมตร/วินาที<sup>2</sup>)



เวลา (วินาที)

ง.

แรง (นิวตัน)



เวลา (วินาที)

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะเป็นกราฟที่แสดงว่าวัตถุหยุดนิ่ง
- 2) เพราะเป็นกราฟที่แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
- 3) เพราะเป็นกราฟที่แสดงว่าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว
- 4) เพราะเป็นกราฟที่แสดงว่ามีแรงกระทำต่อวัตถุคงตัวทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
- 5) อื่นๆ.....

.....

.....

11. อยู่นั่งอยู่บนรถซึ่งกำลังแล่นบนถนนตรงด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง เมื่อรถหยุดอย่างกะทันหันขณะที่อยู่นิ่งขณะวิ่งตัว ผลจะเป็นอย่างไร
- ก. ออypungไปข้างหน้า ด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
  - ข. ออypungไปข้างหลัง ด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
  - ค. ออyเซไปด้านข้าง ด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง
  - ง. ออyยังคงอยู่นิ่งกับที่ ไม่มีอาการเซ

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะวัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยการอยู่นิ่ง
- 2) เพราะวัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าเดิมในทิศทางเดิม
- 3) เพราะการหยุดกะทันหันทำให้ไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้จึงเกิดการพุ่งไปข้างหน้า
- 4) เพราะการหยุดกะทันหันทำให้เกิดแรงต้านการเคลื่อนที่ซึ่งมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่วัตถุจึงเคลื่อนที่ไปข้างหลัง
- 5) อื่นๆ.....

.....

.....

12. จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับแรงดึงของรถทดลองมวลคงตัว  $m$  ข้อสรุปใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ขนาดความเร่งของรถไม่ขึ้นกับขนาดของแรงลัพธ์
- ข. ขนาดความเร่งของรถจะแปรผกผันกับขนาดของแรงลัพธ์
- ค. ขนาดความเร่งของรถจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์
- ง. ขนาดความเร่งของรถจะแปรผันตรงกับส่วนกลับของขนาดของแรงลัพธ์

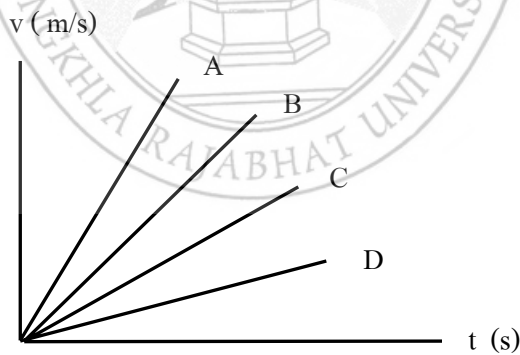
เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะมวลของวัตถุมีผลกับขนาดความเร่ง
- 2) เพราะเป็นกราฟเส้นตรง จากกราฟเมื่อ  $F$  เพิ่มขึ้น ทำให้  $a$  ลดลง
- 3) เพราะเป็นกราฟเส้นตรง จากกราฟเมื่อ  $F$  เพิ่มขึ้น ทำให้  $a$  เพิ่มขึ้น
- 4) เพราะเป็นกราฟเส้นตรง จากกราฟเมื่อ  $a$  เพิ่มขึ้น ทำให้  $1/F$  เพิ่มขึ้น
- 5) อื่นๆ.....

.....

.....

13. จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลาของวัตถุ 4 ก้อน A, B, C และ D เมื่อแรงดึงเท่ากันไปในทิศทางเดียวกัน แสดงได้ดังกราฟ อยากทราบว่าวัตถุใดมีมวลมากที่สุด



- ก. วัตถุ A
- ข. วัตถุ B
- ค. วัตถุ C
- ง. วัตถุ D

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะวัตถุมีความเร็วสูงในช่วงเวลาสั้นๆ
- 2) เพราะใช้เวลาคั้งมากที่สุดเพราะเวลาที่ใช้จะแปรผันตรงกับมวลของวัตถุนั้น
- 3) เพราะวัตถุมีความเร่งสูงสุด ซึ่งความเร่งจะแปรผันตรงกับมวล เมื่อแรงลัพธ์คั้งตัว
- 4) เพราะพื้นที่ใต้กราฟซึ่งเป็นค่าของระยะทางมีค่าน้อยที่สุด โดยระยะทางที่ได้จะแปรผกผันกับมวลวัตถุ
- 5) อื่นๆ.....

.....

.....

14. ข้อใดคั้งกับกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน

- ก. เมื่อ F คั้งที่ a มากขึ้น m จะน้อยลง
- ข. เมื่อ a คั้งที่ F มากขึ้น m จะมากขึ้น
- ค. เมื่อ m คั้งที่ a มากขึ้น F จะมากขึ้น
- ง. a แปรตาม F กับ m

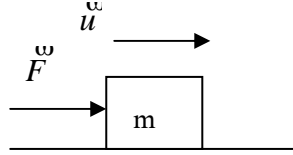
เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ จาก  $F = ma$   $a \propto F$  และ  $a \propto 1/m$
- 2) เพราะ  $a \propto F$  และ  $a \propto m$  เมื่อ F คั้งที่ a มากขึ้น mมากขึ้น
- 3) เพราะ  $a \propto F$  และ  $a \propto 1/m$  เมื่อ aคั้งที่ Fมากขึ้น mน้อยลง
- 4) เพราะ  $a \propto F$  และ  $a \propto m$  เมื่อ mคั้งที่ a มากขึ้น Fมากขึ้น
- 5) อื่นๆ.....

.....

.....

15. เดิมวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว  $u$  ทิศไปทางขวา เมื่อมีแรง  $F$  มากระทำต่อวัตถุตั้งรูป วัตถุ จะเกิดการเคลื่อนที่อย่างไร



- ก. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวา ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น  
 ข. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวา ด้วยความเร็วลดลง  
 ค. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้าย ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น  
 ง. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้าย ด้วยความเร็วลดลง

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะแรงลัพธ์และความเร่งมีทิศไปทางขวา
- 2) เพราะแรงลัพธ์มีทิศไปทางขวาและความเร่งมีทิศไปทางซ้าย
- 3) เพราะเมื่อมีแรงที่มีขนาดไม่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง
- 4) เพราะเมื่อมีแรงที่มีขนาดไม่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น
- 5) อื่นๆ.....

16. แรงลัพธ์  $F$  กระทำต่อวัตถุมวลคงที่  $m$  ทำให้วัตถุตั้งกล่าวเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง  $a$  ตาม ทิศทางของแรงลัพธ์นั้น ทำอย่างไรจึงจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งมากขึ้น

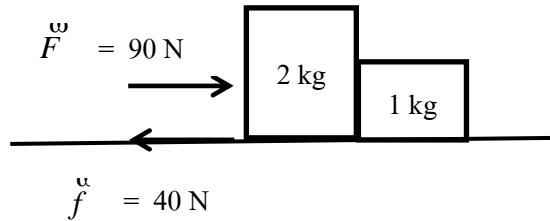
- ก. เพิ่มขนาดความเร็วของวัตถุ      ข. เปลี่ยนทิศทางของแรงที่กระทำ  
 ค. ลดขนาดแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ      ง. เพิ่มขนาดแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะทิศทางสามารถบอกลักษณะของความเร่งได้
- 2) เพราะเมื่อความเร็วมีค่าน้อย ความเร่งจะมีค่าน้อย ถ้าความเร็วมีค่ามาก ความเร่งจะมีค่ามาก
- 3) เพราะความเร่งจะแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้น ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สอง ของนิวตัน
- 4) เพราะความเร่งจะเป็นแปรผกผันกับแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุนั้น ตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ สองของนิวตัน
- 5) อื่นๆ.....



17. เมื่อออกแรงดันวัตถุไปในแนวระดับขนาด 90 นิวตัน ที่ผิวสัมผัสระหว่างพื้นกับวัตถุมีแรงเสียดทาน 40 นิวตัน ข้อความใดกล่าวถูกต้อง



- ก. วัตถุหยุดนิ่ง  
 ข. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งตามทิศของแรงลัพธ์  
 ค. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วลดลง และหยุดนิ่งในที่สุด  
 ง. วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ตามทิศของแรงดัน  $F$

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะวัตถุรักษาสภาพการเคลื่อนที่ด้วยการอยู่นิ่ง
- 2) เพราะแรงดัน ( $F$ ) มีค่ามากกว่าแรงเสียดทาน ( $f$ ) แรงลัพธ์มีค่ามากกว่าศูนย์ วัตถุจึงเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัวตามทิศของแรงลัพธ์
- 3) เพราะแรงดัน ( $F$ ) มีค่ามากกว่าแรงเสียดทาน ( $f$ ) แรงลัพธ์มีค่ามากกว่าศูนย์ วัตถุจึงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวตามทิศของแรงลัพธ์
- 4) เพราะผิวสัมผัสมีแรงเสียดทานด้านการเคลื่อนที่จึงทำให้วัตถุเคลื่อนที่ช้าลง จนหยุดนิ่งในที่สุด
- 5) อื่นๆ.....



20. นักเรียนสองคนนั่งอยู่บนเก้าอี้สำนักงานหันหน้าเข้าหากัน ใจมีมวล 90 กิโลกรัม . ในขณะที่ตัมมีมวล 65 กิโลกรัม ใจวางเท้าบนเข่าตัม ดังภาพ ใจดันเท้าของเขาออกทำให้เก้าอี้ทั้งสองเคลื่อนที่ ข้อใดกล่าวถึงแรงที่เกิดขึ้นในขณะที่เท้าของใจสัมผัสกับเข่าของตัมถูกต้อง



ตัม

- ก. ใจออกแรงดันตัม แต่ตัมไม่ได้ออกแรงดันใจ
- ข. นักเรียนแต่ละคนออกแรงดันซึ่งกันและกัน แต่ใจออกแรงมากกว่า
- ค. นักเรียนแต่ละคนออกแรงดันซึ่งกันและกัน แต่ตัมออกแรงมากกว่า
- ง. นักเรียนแต่ละคนออกแรงดันซึ่งกันและกัน โดยแรงมีขนาดเท่ากัน

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ ใจมีมวลมากกว่าเมื่อออกแรงดันตัม ทำให้ตัมเคลื่อนที่โดยที่ตัมไม่จำเป็นต้องออกแรง
- 2) เพราะ แรงกิริยา คือแรงที่เท้าใจดันเข่าตัม แรงปฏิกิริยา คือแรงที่เข่าตัมออกแรงดันเท้าใจ แรงทั้งสองมีขนาดเท่ากัน แต่ทิศตรงข้าม
- 3) เพราะ แรงกิริยา คือแรงที่เท้าใจดันเข่าตัม แรงปฏิกิริยา คือแรงที่เข่าตัมออกแรงดันเท้าใจ เนื่องจาก ใจมีมวลมากกว่าตัมจึงต้องออกแรงมากกว่า
- 4) เพราะ แรงกิริยา คือแรงที่เท้าใจดันเข่าตัม แรงปฏิกิริยา คือแรงที่เข่าตัมออกแรงดันเท้าใจ เนื่องจาก ใจมีมวลมากกว่าตัม ตัมจึงต้องออกแรงมากกว่าใจจึงทำให้ใจเคลื่อนที่
- 5) อื่นๆ .....

.....  
 .....

21. รถบรรทุกคันหนึ่งลากจูงรถพ่วงมาด้วย 1 คัน ขณะที่รถบรรทุกกำลังแล่นด้วยความเร่งไปบนถนนในแนวราบ ข้อความใดกล่าวถึงแรงที่รถบรรทุกกระทำต่อรถพ่วง

- ก. เท่ากับแรงที่พื้นถนนกระทำต่อรถพ่วง
- ข. เท่ากับแรงที่รถพ่วงกระทำต่อรถบรรทุก
- ค. มากกว่าแรงที่รถพ่วงกระทำต่อรถบรรทุก
- ง. น้อยกว่าแรงที่รถพ่วงกระทำต่อรถบรรทุก

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะจากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน แรงที่รถบรรทุกกระทำต่อรถพ่วงเท่ากับแรงที่รถพ่วงกระทำต่อรถบรรทุก
- 2) เพราะ รถพ่วงเคลื่อนที่ไปพร้อมกับรถบรรทุกแสดงว่าแรงที่รถบรรทุกกระทำต่อรถพ่วงมากกว่าแรงที่รถพ่วงกระทำต่อรถบรรทุก
- 3) เพราะแรงที่รถบรรทุกกระทำต่อรถพ่วงและแรงที่พื้นถนนกระทำต่อรถพ่วงเป็นแรงคู่กิริยาปฏิกิริยา จึงมีขนาดเท่ากัน
- 4) เพราะ รถบรรทุกเคลื่อนที่ด้วยความเร่งแสดงว่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถบรรทุกไม่เท่ากับศูนย์
- 5) อื่นๆ .....

22. น้ำหนักของวัตถุบนผิวโลก มีความหมายตรงตามข้อความใด

- ก. มวลของวัตถุ
- ข. แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ
- ค. แรงที่ผิวโลกดันวัตถุ
- ง. ผลคูณระหว่างมวลและความเร่ง

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะเป็นแรงที่โลกส่งมากระทำต่อวัตถุต่างๆมีทิศขึ้น
- 2) เพราะน้ำหนักและมวลของวัตถุเป็นปริมาณอย่างเดียวกัน
- 3) เพราะ เป็นแรงที่โลกส่งมากระทำต่อวัตถุต่างๆที่อยู่ในสนามโน้มถ่วงของโลก
- 4) เพราะเป็นค่าของแรงที่หาได้จากผลคูณของมวลกับความเร่งคงตัวที่ใช้ในการเคลื่อนที่
- 5) อื่นๆ.....

23. วัตถุมวล  $m$  กิโลกรัม วางอยู่บนผิวโลกซึ่งมีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกเป็น  $g$  เมตรต่อวินาที ถ้าวัตถุนี้ถูกนำขึ้นไปบนดวงจันทร์ ซึ่งมีความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงเป็น  $1/6$  เท่าของที่ผิวโลก น้ำหนักของวัตถุจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. น้ำหนักเท่าเดิม
- ข. น้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 6 เท่าของน้ำหนักที่ผิวโลก
- ค. น้ำหนักลดลงเป็น  $1/6$  เท่าของน้ำหนักที่ผิวโลก
- ง. น้ำหนักลดลงเป็น  $1/3$  เท่าของน้ำหนักที่ผิวโลก

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ น้ำหนักของวัตถุจะมีค่าคงที่ ไม่ขึ้นกับค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง
- 2) เพราะ แรงดึงดูดระหว่างวัตถุและดวงจันทร์มากกว่าแรงดึงดูดระหว่างวัตถุและโลก
- 3) เพราะ ความเร่งโน้มถ่วงของดวงจันทร์ลดลงเป็น  $1/6$  เท่าของความเร่งโน้มถ่วงของโลก น้ำหนักจึงลดลง
- 4) เพราะ น้ำหนักของวัตถุแปรผกผันกับค่าความเร่งโน้มถ่วง เมื่อความเร่งโน้มถ่วงลดลง น้ำหนักจึงเพิ่มขึ้น
- 5) อื่น ๆ .....

24. นายเดช นิ่งใกล้ นางสาวก๊ก โดยที่นายเดชมีมวลเป็น 2.5 เท่าของนางสาวก๊ก นายเดชจะส่งแรงดึงดูดนางสาวก๊ก นางสาวก๊กจะส่งแรงดึงดูดนายเดช ในลักษณะใด

- ก. ดึงดูดด้วยขนาดของแรงที่เท่ากัน
- ข. ดึงดูดด้วยขนาดของแรงที่มากกว่านายเดช 2.5 เท่า
- ค. ดึงดูดด้วยขนาดของแรงที่น้อยกว่านายเดช 2.5 เท่า
- ง. นายเดชส่งขนาดของแรงดึงดูดนางสาวก๊กเพียงฝ่ายเดียว

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ นายเดชมีมวลมากกว่าจึงออกแรงดึงดูดนางสาวก๊ก
- 2) เพราะ นางสาวก๊กมีมวลมากกว่า จึงส่งแรงดึงดูดได้มากกว่า
- 3) เพราะ นางสาวก๊กมีมวลน้อยกว่า จึงส่งแรงดึงดูดได้น้อยกว่า
- 4) เพราะ แรงดึงดูดระหว่างมวลเป็นแรงคู่กิริยากันจึงมีขนาดเท่ากัน
- 5) อื่นๆ.....

25. โลกดึงดูดดวงจันทร์โดยที่ไม่มีตัวกลางหรือสื่อกลางระหว่างโลกและดวงจันทร์ได้อย่างไร

- ก. โลกแผ่สนามไฟฟ้าออกไปรอบ ๆ
- ข. โลกแผ่สนามแม่เหล็กออกไปรอบ ๆ
- ค. โลกและดวงจันทร์ดึงดูดกันด้วยแรงนิวเคลียร์
- ง. โลกแผ่สนามโน้มถ่วงซึ่งเป็นสนามของแรงออกไปรอบ ๆ

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ โลกมีสนามแม่เหล็กโลกห่อหุ้มอยู่
- 2) เพราะ โลกมีสนามไฟฟ้า ซึ่งสามารถดึงดูดวัตถุที่เป็นกลางได้
- 3) เพราะ สนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงดึงดูดกระทำต่อมวลของวัตถุทั้งหลาย
- 4) เพราะการดึงดูดกันด้วยแรงนิวเคลียร์ไม่จำเป็นต้องมีตัวกลาง วัตถุใดๆ ก็สามารดึงดูดกัน  
ได้
- 5) อื่นๆ.....  
.....  
.....

26. จงพิจารณาคำกล่าวต่อไปนี้ข้อความใดกล่าวถูก

- ก. ขณะวัตถุพอลิไธลแรงเสียดทานจะมากที่สุด
- ข. เมื่อวัตถุมีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว แรงเสียดทานจะเปลี่ยนไปด้วย
- ค. แรงเสียดทานระหว่างผิวสองผิวจะเป็นไปตามสมการ  $f = \mu N$  เสมอ
- ง. สำหรับผิวคู่หนึ่งหนึ่งแรงเสียดทานสถิตมีค่ามากกว่าแรงเสียดทานจลน์เสมอ

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ  $f = \mu N$  เป็นสมการที่ใช้หาค่าแรงเสียดทาน
- 2) เพราะ แรงเสียดทานแปรผันตรงกับความเร็วยของวัตถุ
- 3) เพราะ แรงเสียดทานสถิตจะมีค่ามากที่สุด เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ และมีค่ามากกว่าแรงเสียด  
ทานจลน์
- 4) เพราะ แรงเสียดทานสถิตมีได้หลายค่าตั้งแต่ศูนย์ที่สุดจนถึงมากที่สุด แรงเสียดทานจลน์มีค่า  
คงตัวเสมอ
- 5) อื่น ๆ .....  
.....  
.....

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 27 - 28

จากการทดลองหาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทานจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักของวัตถุได้ผลการทดลองดังนี้

- เมื่อออกแรงดึง 0.5 N , 1.0 N , และ 1.5 N แผ่นไม้ยังไม่เคลื่อนที่
- แผ่นไม้จะเริ่มเคลื่อนที่ เมื่อเพิ่มแรงดึงแผ่นไม้เป็น 2.9 N
- เมื่อแผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แรงที่ดึงแผ่นไม้มีค่าลดลงเหลือ 2.0 N

27. เมื่อออกแรงดึงแผ่นไม้โดยแผ่นไม้อยู่นิ่ง แรงเสียดทานมีขนาดเท่าใดและมีทิศทางใด

- ก. ขนาดเท่ากับขนาดของแรงดึง ทิศทางเดียวกันกับแรงดึง
- ข. ขนาดเท่ากับขนาดของแรงดึง ทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดึง
- ค. ขนาดเท่ากับแรงดึงที่ทำให้แผ่น ไม้เริ่มเคลื่อนที่ทิศทางเดียวกันกับแรงดึง
- ง. ขนาดเท่ากับแรงดึงที่ทำให้แผ่น ไม้เริ่มเคลื่อนที่ทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดึง

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ และแรงในแนวระดับมี 2 แรง คือแรงดึงและแรงเสียดทาน นั่นคือแรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงดึงแต่ทิศตรงกันข้าม
- 2) เพราะ เพราะ แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ และแรงในแนวระดับมี 2 แรง คือแรงดึงและแรงเสียดทาน นั่นคือแรงเสียดทานมีขนาดเท่ากับแรงดึงและทิศเดียวกัน
- 3) เพราะแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นคือแรงเสียดทานสถิต มีค่าสูงสุดเมื่อเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่และมีทิศเดียวกับทิศแรงที่กระทำ
- 4) เพราะแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นคือแรงเสียดทานสถิต มีค่าสูงสุดเมื่อเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่และมีทิศตรงข้ามกับทิศแรงที่กระทำ
- 5) อื่นๆ.....

.....  
 .....

28. แรงเสียดทานสถิตสูงสุดและแรงเสียดทานจลน์มีขนาดเท่าใดและทิศทางใด

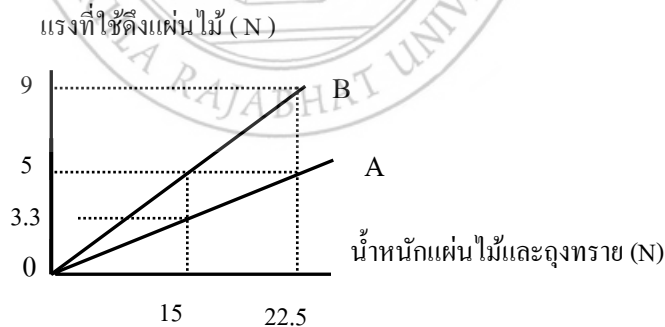
- ก.  $f_{s,max} = 2.0 \text{ N}$        $f_k = 2.9 \text{ N}$  ทิศทางเดียวกันกับแรงดึง
- ข.  $f_{s,max} = 2.0 \text{ N}$        $f_k = 2.9 \text{ N}$  ทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดึง
- ค.  $f_{s,max} = 2.9 \text{ N}$        $f_k = 2.0 \text{ N}$  ทิศทางเดียวกันกับแรงดึง
- ง.  $f_{s,max} = 2.9 \text{ N}$        $f_k = 2.0 \text{ N}$  ทิศทางตรงกันข้ามกับแรงดึง

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะแรงเสียดทานจลน์มีค่ามากกว่าแรงเสียดทานสถิตสูงสุด
- 2) เพราะแรงเสียดทานสถิตสูงสุดมีค่ามากกว่าแรงเสียดทานจลน์
- 3) เพราะแรงเสียดทานสถิตสูงสุดคือแรงเสียดทานเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานจลน์คือแรงเสียดทานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ
- 4) เพราะแรงเสียดทานสถิตสูงสุดคือแรงเสียดทานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว แรงเสียดทานจลน์คือแรงเสียดทานเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่มีทิศตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ
- 5) อื่นๆ.....  
.....  
.....

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 29 - 31

จากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุแสดงได้ดังกราฟ



กราฟ A หมายถึง กราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุลทรายขณะแผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

กราฟ B หมายถึง กราฟระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุลทรายขณะแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่



29. จากกราฟสัมประสิทธิ์ความเสียหายสถิติมีค่าเท่าใด

- ก. 0.23
- ข. 0.40
- ค. 2.50
- ง. 4.35

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ สัมประสิทธิ์ความเสียหายสถิติหาจากความชันของกราฟ A
- 2) เพราะ สัมประสิทธิ์ความเสียหายสถิติหาจากความชันของกราฟ B
- 3) เพราะ สัมประสิทธิ์ความเสียหายสถิติหาจากส่วนกลับของความชันของกราฟ A
- 4) เพราะ สัมประสิทธิ์ความเสียหายสถิติหาจากส่วนกลับของความชันของกราฟ B
- 5) อื่นๆ.....

.....

.....

30. จากกราฟสัมประสิทธิ์ความเสียหายจลน์มีค่าเท่าใด

- ก. 0.23
- ข. 0.40
- ค. 2.50
- ง. 4.35

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ สัมประสิทธิ์ความเสียหายจลน์หาจากความชันของกราฟ A
- 2) เพราะ สัมประสิทธิ์ความเสียหายจลน์หาจากความชันของกราฟ B
- 3) เพราะ สัมประสิทธิ์ความเสียหายจลน์หาจากส่วนกลับของความชันของกราฟ A
- 4) เพราะ สัมประสิทธิ์ความเสียหายจลน์หาจากส่วนกลับของความชันของกราฟ B
- 5) อื่นๆ.....

.....

.....

31. จากกราฟข้อสรุปใดกล่าวไม่ถูกต้อง

- ก. แรงดึงแปรผันตรงกับน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุ้มน้ำ
- ข. เมื่อน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุ้มน้ำมีค่ามากทำให้ต้องออกแรงดึงมาก
- ค. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตมากกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์
- ง. สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตน้อยกว่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ แรงดึงและน้ำหนักของวัตถุไม่มีความสัมพันธ์กัน
- 2) เพราะ แรงดึงแปรผกผันกับน้ำหนักแผ่นไม้ร่วมกับตุ้มน้ำ
- 3) เพราะ ความชันของกราฟ B มากกว่าความชันของกราฟ A
- 4) เพราะ ความชันของกราฟ A มากกว่าความชันของกราฟ B
- 5) อื่น.....

32. วัตถุมวล  $m$  เท่ากับ 10 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นระนาบต่อมามีแรง  $F^{\text{W}}$  ขนาด 20 นิวตัน มากระทำต่อวัตถุดังรูป  $\mu$  เป็นสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นระนาบ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.25 ข้อความใดกล่าวถูกต้อง



- ก. วัตถุไม่เคลื่อนที่เนื่องจากขนาดของแรงเสียดทานมากกว่าขนาดของแรง  $F^{\text{W}}$
- ข. วัตถุไม่เคลื่อนที่เนื่องจากขนาดของแรงเสียดทานเท่ากับขนาดของแรง  $F^{\text{W}}$
- ค. วัตถุจะเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วคงตัวเนื่องจากขนาดของแรงเสียดทานเท่ากับขนาดของแรง  $F^{\text{W}}$
- ง. วัตถุเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร่งคงตัวเนื่องจากขนาดของแรงเสียดทานมากกว่าขนาดของแรง  $F^{\text{W}}$

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ จาก  $f_s^{\omega} = \mu N^{\omega}$  เมื่อแทนค่าจะได้แรงเสียดทานสถิตสูงสุดเท่ากับ 25 N นั่นคือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่าแรงที่ดึงวัตถุ วัตถุจึงไม่เคลื่อนที่
  - 2) เพราะ จาก  $f_s^{\omega} = \mu N^{\omega}$  เมื่อแทนค่าจะได้แรงเสียดทานสถิตสูงสุดเท่ากับ 25 N ออกแรง  $F^{\omega}$  ขนาด 20 N ซึ่งน้อยกว่า  $f_s^{\omega}$  จึงไม่สามารถทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ และในขณะที่ออกแรง  $F^{\omega}$  ขนาด 20 N ดึงวัตถุ แรงเสียดทานจะมีค่า 20 N ด้วย
  - 3) เพราะ เมื่อขนาดของแรงเสียดทานเท่ากับขนาดของแรง  $F^{\omega}$  แรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ วัตถุจะรักษาสภาพการเคลื่อนที่
  - 4) เพราะ เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุไม่เป็นศูนย์วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงตัว
  - 5) อื่นๆ.....  
.....  
.....
33. ข้อใดไม่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
- ก. ขณะที่รถแล่นด้วยอัตราเร็วคงที่ แรงลัพธ์ที่กระทำกับรถเป็นศูนย์
  - ข. วัตถุที่เคลื่อนที่เป็นวงกลมมีความเร่งในแนวเข้าสู่ศูนย์กลางของวงกลม
  - ค. แรงที่ผลักดันให้จรวดเคลื่อนที่คือแรงปฏิกิริยาระหว่างจรวดและอากาศดังนั้นจรวดจะไม่เคลื่อนที่ในอากาศ
  - ง. วัตถุจะเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ตราบเท่าที่ยังไม่มีแรงลัพธ์ซึ่งมีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ ไม่เป็นไปตามกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันเมื่อแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุวัตถุจะหยุดนิ่ง
- 2) เพราะ ไม่เป็นไปตามกฎข้อที่หนึ่งของนิวตันวัตถุเคลื่อนที่แบบวงกลมเป็นการรักษาสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนั้นความเร่งมีค่าเป็นศูนย์
- 3) เพราะ ไม่เป็นไปตามกฎข้อที่สองของนิวตันเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่แสดงว่าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร่งค่าหนึ่ง
- 4) เพราะ ไม่เป็นไปตามกฎข้อที่สามของนิวตัน แรงกิริยามีขนาดเท่ากับแรงปฏิกิริยา แต่กระทำกับวัตถุคนละก้อน นำมาหักล้างกันไม่ได้ จรวดจึงเคลื่อนที่

5) อื่นๆ.....  
.....  
.....

34. เมื่อเราตกจากต้นไม้ลงมากระทบพื้นดินจะรู้สึกเจ็บนั้น อธิบายได้ด้วยกฎทางฟิสิกส์ตามข้อใด

- ก. กฎข้อที่หนึ่งของนิวตัน
- ข. กฎข้อที่สองของนิวตัน
- ค. กฎข้อที่สามของนิวตัน
- ง. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

เหตุผลที่เลือก

- 1) เพราะ โลกออกแรงดึงดูดเรา เราจึงรู้สึกเจ็บ
- 2) เพราะ เราตกลงมากระทบพื้น พื้นจึงออกแรงปฏิกิริยากระทำต่อเรา ทำให้เรารู้สึกเจ็บ
- 3) เพราะ เราตกลงมาด้วยความเร็วคงที่มีแรงโน้มถ่วงของโลกกระทำต่อเรา เราจึงรู้สึกเจ็บ
- 4) เพราะ เราตกลงมาด้วยความเร่งเท่ากับความเร่งโน้มถ่วงของโลก มีแรงกระทำต่อเราเป็น  $\vec{F} = m\vec{a}$  เราจึงรู้สึกเจ็บ
- 6) อื่นๆ.....

.....  
.....



ตาราง 15 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังและแผนผังการออกข้อสอบ

ผลการเรียนรู้	พุทธิพิสัย						สาระการเรียนรู้ที่จะออก
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
1. อธิบายความหมายของแรง แรงลัพธ์	2	2					1. แรง
2. หาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์สองแรงได้			3	1			2. การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
3. อธิบายสถานการณ์เพื่อนำไปสรุปกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันและใช้กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันอธิบายสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้		2	1				3. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตัน
4. ทำการทดลองเพื่อสรุปว่า เมื่อมวลคงตัว ขนาดของความเร่งของวัตถุแปรผันตรงกับแรงลัพธ์ และอธิบายได้ว่า ถ้าให้แรงลัพธ์คงตัว ขนาดความเร่งของวัตถุจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุนั้น และใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวสรุปเป็นกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันได้		2		1			4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

ตาราง 15 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	พุทธิพิสัย						สาระการเรียนรู้ที่ จะออก
	ความ จำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	การ สังเคราะห์	การ ประเมินค่า	
5. อธิบายวิหิตทางของแรงลัพธ์ และความเร่งของวัตถุจากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันได้ และนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันไปแก้ปัญหา เมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง		1		2			5. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน
6. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและวิเคราะห์แรงกิริยา – ปฏิกิริยาได้		4					6. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน
7. บอกได้ว่าแรงที่โลกดึงดูดวัตถุคือน้ำหนักของวัตถุ	1			1			7. น้ำหนัก
8. อธิบายกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันและใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน หาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้				1			8. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

ตาราง 15 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	พุทธิพิสัย						สาระการเรียนรู้ที่ จะออก
	ความ จำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	การ สังเคราะห์	การ ประเมินค่า	
9. บอกได้ว่าสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงดึงดูดกระทำต่อมวลของวัตถุ ซึ่งเรียกว่าแรงโน้มถ่วง		1					9. กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
10. บอกความหมายของแรงเสียดทานและจำแนกออกเป็นแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์		1					10. แรงเสียดทาน
11. ทำการทดลองหาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทานจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักของวัตถุ		2					11. แรงเสียดทาน
12. ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุและแปลความหมายจากกราฟระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุ เพื่อหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ได้		1	2				12. แรงเสียดทาน
13. วิเคราะห์แรงเสียดทานในสถานการณ์ต่างๆ				1			13. แรงเสียดทาน

ตาราง 15 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	พุทธิพิสัย						สาระการเรียนรู้ที่จะออก
	ความจำ	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การสังเคราะห์	การประเมินค่า	
14. ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้ โดยวิเคราะห์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้		1		1			14. การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้



ตาราง 16 รายการมโนมติ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่

ผลการเรียนรู้	มโนมติ	หมายเลขข้อสอบ
1.อธิบายความหมายของแรง แรงลัพธ์	1. แรง เป็นปริมาณทางฟิสิกส์ที่ทำให้วัตถุเปลี่ยน สภาพการเคลื่อนที่ โดยเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) 2. แรงลัพธ์คือผลรวมของแรงย่อยทุกแรงที่กระทำ ต่อวัตถุ	1, 2, 3 4
2. หาขนาดและทิศทางของแรง ลัพธ์สองแรงได้	3. การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน ทำได้ 2 วิธี คือโดยการสร้างรูปและการคำนวณ	5, 6, 7, 8
3. อธิบายสถานการณ์เพื่อนำไป สรุปกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ หนึ่งของนิวตันและใช้กฎ การเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของ นิวตันอธิบายสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวันได้	4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตันหรือกฎของ ความเฉื่อย กล่าวว่า วัตถุคงสภาพอยู่นิ่งหรือ สภาพการเคลื่อนที่อย่างสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง นอกจากจะมีแรงลัพธ์มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำ	9, 10, 11
4. ทำการทดลองเพื่อสรุปว่า เมื่อมวลคงตัว ขนาดของ ความเร่งของวัตถุแปรผันตรง กับแรงลัพธ์ และอธิบายได้ ว่า ถ้าให้แรงลัพธ์คงตัว ขนาดความเร่งของวัตถุจะ แปรผกผันกับมวลของวัตถุ นั้น และใช้ความสัมพันธ์ ดังกล่าวสรุปเป็นกฎการ เคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน ได้	5. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวว่า เมื่อ มีแรงลัพธ์มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเกิด ความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาด ของแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ เขียนในรูปสมการเวกเตอร์ได้เป็น $\vec{F} = m\vec{a}$ เมื่อ $\vec{F}$ เป็นแรงลัพธ์ที่มากระทำกับวัตถุมวล $m$ ให้เคลื่อนที่ด้วยความเร่ง $\vec{a}$	12, 13, 14

ตาราง 16 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	มโนคติ	หมายเลขข้อสอบ
5. อธิบายวิหิตาธิศทางของแรงลัทธิ์ และความร่งของวัตถุจากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันได้ และนำกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตันไปแก้ปัญหาคือเมื่อกำหนดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง	5. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวว้า เมื่อมีแรงลัทธิ์มากกระทำต่อวัตถุจะท้าวให้วัตถุเกิด ความร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัทธิ์ที่มากกระทำ และขนาดของความร่งจะแปรผันตรงกัขนาดของแรงลัทธิ์ และแปรผกผันกัมวลของวัตถุ เขียนในรูปสมการเวกเตอร์ได้เป็น $\vec{F} = m\vec{a}$ เมื่อ $\vec{F}$ เป็นแรงลัทธิ์ที่มากกระทำกัวัตถุมวล $m$ ให้เคลื่อนที่ด้วย ความร่ง $\vec{a}$	15, 16, 17
6. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันและวิเคราะห์แรงกิริยา – ปฏิกิริยา ได้	6. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตันกล่าวว้า ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากัน และทิศทางตรงข้ามเสมอ แรงทั้งสองนี้คือแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา เขียนในรูปสมการเวกเตอร์ได้เป็น $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ เมื่อ $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ เป็นแรงคู่กิริยา – ปฏิกิริยา	18, 19, 20, 21
7. บอกได้ว่าแรงที่โลกดึงคูดวัตถุคือน้ำหนักของวัตถุ	7. น้ำหนักของวัตถุ คือน้ำหนักคูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ เขียนน้ำหนักของวัตถุมวล $m$ ได้เป็น $\vec{W} = m\vec{g}$ น้ำหนักเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศทางเดียวกับความร่งโน้มถ่วงและมีหน่วยนิวตัน	22, 23

ตาราง 16 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	มโนคติ	หมายเลขข้อสอบ
8. บอกกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตันได้ และใช้กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน หาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้	8. กฎแรงดึงดูดของนิวตันกล่าวว่า วัตถุทั้งหลายในเอกภพจะออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกัน โดยขนาดของแรงดึงดูดระหว่างวัตถุคู่หนึ่งๆ แปรผันตรงกับผลคูณระหว่างมวลวัตถุทั้งสองและแปรผกผันกับกำลังสองของระยะทางระหว่างวัตถุทั้งสอง เป็นไปตามสมการ $F_G = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$	24
9. บอกได้ว่าสนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงดึงดูดกระทำต่อมวลของวัตถุ ซึ่งเรียกว่าแรงโน้มถ่วง	9. สนามโน้มถ่วงทำให้เกิดแรงดึงดูดกระทำต่อมวลของวัตถุทั้งหลาย แรงดึงดูดนี้เรียกว่าแรงโน้มถ่วง สนามโน้มถ่วงเป็นปริมาณเวกเตอร์ แทนด้วยสัญลักษณ์ $\vec{g}$ สนามโน้มถ่วงที่ตำแหน่งใดๆ หาได้จากแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อวัตถุมวลหนึ่งหน่วย หรือ $\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$	25
10. บอกความหมายของแรงเสียดทานและจำแนกออกเป็นแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์	10. แรงเสียดทาน เป็นแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง แรงเสียดทานมีสองชนิดคือ แรงเสียดทานจลน์และแรงเสียดทานสถิต	26
11. ทำการทดลองหาขนาดและทิศทางของแรงเสียดทานจากความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงกับน้ำหนักของวัตถุ	11. แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุกำลังเคลื่อนที่มีค่าคงตัวเสมอ มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานจลน์ มีขนาด $f_k = \mu_k N$	27, 28

ตาราง 16 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	มโนคติ	หมายเลขข้อสอบ
	<p>12. แรงเสียดทานสถิต (static friction) เกิดขึ้นจากการที่มีแรงภายนอกกระทำต่อวัตถุพยายามให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ แต่วัตถุนั้นยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตมีได้หลายค่าตั้งแต่น้อยที่สุดจนถึงมากที่สุดจะมีค่ามากที่สุด เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่วัตถุพยายามจะเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิต มีขนาด</p> $f_{s,\max} = \mu_s N$	
<p>12. ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุ และแปลความหมายจากกราฟระหว่างแรงที่ใช้ดึงวัตถุกับน้ำหนักวัตถุ เพื่อหาสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์ได้</p>	<p>13. แรงเสียดทานสถิต มีขนาด <math>f_s = \mu_s N</math> นั่นคือ <math>\mu_s = \frac{f_s}{N}</math> เมื่อ <math>N = mg</math> สามารถสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตได้จากความชันของกราฟระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับน้ำหนักของวัตถุขณะวัตถุเริ่มเคลื่อนที่</p> <p>14. แรงเสียดทานจลน์ มีขนาด <math>f_k = \mu_k N</math> นั่นคือ <math>\mu_k = \frac{f_k}{N}</math> เมื่อ <math>N = mg</math> สามารถสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์ได้จากความชันของกราฟระหว่างแรงที่กระทำต่อวัตถุกับน้ำหนักของวัตถุขณะวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว</p>	<p>29, 30, 31</p>

ตาราง 16 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	มโนคติ	หมายเลขข้อสอบ
13. วิเคราะห์แรงเสียดทานในสถานการณ์ต่างๆ	<p>11. แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction) เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุกำลังเคลื่อนที่มีค่าคงตัวเสมอ มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานจลน์ มีขนาด</p> $f_k = \mu_k N$ <p>12. แรงเสียดทานสถิต (static friction) เกิดขึ้นจากการที่มีแรงภายนอกกระทำต่อวัตถุพยายามให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ แต่วัตถุนั้นยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตมีได้หลายค่าตั้งแต่น้อยที่สุดจนถึงมากที่สุดจะมีค่ามากที่สุด เมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่วัตถุพยายามจะเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิต มีขนาด</p> $f_{s,max} = \mu_s N$	32
14. ใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องได้โดยวิเคราะห์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้	15. การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้	33, 34

## ภาคผนวก ง

### การหาคุณภาพเครื่องมือ

- แสดงค่าความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้
- แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้
- แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่
- แสดงระดับความยากง่าย ( $p$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_{tt}$ )

ตาราง 17 แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแรง

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/ คนที่			รวม	IOC	ผลสรุป
		1	2	3			
1	ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
3	สาระสำคัญ	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4	ภาระชิ้นงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	สื่อ / แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 18 แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/ คนที่			รวม	IOC	ผลสรุป
		1	2	3			
1	ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	สาระสำคัญ	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4	ภาระชิ้นงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	สื่อ / แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 19 แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องกฎการเคลื่อนที่  
ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/ คนที่			รวม	IOC	ผลสรุป
		1	2	3			
1	ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	สาระสำคัญ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	ภาระชิ้นงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	สื่อ / แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 20 แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่  
สองของนิวตัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/ คนที่			รวม	IOC	ผลสรุป
		1	2	3			
1	ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	สาระสำคัญ	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4	ภาระชิ้นงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	สื่อ / แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้



ตาราง 21 แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/ คนที่			รวม	IOC	ผลสรุป
		1	2	3			
1	ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	สาระสำคัญ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	ภาระชิ้นงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	สื่อ / แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 22 แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องน้ำหนัก

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/ คนที่			รวม	IOC	ผลสรุป
		1	2	3			
1	ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	สาระสำคัญ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	ภาระชิ้นงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	สื่อ / แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 23 แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/ คนที่			รวม	IOC	ผลสรุป
		1	2	3			
1	ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	สาระสำคัญ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	ภาระชิ้นงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	สื่อ / แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 24 แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องแรงเสียดทาน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/ คนที่			รวม	IOC	ผลสรุป
		1	2	3			
1	ผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	สาระสำคัญ	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	ภาระชิ้นงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	สื่อ / แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 25 แสดงค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องการนำกฎ  
การเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/ คนที่			รวม	IOC	ผลสรุป
		1	2	3			
1	ผลการเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2	จุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	สาระสำคัญ	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
4	ภาระชิ้นงาน	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	กิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	สื่อ / แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	การวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 26 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องแรง

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			$\bar{X}$	S.D.	แปลผลความเหมาะสม
		1	2	3			
1	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
2	ความสอดคล้องกันของสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	2	3	3.33	1.53	ปานกลาง
3	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	3	2	5	3.33	1.53	ปานกลาง
4	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	3	4	4.00	1	มาก
5	ความครบถ้วนของทักษะกระบวนการกับผลการเรียนรู้	5	2	4	3.67	1.53	มาก
6	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	5	2	4	3.67	1.53	มาก
7	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	2	4	3.33	1.15	ปานกลาง
8	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	5	3	5	4.33	1.15	มาก
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	3	5	4.33	1.15	มาก
10	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	3	4	3.67	0.58	มาก
11	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและการประเมินผลการเรียน	5	3	4	4.00	1.00	มาก
12	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	5	3	4	4.00	1.00	มาก
13	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 – 12)	4	3	4	3.67	0.58	มาก
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>					3.82	1.10	มาก

ตาราง 27 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการหาแรงลัพธ์ของแรง  
สองแรงที่ทำมุมต่อกัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			$\bar{X}$	S.D.	แปลผล ความ เหมาะสม
		1	2	3			
1	มาตรฐานการเรียนรู้และและผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
2	ความสอดคล้องกันของสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
3	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5	ความครบถ้วนของทักษะกระบวนการกับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
6	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
7	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	5	4	4.33	0.58	มาก
8	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	3	5	4.00	1.00	มาก
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและการประเมินผลการเรียน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
12	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	5	4	4	4.33	0.58	มาก
13	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 – 12)	5	4	4	4.33	0.58	มาก
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>					4.41	0.61	มาก

ตาราง 28 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			$\bar{X}$	S.D.	แปลผลความเหมาะสม
		1	2	3			
1	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2	ความสอดคล้องกันของสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
5	ความครบถ้วนของทักษะกระบวนการกับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด
7	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและการประเมินผลการเรียน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
12	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
13	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 – 12)	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>					4.69	0.53	มากที่สุด

ตาราง 29 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สอง  
ของนิวตัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			$\bar{X}$	S.D.	แปลผล ความ เหมาะสม
		1	2	3			
1	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
2	ความสอดคล้องกันของสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
3	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5	ความครบถ้วนของทักษะกระบวนการกับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
7	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและการประเมินผลการเรียน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
12	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	5	3	4	4.00	1.00	มาก
13	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 – 12)	5	4	4	4.33	0.58	มาก
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>					4.51	0.61	มากที่สุด

ตาราง 30 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สาม  
ของนิวตัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			$\bar{X}$	S.D.	แปลผล ความ เหมาะสม
		1	2	3			
1	มาตรฐานการเรียนรู้และและผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
2	ความสอดคล้องกันของสาระสำคัญผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
3	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0	มาก
5	ความครบถ้วนของทักษะกระบวนการกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0	มาก
6	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
7	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	5	4.33	0.58	มาก
8	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและการประเมินผลการเรียน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
12	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
13	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 – 12)	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>					4.49	0.49	มาก



ตาราง 31 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องน้ำหนัก

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			$\bar{X}$	S.D.	แปลผลความเหมาะสม
		1	2	3			
1	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด
2	ความสอดคล้องกันของสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
3	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด
4	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5	ความครบถ้วนของทักษะกระบวนการกับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
6	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
7	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	5	4.33	0.58	มาก
8	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและการประเมินผลการเรียน	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด
12	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
13	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 – 12)	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>					4.64	0.44	มากที่สุด

ตาราง 32 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่องกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล  
ของนิวตัน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			$\bar{X}$	S.D.	แปลผล ความ เหมาะสม
		1	2	3			
1	มาตรฐานการเรียนรู้และและผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
2	ความสอดคล้องกันของสาระสำคัญผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
3	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5	ความครบถ้วนของทักษะกระบวนการกับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
6	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
7	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	5	4.33	0.58	มาก
8	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	5	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	3	5	4.33	0.58	มาก
10	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	1.15	มากที่สุด
11	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและการประเมินผลการเรียน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
12	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
13	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 – 12)	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>					4.51	0.62	มากที่สุด

ตาราง 33 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่องแรงเสียดทาน

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			$\bar{X}$	S.D.	แปลผลความเหมาะสม
		1	2	3			
1	มาตรฐานการเรียนรู้และและผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
2	ความสอดคล้องกันของสาระสำคัญผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
3	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5	ความครบถ้วนของทักษะกระบวนการกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0	มาก
6	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
7	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	4	4.00	0	มาก
8	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	4	3	5	4.00	1.00	มาก
10	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
12	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
13	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 – 12)	5	4	4	4.33	0.58	มาก
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>					4.36	0.52	มาก

ตาราง 34 แสดงผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่องการนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

ข้อ	รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			$\bar{X}$	S.D.	แปลผลความเหมาะสม
		1	2	3			
1	มาตรฐานการเรียนรู้และผลการเรียนรู้มีความเชื่อมโยงกันอย่างเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
2	ความสอดคล้องกันของสาระสำคัญ ผลการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
3	ความเหมาะสมของจำนวนชั่วโมง	5	4	4	4.33	0.58	มาก
4	ความครบถ้วนของสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5	ความครบถ้วนของทักษะกระบวนการกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0	มาก
6	ความครบถ้วนของคุณลักษณะกับผลการเรียนรู้	4	4	4	4.00	0	มาก
7	กิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ/กระบวนการและคุณลักษณะครบตามผลการเรียนรู้เน้นสมรรถนะที่สำคัญของหลักสูตร	4	4	4	4.00	0	มาก
8	ความเหมาะสมของสื่ออุปกรณ์และแหล่งเรียนรู้	5	5	4	4.67	0.58	มากที่สุด
9	ความเหมาะสมของวิธีการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10	ความเหมาะสมของเครื่องมือวัดและการประเมินผลการเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11	ความเหมาะสมของเกณฑ์การวัดและการประเมินผลการเรียน	5	5	5	5.00	0	มากที่สุด
12	แผนการเรียนรู้สามารถนำไปจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้จริง	5	4	4	4.33	0.58	มาก
13	ความสอดคล้อง (ข้อ 1 – 12)	5	4	4	4.33	0.58	มาก
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>					4.38	0.40	มาก

ตาราง 35 แสดงค่าเฉลี่ยรวมผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล ความเหมาะสม
1	แรง	3.82	1.10	มาก
2	การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน	4.41	0.61	มาก
3	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่งของนิวตัน	4.69	0.53	มากที่สุด
4	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน	4.51	0.61	มากที่สุด
5	กฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน	4.49	0.49	มาก
6	น้ำหนัก	4.64	0.44	มากที่สุด
7	กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน	4.51	0.62	มากที่สุด
8	แรงเสียดทาน	4.36	0.52	มาก
9	การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้	4.38	0.40	มาก
ค่าเฉลี่ย		4.42	0.59	มาก

ตาราง 36 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องแบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่

ข้อ ที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			รวม	IOC	การคัดเลือก
	1	2	3			
1	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้/ปรับภาษา
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	-1	1	0.33	ตัดออก
8	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

ตาราง 36 (ต่อ)

ข้อ ที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			รวม	IOC	การคัดเลือก
	1	2	3			
10	0	+1	-1	0	0	ตัดออก
11	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้/ปรับภาษา
14	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
15	0	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	2	0.67	ใช้ได้
17	-1	+1	+1	1	0.33	ตัดออก
18	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
21	-1	+1	+1	1	0.33	ตัดออก
22	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้ปรับภาษา
23	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
29	+1	0	0	1	0.33	ตัดออก
30	+1	+1	-1	1	0.33	ตัดออก
31	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
32	+1	0	-1	0	0	ตัดออก
33	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
34	+1	+1	-1	1	0.33	ตัดออก

ตาราง 36 (ต่อ)

ข้อ ที่	คะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ/คนที่			รวม	IOC	การคัดเลือก
	1	2	3			
35	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
36	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
37	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
38	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
39	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
40	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
41	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
42	+1	+1	-1	1	0.33	ตัดออก
43	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
44	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
45	0	+1	-1	0	0	ตัดออก
46	0	+1	-1	0	0	ตัดออก

ตาราง 37 แสดงระดับความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น ( $r_u$ )

ข้อที่	ความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่	ความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.80	0.39	19	0.37	0.43
2	0.57	0.51	20	0.25	0.25
3	0.61	0.43	21	0.28	0.41
4	0.62	0.37	22	0.40	0.57
5	0.53	0.24	23	0.34	0.41
6	0.31	0.31	24	0.67	0.59
7	0.59	0.51	25	0.37	0.24
8	0.35	0.28	26	0.27	0.24
9	0.32	0.37	27	0.36	0.25
10	0.29	0.31	28	0.31	0.43
11	0.56	0.69	29	0.28	0.25
12	0.15*	0.25	30	0.41	0.31
13	0.75	0.28	31	0.41	0.47
14	0.41	0.24	32	0.27	0.35
15	0.23	0.22	33	0.25	0.25
16	0.35	0.39	34	0.28	0.25
17	0.34	0.37	35	0.37	0.39
18	0.36	0.33			

หมายเหตุ \* คือข้อที่ตัดออก

ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบวัดมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่

เท่ากับ 0.90





**ภาคผนวก จ**

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนรู้

ตาราง 38 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลัง ใ้ได้รับการจัดการเรียนรู้

นักเรียน คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (Pre-test)	คะแนน หลังเรียน (Post-test)	นักเรียน คนที่	คะแนน ก่อนเรียน (Pre-test)	คะแนน หลังเรียน (Post-test)
1	27	79	19	11	53
2	35	62	20	13	50
3	26	56	21	13	63
4	33	74	22	19	71
5	37	65	23	15	74
6	24	62	24	13	70
7	31	64	25	9	64
8	30	55	26	12	72
9	29	74	27	16	67
10	24	64	28	23	68
11	29	74	29	21	66
12	37	68	30	30	72
13	41	69	31	20	67
14	15	55	32	16	58
15	13	72	33	9	57
16	15	67	34	18	58
17	22	65	35	14	58
18	18	65			

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล นางไอนิง เจ๊ะเหลาะ

วัน เดือน ปีเกิด 26 กุมภาพันธ์ 2526

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 57/40 ถนนโรงอ่าง ตำบลสะบารัง อำเภอเมือง  
จังหวัดปัตตานี

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครูชำนาญการ

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนวังกะพ้อพิทยาคม อำเภอกะพ้อ จังหวัดปัตตานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2542	ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.3) โรงเรียนเคหะปัตตานยานุกูล จังหวัดปัตตานี
พ.ศ.2545	ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.6) โรงเรียนเคหะปัตตานยานุกูล จังหวัดปัตตานี
พ.ศ.2549	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอก ฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
พ.ศ.2550	ประกาศนียบัตรบัณฑิต (ป.บัณฑิต) วิชาเอกทางการสอน มหาวิทยาลัยทักษิณ
พ.ศ.2556	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา