

ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่มีต่อมโนคติ
เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน

รุ่งรัตน์ แสนศรี

วิทยานิพนธ์เสนอต่อมหาวิทยาลัยรามคำแหง
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (การสอนวิทยาศาสตร์)
ปีการศึกษา 2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยรามคำแหง

A STUDY OF THE EFFECTS OF PROBLEM-BASED LEARNING
ON THE CONCEPTUAL UNDERSTANDING OF FORCE
IN EVERYDAY LIFE

RUNGRAT SANSRI

A THESIS PRESENTED TO RAMKHAMHAENG UNIVERSITY
IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION
(TEACHING SCIENCE)

2018

COPYRIGHTED BY RAMKHAMHAENG UNIVERSITY

ชื่อผู้เขียน นางสาวรุ่งรัตน์ แสนศรี
สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์

รองศาสตราจารย์ ดร. วรณัฐ แหยมแสง

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สืบพงษ์ ปราบใหญ่)

.....ประธานกรรมการ
(ดร. กุศลทิน มณีกุล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรณช แหยมแสง)

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน

ชื่อผู้เขียน นางสาวรุ่งรัตน์ แสนศิริ

ชื่อปริญญา ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์

ปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ

ประธานกรรมการ

2. รองศาสตราจารย์ ดร. วรณัฐ แหยมแสง

การวิจัยนี้เพื่อศึกษามโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ (1) ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน และ (2) ศึกษาผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ประชากรที่นำมาใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 1 ห้องเรียน 45 คน จากโรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน และ (2) แบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ข้อสอบที่ใช้ในการวัดมีจำนวน 7 ข้อ คะแนนเต็ม 12 คะแนน รูปแบบวิจัยแบบ One Group Pre-test and Post-test Design การวิเคราะห์ผลการจัดกิจกรรมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถิติ t test แบบ Dependent Sample

ผลการวิจัยพบว่า คะแนนโนมดิ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เท่ากับ 2.93 และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ได้คะแนนโนมดิเท่ากับ 4.49 ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบโดยใช้ t test ได้ค่าสถิติทดสอบ t เท่ากับ 7.42 เป็นค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ทำให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีมโนมดิ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ABSTRACT

Thesis Title A Study of the Effects of Problem-Based Learning on the
Conceptual Understanding of Force in Everyday Life

Student's Name Miss Rungrat Sansri

Degree Sought Master of Education

Field of Study Teaching Science

Academic Year 2018

Advisory Committee

- | | |
|--------------------------------------|-------------|
| 1. Asst. Prof. Dr. Umporn Wutchana | Chairperson |
| 2. Assoc. Prof. Dr. Woranuch Yamsang | |

In this thesis, the researcher describes and analyzes (1) problem-based learning activities on force in everyday life; and examines (2) the effects of these activities on the conceptual understanding of force in the everyday life of students prior to the commencement and after the completion of study geared to the learning activities.

The research population consisted of 45 Matthayom Sueksa Two students enrolled in the second semester of the academic year 2018 in one classroom at Matthayom Ban Bang Kapi School, Khlong Chan subdistrict, Bang Kapi district, Bangkok Metropolis.

In this research inquiry, the researcher followed the one group pretest-posttest design approach.

The research instruments consisted of (1) problem-based lesson plans on force in everyday life; and a seven-item test on the conceptual understanding of force in everyday life with a total score of 14.

The dependent samples t test technique was used in analyzing the effects of problem-based learning prior to the commencement and after the completion of this study.

Findings are as follows:

The mean (M) score on the conceptual understanding of force in everyday life prior to the commencement of problem-based learning was at 2.93. After the completion of problem-based learning, the M score for conceptual understanding was at 4.49. The results of the application of dependent samples t test showed scores at 7.42 carrying the statistically significant level of .05. This means that the problem-based learning activities enabled the students to have a M for the conceptual understanding of force in everyday life at a higher level after the completion of the study than prior to its commencement.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัมพร วัจนะ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. วรณัฐ แหยมแสง กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและให้ข้อคิดต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย พร้อมทั้งตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยตระหนักและซาบซึ้งในความกรุณาและความปรารถนาดีที่ได้รับ จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ดร. กุศลสิน มุสิกกุล ประธานกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านฟิสิกส์ที่สนับสนุนทุนวิจัย ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่กรุณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัว ตลอดจนเพื่อนร่วมงานที่คอยห่วงใยและเป็นกำลังใจให้กับผู้วิจัยตั้งแต่เริ่มศึกษาจนกระทั่งทำวิทยานิพนธ์สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี กุศล คุณค่า และประโยชน์ใด ๆ จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้เฝ้าอบรมสั่งสอนให้แก่ผู้วิจัยจนมีพื้นฐานการศึกษาจนถึงปัจจุบันนี้

รุ่งรัตน์ แสนศรี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(4)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(8)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพประกอบ	(13)
บทที่	
1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	2
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
สมมติฐานของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	7
แนวคิดเกี่ยวกับมโนคติ.....	16
แนวคิดเกี่ยวกับแรงในชีวิตประจำวัน	19
3 วิธีดำเนินการวิจัย	30
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	31
แบบแผนการทดลอง	31
การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ.....	33
การเก็บรวบรวมข้อมูล	38
การวิเคราะห์ข้อมูล	39

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	40
มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันก่อนเรียน	41
มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันหลังเรียน.....	42
เปรียบเทียบผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน.....	44
5 สรุปผลการวิจัยและการอภิปราย.....	47
สรุปผลการวิจัย.....	47
การอภิปรายผล.....	48
ภาคผนวก	
ก หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ.....	51
ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	55
ค แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC).....	96
ง ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	103
บรรณานุกรม.....	107
ประวัติผู้เขียน	112

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.....	23
2	แบบแผนการทดลอง	31
3	ความสอดคล้องของตัวชี้วัด จุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาที่ใช้	34
4	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันโดยรวม	41
5	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันรายข้อ	42
6	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยรวม	43
7	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน รายข้อ	44
8	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหา เป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยรวม	45
9	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ด้วยกิจกรรมการจัด การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน รายข้อ	46

ตาราง	หน้า
10 คะแนนการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมิน ความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันกับรายการประเมิน.....	104
11 คะแนนการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมิน ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน กับตัวชี้วัด	106

สารบัญภาพประกอบ

ภาพ	หน้า
1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	10
2 หลักสูตรแกนกลางเนื้อหาเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่.....	22
3 ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการสอน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน.....	23

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สืบเนื่องจากปัญหาด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยในปัจจุบัน ที่การประเมินผลทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ บ่งชี้ว่า การศึกษาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนมีคุณภาพต่ำโดยเฉลี่ย และการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ ไม่สนองความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ศูนย์ส่งเสริมศึกษา, ม.ป.ป., หน้า 1) ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ซึ่งต้องการกำลังคนที่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการผลิตและการบริการที่มีการแข่งขันสูงในอนาคต จึงมีความจำเป็นในการเร่งพัฒนากำลังคนที่ไม่เพียงพอ แต่มีความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ ดังคำกล่าวที่ว่าวิทยาศาสตร์สร้างชาติ วิทยาศาสตร์ ทำให้มนุษย์สามารถคิดค้นเทคโนโลยีในขณะเดียวกันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็ช่วยให้ มนุษย์ค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้มากขึ้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning--PBL) เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการพัฒนามนุษย์ เพราะการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาจริง หรือจำลองสถานการณ์ของปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย และเหมาะสม (ทิสนา เขมมณี, 2557, หน้า 137)

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในประเทศไทย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (แคทรียา มุขมาลี, 2557; ศิขรินทร์ธาร โคตรสิงห์, 2557; สุนารี เก่งวาณิชย์, 2558) จากการสังเกตการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจ ที่ถูกต้องในการรวมแรงโดยวิธีวาดรูป ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่า การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ช่วยให้นักเรียนเข้าใจมโนคติในเรื่อง แรงในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หรือไม่

คำถามวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน
2. เพื่อศึกษาผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

สมมติฐานของการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 45 คน 1 ห้องเรียน

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน
2. ตัวแปรตาม คือ มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2

ระยะเวลาของการวิจัย

ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2558 - เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับแรงในชีวิตประจำวัน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) การหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (2) การหาแรงลัพธ์โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์ และ (3) ผลที่เกิดขึ้นกับวัตถุ เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning--PBL) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม โดยมี 6 ขั้นตอน คือ

1.1 การกำหนดปัญหา หมายถึง ครูจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้ อยากรู้ได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหา

1.2 การทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง การให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา ที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง กับปัญหาได้

1.3 การดำเนินการศึกษาค้นคว้า หมายถึง การให้นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน
ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

1.4 การสังเคราะห์ความรู้ หมายถึง การให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามา
แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสม
หรือไม่เพียงใด

1.5 การสรุปและประเมินค่าของคำตอบ หมายถึง การให้นักเรียนสรุปผลงาน
ของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่
เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระทุกกลุ่มช่วยกัน
สรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

1.6 การนำเสนอและประเมินผลงาน หมายถึง นำให้นักเรียนข้อมูลที่ได้มา
จัดระบบองค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่ม
รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

2. แรง (force) หมายถึง ปริมาณที่กระทำต่อวัตถุ และอาจมีผลทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลง
รูปร่าง ทิศทาง และความเร็ว ประกอบไปด้วยขนาดและทิศทาง ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์

3. แรงลัพธ์ (resultant force) หมายถึง ผลรวมของแรงย่อย เปรียบเสมือนแรง
เพียงแรงเดียวเท่านั้นที่กระทำต่อวัตถุ การรวมแรงใช้หลักการรวมเวกเตอร์โดยการนำแรง
ที่หนึ่งตั้งเป็นหลักเอาไว้ แล้วนำหางของแรงที่สองไปต่อกับหัวลูกศรของแรงที่หนึ่ง
แรงลัพธ์ที่ได้ คือ แรงที่ลากจากหางของแรงที่หนึ่งไปยังหัวของแรงสุดท้าย

4. มโนคติ หมายถึง การสรุปลักษณะส่วนที่สำคัญหรือความเข้าใจ จากการรับรู้
โดยสิ่งเร้า เหตุการณ์ ลำดับ โดยการนำความรู้ที่ได้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม
จนสามารถนำความคิดมาประมวลสรุปหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

5. มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน หมายถึง การสรุปลักษณะส่วนที่สำคัญ
หรือความเข้าใจ ในเรื่องต่อไปนี้

5.1 แรง คือ ปริมาณที่กระทำต่อวัตถุ และอาจมีผลทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงรูปร่าง
ทิศทาง และความเร็ว ประกอบไปด้วย ขนาดและทิศทาง ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์

5.2 แรงลัพธ์ คือ ผลรวมของแรงย่อย เปรียบเสมือนแรงเพียงแรงเดียวเท่านั้น
ที่กระทำต่อวัตถุ การรวมแรงใช้หลักการรวมเวกเตอร์

5.3 การหาแรงลัพธ์โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์ คือ การนำทางของแรงที่สองไปต่อหัวลูกศรของแรงที่หนึ่ง และนำทางของแรงที่สามไปต่อหัวของของแรงที่สอง ทำไปเรื่อย ๆ จนครบทุกแรง แรงลัพธ์ที่ได้ คือ แรงที่ลากจากหางของแรงที่หนึ่งไปยังหัวของแรงสุดท้าย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ให้ได้มากที่สุด
2. ได้ทราบผลของกิจกรรม การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และขอเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.1 แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. แนวคิดเกี่ยวกับมโนคติ

2.1 ความหมายของมโนคติ

2.2 มโนคติทางวิทยาศาสตร์

2.3 การวัดมโนคติ

3. แนวคิดเกี่ยวกับแรงในชีวิตประจำวัน

3.1 ความหมายของแรง

3.2 มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน

3.3 ความสำคัญของแรงในชีวิตประจำวัน

3.4 หลักสูตรการศึกษา

3.5 การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับแรงในชีวิตประจำวัน

3.6 การวัดและประเมินผล

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

แนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ ที่นักจิตวิทยาทางการศึกษา นำมาเป็นประเด็นในการถกเถียงกันมีอยู่ 2 กลุ่ม คือ (ไพศาล สุวรรณน้อย, ม.ป.ป., หน้า 1-2)

1. กลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้เชิงพฤติกรรมนิยม (behaviorist learning theory) ในกลุ่มนี้เชื่อว่า ความรู้มีอยู่มากมายในโลก แต่ความรู้ที่สามารถถ่ายทอดไปยังผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรมนั้นมีเพียงเล็กน้อย การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง นักจิตวิทยาที่ได้รับการยอมรับกัน ในกลุ่มนี้ คือ Skinner

2. กลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้เชิงพุทธิปัญญานิยม (cognitive learning theory) เชื่อว่าความรู้เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างที่มีลักษณะเฉพาะ (particular structure) กับสิ่งแวดล้อมทางจิตวิทยา (psychological environment) ของผู้เรียนแต่ละบุคคล การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ปรับเปลี่ยนโลกภายในของตน โดยอาศัยกระบวนการปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากการรับความรู้ใหม่เข้าไปในสมอง หรือจากการปรับเปลี่ยนความรู้เก่าให้เข้ากับความรู้ใหม่ นักจิตวิทยาที่ได้รับการยอมรับแนวคิดมากที่สุดในกลุ่มนี้ คือ Piaget

ช่วงแรกของศตวรรษที่ 20 John Dewey นักการศึกษาชาวอเมริกันซึ่งเป็นผู้คิดค้นวิธีสอนแบบแก้ปัญห และเป็นผู้เสนอแนวคิดที่ว่า การลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง (learning by doing) จะเกิดการเรียนรู้ได้ คณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) มหาวิทยาลัย McMaster ได้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานขึ้นครั้งแรกในกระบวนการติว (tutorial process) ให้กับนักศึกษาแพทยศาสตร์ วิธีการดังกล่าว ต่อมาได้กลายเป็นรูปแบบการเรียนรู้ (Learning model) ที่ทำให้มหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกานำไปเป็นแบบอย่างในการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากปลายปี ค.ศ. 1950 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรกและได้จัดตั้งห้องทดลอง พหุวิทยาการ (multi-disciplinary laboratory) เพื่อทำเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับทดลองรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาขึ้นมานั้นได้กลายมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา และบัณฑิตวิทยาลัย

สำหรับในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันการสอนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอนทั้งระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและระดับอุดมศึกษาเป็นที่นิยมกันมากขึ้น มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน ที่เรียกว่า การวิจัยในชั้นเรียนที่ใช้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมากมาย มหาวิทยาลัยหลายแห่งที่ส่งเสริมและได้ทดลองนำไปใช้แล้ว เช่น จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมถึงมหาวิทยาลัยเอกชนหลายแห่ง โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอนร่วมกับ ผู้สอนจากมหาวิทยาลัย Stamford และ Vanderbuilt (ไพศาล สุวรรณน้อย, ม.ป.ป., หน้า 3)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-Based Learning--PBL) มีชื่อเรียกในภาษาไทยได้หลายคำ เช่น การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้โดยใช้ปัญหา การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น นักการศึกษาและนักวิชาการ หลายท่านได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักไว้ ดังนี้

ทิสนา แคมมณี (2557) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning--PBL) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นหลัก เป็นการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาจริง หรือจำลองสถานการณ์ของปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการคิดหาวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลายและเหมาะสม

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็น กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาในชีวิตประจำวันเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล โดยเน้นกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม

Bene (2000) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ที่เกิดจากผลของการประยุกต์ ใช้กระบวนการหาเหตุผลเชิงตรรกวิทยาในการสร้างความเข้าใจและหาทางออกของปัญหา

Duch, Groh, and Allen (2001) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หมายถึง วิธีการสอนที่ใช้ปัญหาจากชีวิตจริงเป็นบริบทเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เกิดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีทักษะในการแก้ปัญหาและแสวงหาความรู้ที่จำเป็นตามหลักสูตร

จากความหมายการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานที่นักวิชาการได้กล่าวไว้ สามารถสรุปความหมายได้ว่าเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยเน้นกระบวนการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, หน้า 8) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้ อยากรู้ได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

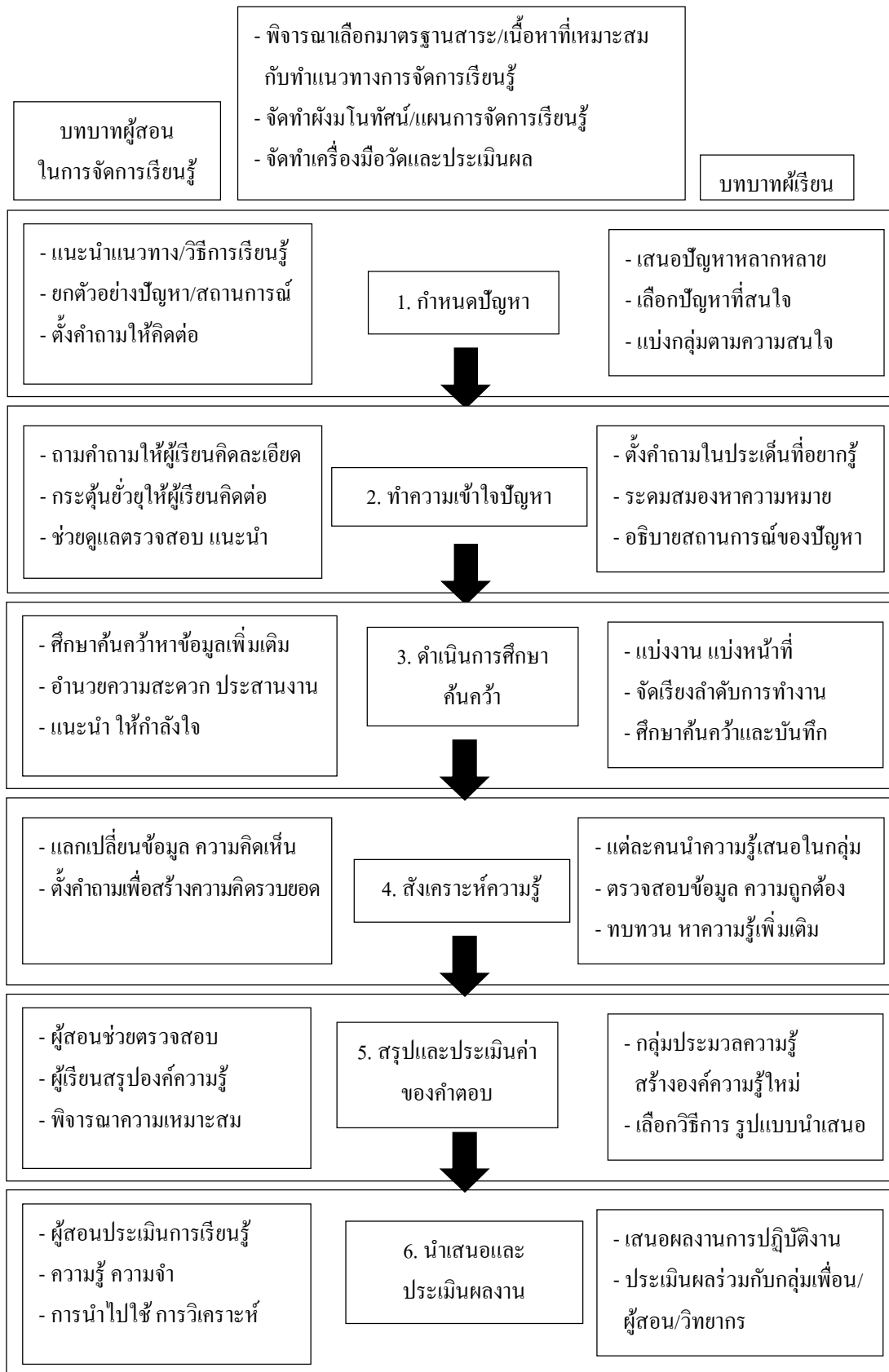
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยแต่ละคนนำเสนอความรู้ที่ตนได้ไปศึกษาค้นคว้ามาเพื่อให้สมาชิกในกลุ่มร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประมวลความรู้เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ และเลือกวิธีการและรูปแบบในการนำเสนอ

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผล ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้นำจัดระบบขององค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สามารถสรุปดังแสดงในภาพ 1



ภาพ 1 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

The University of Iowa, Office of Teaching, Learning & Technology (2019)

ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สำรวจปัญหา รวบรวมข้อมูลที่จำเป็น เรียนรู้แนวคิด หลักการ และทักษะใหม่เกี่ยวกับหัวข้อที่เสนอ

ขั้นที่ 2 ระบุสิ่งที่ต้องรู้ นักเรียนแต่ละคนและในกลุ่มแสดงรายการสิ่งที่พวกเขาารู้แล้วเกี่ยวกับสถานการณ์และรายการสิ่งที่พวกเขายังขาดข้อมูล

ขั้นที่ 3 กำหนดปัญหา วางกรอบปัญหาในบริบทของสิ่งที่รู้แล้วและข้อมูลที่นักเรียนคาดหวังที่จะเรียนรู้

ขั้นที่ 4 วิจัยความรู้ ค้นหาแหล่งข้อมูลและข้อมูลที่จะช่วยสร้างข้อโต้แย้งที่น่าสนใจ

ขั้นที่ 5 ตรวจสอบแนวทางแก้ไข ทำรายการการกระทำที่เป็นไปได้และวิธีแก้ปัญหา กำหนดและทดสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 6 นำเสนอและสนับสนุนแนวทางแก้ไขที่เลือก ระบุและสนับสนุนข้อสรุปอย่างชัดเจนพร้อมข้อมูลและหลักฐานที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 7 ตรวจสอบประสิทธิภาพของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา บ่อยครั้งที่ลูกทีมนักเรียนต้องประเมินผลการปฏิบัติงานและการปรับปรุงแผนสำหรับปัญหาต่อไป

Northern Illinois University, Faculty Development and Instructional Design Center (2019) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 สำรวจประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหา อ่าน อภิปราย วิเคราะห์ปัญหา และระบุส่วนที่สำคัญ

ขั้นที่ 2 ทำรายการสิ่งที่สมาชิกในทีมรู้เกี่ยวกับปัญหา พุคคุยเกี่ยวกับความรู้และประสบการณ์ในปัจจุบันของสมาชิกในทีมที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ระบุจุดแข็งและความสามารถที่สมาชิกแต่ละคนในทีมสามารถนำเสนอวิธีแก้ไขปัญหา ระดมสมองหาแนวทางแก้ไขปัญหาและยอมรับฟังข้อคิดเห็นของแต่ละคน

ขั้นที่ 3 พัฒนาและเขียนคำตอบปัญหาด้วยคำพูดของตนเอง คำอธิบายนี้ ควรขึ้นอยู่กับสิ่งที่คุณรู้เกี่ยวกับปัญหาและสิ่งที่คุณต้องรู้ในการแก้ปัญหา ดังต่อไปนี้ (1) รับฉันทามติจากทีมในข้อความสั้นๆ (2) เขียนคำตั้งปัญหา (3) รับคำติชมจากผู้สอนของคุณ (เพื่อยืนยัน

ว่าคุณอยู่ในเส้นทางที่ถูกต้อง) และ (4) เต็มใจที่จะเปลี่ยนแปลง/แก้ไขคำแถลงปัญหา
จนรวบรวมข้อมูลและเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหา

ขั้นที่ 4 แสดงวิธีแก้ไขปัญหาที่เป็นไปได้ทั้งหมด แสดงรายการแนวคิด การคาดเดา
และสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหา สาเหตุของปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหา ที่เป็นไปได้
จากโอกาสที่จะเกิดขึ้นให้น้อยที่สุดและเลือกวิธีที่ทีมรู้สึกว่าจะประสบความสำเร็จ

ขั้นที่ 5 รายการการกระทำที่จะต้องดำเนินการภายในเวลาที่จำกัด เช่น เราต้องรู้
อะไรและทำอะไรเพื่อแก้ไขปัญห เราจะทำอันดับการกระทำเหล่านี้ได้อย่างไร การกระทำ
เหล่านี้เกี่ยวข้องกับรายการแก้ปัญหที่เป็นไปได้ของเราอย่างไร เราเห็นด้วยกับการกระทำ
เหล่านี้หรือไม่และถ้าไม่เราจะบรรลุฉันทมติได้อย่างไร

ขั้นที่ 6 ทำรายการสิ่งที่ทีมของคุณจำเป็นต้องรู้เพื่อแก้ไขปัญห ทำรายการสิ่งที่
ทีมของคุณไม่ทราบเกี่ยวกับปัญหาและถามคำถาม เช่น คุณต้องรู้อะไรเพื่อแก้ปัญหานี้
หรือผู้สอนสามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมกับเราได้หรือไม่ อภิปรายแหล่งข้อมูลที่เป็นไปได้
ที่จำเป็นสำหรับการแก้ปัญห เช่น อินเทอร์เน็ต หนังสือเรียน แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ และ
ทฤษฎีการสัมภาษณ์ผู้สอน มอบหมายและกำหนดเวลางานวิจัยให้สมาชิกแต่ละคน
ในทีม กำหนดเวลาสำหรับงานทั้งหมด

ขั้นที่ 7 เขียนรายงานของทีมของคุณพร้อมวิธีแก้ไขปัญหามีเอกสารประกอบ
ขั้นตอนนี้สามารถทำหน้าที่เป็นขั้นตอนเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับรายงานฉบับร่างหรืออาจ
เป็นรายงานขั้นสุดท้าย ตรวจสอบกับผู้แนะนำของคุณตามความต้องการของเขาหรือเธอ
เตรียมวิธีการนำเสนอสิ่งที่ค้นพบโดยทำตามข้อกำหนดสำหรับส่วนนี้ของกิจกรรม
โดยทั่วไปแล้วแต่ละทีมจะนำเสนอวิธีแก้ไขปัญหของพวกเขาเป็นการนำเสนอแบบกลุ่ม
ให้กับทั้งชั้นเรียนหรือผู้มีส่วนได้เสียที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การค้นพบควรรวมถึงคำแถลง
ปัญหา คำถาม การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการสนับสนุนสำหรับการแก้ไข
ปัญหาหรือคำแนะนำจากการวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นตอนนี้จะแสดงกระบวนการและผลลัพธ์
ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามปัญหา

ขั้นที่ 8 การนำเสนอและป้องกันข้อสรุปของคุณ เป้าหมายสำคัญในการเรียนรู้
แบบใช้ปัญหา คือ การนำเสนอไม่เพียงพอ แต่ข้อสรุปของทีมของคุณเท่านั้น แต่ยังเป็น
พื้นฐานที่จะนำมาใช้ เตรียมคะแนนสะสมทั้งหมด (1) ระบุปัญหาเดิมและข้อสรุปของคุณ

(2) สรุปกระบวนการที่แก้ไขปัญหา: ตัวเลือกใดบ้างที่ได้รับการพิจารณาในขั้นแรกสิ่งที่พบความยากลำบากอะไรคือทรัพยากรที่ใช้ (3) โน้มน้าวใจให้ผู้ฟังในการแก้ปัญหาของคุณโดยใช้เอกสารประกอบการสัมภาษณ์และแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเหตุผลที่ใช้หลักฐานชิ้นนี้ และ (4) เตรียมความพร้อมสำหรับความคิดเห็นและคำถามที่ท้าทายระบุที่อยู่อย่างชัดเจนและหรือตอบสิ่งที่คุณสามารถทำได้และหากคุณไม่มีคำตอบให้รับทราบและอ้างถึงมันเพื่อการพิจารณาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 9 ตรวจสอบและสะท้อนความเห็นต่อผลงานของแต่ละคนและทีม ภาพสะท้อนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะช่วยตรวจสอบสิ่งที่คุณเรียนรู้และวิธีการปรับปรุงกระบวนการองค์ประกอบสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ การสะท้อนที่นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้เรียนรู้ในสถานการณ์อื่น ๆ (การถ่ายโอนความรู้) วิธีที่พวกเขาจะนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิต (ในฐานะนักเรียนและประชาชนของชุมชน) และวิธีที่พวกเขาจะนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในโครงการที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรอื่น (Barell, 1998) การคิดไตร่ตรองยังช่วยให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกตมากขึ้นในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ของตนเองและตั้งคำถามที่รอบคอบเมื่อพวกเขาแก้ปัญหา

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานของ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550) เพราะมีขั้นตอนที่ครอบคลุมและกระชับ และมีผู้วิจัยหลายท่านใช้ขั้นตอนดังกล่าว เช่น แคทรียา มุขมาลี (2557) และ สุนารี เก่งวานิชย์ (2558)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

สุภามาต เทียนทอง (2553) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านเขาช้าง อำเภอไพรโศก จังหวัดกาญจนบุรี ปีการศึกษา 2553 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการศึกษาพบว่า

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานโดยการทำโครงการ นักเรียนมีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับสูง
2. ผลการเรียนรู้เรื่อง การถนอมอาหาร 5 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้
3. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานอยู่ในระดับเห็นด้วย

จากการศึกษางานวิจัยของนักการศึกษาหลายท่าน จะเห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ อาทิ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มโนทัศน์ และความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและแก้ปัญหาจนได้องค์ความรู้ด้วยตัวเอง

จิราวรรณ สอนสวัสดิ์ (2554) ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดระเบาะไผ่ จังหวัดปราจีนบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน 74 คน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มที่ 2 ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับนักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แคลทรียา มุขมาลี (2557) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมาย

เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/3 โรงเรียนจระเข้วิทยายน อ. หนองเรือ จ. ขอนแก่น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 1 ห้องเรียน 32 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทดสอบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาของของนักเรียน แบบบันทึกการสะท้อนผลการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยก่อนทำกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 12.25 และหลังทำกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 22.91 และสังเกตพบนักเรียนพฤติกรรมในการแก้ปัญหาได้ดีขึ้น และผลสัมฤทธิ์ก่อนทำกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 13.25 หลังทำกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 26.84

ศิรินทร์ธาร โคตรสิงห์ (2557) ศึกษาเรื่อง “การพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1” โดยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ (1) การทดลองใช้รูปแบบการสอน (2) การพัฒนารูปแบบการสอน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนโรงเรียนชาวสง่าเจริญวิทย์ จำนวน 24 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เครื่องมือประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ (2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา (3) แบบประเมินพฤติกรรมทางการเรียน และ (4) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด นักเรียนมีพฤติกรรมทางการเรียนเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ดีขึ้น และทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุนารี เก่งวานิชย์ (2558) ศึกษาเรื่อง ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงเสียดทาน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จ. นครปฐม จำนวน 1 ห้องเรียน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงเสียดทาน แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ เรื่อง แรงเสียดทาน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ผลการศึกษาพบว่า

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงเสียดทาน มีค่าดัชนี-ความสอดคล้องระหว่างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงเสียดทาน กับรายการประเมินอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ และมีประสิทธิภาพ 80.75/81.29
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงเสียดทาน มีมโนทัศน์ เรื่อง แรงเสียดทานสูงขึ้น ก่อนทำกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 19.4 หลังทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 32.9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงเสียดทาน มีความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันสูงขึ้น โดยก่อนเรียนด้วยชุดกิจกรรม นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 6.6 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 12.7

แนวคิดเกี่ยวกับมโนคติ

ความหมายของมโนคติ

มโนคติ แปลมาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ ซึ่งในภาษาไทยได้มีการใช้คำว่า มโนทัศน์ มโนภาพ สังกัป ความคิดรวบยอด แนวคิด มโนคติ ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้คำว่า มโนคติ ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมายของมโนคติไว้ดังนี้

การศึกษาของ ทวีป บรรจงเปลี่ยน (2540) สรุปความหมาย มโนคติ ว่าหมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดจากประสบการณ์ที่ได้สังเกต และประมวลเป็นข้อสรุป เพื่อให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้น

การศึกษาของ อุดมลักษณ์ นกพิงพุ่ม (2545) สรุปว่า มโนคติ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยการนำความรู้ที่ได้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม เพื่อหาข้อสรุปหรือคำจำกัดความของสิ่งนั้น

พจนานุกรมศัพท์ปรัชญา อังกฤษ-ไทย อธิบายว่า มโนคติ หมายถึง ภาพที่เกิดในใจ ซึ่งเป็นตัวแทนของสิ่งหลายสิ่งต่างกัน แต่มีลักษณะบางอย่างคล้ายกัน(จินดารัตน์ โพธิ์นอก, 2557)

พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ อธิบายว่า มโนคติ หมายถึง ภาพหรือความคิดในสมองที่เป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ประกอบด้วยคุณสมบัติร่วมที่สำคัญของสิ่งนั้น ซึ่งขาดไม่ได้ หากขาดไปจะทำให้ไม่ใช่สิ่งนั้น (จินดารัตน์ โพธิ์นอก, 2557)

จากความหมายมโนคติที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า มโนคติ หมายถึง การสรุปลักษณะส่วนที่สำคัญ หรือความเข้าใจ จากการรับรู้โดยสิ่งเร้า เหตุการณ์ ลำดับ โดยการนำความรู้ที่ได้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม จนสามารถนำความคิดมาประมวลสรุปหรือให้คำจำกัดความของสิ่งนั้น

มโนคติทางวิทยาศาสตร์

Klopper (1971) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่ามโนคตินั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

American Association for the advancement of Science (อ้างถึงใน ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551) ได้ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่า เกิดจากกระบวนการที่มนุษย์แปลความหมายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยมีการอธิบายอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตหรือทฤษฎีที่ตนเองยึดถืออยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง

การศึกษาของ พิชชา ชัยจันดี (2552) ให้ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่เกิดจากความคิดความเข้าใจของบุคคลที่จะสรุปต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์ แล้วสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นข้อสรุปที่นักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน

สรุปได้ว่า มโนคติวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจของบุคคลเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งซึ่งเป็นข้อเท็จจริงที่ได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเป็นข้อสรุปที่นักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน

การวัดมโนคติ

การวัดมโนคติเป็นการศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจหรือนิยามหรือลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ เพราะถือเป็นเป้าหมายหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวทางการวัดมโนคติไว้ ดังนี้

Cruikshank and Sheffield (1992) ได้เสนอประเภทของการวัดเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการวัดมโนคติ ดังนี้

1. แบบวัดที่สร้างการตอบสนองเอง (created response items) ได้แก่ อัตนัย ซึ่งต้องการให้นักเรียนเรียบเรียงคำตอบด้วยตนเองหรือการเลือกคำตอบที่เหมาะสมจากที่กำหนดให้ ซึ่งการเขียนตอบจะแสดงออกถึงระดับสติปัญญา องค์ความรู้ที่มี และมโนคติของนักเรียนได้

2. แบบวัดที่ตอบสนองจากสิ่งที่กำหนดให้ (selected response items) ได้แก่ แบบเลือกตอบแบบจับคู่ แบบถูก-ผิด ในส่วนของการเลือกตอบจะสามารถประเมินการเรียนรู้ลงในขอบเขตเนื้อหา และระดับสติปัญญาได้กว้างกว่าเนื่องจากใช้เวลาในการทำแบบวัดน้อยกว่า และครูประเมินผลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ จึงสามารถวัดมโนคติได้

Jenkins and Deno (อ้างถึงใน Nitko, 2004, p. 205) ได้เสนอแนวทางการวัดมโนคติไว้ 4 วิธี คือ

1. การกำหนดให้นักเรียนเขียนนิยาม (definition) ของมโนคติ โดยการทำแบบสอบอัตนัยหรือการพุดอธิบาย

2. การกำหนดให้นักเรียนยกตัวอย่างของมโนคติ โดยการทำแบบทดสอบอัตนัยหรือการพุดอธิบาย

3. การกำหนดให้นักเรียนจำแนกว่าสิ่งใดเป็นตัวอย่าง และไม่เป็นตัวอย่างของมโนคติโดยการทำแบบทดสอบแบบปรนัย หรืออัตนัย

4. กำหนดให้นักเรียนวิเคราะห์คำนิยามของมโนคติเพื่อระบุองค์ประกอบและสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมโนคติ โดยการทำแบบทดสอบแบบปรนัย หรืออัตนัย

Odum and Kelly (2001, pp. 618-620) ได้เสนอลำดับขั้นในการพัฒนาแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาโนมตีที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากการทำแบบวัดมโนมตีแบบเลือกตอบที่กำหนดให้เขียนเหตุผลสนับสนุนในการเลือกคำตอบ
 2. สร้างแบบวัดมโนมตีแบบเลือกตอบ ซึ่งประกอบด้วยข้อคำถาม 2 ตอน คือ
 - 2.1 เป็นข้อคำถามเชิงเนื้อหา (content question) ซึ่งอาจมีตัวเลือก 2-4 ตัว
 - 2.2 เป็นส่วนของเหตุผลสนับสนุนคำตอบที่เลือกในตอนที่ 1 ซึ่งมี 4 เหตุผลสนับสนุน แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ
 - 2.2.1 เหตุผลสนับสนุนคำตอบ 3 เหตุผลแรก สร้างขึ้นมาจากการศึกษามโนมตีที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน
 - 2.2.2 เหตุผลสนับสนุนคำตอบเหตุผลที่ 4 มีลักษณะเป็นปลายเปิด
 3. นำแบบวัดไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย
- จากแนวทางการวัดและประเมินผลมโนมตีที่นักวิชาการได้เสนอไว้ สามารถสรุปมาเป็นแนวทางการวัดและประเมินมโนมตี เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันได้ คือ ใช้แบบทดสอบเป็นแบบปรนัยผสมอัตนัย คือ ให้ผู้เรียนเลือกตอบและวาดรูป

แนวคิดเกี่ยวกับแรงในชีวิตประจำวัน

ความหมายของแรง

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของแรงไว้ ดังนี้

เซอร์เวย์ และเจเวตต์ (2560) ให้ความหมายของแรงไว้ว่า แรง หมายถึง อันตรกิริยาที่เกิดจากกระทำบางอย่างของกล้ำเนื้อต่อวัตถุแล้วทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงไป แต่ก็ไม่ได้เกิดการเคลื่อนที่เสมอไป นอกจากนี้ แรง ยังหมายถึง ปริมาณทางกายภาพบางอย่างที่ทำให้ความเร็วของวัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลง

เสียง เชษฐศิริพงศ์ (2554) กล่าวว่า แรง คือ อำนาจที่สามารถทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเกิดการเคลื่อนที่ไป หรืออำนาจที่ทำให้วัตถุสามารถเคลื่อนที่อยู่แล้วหยุดลง หรือเคลื่อนที่ช้าลงหรือเร็วขึ้น หรือเปลี่ยนทิศทางในการเคลื่อนที่ นอกจากนั้นแรงยังสามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

สมัญญา นกแก้ว และณัฐริกา ฐิ่อมมาก (2555) ได้ให้ความหมายของแรงไว้ว่า แรง (force) หมายถึง ปริมาณที่กระทำต่อวัตถุ มีผลทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ทิศทาง รวมทั้งการเคลื่อนที่ไปจากเดิม แรงยังทำให้วัตถุเกิดความเร่ง และสามารถทำให้วัตถุเคลื่อนที่เร็วขึ้น ช้าลง หรือแม้แต่หยุดนิ่งก็ได้

ถนัด ศรีบุญเรือง, กนิษฐา อุ๋นนันท์ และปิ่นศักดิ์ ชุมเกายน (2548) ให้ความหมายของแรงไว้ว่า แรง คือ ปริมาณที่กระทำกับวัตถุและอาจทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพต่าง ๆ ใน 4 ลักษณะ ดังนี้ (1) วัตถุที่หยุดนิ่งมีการเคลื่อนที่ (2) วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความเร็ว (3) วัตถุมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนที่ และ (4) ขนาดหรือรูปร่างของวัตถุเปลี่ยนแปลงไป

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 (2556) ให้ความหมายของแรงไว้ว่า แรง คือ อิทธิพลภายนอกใด ๆ ที่เปลี่ยนแปลงหรือพยายามทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะอยู่นิ่งหรือสถานะการเคลื่อนที่ของเทหวัตถุด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอในแนวเส้นตรง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้ความหมายของแรงไว้ว่า แรง คือ อัตราการเปลี่ยนโมเมนตัม แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีหน่วยเป็นนิวตัน (คลังศัพท์ไทย, 2561)

ดังนั้น จากการศึกษาเอกสารหลายท่านจึงขอสรุปความหมายของแรง คือ ปริมาณที่กระทำต่อวัตถุ และอาจมีผลทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ทิศทาง และความเร็ว สำหรับมโนมติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ที่ผู้วิจัยศึกษา จะแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) การหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (2) การหาแรงลัพธ์โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์ และ (3) ผลที่เกิดขึ้นกับวัตถุ เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์

มโนมติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน

มโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ผู้วิจัยได้ศึกษา จำนวนมโนมติ ประกอบด้วย มโนมติ ดังนี้

1. แรง คือ ปริมาณที่กระทำต่อวัตถุ และอาจมีผลทำให้วัตถุเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ทิศทาง และความเร็ว ประกอบไปด้วยขนาดและทิศทาง ซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์

2. แรงลัพธ์ คือ ผลรวมของแรงย่อย เปรียบเสมือนแรงเพียงแรงเดียวเท่านั้น ที่กระทำต่อวัตถุ การรวมแรงใช้หลักการรวมเวกเตอร์

3. การหาแรงลัพธ์โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์ คือ การนำทางของแรงที่สอง ไปต่อหัวลูกศรของแรงที่หนึ่ง และนำทางของแรงที่สามไปต่อหัวของของแรงที่สอง ทำไปเรื่อย ๆ จบครบทุกแรง แรงลัพธ์ที่ได้ คือ แรงที่ลากจากหางของแรงที่หนึ่งไปยังหัวของแรงสุดท้าย

ความสำคัญของแรงในชีวิตประจำวัน

ในชีวิตประจำวันของเรา มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้แรงเพื่อประโยชน์ในหลายรูปแบบ เช่น การออกแรงยกของ หิ้วของ การผลัก การดึง การเข็น การขว้างปา การโยน การเคลื่อนที่ของยานพาหนะต่าง ๆ อย่างรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เครื่องบิน เรือ รวมทั้งแรงที่เกิดจากการกระทำโดยธรรมชาติ เช่น ผลไม้ตกจากต้นด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งตัวอย่างการเคลื่อนที่ของวัตถุที่กล่าวมาต่างก็ต้องอาศัยแรงเป็นตัวช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ทั้งสิ้น (สมัญญา นกแก้ว และณัฐริกา ซ้อมาก, 2555, หน้า 107)

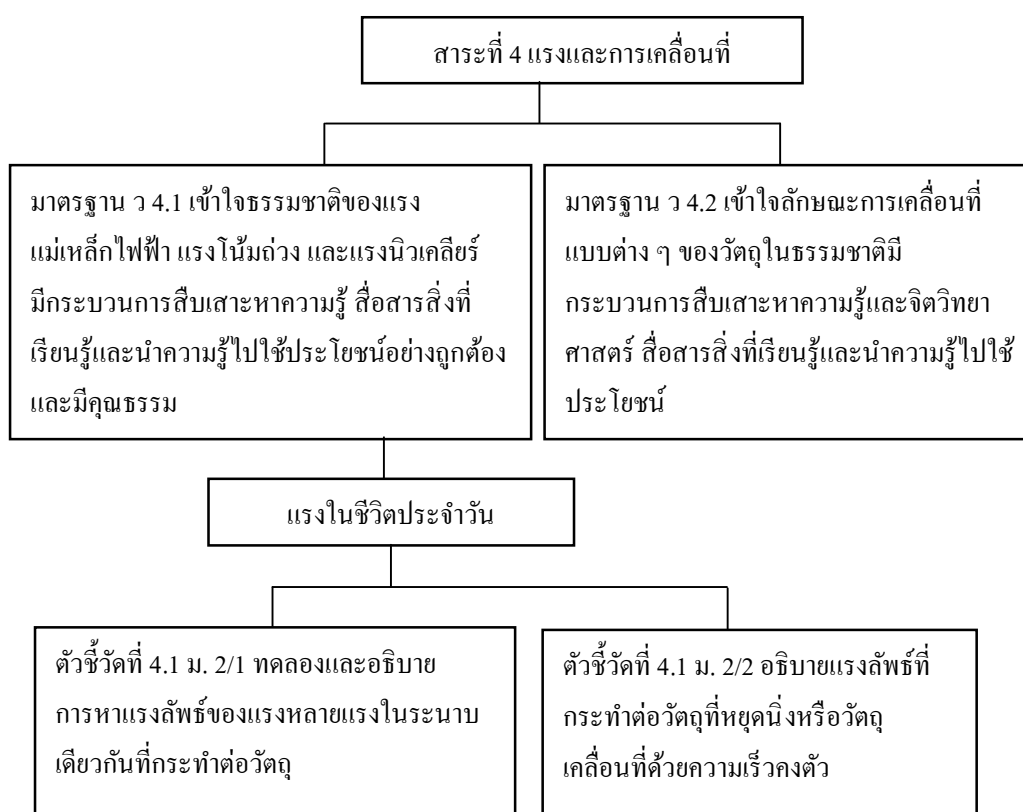
นอกจากนี้เรายังมีการนำแรงลัพธ์มาใช้ในการอำนวยความสะดวกในชีวิตอีกหลายอย่าง ตัวอย่างเช่น การสร้างสะพานแขวนเพื่อให้การเดินทางข้ามแม่น้ำ ภูเขา เป็นไปด้วยความสะดวก การปั่นจักรยานพ่วงซึ่งจะช่วยผ่อนแรงในการปั่นจักรยาน การใช้สุนัขหลาย ๆ ตัวลากเลื่อน เป็นต้น

หลักสูตรการศึกษา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้บรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับแรงไว้ในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งมีสองมาตรฐาน คือ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 14)

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ดังแสดงในภาพ 2



ภาพ 2 หลักสูตรแกนกลางเนื้อหาเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่

ที่มา. จาก หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (หน้า 4), โดย กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

การจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับแรงในชีวิตประจำวัน

สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับแรงในสาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จะพูดถึง มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม แบ่งออกเป็น 2 ตัวชี้วัด ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 1)

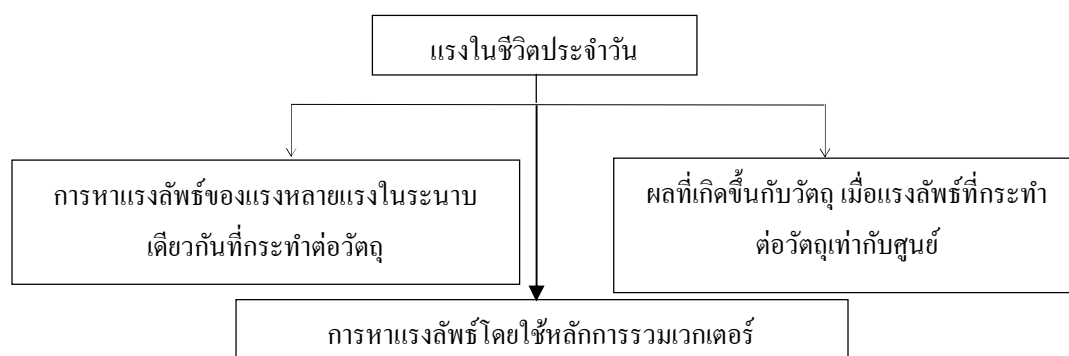
ตาราง 1

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม. 2	1. ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	- แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เมื่อมีแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันกระทำต่อวัตถุเดียวกันสามารถหาแรงลัพธ์ได้โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์
	2. อธิบายแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่งหรือวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว	- เมื่อแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่ง วัตถุนั้นก็จะหยุดนิ่งตลอดไป แต่ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวตลอดไป

ที่มา. จาก หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (หน้า 9), โดย กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ขอบเขตของเนื้อหาเรื่องแรงในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วย (1) การหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ (2) การหาแรงลัพธ์โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์ และ (3) ผลที่เกิดขึ้นกับวัตถุ เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์ ดังแสดงในภาพ 3



ภาพ 3 ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการสอน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน

ที่มา. จาก หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (หน้า 10), โดย กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

การวัดและประเมินผล

มีหลายสถาบันได้ค้นคว้าและพัฒนาเครื่องมือในการวัดและประเมินผลเกี่ยวกับแรง ดังนี้

1. TEDET (Thailand Educational Development and Evaluation Tests) คือ แบบทดสอบวัดความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 - ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นโดย สถาบันส่งเสริมการสอน-วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ประกอบด้วย ข้อสอบแบบปรนัย 30 ข้อ (สถาบัน-ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

2. FCI (Force Concept Inventory) คือ แบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกฎของนิวตันและแนวคิดเรื่องแรง โดย Hestenes, Wells และ Swackhamer เป็นผู้พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย ข้อสอบแบบปรนัย 30 ข้อ แบบตัวเลือกหลายคำตอบ (Wikipedia, the free encyclopedia, 2019)

3. FMCE (Force and Motion Conceptual Evaluation) คือ แบบทดสอบเพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับเครื่องกลของนิวตัน ที่พัฒนาขึ้นโดย Thomson และ Sokoloff ประกอบด้วย ข้อสอบแบบปรนัย แบบตัวเลือกหลายคำตอบ (PhysPort supports physics faculty in implementing research-based, 2019)

เครื่องมือเหล่านี้ ได้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาแล้ว แต่ผู้วิจัยไม่ได้นำมาใช้ เนื่องจากข้อสอบเหล่านั้นไม่ได้ครอบคลุมตัวชี้วัดของเนื้อหาทั้งหมดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกียรตินิธิ บำรุงไร่ (2553) ศึกษาเรื่อง การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predicts-Observe-Explain (POE) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบ้านตะบอง “เจริญราษฎร์อุทิศ” สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 7 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คน รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงตีความ เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบ POE แบบวัดมโนคติแรงและ

การเคลื่อนที่ และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม การวิเคราะห์ข้อมูลเน้นการตีความมโนคติ
 ของนักเรียนจากแบบวัดมโนคติแรงและการเคลื่อนที่ และการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม
 การประเมินมโนคติทางเลือกของนักเรียนหลังเรียนเทียบกับมโนคติวิทยาศาสตร์
 ผลการศึกษาพบว่า

1. ผลการสำรวจมโนคติทางเลือก เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ พบว่า มโนคติทางเลือก
 เรื่องตำแหน่งของวัตถุ ได้แก่ (1) เลือจุดอ้างอิงที่มีบริเวณกว้าง (2) ระบุทิศทางอย่างง่าย
 (3) ระบุทิศทางเทียบกับตนเอง และ (4) ระบุทิศทางและระยะห่างเทียบกับจุดอ้างอิง
 มโนคติทางเลือกเรื่องการเคลื่อนที่ ได้แก่ (1) การเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนไหว
 (2) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงหลายจุด (3) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง
 โดยเทียบกับจุดอ้างอิงสองจุด และ (4) การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงเดิม
 มโนคติทางเลือกเรื่องระยะทางและการกระจัด ได้แก่ (1) ระยะทาง คือ ความยาวของถนน
 ส่วนการกระจัด คือ ความยาวของเส้นทางที่ไม่ใช่ถนน (2) ระยะทาง คือ ความยาวของ
 เส้นทางที่มีการเปลี่ยนแปลงทิศทาง ส่วนการกระจัด คือ ความยาวของเส้นทางที่ไม่เปลี่ยน
 ทิศทาง (3) ระยะทางคือความยาวของเส้นทางที่มีทิศทางเดียว ส่วนการกระจัดมีหลายทิศทาง
 (4) ระยะทางคือความยาวของเส้นทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้าย ส่วนการกระจัด คือ
 ความยาวของเส้นทางที่จุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย คือ จุดเดียวกัน และ (5) ระยะทางและ
 การกระจัดไม่แตกต่างกัน มโนคติทางเลือกเรื่องความเร็วและอัตราเร็ว ได้แก่ (1) ระยะ
 อธิบายความเร็วและอัตราเร็วโดยคำนึงถึงระยะทาง (2) อธิบายความเร็วและอัตราเร็ว
 โดยคำนึงถึงเวลา และ (3) ความเร็วและอัตราเร็วไม่แตกต่างกัน มโนคติทางเลือกเรื่องแรง
 ที่กระทำต่อวัตถุ ได้แก่ (1) แรงที่มีค่ามากเป็นตัวกำหนดการเคลื่อนที่ (2) แรงลัพธ์ผลรวม
 ของแรงทุกแรงโดยไม่คำนึงถึงทิศทาง (3) ทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุขึ้นอยู่กับผลรวม
 ของทิศทางแรง และ (4) แรงลัพธ์คือผลต่างของแรงโดยไม่คำนึงถึงทิศทาง และมโนคติ
 ทางเลือกเรื่องผลของแรงต่อความเร่งของวัตถุ ได้แก่ (1) แรงไม่มีผลต่อความเร่ง และ
 (2) ความเร่งไม่เท่ากันเมื่อแรงและมวลไม่เท่ากัน

2. ผลการพัฒนามโนคติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ พบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรม
 การเรียนรู้แบบ POE นักเรียนได้พัฒนามโนคติทางเลือกไปสู่มโนคติวิทยาศาสตร์มากกว่า
 ร้อยละ 70

พงศธร ทิพรักษ์ (2554) ศึกษาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/4 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 โรงเรียนเวียงใหญ่วิทยาคม จำนวน 32 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 8 แผน และแบบวัดความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t test ผลการศึกษาพบว่า

1. นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ผลการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ ในมโนมิตี้อยู่ที่ศึกษา 7 มโนมิตี้อยู่ ได้แก่ (1) แรง มวล และน้ำหนัก (2) กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน (3) กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน (4) กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน (5) กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน (6) น้ำหนักและสภาพไร้น้ำหนัก และ (7) แรงเสียดทาน พบว่า ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติตั้งแต่ระดับความไม่เข้าใจจนถึงความเข้าใจมโนคติในระดับสมบูรณ์ แต่หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติในระดับที่ถูกต้องมากขึ้น เมื่อพิจารณาในแต่ละมโนคติ พบว่า มโนมิตี้อยู่ที่ 1 แรง มวล และน้ำหนัก มีจำนวนนักเรียนที่เปลี่ยนแปลงมโนคติตามเกณฑ์มากที่สุด โดยนักเรียนส่วนมากมีการเปลี่ยนแปลงมโนคติจากระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน เปลี่ยนเป็นระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์

ปิยนุช มาลีหวล และเดชา ศุภพิทยาภรณ์ (2560) ศึกษาเรื่อง “ศึกษาผลการสอนแบบเพียร์ที่เสริมด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติทางฟิสิกส์ต่อมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการสอนแบบเพียร์ที่เสริมด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติทางฟิสิกส์ต่อมโนทัศน์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบุญเกรงวิทยาคม อำเภอจอมพระ จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 26 คน ซึ่งเป็นจำนวนประชากรทั้งหมดที่ใช้ศึกษา ได้วิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้

ตามแนวการสอนแบบเพียร์ที่เสริมด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติทางฟิสิกส์ จำนวน 9 แผน ซึ่งผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ($IOC > 0.80$) และ (2) แบบวัดมโนทัศน์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่จำนวน 36 ข้อ ประกอบด้วย มโนทัศน์เรื่อง ความเร็ว ความเร่ง และกฎการเคลื่อนที่ 3 ข้อของนิวตัน ผ่านการทดสอบความเชื่อมั่น (KR-20) กับกลุ่มนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองได้เท่ากับ 0.91 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.22-0.40 ค่าความยากง่าย อยู่ในช่วง 0.21-0.74 และใช้เวลาในการดำเนินการวิจัยรวม 33 ชั่วโมง สถิติที่ใช้ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่า Class Average Normalized Gain ($\langle g \rangle$) เพื่อดูการเรียนรู้เชิงมโนทัศน์ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียน ผลการศึกษา พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับแรงและการเคลื่อนที่จำนวนมาก และจากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบเพียร์ที่เสริมด้วยกิจกรรม การลงมือปฏิบัติทางฟิสิกส์ มีผลทำให้มโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน ถูกต้องเพิ่มขึ้น โดยคะแนนมโนทัศน์โดยเฉลี่ยก่อนและหลังเรียนเท่ากับร้อยละ 15.71 และ 43.27 ตามลำดับ และค่า $\langle g \rangle$ ในภาพรวมเท่ากับ 0.33 ถือว่า มโนทัศน์ของนักเรียน ถูกต้องเพิ่มขึ้นระดับปานกลาง อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาในรายละเอียด พบว่า มโนทัศน์ ของนักเรียนบางมโนทัศน์ที่ศึกษายังมีความคลาดเคลื่อนอยู่เป็นจำนวนมาก การจัดการเรียนรู้ ตามแนวการสอนแบบเพียร์ที่เสริมด้วยกิจกรรมลงมือปฏิบัติทางฟิสิกส์นี้ยังต้องได้รับการปรับแก้ไขในรายละเอียด เพื่อให้มโนทัศน์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน ถูกต้องเพิ่มขึ้น

อรนุช โวหารกล้า (2561) ศึกษาเรื่อง “มโนคติแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหา ของโพลยา” มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาเปรียบเทียบมโนคติแรงและกฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงแบบกลุ่มเดียวทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน 42 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 ที่ได้รับการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการแบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหา ของโพลยา จำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดมโนคติแรงและการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นข้อสอบ แบบตัวเลือก 2 ลำดับขั้น วิเคราะห์โดยใช้เกณฑ์ของ Costu et al. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ใช้ค่าเฉลี่ย ความถี่ ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบของ McMemar การวิเคราะห์เชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีมโนคติแรง และการเคลื่อนที่หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน โดยหลังเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนคติแรง และการเคลื่อนที่ความเข้าใจสมบูรณ์ และความเข้าใจบางส่วนเพิ่มขึ้น และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและไม่เข้าใจลดลงกว่าก่อนเรียน

Zavala and Barniol (2010) ศึกษาเรื่อง “Students’ Understanding of the Concepts of Vector Components and Vector Products” ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาบางคนคิดว่าขนาดขององค์ประกอบของเวกเตอร์เท่ากับขนาดของเวกเตอร์ ตามกฎแล้วองค์ประกอบจะสั้นกว่าเวกเตอร์แต่มีปัญหาในการระบุขนาดขององค์ประกอบ

Wutchana and Emarat (2011) ศึกษาเรื่อง “Students’ Understanding of Graphical Vector Addition in One and Two Dimensions” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนบวกเวกเตอร์โดยวิธีเขียนรูปผิด ทั้งใน 1 และ 2 มิติ จากการศึกษาแก่นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายพบว่า มีนักเรียนที่บวกเวกเตอร์ถูกเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ใน 1 มิติ และ 32 เปอร์เซ็นต์ ใน 2 มิติ เมื่อพิจารณาคำตอบและจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนในการบวกเวกเตอร์ 1 มิติ แบ่งเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ตอบถูก ส่วนกลุ่มที่ตอบผิด คือ (1) กลุ่มที่ไม่ระบุทิศทางของเวกเตอร์ (2) กลุ่มที่นำเวกเตอร์มาบวกกันแต่ไม่ระบุเวกเตอร์ลัพธ์ (3) กลุ่มที่เขียนเวกเตอร์ลัพธ์เชื่อมกันแต่ไม่ย้ายเวกเตอร์มาต่อกัน และ (4) กลุ่มที่สร้างสามเหลี่ยมโดยเขียนเวกเตอร์ขึ้นมาใหม่ ส่วนในการบวกเวกเตอร์ 2 มิติ นั้นพบว่ากลุ่มที่ผิดมี 5 จุด คือ (1) ไม่ระบุทิศทางเวกเตอร์ลัพธ์ (2) ระบุทิศทางเวกเตอร์ลัพธ์ผิด (3) เขียนเวกเตอร์ลัพธ์เชื่อมกันโดยไม่เคลื่อนย้าย (4) เขียนเวกเตอร์ขึ้นมาใหม่โดยขนาดและทิศทางไม่คงเดิม และ (5) บวกเวกเตอร์โดยการเชื่อมหางหรือหัวของเวกเตอร์เข้าด้วยกัน จากการสำรวจพบว่า เวลาครูสอนเขียนรูปเวกเตอร์ควรคำนึงถึง 4 อย่าง คือ (1) นักเรียนควรตระหนักว่าปริมาณเวกเตอร์ต้องประกอบด้วยขนาดและทิศทาง (2) นักเรียนต้องเข้าใจว่าเวกเตอร์สามารถเคลื่อนย้ายได้ (3) นักเรียนจะต้องรู้ว่าการบวกเวกเตอร์ คือ เอาหางต่อหัว และ (4) นักเรียนต้องเข้าใจให้ชัดเจนว่าเวกเตอร์ลัพธ์ทิศทางจะต้องลากจากหางเวกเตอร์แรกไปยังหัวของเวกเตอร์ตัวที่สอง

Wutchana and Emarat (2014) ศึกษาเรื่อง “Finding Resultant Vectors Using a Rubber Band” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ระบุทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ผิดวิธีการ คือ การยืดหนังยางที่มีปลายข้างหนึ่งติดกับหัวลูกศรยืดไปตามเวกเตอร์ที่นำมาบวกกันโดยวิธีเขียนรูป โดยความยาวของหนังยางจะบอกขนาดและทิศทางของหัวลูกศรจะบอกทิศของเวกเตอร์ลัพธ์

ดังนั้น จากการศึกษาเอกสารหลายท่าน พบว่า นักเรียนยังคงมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเรื่องของแรงและการเคลื่อน แม้บางส่วนจะเข้าใจมากขึ้น แต่ยังต้องหาวิธีการในการแก้ไขต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre-expermental design) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และศึกษาผลของกิจกรรม ต่อมนินติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการตามลำดับต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากร
 - 1.2 ตัวแปร
2. แบบแผนการทดลอง
 - 2.1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
 - 2.2 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย
 - 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
 - 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.2 แบบทดสอบวัดมนินติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 45 คน 1 ห้องเรียน

ตัวแปร

1. ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน
2. ตัวแปรตาม คือ มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre-expermental design) ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียวและวัดก่อน-หลังการทดลอง (the one-group pre-test and post-test design) ซึ่งมีรูปแบบการวิจัย ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 2)

ตาราง 2

แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E แทน กลุ่มทดลอง

O₁ แทน การทดสอบก่อนการทดลอง (pre-test)

O₂ แทน การทดสอบหลังการทดลอง (post-test)

X แทน การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 แรงในชีวิตประจำวัน ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้

เรื่องที่ 1 การหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

เรื่องที่ 2 การหาแรงลัพธ์โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์

เรื่องที่ 3 ผลที่เกิดขึ้นกับวัตถุ เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุเท่ากับศูนย์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน จำนวน 3 แผน รวมเวลา 6 ชั่วโมง ดังนี้

แผนที่ 1 เรื่อง มาชักเย่อกันเถอะ เป็นการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกัน โดยการดึงชักเย่ 2 แรง และ 3 แรง และใช้เครื่องชั่งสปริงคิงวงแหวนเพื่อวัดขนาดของแรง ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

แผนที่ 2 เรื่อง การหาแรงลัพธ์ เนื่องจากแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่มีทั้งขนาดและทิศทาง การหาแรงลัพธ์จึงใช้หลักการรวมเวกเตอร์ คือ นำหางของเวกเตอร์ตัวที่สองมาต่อหัวของเวกเตอร์ตัวแรก การหาแรงลัพธ์โดยการลากลูกศรจากหางของเวกเตอร์ตัวแรกมายังหัวของเวกเตอร์ตัวสุดท้าย ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

แผนที่ 3 เรื่อง มาเล่นรอกกันเถอะ เป็นการรวมแรงหลายแรงในแนวตั้ง โดยการใช้ลูกตุ้มที่ห้อยบนเครื่องชั่งสปริง น้ำหนักที่ต่างกันของลูกตุ้มจะทำให้ขนาดและทิศทางของแรงต่างกัน จากนั้นใช้หลักการรวมแรงแบบเวกเตอร์ ใช้เวลา 2 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เป็นแบบปรนัยกึ่งอัตนัย จำนวน 7 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้ออกข้อสอบครอบคลุมตัวชี้วัดที่จะศึกษา

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน
2. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด และสาระการเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เพื่อนำมาสร้างเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อกำหนดจุดประสงค์และสาระการเรียนรู้ ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 3)

ตาราง 3

ความสอดคล้องของตัวชี้วัด จุดประสงค์ เนื้อหา และเวลาที่ใช้

แผนการจัด การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์	เนื้อหา	เวลา (ชม.)
1. มาชักเย่อ กันเถละ	ว 4.1 ม 2/1 ทดลองและ อธิบายการหาแรงลัพธ์ ของแรงหลายแรง ในระนาบเดียวกัน ที่กระทำต่อวัตถุ	1. ทดลองหาแรงลัพธ์ของแรง หลายแรงในระนาบ เดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	1. การหาแรงลัพธ์ของแรง หลายแรงในระนาบ เดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ	2
2. แรงลัพธ์		2. อธิบายการหาแรงลัพธ์ ของแรงหลายแรงในระนาบ เดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ 3. อธิบายแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุที่หยุดนิ่ง	2. การหาแรงลัพธ์โดยใช้ หลักการรวมเวกเตอร์ 3. ผลที่เกิดขึ้นกับวัตถุ เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุเท่ากับศูนย์	2
3. มาเล่นรอก กันเถละ	ว 4.1 ม 2/2 อธิบายแรงลัพธ์ ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่ง หรือวัตถุที่เคลื่อนที่ ด้วยความเร็วคงตัว	4. อธิบายแรงลัพธ์ที่กระทำ ต่อวัตถุที่เคลื่อนที่ ด้วยความเร็วคงตัว		2

3. จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จำนวน 3 แผน รวมเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งขั้นตอนที่ผู้วิจัยสร้างมีลำดับขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา เป็นขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาที่ผู้เรียนอยากรู้ อยากรู้ได้ และเกิดความสนใจที่จะค้นหา

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจกับปัญหา ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาที่ต้องการเรียนรู้ ซึ่งผู้เรียนจะต้องสามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า ผู้เรียนกำหนดสิ่งที่จะต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเอง และประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผล ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบองค์ความรู้ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ผู้เรียนทุกกลุ่มรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาร่วมกันประเมินผลงาน

การหาคุณภาพ เขียนแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้ (1) ปรินญาเอกด้านหลักสูตรและการสอน (2) ปรินญาเอกด้านเทคโนโลยีการศึกษา และ (3) ปรินญาโทการวัดและประเมินผล จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยใช้ดัชนีวัดความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้กับรายการประเมิน (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันสอดคล้องกับรายการประเมิน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง แรงในชีวิตประจำวันสอดคล้องกับรายการประเมินหรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันไม่สอดคล้องกับรายการประเมิน

จากนั้นคำนวณหาดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันกับรายการประเมิน

$\sum R$ แทน ผลรวมการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ผลการหาคุณภาพ มีดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 การหาแรงลัพธ์ ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ปรากฏว่าได้ค่า IOC 0.33-1.00 จากนั้นจึงนำส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ 0.33 เรื่องการวัดและประเมินผล มาปรับแก้ไขแล้วได้ค่า IOC ใหม่เกิน 0.6

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มาชักเย่อกันเถอะ ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ปรากฏว่าได้ค่า IOC 0.33-1.00 จากนั้นจึงนำส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ 0.33 เรื่องความสอดคล้องของตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์ของกิจกรรม ซึ่งได้ค่า IOC เท่ากับ 0.33 มาปรับปรุงแก้ไขแล้วได้ IOC ใหม่เกิน 0.6

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มาเล่นรอกกันเถอะ ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ปรากฏว่าได้ค่า IOC 0.64-1.00 จึงนำไปใช้กับนักเรียนได้ ซึ่งได้แสดงคะแนนดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ไว้แล้วในภาคผนวก

แบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน

การสร้างแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน มีดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิรวบยอดหรือมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน
2. สร้างแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ข้อสอบเป็นแบบปรนัย กิ่งอัตรัยจำนวน 7 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ครอบคลุมตัวชี้วัดที่จะศึกษา คะแนนเต็ม 12 คะแนน แต่ละข้อคะแนนไม่เท่ากัน โดยมีน้ำหนักคะแนนดังนี้ คือ ตอบขนาดของแรงถูก ได้ 1 คะแนน ทิศทางของแรงถูก ได้ 1 คะแนน ซึ่งข้อสอบในแต่ละข้อจะวัดมโนคติ ดังต่อไปนี้

2.1 การหาขนาดของแรง มีมโนคติ เรื่อง แรง

2.2 การหาทิศทางของแรง มีมโนคติ เรื่อง แรง

2.3 การหาแรงลัพธ์ มีมโนคติ เรื่อง แรงลัพธ์

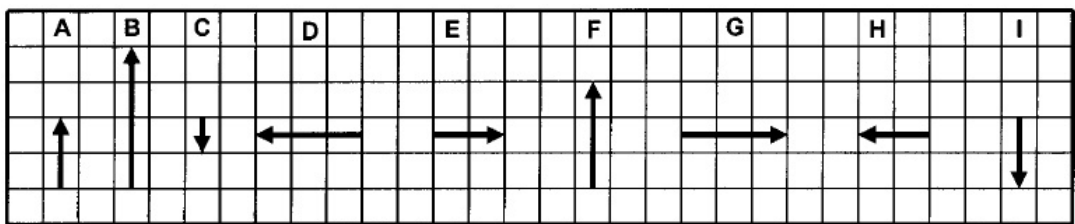
2.4 การหาแรงลัพธ์ใน 1 มิติ โดยการวาดรูป มีมโนมติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์ โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์

2.5 การหาแรงลัพธ์ใน 2 มิติ โดยการวาดรูป มีมโนมติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์ โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์

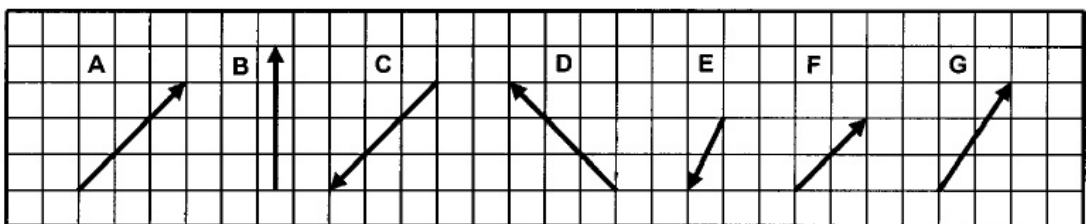
2.6 การหาแรงที่กระทำต่อวัตถุเมื่อกำหนดแรงที่ 1 และแรงลัพธ์มาให้ มีมโนมติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์มีมโนมติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์

2.7 การเปรียบเทียบแรงลัพธ์ของ 2 แรงลัพธ์ มีมโนมติ เรื่อง แรงลัพธ์ ตัวอย่างข้อสอบวัดมโนมติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน มีดังนี้

1. นิคออกแรงดึงกล่อง 2 นิวตัน ไปทางขวา และหน่อออกแรงดึงกล่อง 3 นิวตัน ไปทางซ้าย อยากทราบว่าใครออกแรงคล้อยและหน่อ (กำหนดให้ 1 ช่อง เท่ากับ 1 นิวตัน โดยดูขนาดอย่างเดียว)



2. A ออกแรงขนาด 3 นิวตัน ดันกล่องในทิศทางดังรูป อยากทราบว่า จะต้องออกแรงดันกล่องเท่าใดจึงจะทำให้กล่องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่



การหาคุณภาพ ดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดมโนมติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งมีคุณสมบัติ ดังนี้

(1) ปริญาเอกด้านหลักสูตรและการสอน (2) ปริญาเอกด้านเทคโนโลยีการศึกษา และ (3) ปริญาโทการวัดและประเมินผล นำแบบทดสอบวัดมโนมติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ไปวิเคราะห์หาคุณภาพโดยใช้ดัชนีวัดความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบ

วัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน กับรายการประเมิน (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับรายการประเมิน
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับรายการประเมินหรือไม่
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ไม่สอดคล้องกับรายการประเมิน

จากนั้นคำนวณหาดัชนีวัดความสอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตร

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

เมื่อ

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันกับรายการประเมิน

$\sum R$ แทน ผลรวมการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดมโนคติ ปรากฏว่า ได้ค่า IOC 0.00-1.00 จากนั้นจึงนำส่วนของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ 0.33 เรื่องของขนาด และทิศทาง มาปรับแก้ไขแล้วได้ค่า IOC ใหม่เกิน 0.6 (คุณภาพดีมาก)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการทดสอบ ก่อนเรียน 1 วัน เพื่อวัดมโนคติ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน โดยมีแบบวัดมโนคติ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน จำนวน 7 ข้อ หลังจากนั้นดำเนินการสอนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้

โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เมื่อจบหน่วยการเรียนรู้ทดสอบหลังเรียนทันที โดยใช้ข้อสอบชุดเดิม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียน 7 ข้อ 12 คะแนน โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean-- M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation-- SD)
2. ความเข้าใจในมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน หลังเรียน 7 ข้อ 12 คะแนน โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean-- M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation-- SD)
3. เปรียบเทียบผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t test แบบ Dependent Sample

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษามโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ กรุงเทพมหานคร จำนวน 45 คน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre-experimental design) โดยใช้แบบแผนการทดลองเป็นแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (one group pre-test and post-test design) ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

SD แทน ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

t แทน ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณาแจกแจง t test แบบ Dependent Samples
มีนัยสำคัญที่ .05

โดยผลการดำเนินการวิจัย ได้เสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ความเข้าใจในมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียน 7 ข้อ 12 คะแนน โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean-- M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation-- SD)
2. ความเข้าใจในมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน หลังเรียน 7 ข้อ 12 คะแนน โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean-- M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation-- SD)
3. เปรียบเทียบผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t test แบบ Dependent Sample

มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันก่อนเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผล ดังนี้
 ตอนที่ 1 มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันก่อนเรียนโดยรวม
 ตอนที่ 2 มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันก่อนเรียนรายข้อ

มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันก่อนเรียนโดยรวม

การวิเคราะห์ผู้วิจัยได้นำคะแนนมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันโดยรวม
 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง
 แรงในชีวิตประจำวัน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังข้อมูลที่ปรากฏ
 (ดูตาราง 4)

ตาราง 4

ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิต-
 ประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันโดยรวม

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	ก่อนการทดลอง	
			$\bar{X}$	SD
ความเข้าใจในมโนคติ				
เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน	45	12	2.93	2.64

จากตาราง 4 พบว่า ระดับคะแนนแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน มีคะแนนมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันโดยรวมเฉลี่ย
 เท่ากับ 2.93

มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันก่อนเรียนรายข้อ

คะแนนมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันรายข้อของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยการคำนวณ หาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 5)

ตาราง 5

ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันรายข้อ

การทดสอบมโนคติ	n	จำนวนนักเรียน ที่ตอบถูก	คะแนน เต็ม	ก่อนการทดลอง	
				$\bar{X}$	SD
ข้อที่ 1 มโนคติ เรื่อง แรง	45	15	1	0.33	0.47
ข้อที่ 2 มโนคติ เรื่อง แรง	45	9	1	0.20	0.45
ข้อที่ 3 มโนคติ เรื่อง แรงลัพธ์	45	15	2	0.67	0.76
ข้อที่ 4 มโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป	45	0	2	0.00	0.00
ข้อที่ 5 มโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป	45	0	2	0.00	0.00
ข้อที่ 6 มโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป	45	0	2	0.00	0.00
ข้อที่ 7 มโนคติ เรื่อง แรงลัพธ์	45	39	2	1.73	0.96
รวม		45	12	2.93	2.64

จากตาราง 5 พบว่า ระดับคะแนนแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า แบบทดสอบข้อ 4-6 แบบทดสอบ การหาแรงลัพธ์โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์โดยวิธีวาดรูปไม่มีคนตอบถูก

มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันหลังเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผล ดังนี้
ตอนที่ 1 มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันหลังเรียนโดยรวม
ตอนที่ 2 มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันหลังเรียนรายข้อ

มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันหลังเรียนโดยรวม

ผู้วิจัยได้นำคะแนนมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันโดยรวมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 6)

ตาราง 6

ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยรวม

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	หลังการทดลอง	
			$\bar{X}$	SD
ความเข้าใจในมโนคติ				
เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน	45	12	4.49	3.09

จากตาราง 6 พบว่า ระดับคะแนนแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน มีคะแนนความเข้าใจในมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 4.49

มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันหลังเรียนรายข้อ

คะแนนมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน รายข้อของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 7)

ตาราง 7

ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน รายข้อ

การทดสอบมโนคติ	n	จำนวนนักเรียน ที่ตอบถูก	คะแนน เต็ม	หลังการทดลอง	
				$\bar{X}$	SD
ข้อที่ 1 มโนคติ เรื่อง แรง	45	18	1	0.40	0.55
ข้อที่ 2 มโนคติ เรื่อง แรง	45	12	1	0.27	0.38
ข้อที่ 3 มโนคติ เรื่อง แรงลัพธ์	45	16	2	0.71	0.48
ข้อที่ 4 มโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป	45	9	2	0.40	0.37
ข้อที่ 5 มโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป	45	17	2	0.76	0.43
ข้อที่ 6 มโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป	45	3	2	0.13	0.25
ข้อที่ 7 มโนคติ เรื่อง แรงลัพธ์	45	41	2	1.82	0.63
รวม		45	12	4.49	3.09

จากตาราง 7 พบว่า ระดับคะแนนแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากการทดสอบ โดยเฉพาะข้อ 4-6 ซึ่งเป็นข้อที่วัดมโนคติเรื่องการหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป

เปรียบเทียบผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระหว่างก่อนเรียน

และหลังเรียน

ผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยรวม

การวิเคราะห์ผู้วิจัยได้นำคะแนนมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยรวมของ นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน มาคำนวณหา t test ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 8)

ตาราง 8

ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยรวม

การทดสอบ	<i>n</i>	$\bar{X}$	<i>SD</i>	<i>t</i>	Sig. (2-tailed)
ก่อนเรียน	45	2.93	2.64	7.42	.000
หลังเรียน	45	4.49	3.09		

จากตาราง 8 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เท่ากับ 2.93 และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เท่ากับ 4.49 ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบโดยใช้ *t* test พบว่า ค่า *t* แสดงความแตกต่างที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ .000 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนรายข้อ

การวิเคราะห์ผู้วิจัยได้นำคะแนนมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน รายข้อของ นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทั้งก่อนและหลังการได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 9)

ตาราง 9

ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของแบบทดสอบวัดมโนคติเรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน รายข้อ

แบบทดสอบ	n	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	Sig. (2-tailed)
		$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$	SD		
ข้อที่ 1 มโนคติ เรื่อง แรง	45	0.33	0.47	0.40	0.55	2.47	.017
ข้อที่ 2 มโนคติ เรื่อง แรง	45	0.20	0.45	0.27	0.38	0.77	.007
ข้อที่ 3 มโนคติ เรื่อง แรงลัพธ์	45	0.67	0.76	0.71	0.48	1.55	.128
ข้อที่ 4 มโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป	45	0.00	0.00	0.40	0.37	4.39	.000
ข้อที่ 5 มโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป	45	0.00	0.00	0.76	0.43	6.63	.000
ข้อที่ 6 มโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูป	45	0.00	0.00	0.13	0.25	5.83	.000
ข้อที่ 7 มโนคติ เรื่อง แรงลัพธ์	45	1.73	0.96	1.82	0.63	2.81	.445

จากตาราง 9 พบว่า คะแนนแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปทดสอบค่า t test ปรากฏว่า ข้อ 3 และข้อ 7 คะแนนก่อนเรียนและหลังไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและการอภิปราย

การวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษามโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยมี วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ (1) ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็น ฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน และ (2) ศึกษาผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยสรุปผล ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

ผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิต-ประจำวัน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยรวม

ผลการวิเคราะห์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เท่ากับ 2.93 และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เท่ากับ 4.49 ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบโดยใช้ t test ได้ค่า t ที่มีค่า นัยสำคัญของความแตกต่างที่ระดับ .000 แสดงว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ช่วยให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิต-ประจำวัน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนรายข้อ

ผลการวิเคราะห์ พบว่า คะแนนแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง

แรงในชีวิตประจำวัน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ คะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปทดสอบค่า t test ปรากฏว่า ข้อ 3 และข้อ 7 ที่เป็นการวัดมโนคติ เรื่อง แรงลัพท์โดยการตอบแบบปรนัย คะแนนก่อนเรียนและหลังไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีมโนคติเรื่องแรงในชีวิตประจำวัน มากขึ้น โดยเฉพาะมโนคติย่อย เรื่อง การหาแรงลัพท์โดยการวาดรูป

การอภิปรายผล

จากผลของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน สามารถอภิปรายได้ว่า

1. คะแนนเฉลี่ยมโนคติก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เท่ากับ 2.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.64 และหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.09 จะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนทรี เก่งวานิชย์ (2558) ศึกษาเรื่อง ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงเสียดทาน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ แคทริยา มุขมาลี (2557) ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

2. ผลการวิเคราะห์มโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า แบบทดสอบข้อ 4 การหาแรงลัพท์ในหนึ่งมิติโดยการวาดรูป ข้อ 5 การหาแรงลัพท์ในสองมิติโดยการวาดรูป และข้อ 6 การหาแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อกำหนดแรงที่หนึ่งและแรงลัพท์มาให้ นั่นไม่มีคนตอบถูก เมื่อเทียบกับแบบทดสอบอีกสองข้อที่ให้หาแรงลัพท์แบบปรนัยปรากฏว่ามีนักเรียนตอบถูก ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะ

นักเรียนยังขาดความเข้าใจในเรื่องการรวมเวกเตอร์ จึงทำให้ไม่มีคนตอบถูก แต่หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ปรากฏว่าข้อ 4 มีนักเรียนตอบถูก 9 คน ข้อ 5 มีนักเรียนตอบถูก 17 คน และข้อ 6 มีนักเรียนตอบถูก 3 คน แสดงว่า มีนักเรียนบางส่วนมีมโนคติ เรื่อง การหาแรงลัพธ์โดยการวาดรูปเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุณฯ โวหารกล้า (2561) ศึกษาเรื่อง “มโนคติแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา” ปิยนุช มาลีหวล และเดชา ศุภพิทยาภรณ์ (2560) ศึกษาเรื่อง “ศึกษาผลการสอนแบบเพียร์ที่เสริมด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติทางฟิสิกส์ต่อมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” และพงศธร ทิพรัักษ์ (2554) ศึกษาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

3. จากคะแนนแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า คะแนนข้อ 3 และข้อ 7 เป็นข้อสอบที่ว่าด้วยการหาแรงลัพธ์และผลการวิเคราะห์ พบว่า คะแนนหลังเรียนไม่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ อาจเป็นเพราะแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยซึ่งนักเรียนสามารถเลือกคำตอบที่ให้มาได้ใกล้เคียงกับคำตอบที่ถูกต้องได้ง่าย

4. จากคะแนนเฉลี่ยหลังสอบไม่แตกต่างจากก่อนสอบมาก อาจเป็นเพราะเรื่องการหาแรงลัพธ์โดยวิธีวาดรูปเป็นเรื่องยากสำหรับการเปลี่ยนแปลงมโนคติ แม้แต่ในนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปิยนุช มาลีหวล และเดชา ศุภพิทยาภรณ์ (2560) ศึกษาเรื่อง “ศึกษาผลการสอนแบบเพียร์ที่เสริมด้วยกิจกรรมการลงมือปฏิบัติทางฟิสิกส์ต่อมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4” และพงศธร ทิพรัักษ์ (2554) ศึกษาเรื่อง การเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เพราะนักเรียนมักจะเข้าใจว่า ทิศทางของแรงที่กระทำต่อวัตถุที่ใกล้เคียงกันเป็นทิศเดียวกันโดยไม่ได้พิจารณามุม หรือในการรวมแรง 2 มิติ นักเรียนคิดว่าทิศทางของแรงลัพธ์จะวนเป็นวงกลม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ

Wutchana and Emarat (2014) ศึกษาเรื่อง “Finding Resultant Vectors Using a Rubber Band” ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ระบุทิศทางของเวกเตอร์ลัพธ์ผิด

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนี้ยังต้องได้รับการปรับ แก้ไขในรายละเอียด เพื่อให้มนมติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน ของนักเรียนถูกต้องเพิ่มขึ้น

ภาคผนวก ก

หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ



ที่ ศธ ๐๕๑๘.๐๗/๔๖๙

บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
หัวหมาก บางกะปิ กทม. ๑๐๒๕๐

๑๔ มีนาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน อาจารย์ ดร. จิตราภรณ์ บุญถนอม

ด้วย นางสาวรุ่งรัตน์ แสนศรี รหัสประจำตัว ๕๗๑๒๖๖๐๒๕๓ ปัจจุบันเป็นนักศึกษา
ระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ที่มีต่อทักษะความคิด
สร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมและมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน” จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบเครื่องมือและได้พิจารณาว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถพิเศษจึงขออนุญาตเชิญท่านเป็น
ผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่าง
ยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ พ.ต.ท. ดร. ศิริพงษ์ เสงี่ยมาน)

ผู้อำนวยการบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๓๑๐-๘๓๓๕



ที่ ศธ ๐๕๑๘.๐๗/๔๗๑

บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
หัวหมาก บางกะปิ กทม. ๑๐๒๔๐

๑๔ มีนาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน อาจารย์ ดร. ธนิตา สุจิตรธรรม

ด้วย นางสาวรุ่งรัตน์ แสนศรี รหัสประจำตัว ๕๗๑๒๖๖๐๒๔๓ ปัจจุบันเป็นนักศึกษา
ระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ที่มีต่อทักษะความคิด
สร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมและมนต์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน” จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบเครื่องมือและได้พิจารณาว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถพิเศษจึงขออนุญาตเชิญท่านเป็น
ผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่าง
ยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ พ.ต.ท. ดร. ศิริพงษ์ เสงี่ยมาน)
ผู้อำนวยการบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา
โทร. ๐-๒๓๑๐-๘๓๓๕



ที่ ศธ ๐๕๑๘.๐๗/๕๗๑

บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
หัวหมาก บางกะปิ กทม. ๑๐๒๔๐

๑๔ มีนาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ

เรียน นายณภดล ทิพพะพาทย

ด้วย นางสาวรุ่งรัตน์ แสนศรี รหัสประจำตัว ๕๗๑๒๖๖๐๒๕๓ ปัจจุบันเป็นนักศึกษา
ระดับบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง
“ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวสะเต็มศึกษา ที่มีต่อทักษะความคิด
สร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมและมนต์ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน” จำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญ
ตรวจสอบเครื่องมือและได้พิจารณาว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ ความสามารถพิเศษจึงขออนุญาตเชิญท่านเป็น
ผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ บัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ หวังเป็นอย่าง
ยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือด้วยดี และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

๑๔

(รองศาสตราจารย์ พ.ต.ท. ดร. ศิริพงษ์ เสงี่ยม)

ผู้อำนวยการบัณฑิตศึกษา คณะศึกษาศาสตร์

สำนักงานบัณฑิตศึกษา

โทร. ๐-๒๓๑๐-๘๓๓๕

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 มาชักร้อยกันเถอะ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
 วิชา วิทยาศาสตร์ 3 รหัสวิชา ว22101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เวลา 2 ชั่วโมง
 สัปดาห์ที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

สาระสำคัญ

แรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ การรวมแรงต้องรวมแบบเวกเตอร์ ถ้าผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุนั้นจะคงสภาพหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่สาม การชักร้อยอาศัยหลักการรวมแรงในระนาบเดียวกัน ทั้งสองฝ่ายที่ชักร้อยจะได้รับแรงดึงจากฝ่ายตรงข้ามที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้าม ซึ่งต่างก็เท่ากับแรงดึงของเชือกซึ่งเป็นแรงภายใน แต่การแพ้ชนะดูเหมือนขึ้นอยู่กับว่าแรงจากภายนอกกลุ่มใดมีขนาดใหญ่กว่ากัน

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัดที่ 4.1 ม. 2/2 อธิบายแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่งหรือวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

สาระการเรียนรู้

เมื่อแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่ง วัตถุนั้นก็จะหยุดนิ่งตลอดไป แต่ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวตลอดไป

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้
2. นักเรียนสามารถทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้
3. นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันอย่างสร้างสรรค์ได้

วัสดุอุปกรณ์

1. เชือก	2 เส้น
2. ด้าย	4 เส้น
3. วงแหวน	1 อัน
4. ยางนอกรถจักรยาน	1 เส้น
5. ไม้โปรแท็คเตอร์สำหรับวัดมุม	1 อัน
6. เครื่องชั่งสปริง	2 อัน
7. กระดาษ	2 แผ่น
8. ปากกา	1 ด้าม

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

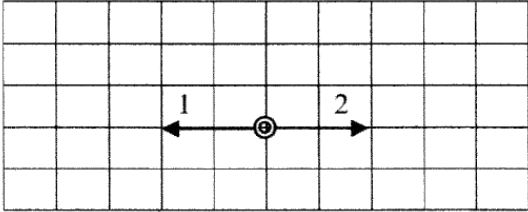
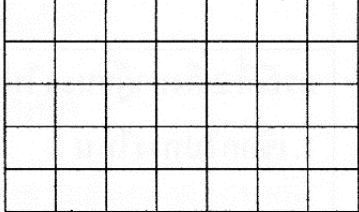
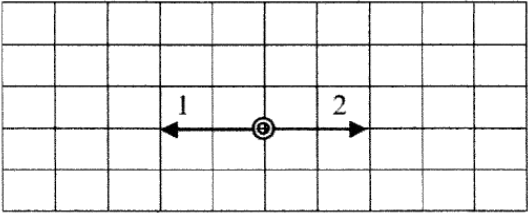
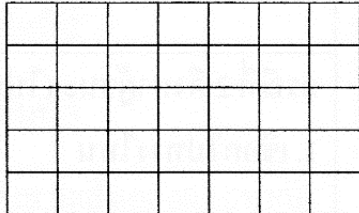
ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

ครูให้ตัวแทนนักเรียนลองดึงชักเยอในแนวระนาบข้างละ 3 คน แล้วถามว่า

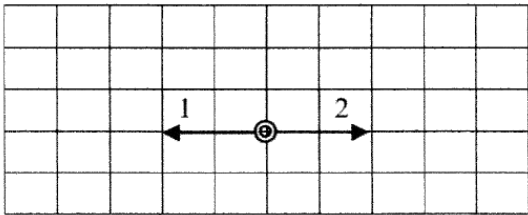
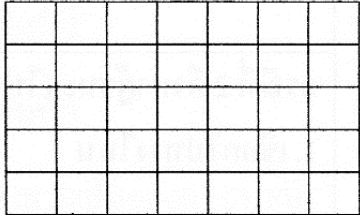
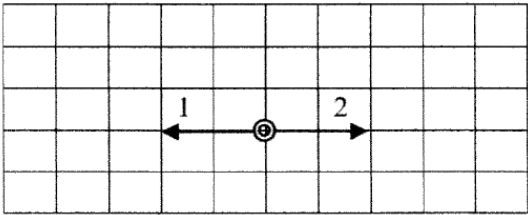
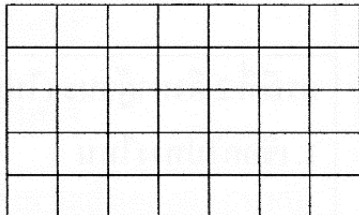
1. ทิศทางของเชือกไปทางไหน (ทางที่ออกแรงมากกว่า)
2. กลุ่มไหนออกแรงมากกว่ากัน (ขึ้นอยู่กับสถานการณ์)

ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

3. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 6-8 คน ผูกเชือก 2 เส้นเข้ากับยางนอกรถจักรยาน ผูกปากกาไว้กับยางรถโดยให้ปลายปากกาจิดกระดาษได้พอดี แล้วให้นักเรียนดึงเชือกในแนวระนาบข้างละ 3 คน แล้วตอบคำถามและวาดแนวแรงที่ดึงในใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มาชักเย่อกันเถอะ

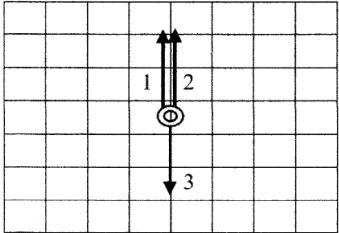
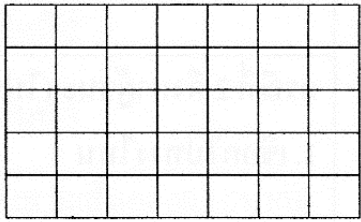
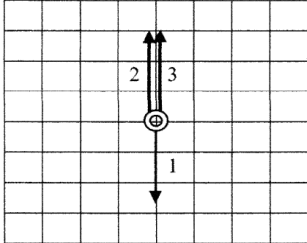
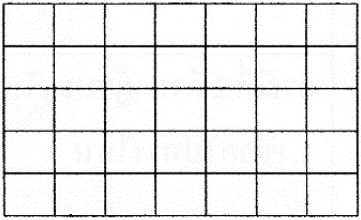
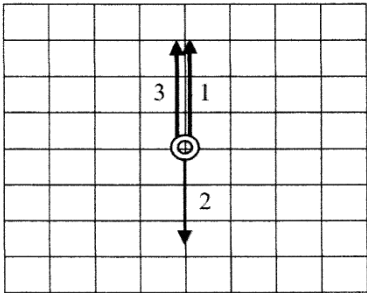
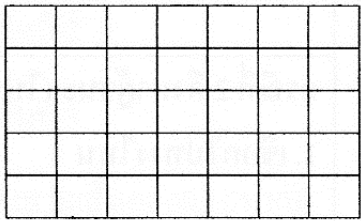
คำถาม	ดึงเชือก
กรณีที่ 1 ดึงให้อยู่ตรงกลาง 1. เชือกไปทางไหน	☐ ไปทางซ้าย ☐ ไปทางขวา
2. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ ทั้งสองออกแรงเท่ากัน
	
กรณีที่ 2 ดึงหาผู้ชนะ (ไปทางใดทางหนึ่ง) 1. เชือกไปทางไหน	☐ ไปทางซ้าย ☐ ไปทางขวา ☐ ไม่ใช่ทั้งคู่
2. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ ทั้งสองออกแรงเท่ากัน
	

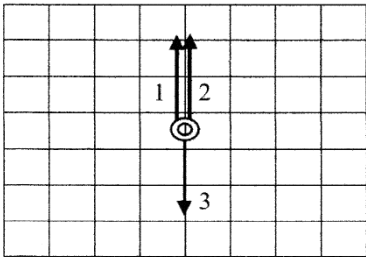
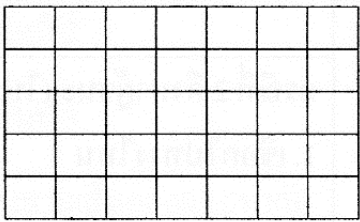
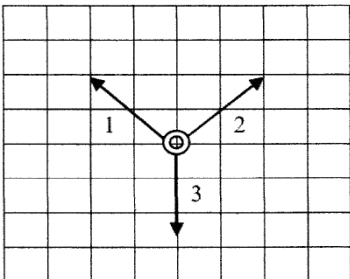
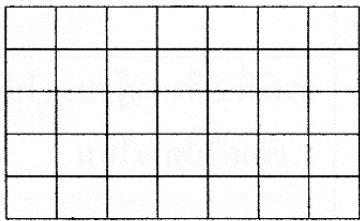
4. ให้นักเรียนผูกเชือก 2 เส้นเข้ากับวงแหวน แล้วนำปลายเชือกแต่ละด้านผูกกับตะขอเกี่ยวกับของเครื่องซังสปริง แล้วออกแรงดึงเครื่องซังสปริงในทิศทางต่าง ๆ จนทำให้วงแหวนอยู่นิ่ง บันทึกขนาดของแรงและแนวแรงบนกระดาษที่สอดอยู่ใต้วงแหวน (พิสูจน์ข้อ 3) แล้วตอบคำถามหลังการทดลอง

คำถาม	ดังสปริง
กรณีที่ 1 ดึงให้อยู่ตรงกลาง 1. เชือกไปทางไหน	☐ ไปทางซ้าย ☐ ไปทางขวา
2. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ ทั้งสองออกแรงเท่ากัน
	
กรณีที่ 2 ดึงหาผู้ชนะ (ไปทางใดทางหนึ่ง) 1. เชือกไปทางไหน	☐ ไปทางซ้าย ☐ ไปทางขวา ☐ ไม่ใช่ทั้งคู่
2. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ ทั้งสองออกแรงเท่ากัน
	

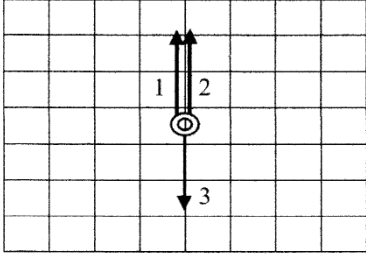
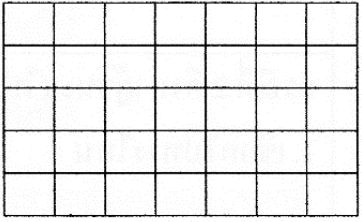
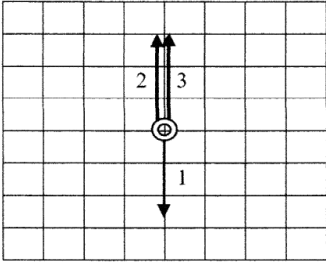
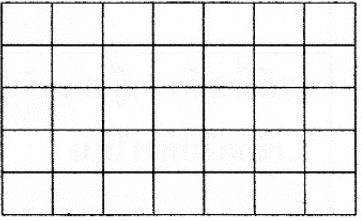
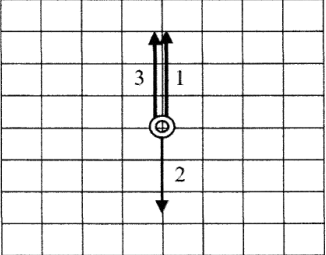
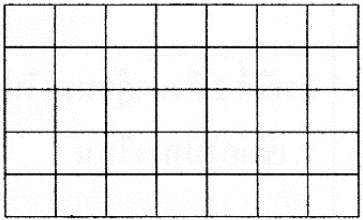
ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

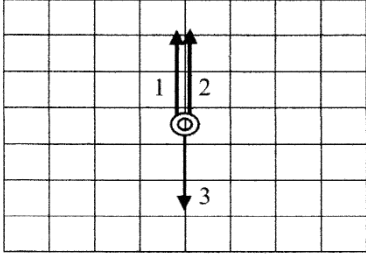
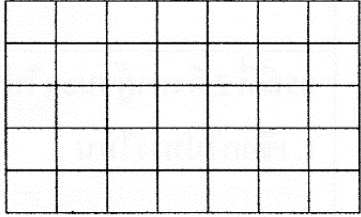
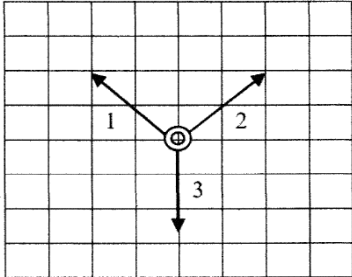
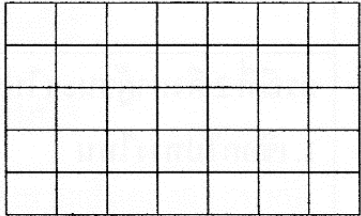
5. นักเรียนผูกเชือก 3 เส้นเข้ากับยางนอกรถจักรยาน ผูกปากกาไว้กับยางรถ โดยให้ปลายปากกาขีดกระดาษได้พอดี แล้วให้นักเรียนดึงในแนวระนาบข้างละ 3 คน โดยให้เชือก 2 เส้นอยู่ฝั่งเดียวกัน สลับเส้นให้ครบทั้ง 3 เส้น ดังรูป ก่อนดึงให้นักเรียนทำนายว่าแรงที่ดึงเชือก 2 เส้นเป็นอย่างไรถ้าเทียบกับดึง 1 เส้น แล้วตอบคำถามและวาดแนวแรงที่ดึงในใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ชักเย่อ 3 เส้น

คำถาม	ดึงเชือก
กรณีที่ 1 ดึงให้อยู่ตรงกลาง 1. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	
2. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	
3. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	

คำถาม	ดึงเชือก
กรณีที่ 2 ดึงหาผู้ชนะ (ไปทางใดทางหนึ่ง) 1. ดึงแบบตรง ๆ ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	
2. ดึงทำมุมกัน ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	

6. นักเรียนผูกเชือก 2 เส้นเข้ากับวงแหวน แล้วนำปลายเชือกแต่ละด้านผูกกับขอเกี่ยวของเครื่องชั่งสปริง แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในทิศทางต่าง ๆ จนทำให้วงแหวนอยู่นิ่ง บันทึกขนาดของแรงและแนวแรงบนกระดาษที่สอดอยู่ใต้วงแหวน แล้วตอบคำถามหลังการทดลอง

คำถาม	ดังสปริง
กรณีที่ 1 ดึงให้อยู่ตรงกลาง 1. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	
2. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	
3. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	

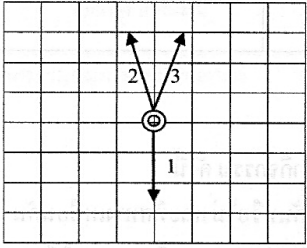
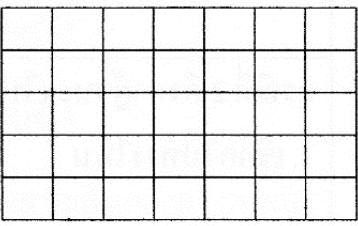
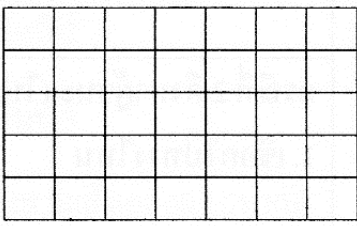
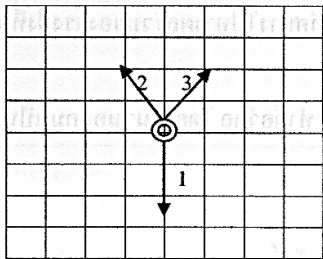
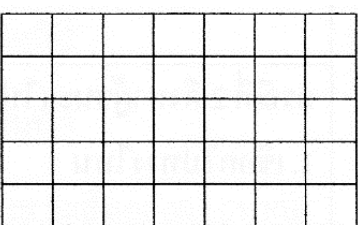
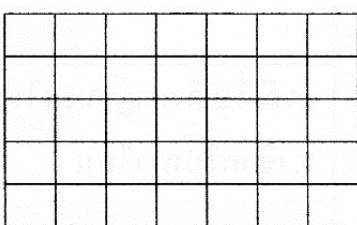
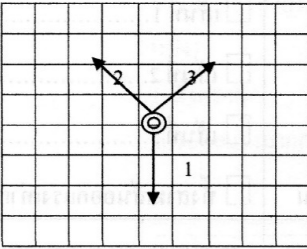
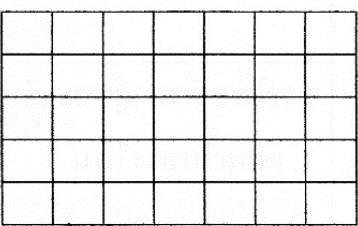
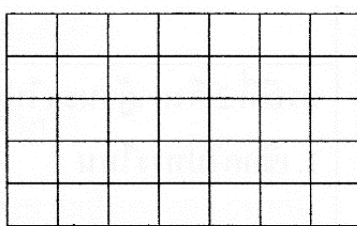
คำถาม	ดังสปริง
กรณีที่ 2 ดึงหาผู้ชนะ (ไปทางใดทางหนึ่ง) 1. ดึงตรง ๆ ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	
2. ดึงทำมุมกัน ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
	

ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้

7. ครูให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้จากการดึงชั๊กเยื่อในแต่ละกิจกรรม

8. ครูตั้งคำถามว่ามัมมีผลต่อการออกแรงดึงชั๊กเยื่อหรือไม่เพื่อให้นักเรียน
ออกแบบในการออกแรงดึงชั๊กเยื่อ

9. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบจำนวนคนและมัมโดยที่มัมของเชือกเส้นที่ 2
และ 3 ทาง 30, 45 และ 60 องศา และเชือกเส้นที่ 1 ยังคงอยู่ที่เดิมและจำนวนคนที่
ดึงชั๊กเยื่อเท่าเดิม

คำถาม	ดึงเชือก	ดึงสปริง
กรณีที่ 3 ดึงให้มุมต่างกัน 3. ใครออกแรงมากกว่ากัน (30 องศา)	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		
4. ใครออกแรงมากกว่ากัน (45 องศา)	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		
5. ใครออกแรงมากกว่ากัน (60 องศา)	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

9. ให้นักเรียน สรุปผลการทำการทดลอง โดยใช้คำถามหลังทำกิจกรรม ดังนี้

9.1 เมื่อดึงชักรเยื่อในแนวขนานกัน ขนาดของแรงรวมเท่ากันหรือไม่ และทิศทางเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่ (มีขนาดและทิศทางเดียวกัน ตรงตามที่คาดคะเนไว้)

9.2 เมื่อดึงชักรเยื่อในแนวทำมุมต่างกัน ผลรวมของแรงทั้งสองกรณีมีขนาดเท่ากันหรือไม่ และมีทิศทางเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร ตรงตามที่คาดคะเนไว้หรือไม่ (มีขนาดไม่เท่ากันและทิศทางต่างกัน เมื่อดึงชักรเยื่อในแนวไม่ขนานกัน ชักรเยื่อจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางระหว่าง 2 แรงนั้น ตรงตามที่คาดคะเนไว้)

9.3 การหาผลรวมของแรงต้องคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง (ขนาดและทิศทางของแรง)

9.4 สรุปผลการทดลองได้อย่างไร (เมื่อดึงชักรเยื่อขนานกัน ผลรวมของแรงดึงมีค่าเท่ากับค่าของแรงทั้ง 2 รวมกัน ทิศทางไปทางทิศที่ออกแรงมากกว่า เมื่อดึงชักรเยื่อทำมุมกัน ผลรวมของแรงดึงสองแรงที่อยู่ฝั่งเดียวกันจะเท่ากับผลรวมของแรงสองแรงที่อยู่ฝั่งตรงข้ามรวมกัน ทิศทางไปทางผลรวมของแรงฝั่งที่ออกแรงมากกว่า)

10. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการรวมแรงที่กระทำต่อวัตถุ โดยคำนวณออกมาเป็นค่าแรงลัพธ์

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน

11. ให้ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนและร่วมกันอภิปรายผลการทดลองให้นักเรียนเขียนผังโน้ตสรุปการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกัน ที่กระทำต่อวัตถุ

12. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม สังเกตการตอบคำถาม การร่วมอภิปรายในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบกิจกรรม ประเมินจากการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน ที่ได้
	3	2	1	
1. นักเรียนสามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	สามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้สมบูรณ์ ครบถ้วน	สามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้ แต่ไม่สมบูรณ์	ไม่สามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	
2. นักเรียนสามารถทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	สามารถทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้เป็นอย่างดี	สามารถช่วยเพื่อนทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	ไม่สามารถทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	
3. นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันอย่างสร้างสรรค์ได้	สามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันอย่างสร้างสรรค์ได้	สามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันอย่างได้	ไม่สามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันได้	

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มาชักเยือกันเถอะ

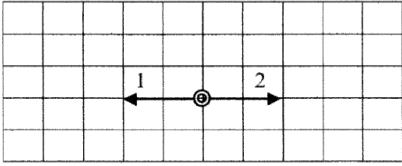
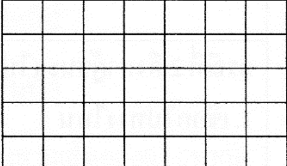
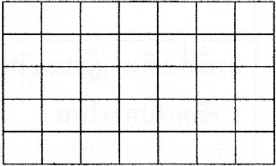
วัสดุอุปกรณ์

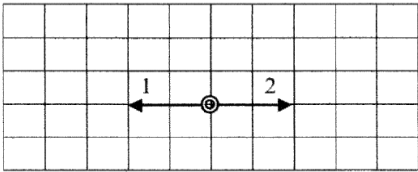
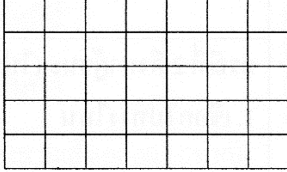
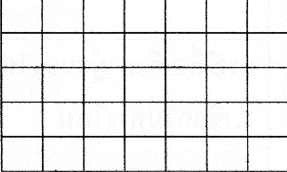
1. เชือก	2	เส้น
2. ค้าย	4	เส้น
3. วงแหวน	1	อัน
4. ยางนอกรถจักรยาน	1	เส้น
5. ไม้โปรแท็คเตอร์สำหรับวัดมุม	1	อัน
6. เครื่องชั่งสปริง	2	อัน
7. กระดาษ	2	แผ่น
8. ปากกา	1	ด้าม

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 6-8 คน ผูกเชือก 2 เส้น เข้ากับยางนอกรถจักรยาน ผูกปากกาไว้กับยางรถโดยให้ปลายปากกาชิดกระดาดได้พอดี แล้วให้นักเรียนลองดึงในแนวระนาบข้างละ 3 คน แล้วตอบคำถาม

2. ให้นักเรียนผูกเชือก 2 เส้น เข้ากับวงแหวน แล้วนำปลายเชือกแต่ละด้านผูกกับขอเกี่ยวของเครื่องชั่งสปริง แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในทิศทางต่างๆ จนทำให้วงแหวนอยู่นิ่ง บันทึกขนาดของแรงและแนวแรงบนกระดาษที่สอดอยู่ใต้วงแหวน (พิสูจน์ข้อ 1)

คำถาม	ดึงเชือก	ดึงสปริง
กรณีที่ 1 1. เชือกไปทางไหน?	☐ ไปทางซ้าย ☐ ไปทางขวา	☐ ไปทางซ้าย ☐ ไปทางขวา
2. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ ทั้งสองออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ ทั้งสองออกแรงเท่ากัน
		

กรณีที่ 2	☐ ไปทางซ้าย ☐ ไปทางขวา ☐ ไม่ใช่ทั้งคู่	☐ ไปทางซ้าย ☐ ไปทางขวา ☐ ไม่ใช่ทั้งคู่
3. เชือกไปทางไหน?		
4. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ ทั้งสองออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ ทั้งสองออกแรงเท่ากัน
		

คำถาม

ดึงวงแหวนด้วยเชือก 2 เส้น จนวนแหวนอยู่นิ่ง ขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวงแหวนเป็นอย่างไร เป็นไปตามที่คาดคะเนหรือไม่

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ชักเยอ 3 เส้น

วัสดุอุปกรณ์

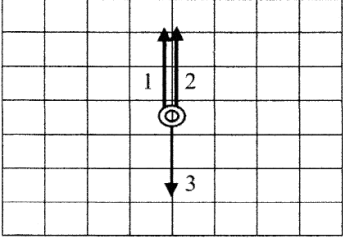
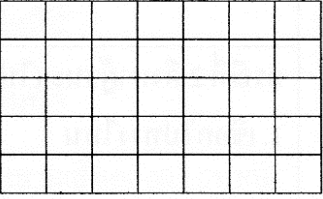
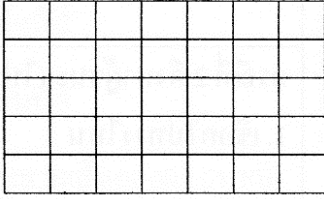
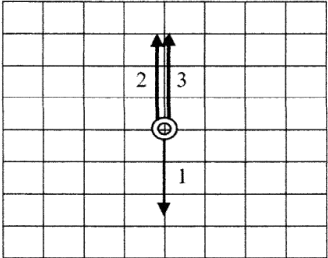
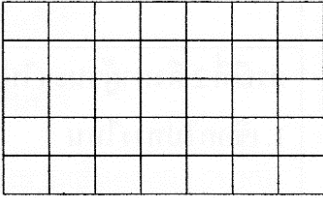
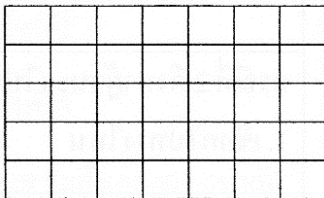
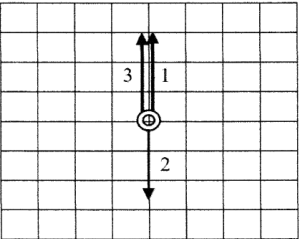
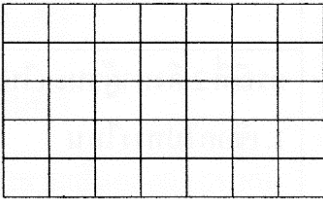
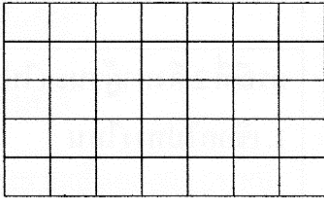
1. เชือก	3	เส้น
2. ด้าย	7	เส้น
3. วงแหวน	1	อัน
4. ยางนอกรถจักรยาน	1	เส้น
5. ไม้โปรแท็คเตอร์สำหรับวัดมุม	1	อัน
6. เครื่องชั่งสปริง	3	อัน
7. กระดาษ	2	แผ่น
8. ปากกา	1	ด้าม

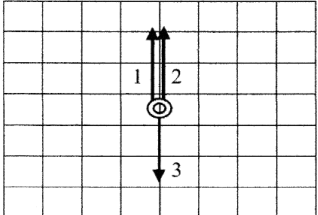
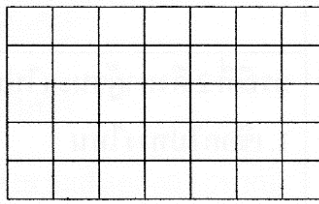
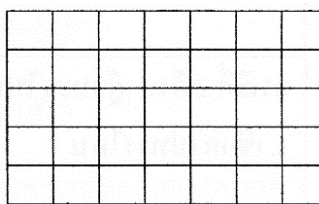
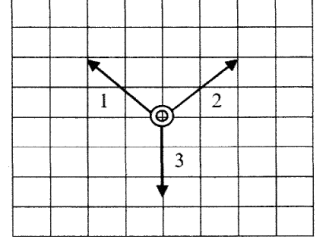
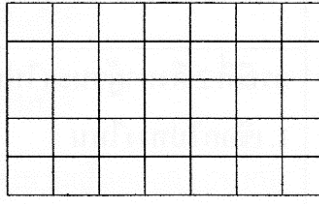
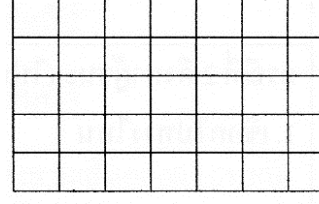
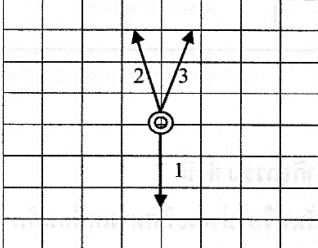
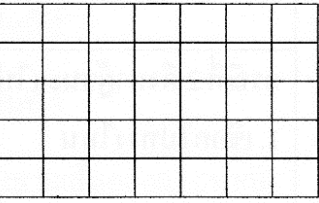
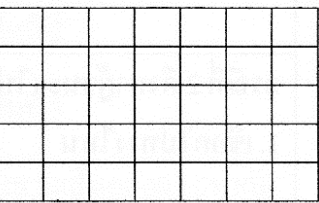
วิธีทำ

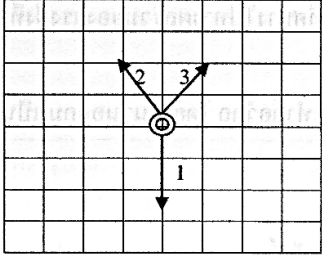
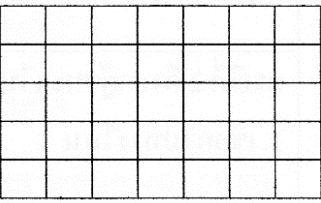
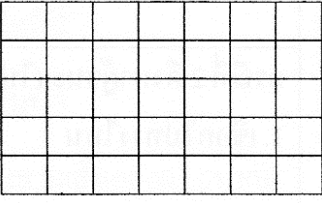
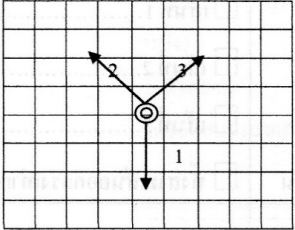
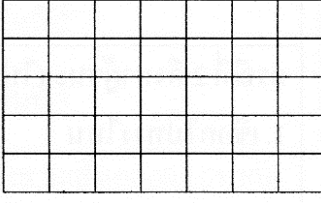
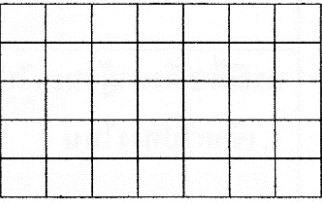
1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 6-8 คน ผูกเชือก 3 เส้น เข้ากับยางนอกรถจักรยาน ผูกปากกาไว้กับยางรถโดยให้ปลายปากกาชี้กระดาศได้พอดี แล้วให้นักเรียนลองดึงในแนวระนาบข้างละ 3 คน แล้วตอบคำถาม

2. ให้นักเรียนผูกเชือก 3 เส้น เข้ากับวงแหวน แล้วนำปลายเชือกแต่ละด้านผูกกับขอเกี่ยวของเครื่องชั่งสปริง แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในทิศทางต่าง ๆ จนทำให้วงแหวนอยู่นิ่ง บันทึกขนาดของแรงและแนวแรงบนกระดาษที่สอดอยู่ใต้วงแหวน

3. ให้นักเรียนทำซ้ำเหมือนข้อ 2 แต่เปลี่ยนมุมระหว่างเชือกเส้นที่ 2 และ 3 ให้กางขนาดต่าง ๆ กันดังนี้ 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา

คำถาม	ดึงเชือก	ดึงสปริง
กรณีที่ 1 1. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		
2. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		
3. ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		

กรณีที่ 2 1. ดึงตรง ๆ ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		
2. ดึงทำมุมกัน ใครออกแรงมากกว่ากัน	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		
กรณีที่ 3 3. ใครออกแรงมากกว่ากัน (30 องศา)	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		

คำถาม	ดึงเชือก	ดึงสปริง
4. ใครออกแรงมากกว่ากัน (45 องศา)	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		
5. ใครออกแรงมากกว่ากัน (60 องศา)	☐ เส้นที่ 1 ☐ เส้นที่ 2 ☐ เส้นที่ 3 ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน	☐ เส้นที่ 1..... ☐ เส้นที่ 2..... ☐ เส้นที่ 3..... ☐ ทั้งสามเส้นออกแรงเท่ากัน
		

คำถาม

1. ดึงวงแหวนด้วยเชือก 3 เส้น จนวงแหวนอยู่นิ่ง แรงทั้ง 3 มีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

2. ผลรวมของแรง 2 แรงจะเท่ากับขนาดของแรงที่เหลือหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 การหาแรงลัพธ์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
 วิชา วิทยาศาสตร์ 3 รหัสวิชา ว22101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เวลา 2 ชั่วโมง
 สัปดาห์ที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

สาระสำคัญ

เวกเตอร์ เป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง เช่น ความเร็ว แรง เป็นต้น เราสามารถแทนเวกเตอร์ในเชิงเรขาคณิตได้ด้วยส่วนของเส้นตรงและลูกศร โดยที่ทิศทางของลูกศรแทนทิศทางของเวกเตอร์ และความยาวของลูกศรแทนขนาดของเวกเตอร์ หางลูกศร เรียกว่าจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ หัวลูกศร เรียกว่า จุดสิ้นสุดของเวกเตอร์

แรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ การรวมแรงต้องรวมแบบเวกเตอร์ ถ้าผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุนั้นจะคงสภาพหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

ตัวชี้วัด ว 4.1 ม. 2/1 ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุ

สาระการเรียนรู้

แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ เมื่อมีแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันกระทำต่อวัตถุเดียวกัน สามารถหาแรงลัพธ์ได้โดยใช้หลักการรวมเวกเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันได้
2. นักเรียนสามารถทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่อยู่ในระนาบเดียวกันได้
3. นักเรียนสามารถออกแบบสร้างรถขุดน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยแรงลม เพื่อทดสอบขนาดและทิศทางของแรงได้อย่างสร้างสรรค์

วัสดุอุปกรณ์

1. ใบกิจกรรม
2. ใบความรู้เรื่องการรวมแรง
3. ดินสอ
4. ไม้บรรทัด
5. ยางลบ

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนดูภาพช้างกำลังลากซุง ครูตั้งคำถามว่า นักเรียนเห็นอะไรในภาพ (เห็นช้างสองเชือกกำลังลากท่อนซุง)



ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

2. ครูถามนักเรียนว่าท่อนซุงเคลื่อนที่ได้อย่างไร (ซ้างลากไป) ครูถามนักเรียนต่อว่า ในขณะที่ซ้างลากซุงมีแรงอะไรเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (1) แรงโน้มถ่วงของโลกที่ยึดซ้างคน และท่อนซุงไว้ไม่ให้ปลิวออกนอกโลก (2) แรงดันจากพื้นที่ยึดซ้างและท่อนซุงไว้ และแรงดันจากซ้างที่ดันคนไว้บนหลังซ้าง (3) แรงดึงจากซ้างที่ทำให้ท่อนซุงเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และ (4) เสียดทานระหว่างเท้าซ้าง และท่อนซุงกับพื้นซึ่งจะมีทิศตรงข้ามกับแรงดึง

3. ครูกระตุ้นนักเรียนด้วยคำถามต่อว่า ถ้าซ้างหนึ่งเชือกลากท่อนซุง กับซ้างสองเชือกลาก จะออกแรงเท่ากันไหม เพราะอะไร (ไม่เท่ากัน ลากด้วยซ้างหนึ่งเชือกออกแรงมากกว่าใช้ซ้างสองเชือกลาก เพราะสองเชือกช่วยกันออกแรงดึง)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

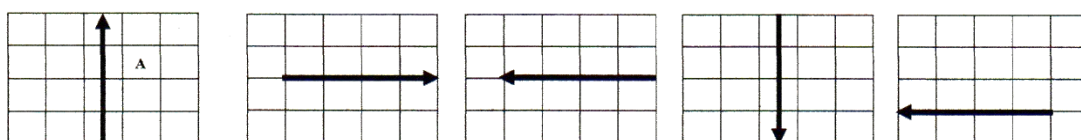
4. ครูถามนักเรียนเพิ่มเติมว่าแรงต้องประกอบไปด้วยอะไรบ้าง (ขนาดและทิศทาง)

5. ครูให้นักเรียนทำความเข้าใจกับขนาดและทิศทางของแรงโดยการทำกิจกรรม เรื่อง การรวมแรงโดยวิธีเขียนรูป

ใบกิจกรรม เรื่อง การรวมแรงโดยวิธีเขียนรูป

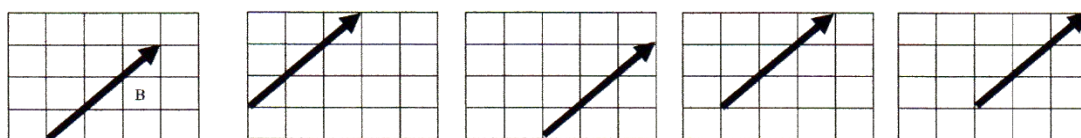
กิจกรรมที่ 1 จงระบุ ขนาด และ ทิศทาง ของแรงที่กำหนดให้

A ยกของขึ้นข้างบนด้วยแรง 4 นิวตัน จงเขียนแรงที่มีขนาดเท่ากับแรง A

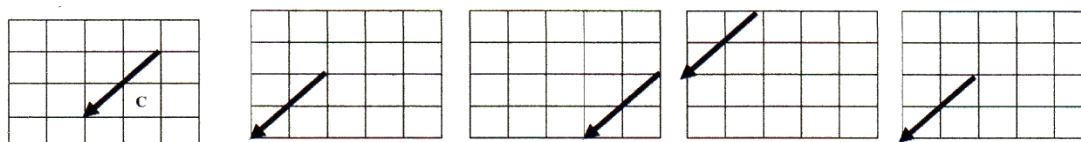


B ลากกระสอบข้าวไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จงเขียนแรงที่มีทิศทาง

เดียวกันกับ B

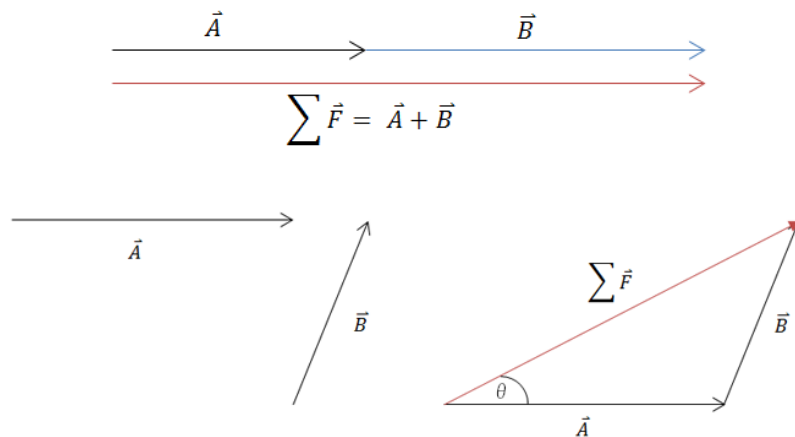


ย้าย แรง C ตามตำแหน่งที่กำหนดให้ (ทุกแรงสามารถ เคลื่อนที่ ย้ายตำแหน่ง โดยที่ ขนาด และทิศทาง คงเดิม)

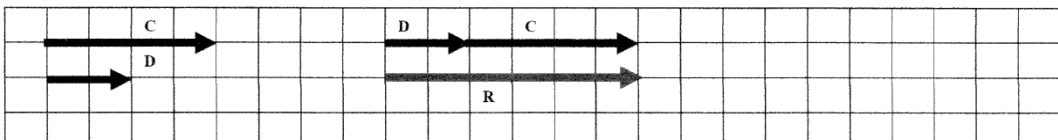


กิจกรรมที่ 2 การรวมแรงในหนึ่งและสองมิติ

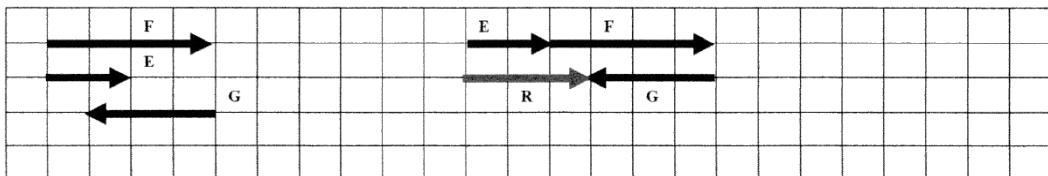
การรวมแรงโดยวิธีแบบหางต่อหัว โดยการนำหางของแรงที่สองไปต่อกับหัวลูกศรของแรงที่หนึ่ง และนำหางของแรงที่สามไปต่อกับหัวของแรงที่สอง ทำไปเรื่อย ๆ จนครบทุกแรง แรงลัพธ์ คือ แรงที่ลากจากหางของแรงแรกไปยังหัวของแรงสุดท้าย ดังรูป



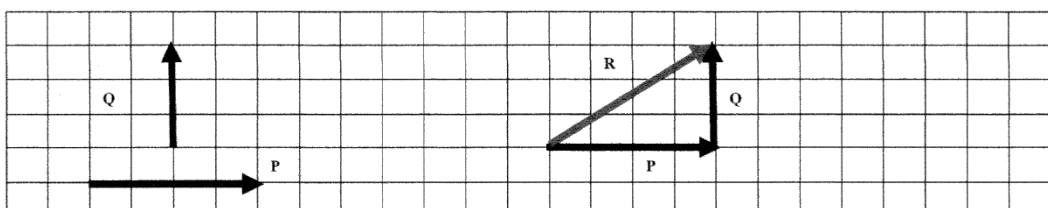
C และ D ออกแรงเข็นผักในตลาด โดยที่ D ออกแรง 2 นิวตัน C ออกแรง 4 นิวตัน ทั้งคู่เข็นผักไปทางทิศตะวันออก อยากทราบว่าทั้งคู่ออกแรงรวมกันเท่าไร



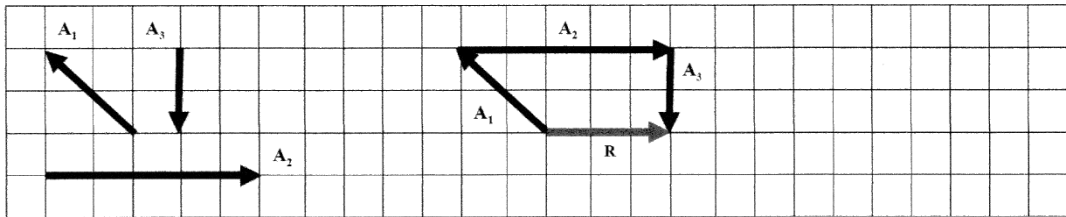
เคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยแรง 2 และ 4 นิวตัน ส่วน G ดันสวนทางกันด้วยแรง 3 นิวตัน จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถังน้ำแข็ง



P และ Q ช่วยกันยกกระสอบทรายเพื่อทำกำแพงป้องกันน้ำท่วม โดยมีขนาดและทิศทางดังภาพ จงหาแรงลัพธ์ที่ทั้งสองคนกระทำกับกระสอบทราย



ครอบครัวหนึ่งมีลูกชาย 3 คน วันหนึ่งแม่ไปตลาดและซื้อเสื้อผ้ามาให้ลูกทั้ง 3 คน แต่ไม่เหมือนกัน แม่บอกว่าชอบตัวไหนก็หยิบตัวนั้น ปรากฏว่าทุกคนชอบกางเกงยีนส์หมด A1 มาถึงก่อนจึงหยิบก่อน A2 ก็ชอบจึงแย่งกางเกงมา A3 ก็ไม่ยอม ต่างออกแรงยื้อแย่งกางเกงกันโดยมีทิศทางดังรูป จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อกางเกงยีนส์ตัวนั้น



ขั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้

7. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ออกแบบสร้างรถขุดน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยแรงลม เพื่อทดสอบขนาดและทิศทางของแรง

8. ให้นักเรียนแต่ละคนนำเสนอความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมการรวมแรงโดยวิธีเขียนรูป และการทำรถขุดน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยแรงลม ในกลุ่มของตัวเองว่าท้ายที่สุดแล้วขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์เป็นอย่างไร

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

9. นักเรียนในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและสรุปองค์ความรู้ที่ได้ และวางแผนรูปแบบการนำเสนอ

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน

10. แต่ละกลุ่มนำเสนอผลการปฏิบัติงานหน้าชั้นเรียน และร่วมกันประเมินผล

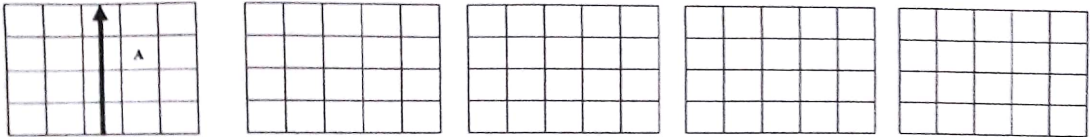
การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน ที่ได้
	3	2	1	
1. นักเรียนสามารถอธิบาย การหาแรงลัพธ์ ของแรงหลายแรง ในระนาบเดียวกัน ที่กระทำต่อวัตถุได้	สามารถอธิบายการหา แรงลัพธ์ของแรง หลายแรงในระนาบ เดียวกันที่กระทำ ต่อวัตถุได้ สมบูรณ์ ครบถ้วน	สามารถอธิบายการหา แรงลัพธ์ของแรง หลายแรงในระนาบ เดียวกันที่กระทำ ต่อวัตถุได้ แต่ไม่- สมบูรณ์	ไม่สามารถอธิบาย การหาแรงลัพธ์ของแรง หลายแรงในระนาบ เดียวกันที่กระทำ ต่อวัตถุได้	
2. นักเรียนสามารถ ทดลองการหาแรงลัพธ์ ของแรงหลายแรง ในระนาบเดียวกัน ที่กระทำต่อวัตถุได้	สามารถทดลองการหา แรงลัพธ์ของแรง หลายแรงในระนาบ เดียวกันที่กระทำ ต่อวัตถุได้ เป็นอย่างดี	สามารถช่วยเพื่อน ทดลองการหาแรงลัพธ์ ของแรงหลายแรง ในระนาบเดียวกัน ที่กระทำต่อวัตถุได้	ไม่สามารถทดลอง การหาแรงลัพธ์ของแรง หลายแรงในระนาบ เดียวกันที่กระทำ ต่อวัตถุได้	
3. นักเรียนสามารถ ออกแบบสร้างรถขุดน้ำ ที่ขับเคลื่อนด้วยแรงลม เพื่อทดสอบขนาด และทิศทางของแรง ได้อย่างสร้างสรรค์	สามารถออกแบบ สร้างรถขุดน้ำ ที่ขับเคลื่อนด้วยแรงลม เพื่อทดสอบขนาด และทิศทางของแรง ได้อย่างสร้างสรรค์	สามารถออกแบบ สร้างรถขุดน้ำ ที่ขับเคลื่อน ด้วยแรงลมได้	สามารถออกแบบ สร้างรถขุดน้ำ ที่ขับเคลื่อน ด้วยแรงลมได้ แต่ทำงานไม่ดี	

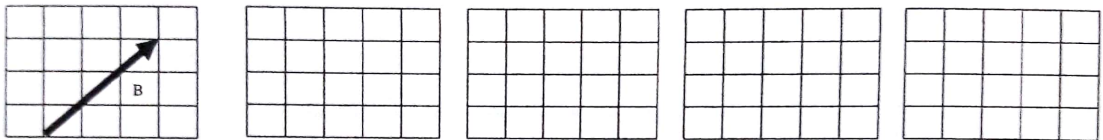
ใบกิจกรรม เรื่อง การรวมแรงโดยวิธีเขียนรูป

กิจกรรมที่ 1 จงระบุ ขนาด และ ทิศทาง ของแรงที่กำหนดให้

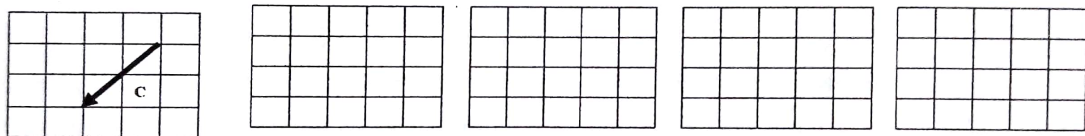
A ยกของขึ้นข้างบนด้วยแรง 4 นิวตัน จงเขียนแรงที่มีขนาดเท่ากับแรง A



B ลากกระสอบข้าวไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จงเขียนแรงที่มีทิศทาง

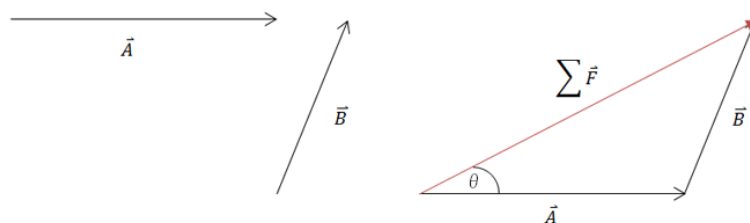


ย้าย แรง C ตามตำแหน่งที่กำหนดให้ (ทุกแรงสามารถ เคลื่อนที่ ย้ายตำแหน่ง โดยที่ ขนาด และ ทิศทาง คงเดิม)

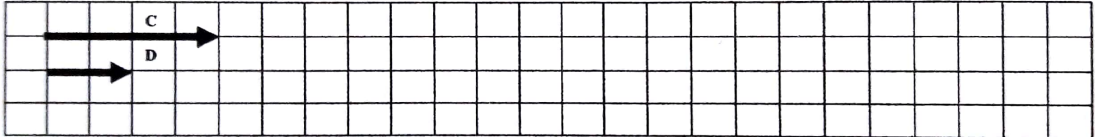


กิจกรรมที่ 2 การรวมแรงในหนึ่งและสองมิติ

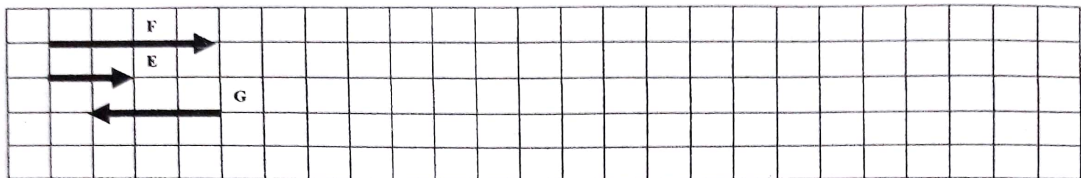
การรวมแรงโดยวิธีแบบหางต่อหัว โดยการนำหางของแรงที่สองไปต่อกับหัวลูกศรของแรงที่หนึ่ง และนำหางของแรงที่สามไปต่อกับหัวของแรงที่สอง ทำไปเรื่อย ๆ จนครบทุกแรง แรงลัพธ์ คือ แรงที่ลากจากหางของแรงแรกไปยังหัวของแรงสุดท้าย ดังรูป



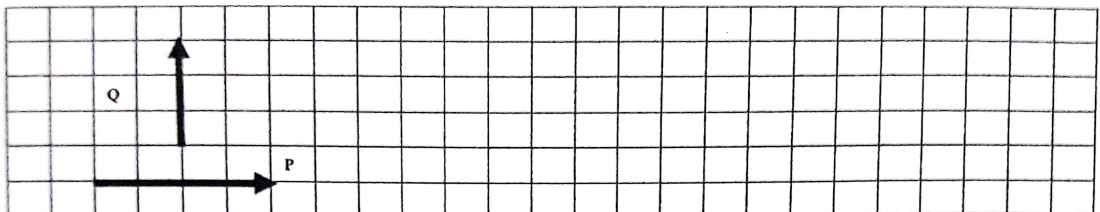
C และ D ออกแรงเข็นผักในตลาด โดยที่ D ออกแรง 2 นิวตัน C ออกแรง 4 นิวตัน ทั้งคู่เข็นผักไปทางทิศตะวันออก อยากทราบว่าทั้งคู่ออกแรงรวมกันเท่าไร



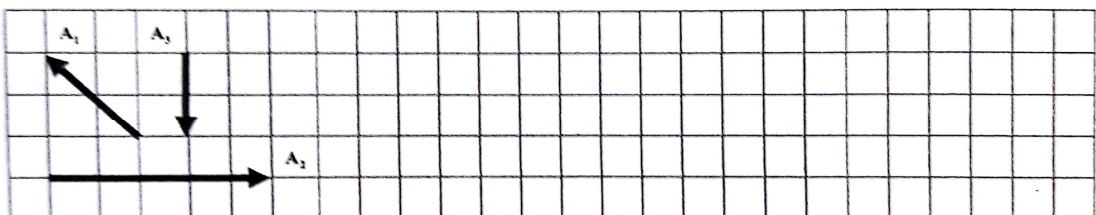
E, F และ G เล่นดันถังกู้น้ำแข็งดูว่าใครจะชนะ โดย E และ F ออกแรงดันถังกู้น้ำแข็งให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้าด้วยแรง 2 และ 4 นิวตัน ส่วน G ดันสวนทางกันด้วยแรง 3 นิวตัน จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถังกู้น้ำแข็ง



P และ Q ช่วยกันยกกระสอบทรายเพื่อทำกำแพงป้องกันน้ำท่วม โดยมีขนาดและทิศทางการดึง ดังภาพ จงหาแรงลัพธ์ที่ทั้งสองคนกระทำกับกระสอบทราย



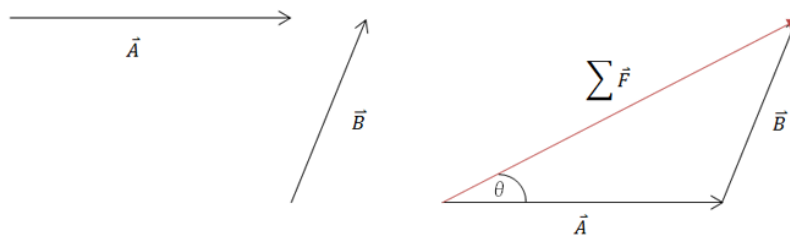
ครอบครัวหนึ่งมีลูกชาย 3 คน วันหนึ่งแม่ไปตลาดและซื้อเสื้อผ้ามาให้ลูกทั้ง 3 คน แต่ไม่เหมือนกัน แม่บอกว่าชอบตัวไหนก็หยิบตัวนั้น ปรากฏว่าทุกคนชอบกางเกงยีนส์หมด A1 มาถึงก่อนจึงหยิบก่อน A2 ก็ชอบจึงแย่งกางเกงมา A3 ก็ไม่ยอม ต่างออกแรงยื้อแย่งกางเกงกัน โดยมีทิศทางการดึง ดังรูป จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อกางเกงยีนส์ตัวนั้น



ใบความรู้ เรื่อง แรงลัพธ์

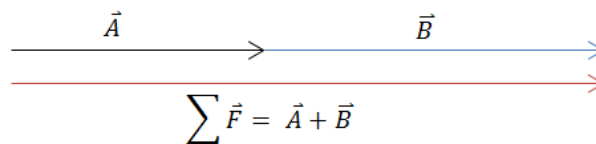
แรงลัพธ์ (resultant force) หมายถึง ผลรวมของแรงย่อย (แรงย่อย คือ แรงที่เป็นส่วนประกอบของแรงลัพธ์) เปรียบเสมือนแรงเพียงแรงเดียวเท่านั้นที่กระทำต่อวัตถุ ซึ่งการรวมกันของแรงนี้เป็นแบบปริมาณเวกเตอร์ นิยมใช้สัญลักษณ์ที่เรียกว่า ซิกมา (Σ) การหาค่าแรงลัพธ์ แบ่งออกเป็น 2 วิธีหลัก คือ การวาดรูปแบบหางต่อหัวและการคำนวณ ดังนี้

1. โดยวิธีแบบหางต่อหัว โดยการนำหางของแรงที่สองไปต่อกับหัวลูกศรของแรงที่หนึ่ง และนำหางของแรงที่สามไปต่อกับหัวของแรงที่สอง ทำไปเรื่อย ๆ จนครบทุกแรง แรงลัพธ์ คือแรงที่ลากจากหางของแรงแรกไปยังหัวของแรงสุดท้าย ดังรูป

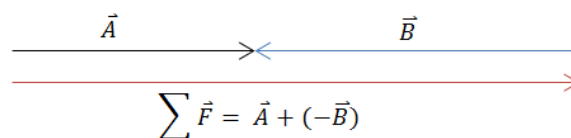


2. โดยวิธีการคำนวณ ใช้หาแรงลัพธ์ของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุ ได้แก่

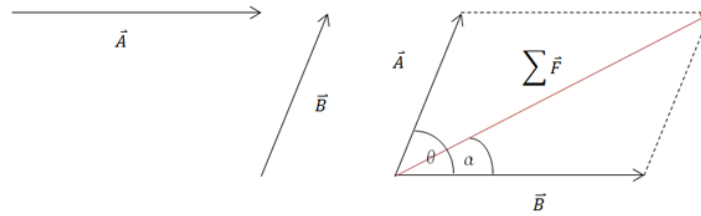
2.1 กรณีแรงย่อยมีทิศทางไปทางเดียวกัน แรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลรวมของแรงย่อย ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์จะไปในทิศทางเดียวกับแรงทั้งสอง ดังรูป



2.2 กรณีแรงย่อยมีทิศทางสวนทางกัน แรงลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเท่ากับผลต่างของแรงย่อย ส่วนทิศทางของแรงลัพธ์จะไปในทิศทางเดียวกับแรงที่มีขนาดมากกว่า



2.3 แรงสองแรงทำมุมใด ๆ ต่อกัน หาแรงลัพธ์จาก การสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และการคำนวณ



$$\sum F = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

$$\tan\alpha = \frac{B\sin\theta}{A + B\cos\theta}$$

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มาเล่นรอกกันเถอะ กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์
 วิชา วิทยาศาสตร์ 3 รหัสวิชา ว 22101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เวลา 2 ชั่วโมง
 สัปดาห์ที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

สาระสำคัญ

แรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์ การรวมแรงต้องรวมแบบเวกเตอร์ ถ้าผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ วัตถุนั้นจะคงสภาพหยุดนิ่ง หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่สาม การชักร้อยอาศัยหลักการรวมแรงในระนาบเดียวกัน ทั้งสองฝ่ายที่ชักร้อยจะได้รับแรงดึงจากฝ่ายตรงข้ามที่มีขนาดเท่ากัน แต่มีทิศทางตรงกันข้ามซึ่งต่างก็เท่ากับแรงดึงของเชือกซึ่งเป็นแรงภายใน แต่การแพ้ชนะดูเหมือนขึ้นอยู่กับว่าแรงจากภายนอกกลุ่มใดมีขนาดใหญ่กว่ากัน

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

ตัวชี้วัดที่ 4.1 ม. 2/2 อธิบายแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่งหรือวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

สาระการเรียนรู้

เมื่อแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่ง วัตถุนั้นก็จะหยุดนิ่งตลอดไป แต่ถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวตลอดไป

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้
2. นักเรียนสามารถทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้
3. นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันอย่างสร้างสรรค์ได้

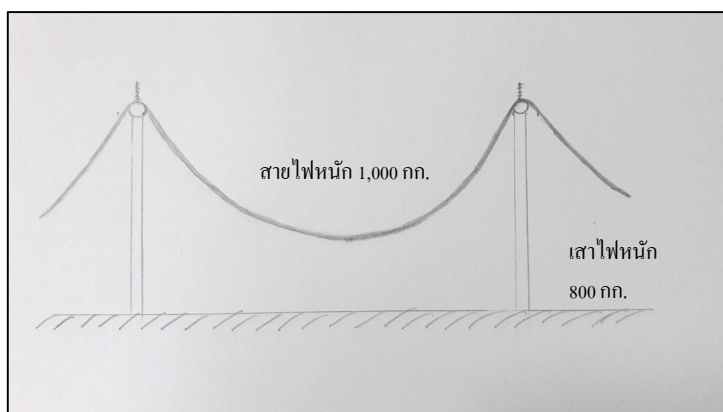
วัสดุอุปกรณ์

1. แผ่นสังกะสี	1 แผ่น
2. แม่เหล็กแรงสูง	2 ชิ้น
3. รอก	2 ตัว
4. เชือก	1 ม้วน
5. ห่วงน๊อต	9 ตัว
6. กระดาษกราฟ	1 แผ่น

แนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา

1. ครูให้นักเรียนดูรูปแล้วถามว่าถ้าต้องการยกสายไฟฟ้าขึ้นไปบนเสาไฟ เราจะมีวิธีการอย่างไร และจะต้องออกแรงแค่ไหนถึงจะทำให้สายไฟไม่ตกท้องช้าง (ใช้สายไฟฟ้าคไปบนเสาไฟแล้วใช้เครื่องมือช่วยดึงจากฝั่งของเสาไฟทั้งสองด้าน)



ขั้นที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา

2. ครูถามนักเรียนว่าการที่เราจะยกสายไฟขึ้นไปข้างบนนั้นเราจะต้องออกแรงทั้งสองข้างเป็นอย่างไร

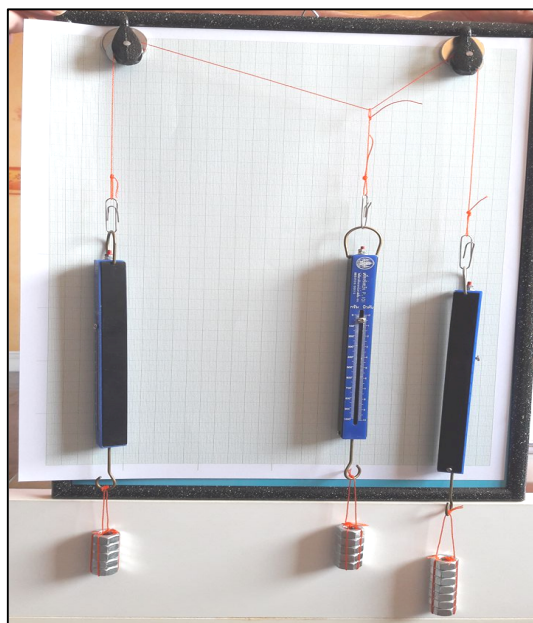
3. ครูถามนักเรียนต่อว่าเพราะอะไร (คำตอบของนักเรียนอาจไม่เหมือนกัน ผลรวมของแรงดึงทั้งสองข้างจะต้องเท่ากับน้ำหนักของสายไฟที่ห้อยลง)

ขั้นที่ 3 ดำเนินการศึกษาค้นคว้า

4. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 6-8 คน ผูกลีดติดกันให้แน่นให้ตั้งตรงและผูกเชือกที่ต้องการห้อยตรงปลาย โดยผูกลีด 3 ตัว 5 ตัว และ 7 ตัว จากนั้นวางแผ่นกระดาษกราฟลงบนแผ่นสังกะสีและติดแม่เหล็กแรงสูงลงบนแผ่นสังกะสีโดยให้กระดาษกราฟอยู่ใต้แม่เหล็ก ระยะห่างของแม่เหล็กอยู่ในระดับเดียวกันและห่างกันพอประมาณ

5. ดึงรอกลงไปบนแม่เหล็กโดยให้ขอบบนของรอกที่หมุนได้อยู่ในระดับเดียวกัน จากนั้นสอดเชือกเส้นที่ยาวกว่าผ่านรอกทั้งสองตัวผูกกับตาชั่งสปริงและผูกหัวนี้ไว้ตรงปลายของตาชั่งสปริงทั้งสองโดยให้จำนวนน๊อตต่างกัน

6. ผูกเชือกเส้นที่เหลือกับเส้นที่คล้องรอกไว้ โดยผูกเป็นห่วงตรงกลางระหว่างรอกทั้งสองตัว ปลายอีกด้านผูกตาชั่งสปริงและน๊อตไว้โดยที่จำนวนปลายเชือกทั้งสามสามารถปรับให้เท่ากันหรือแตกต่างกันได้ จากนั้นใช้ดินสอดุดำแหน่งของเชือกทั้งสาม (ในระที่จุดให้ระวังให้มาก ๆ ให้ดูเชือกที่ระดับสายตาจุดให้ตรงเชือก)

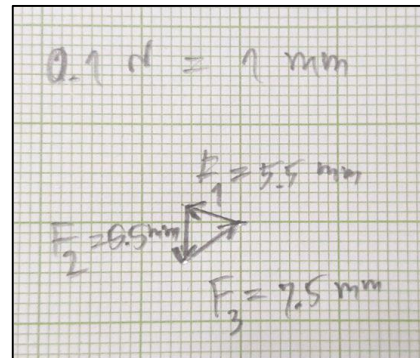
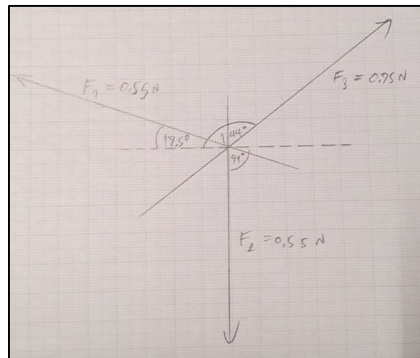


7. อ่านค่าแรงที่วัดได้จากตาชั่งสปริงและบันทึกลงในตาราง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ครั้งที่ ขนาดของแรง	1	2	3	ผลรวมของแรง (ระหว่างแรงอะไร)
ขนาดของแรงที่ 1 (F1)				
ขนาดของแรงที่ 2 (F2)				
ขนาดของแรงที่ 3 (F3)				

8. ใช้ดินสอลากเส้นทั้งสามให้มาบรรจบกัน แล้วเขียนหัวลูกศรกำกับแสดงขนาดและทิศทางของแรง จากนั้นหาแรงลัพธ์โดยการวาดเวกเตอร์แบบหางต่อหัว (นักเรียนต้องทำการวัดมุมของเวกเตอร์ที่จะบวกกันก่อน และต้องระวังและดูช่องในกระดาษกราฟให้ละเอียด)



9. ให้นักเรียนเปลี่ยนจำนวนน็อตโดยให้เชือกเส้นที่ติดกับรอกทั้งสองทำมุม 60 องศา

10. ครูถามนักเรียนว่าหลังจากเชือกผูกน็อตอยู่นิ่ง แรงทั้ง 3 มีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร ผลรวมของแรง 2 แรงจะเท่ากับขนาดของแรงที่เหลือหรือไม่ อย่างไร
ชั้นที่ 4 สังเคราะห์ความรู้

11. ครูตั้งคำถามว่าในขณะที่เราผูกน็อตตรงปลายเชือกไม่เท่ากันทิศทางของแรงเป็นอย่างไร

12. แล้วถ้าเราปรับขนาดของมุมให้เป็น 60 องศา ทิศทางของแรงเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร

13. ให้นักเรียนทดลองอีกครั้งแต่เปลี่ยนจากมุม 60 องศา เป็นมุม 30 องศา และมุม 45 องศา

ขั้นที่ 5 สรุปและประเมินค่าของคำตอบ

14. ให้นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับการรวมแรงที่กระทำต่อวัตถุ ให้ได้ประเด็นตามจุดประสงค์การเรียนรู้

15. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่าถ้าเราวาดลูกศร โดยนำขนาดและทิศทางของแรงสองแรงมาต่อกัน ขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์จะเท่ากับอีกเส้นที่ลากจากจุดเริ่มต้นมาจุดสุดท้ายได้บรรจบกันพอดี หรือถ้าเราสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์จะเท่ากับขนาดและทิศตรงข้ามของรอกที่ใส่นี้อต มากที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอและประเมินผลงาน

15. ให้ผู้แทนนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนและร่วมกันอภิปรายผลการทดลองให้นักเรียนเขียนผังมโนทัศน์การหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกัน ที่กระทำต่อวัตถุ

16. ครูประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนี้ สังเกตพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรม สังเกตการตอบคำถาม การร่วมอภิปรายในชั้นเรียน การตอบคำถามในใบกิจกรรม ประเมินจากการนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

การวัดประเมินผล

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			คะแนน ที่ได้
	3	2	1	
1. นักเรียนสามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	สามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้สมบูรณ์ ครบถ้วน	สามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้ แต่ไม่สมบูรณ์	ไม่สามารถอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	
2. นักเรียนสามารถทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	สามารถทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้เป็นอย่างดี	สามารถช่วยเพื่อนทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	ไม่สามารถทดลองการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันที่กระทำต่อวัตถุได้	
3. นักเรียนสามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันอย่างสร้างสรรค์ได้	สามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันอย่างสร้างสรรค์ได้	สามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันอย่างได้	ไม่สามารถออกแบบวิธีการรวมแรงหลายแรงในระนาบเดียวกันได้	

ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง มาเล่นรอกกันเถอะ

วัสดุอุปกรณ์

1. เชือก	2 เส้น
2. แผ่นสังกะสี	1 แผ่น
3. แม่เหล็กแรงสูง	2 ชิ้น
4. รอก	2 ตัว
5. กระดาษกราฟ	1 แผ่น
6. ดินสอ	1 แท่ง
7. ยางลบ	1 ก้อน
8. ไม้บรรทัด	1 อัน
9. หัวน็อต	12 ตัว

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 6-8 คน ผูกน็อตติดกันให้แน่นให้ตั้งตรงและผูกเชือกที่ต้องการห้อยตรงปลาย โดยผูกน็อต 3 ตัว 5 ตัว และ 7 ตัว จากนั้นวางแผ่นกระดาษกราฟลงบนแผ่นสังกะสีและติดแม่เหล็กแรงสูงลงบนแผ่นสังกะสีโดยให้กระดาษกราฟอยู่ใต้แม่เหล็ก ระยะห่างของแม่เหล็กอยู่ในระดับเดียวกันและห่างกันพอประมาณ

2. ดิรอกลงไปบนแม่เหล็กโดยให้ขอบบนของรอกที่หมุนได้อยู่ในระดับเดียวกัน จากนั้นสอดเชือกเส้นที่ยาวกว่าผ่านรอกทั้งสองตัวผูกกับตาข่ายสปริงและผูกหัวน็อตไว้ตรงปลายของตาข่ายสปริงทั้งสองโดยให้จำนวนน็อตต่างกัน

3. ผูกเชือกเส้นที่เหลือกับเส้นที่คล้องรอกไว้ โดยผูกเป็นห่วงตรงกลางระหว่างรอกทั้งสองตัว ปลายอีกด้านผูกตาข่ายสปริงและน็อตไว้โดยที่จำนวนปลายเชือกทั้งสามสามารถปรับให้เท่ากันหรือแตกต่างกันได้ จากนั้นใช้ดินสอจุดตำแหน่งของเชือกทั้งสาม (ในระตี่จุดให้ระวังให้มาก ๆ ให้ดูเชือกที่ระดับสายตาจุดให้ตรงเชือก)

4. อ่านค่าแรงที่วัดได้จากตาชั่งสปริงและบันทึกลงในตาราง (ยังอ่านได้ละเอียดเท่าไรยิ่งดี)

ตารางบันทึกผลการทดลอง

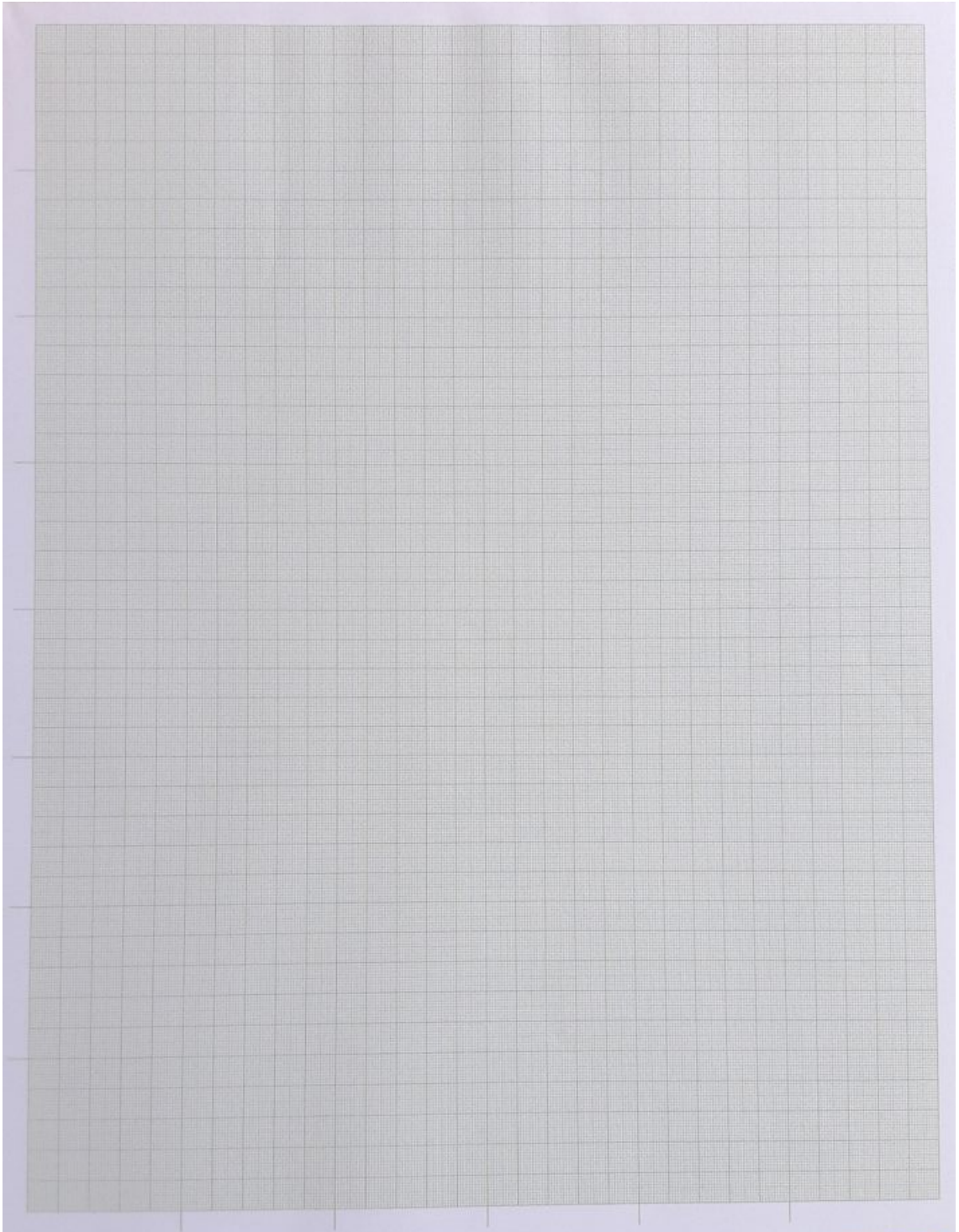
ขนาดของแรง / ครั้งที่	1	2	3	ผลรวมของแรง (ระหว่างแรงอะไร)
ขนาดของแรงที่ 1 (F1)				
ขนาดของแรงที่ 2 (F2)				
ขนาดของแรงที่ 3 (F3)				

5. ใช้คินสอลากเส้นทั้งสามให้มาบรรจบกัน แล้วเขียนหัวลูกศรกำกับแสดงขนาดและทิศทางของแรง จากนั้นหาแรงลัพธ์โดยการวาดเวกเตอร์แบบหางต่อหัว (นักเรียนต้องทำการวัดมุมของเวกเตอร์ที่จะบวกกันก่อน และต้องระวังและดูช่องในกระดาษกราฟให้ละเอียด)

6. ให้นักเรียนเปลี่ยนจำนวนนี้ोटโดยให้เชือกเส้นที่ติดกับรอกทั้งสองทำมุม 60 องศา จากนั้นตอบคำถาม

7. ให้นักเรียนทดลองอีกครั้งแต่เปลี่ยนจากมุม 60 องศา เป็นมุม 30 องศา และมุม 45 องศา

ให้นักเรียนวาดเส้นเวกเตอร์แทนแรงจากตาชั่งสปริงลงในกระดาษกราฟ



คำถาม

1. หลังจากเชือกผูกน๊อตอยู่หนึ่ง แรงทั้ง 3 มีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

2. ผลรวมของแรง 2 แรงจะเท่ากับขนาดของแรงที่เหลือหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

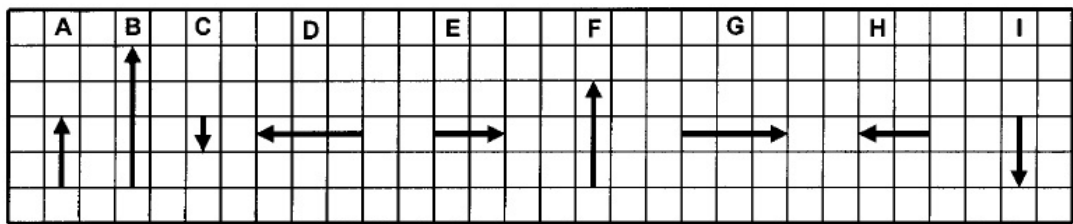
.....

.....

.....

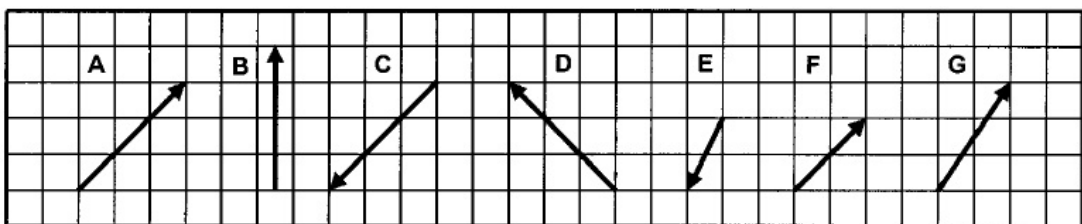
แบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่องแรงในชีวิตประจำวัน

1. นิคออกแรงดึงกล่อง 2 นิวตัน ไปทางขวา และหน้อยออกแรงดึงกล่อง 3 นิวตัน ไปทางซ้าย อยากทราบว่าใครออกแรงคล้ายนิตและหน้อย (กำหนดให้ 1 ช่อง เท่ากับ 1 นิวตัน โดยขนาดอย่างเดียว)



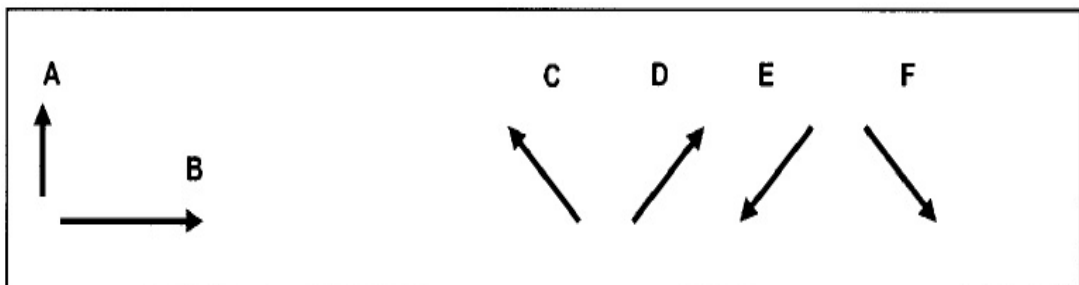
ตอบ.....

2. A ออกแรงขนาด 3 นิวตัน ดันกล่องในทิศทางดังรูป อยากทราบว่า จะต้องออกแรงดันกล่องเท่าใดจึงจะทำให้กล่องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่



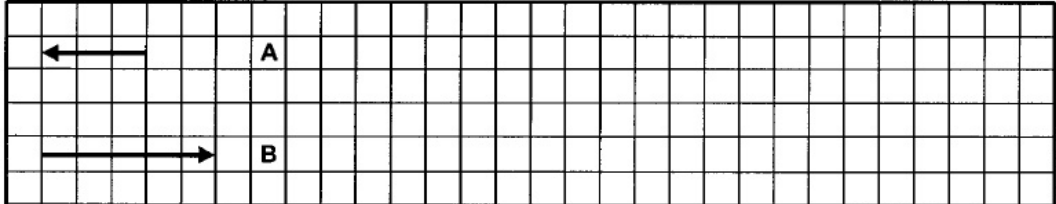
ตอบ.....

3. A และ B ออกแรงผลักกล่องให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยมีทิศทางดังรูป จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อกล่อง



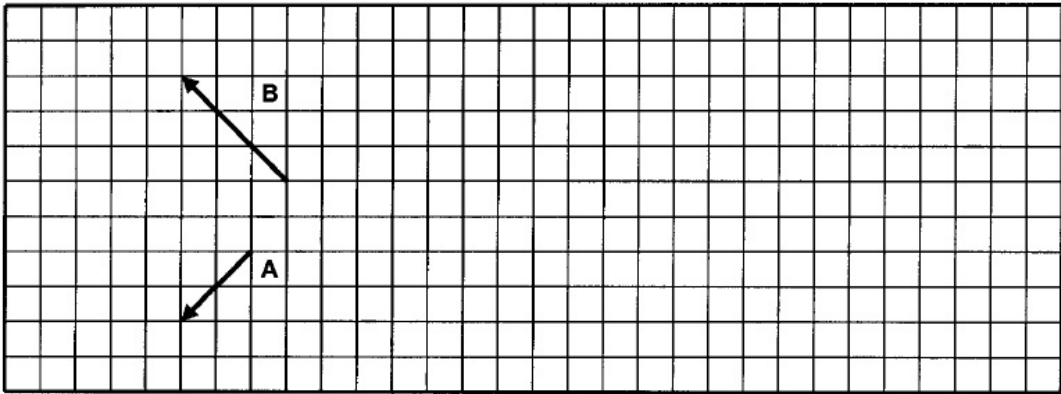
ตอบ.....

4. A และ B ออกแรงดึงชักเชือกโดย A ดึงไปทางซ้ายด้วยแรง 3 นิวตัน B ดึงไปทางขวาด้วยแรง 5 นิวตัน จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อเชือก (เขียนตอบในตารางด้านขวากำหนดให้ 1 ช่อง แทน 1 นิวตัน)



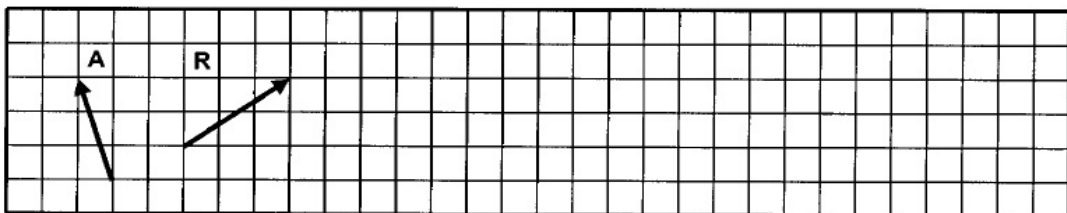
ตอบ.....

5. ภูมิธรรมและอัสมา กำลังช่วยกันลากต้นไม้ที่ล้มขวางทางเนื่องจากพายุ โดยมีทิศทางดังรูป จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อต้นไม้ (เขียนตอบในตารางด้านขวา)



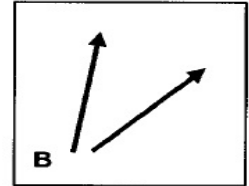
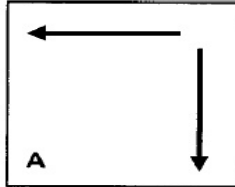
ตอบ.....

6. แท่งลูกสนุกเกอร์ด้วยความเร็วและทิศทางดังรูป A แต่ลูกสนุกเกอร์ไปชนขอบโต๊ะและกระเด็นกลับไปลงหลุมตามทิศทางของ R จงหาขนาดและทิศทางของแรงที่ขอบโต๊ะกระทำต่อลูกสนุกเกอร์ (เขียนตอบในตารางด้านขวา)



ตอบ.....

7. จากรูปแสดงนักเรียนจำนวน 4 คน ช่วยกันออกแรงลากกระสอบทราย โดยมีทิศทางดัง คู่ A และคู่ B ถ้านักเรียนทั้ง 4 คน ออกแรงเท่ากัน จงเปรียบเทียบว่าคู่ไหนจะลากกระสอบไปได้ระยะทางไกลกว่ากันโดยใช้เวลาเท่ากัน



ตอบ.....

ภาคผนวก ค

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

แผนกิจกรรม เรื่อง: แรงในชีวิตประจำวันระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผน
6 ชั่วโมง

คำชี้แจง: โปรดพิจารณาแผนกิจกรรม เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง
ของเนื้อหาตามหลักวิชาการและความเหมาะสมในแต่ละด้านต่อไปนี้ โดยทำเครื่องหมาย
✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+1 หมายถึง เห็นว่าสอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง เห็นว่าไม่สอดคล้อง

รายการประเมิน	แฟ้มกิจกรรมที่	ระดับ การประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
1. สารสำคัญ การเขียนสารสำคัญกระชับ ครบคลุม และสอดคล้องตามเนื้อหาสาระ	1				
	2				
	3				
2. ตัวชี้วัดตามหลักสูตร ตัวชี้วัดแต่ละวิชามีความสอดคล้องเหมาะสมกัน	1				
	2				
	3				
3. สาระการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้แต่ละวิชามีความสอดคล้อง เหมาะสมกัน	1				
	2				
	3				
4. จุดประสงค์ของกิจกรรม สอดคล้องกับตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ สามารถ นำมาจัดเป็นกิจกรรมและสามารถประเมินผลได้	1				
	2				
	3				

รายการประเมิน	แผนกิจกรรมที่	ระดับ การประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
5. วัสดุอุปกรณ์ สอดคล้องกับแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	1				
	2				
	3				
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์ของกิจกรรม	1				
	2				
	3				
6.2 มีกระบวนการการจัดกิจกรรมที่สอดคล้อง กับการศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) 6.2.1 การระบุปัญหาและลำดับความสำคัญ	1				
	2				
	3				
6.2.2 การวิเคราะห์ปัญหา	1				
	2				
	3				
6.2.3 การดำเนินการตามขั้นตอน ของการศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน	1				
	2				
	3				
6.2.4 การประยุกต์ความรู้เพื่อแก้ปัญหา	1				
	2				
	3				
7. การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรม และสามารถวัดได้ตามการจัดกิจกรรม	1				
	2				
	3				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

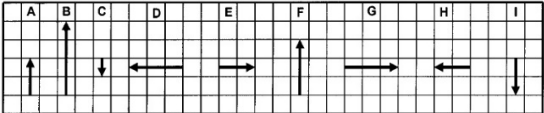
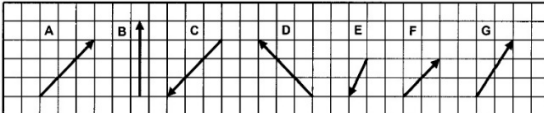
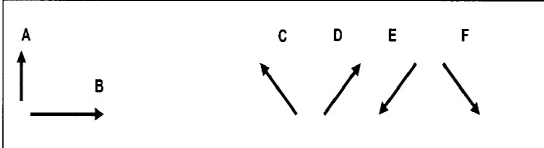
แบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง: แรงในชีวิตประจำวัน

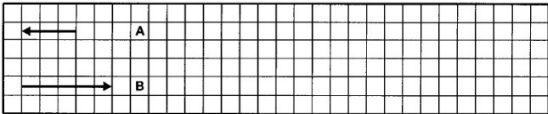
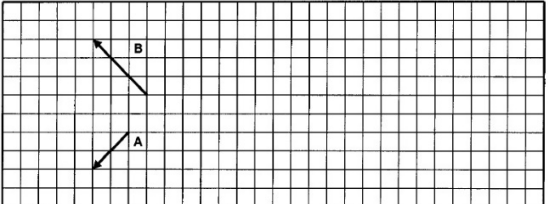
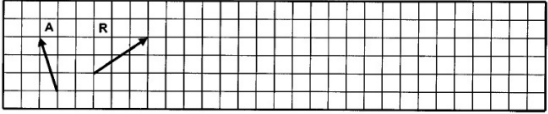
คำชี้แจง: โปรดพิจารณาความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับแบบทดสอบ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านตามเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง เห็นว่าสอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจ

-1 หมายถึง เห็นว่าไม่สอดคล้อง

ตัวชี้วัด	คำถาม	คะแนนประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
อธิบายแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว	1. นิดออกแรงดึงกล่อง 2 นิวตัน ไปทางขวา และหน่อออกแรงดึงกล่อง 3 นิวตัน ไปทางซ้าย อยากทราบว่าใครออกแรงคล้ายนิตและหน่อ (กำหนดให้ 1 ช่องเท่ากับ 1 นิวตัน โดยดูขนาดอย่างเดียวกัน) 				
	2. A ออกแรงขนาด 3 นิวตัน ดันกล่องในทิศทางดังรูป อยากทราบว่าต้องออกแรงดันกล่องเท่าใด จึงจะทำให้กล่องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ 				
ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบ	3. A และ B ออกแรงผลักกล่องให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยมีทิศทางดังรูป จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อกล่อง 				

ตัวชี้วัด	คำถาม	คะแนน ประเมิน			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	4. A และ B ออกแรงดึงชักเย่อ โดย A ดึงไปทางซ้าย ด้วยแรง 3 นิวตัน B ดึงไปทางขวาดูด้วยแรง 5 นิวตัน จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อเชือก (เขียนตอบในตารางด้านขวา กำหนดให้ 1 ช่อง แทน 1 นิวตัน) 				
	5. ภูมิธรรมและอัสมา กำลังช่วยกันลากต้นไม้ที่ล้มขวางทาง เนื่องจากพายุ โดยมีทิศทางดังรูป จงหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อต้นไม้ (เขียนตอบในตารางด้านขวา) 				
ทดลองและอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงในระนาบ	6. แท่งลูกสนุกเกอร์ด้วยความเร็วและทิศทางดังรูป A แต่ลูกสนุกเกอร์ไปชนขอบโต๊ะและกระเด็นกลับไปลงหลุมตามทิศทางของ R จงหาขนาดและทิศทางของแรงที่ขอบโต๊ะกระทำต่อลูกสนุกเกอร์ (เขียนตอบในตารางด้านขวา) 				
	7. จากรูปแสดงนักเรียนจำนวน 4 คน ช่วยกันออกแรงลากกระสอบทราย โดยมีทิศทางดัง กู๋ A และกู๋ B ถ้านักเรียนทั้ง 4 คน ออกแรงเท่ากัน จงเปรียบเทียบว่า กู๋ไหนจะลากกระสอบไปได้ระยะทางไกลกว่ากัน โดยใช้เวลาเท่ากัน 				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ภาคผนวก ง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คะแนนแบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินดัชนี-ความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันกับรายการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 10)

ตาราง 10

คะแนนการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันกับรายการประเมิน

รายการประเมิน	แผนกิจกรรมที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	ผลการประเมิน
1. สารสำคัญ	1	1	0	1	0.67	ใช้ได้
การเขียนสารสำคัญกระชับ ครบคลุม และสอดคล้องตามเนื้อหาสาระ	2	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	3	0	1	1	0.67	ใช้ได้
2. ตัวชี้วัดตามหลักสูตร	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ตัวชี้วัดแต่ละวิชามีความสอดคล้องเหมาะสมกัน	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
3. สารการเรียนรู้	1	0	1	1	0.67	ใช้ได้
สารการเรียนรู้แต่ละวิชามีความสอดคล้องเหมาะสมกัน	2	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	3	0	1	1	0.67	ใช้ได้
4. จุดประสงค์ของกิจกรรม	1	0	1	1	0.67	ใช้ได้
สอดคล้องกับตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ สามารถนำมาจัดเป็นกิจกรรมและสามารถประเมินผลได้	2	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	3	0	1	1	0.67	ใช้ได้
5. วัสดุอุปกรณ์	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
สอดคล้องกับแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเหมาะสมกับระดับชั้นผู้เรียน	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	1	0	1	1	0.67	ใช้ได้
6.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ และจุดประสงค์ของกิจกรรม	2	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
	3	0	1	1	0.67	ใช้ได้

ตาราง 10 (ต่อ)

รายการประเมิน	แผนกิจกรรมที่	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	ผลการประเมิน
6.2 มีกระบวนการการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับการศึกษา	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL)	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6.2.1 การระบุปัญหาและลำดับความสำคัญ	3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6.2.2 การวิเคราะห์ปัญหา	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6.2.3 การดำเนินการตามขั้นตอนของการศึกษาโดยใช้	1	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ปัญหาเป็นฐาน	2	1	1	1	1.00	ใช้ได้
	3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
6.2.4 การประยุกต์ความรู้เพื่อแก้ปัญหา	1	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	2	0	1	1	0.67	ใช้ได้
	3	0	1	1	0.67	ใช้ได้
7. การวัดและประเมินผล	1	0	0	1	0.33	ปรับปรุง
สอดคล้องกับจุดประสงค์ของกิจกรรมและสามารถวัดได้	2	0	1	1	0.67	ใช้ได้
ตามการจัดกิจกรรม	3	0	1	1	0.67	ใช้ได้

คะแนนการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินดัชนี-
ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวัน กับรายการ
ประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ดังข้อมูลที่ปรากฏ (ดูตาราง 11)

ตาราง 11

คะแนนการประเมินดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความสอดคล้องระหว่าง
แบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงในชีวิตประจำวันกับตัวชี้วัด

รายการประเมิน	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	IOC	ผลการประเมิน
ข้อ 1	0	0	1	0.33	แก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิ แนะนำแล้ว
ข้อ 2	0	0	0	0.00	แก้ไขตามผู้ทรงคุณวุฒิ แนะนำแล้ว
ข้อ 3	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 4	1	1	1	1.00	ใช้ได้
ข้อ 5	0	1	1	0.67	ใช้ได้
ข้อ 6	0	1	1	0.67	ใช้ได้
ข้อ 7	0	1	1	0.67	ใช้ได้

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- เกียรตินิธิ บำรุงไร่. (2553). *การพัฒนาแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predicts-Observe-Explain (POE)*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- คลังศัพท์ไทย. (2561). *พจนานุกรมศัพท์ สสวท*. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2561, จาก <http://www.thaiglossary.com/groups/ipst-vocab/browse/published/search/F/prefix>
- แคลทริยา มุขมาลี. (2557). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง อาหารกับการดำรงชีวิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- จินดารัตน์ โพธิ์นอก. (2557). *มโนทัศน์*. ค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2560, จาก <http://www.royin.go.th/?knowledges=มโนทัศน์-๒๑-มีนาคม-๒๕๕๖>
- จิราวรรณ สอนสวัสดิ์. (2554). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เซอร์เวย์, อาร์. เอ. และเจเวตต์, เจ. คับบิว, เจอาร์. (2560). *ฟิสิกส์ 1* (ประธาน บุรณศิริ และกฤษฎ์ ศรีนวลจันทร์, ผู้แปล). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์เซนเกอเลนนิง-อินโด-ไชน่า.
- ถนัด ศรีบุญเรือง, กนิษฐา อุ๋นนันท์ และปิ่นศักดิ์ ชุมเกาญน. (2548). *วิทยาศาสตร์ ม. 2 เล่ม 2*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์.

- ทวีป บรรจงเปลี่ยน. (2540). การเปรียบเทียบความเข้าใจในนิติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยน มโนคติตามทฤษฎีของ Posner และคณะ กับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร-มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิสนา แคมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์-มหาวิทยาลัย.
- ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. (2551). การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแนวคิด. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 31(1), 27-35.
- ปิยนุช มาลีหวล และเดชา ศุภพิทยาภรณ์. (2560). ศึกษาผลการสอนแบบเพียร์ที่เสริมด้วย กิจกรรมการลงมือปฏิบัติทางฟิสิกส์ต่อมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารมหาวิทยาลัยนครพนม, 7(3), 87-95.
- พงศธร ทิพย์รักษ์. (2554). การเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มวล และ กฎการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. (2556). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์-นานมี.
- พิชา ชัยจันดี. (2552). ความเข้าใจในนิติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนคติ และความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อเกี่ยวกับแรงจูงใจกับการเปลี่ยนแปลงมโนคติ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (ม.ป.ป.). เอกสารประกอบการบรรยายโครงการพัฒนาการเรียน การสอน *Problem-based Learning (PBL)*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, สถาบันพัฒนาทรัพยากรมนุษย์, ฝ่ายวิชาการ.
- ศิรินทร์ธาร โคตรสิงห์. (2557). การพัฒนารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหา เป็นฐานสำหรับพัฒนาทักษะกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1. วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา, 11(2), 40-52.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ศูนย์ส่งเสริมศึกษา. (มปป.). คู่มือ
เครือข่ายส่งเสริมศึกษา. กรุงเทพมหานคร: ผู้แต่ง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). โครงการประเมิน
และพัฒนาสู่ความเป็นเลิศทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์. ค้นเมื่อ 21 พฤษภาคม
2562, จาก <http://tedet.ac.th/main/aboutus.asp>
- สมัญญา นกแก้ว และฉวีริกา ชื่อมาก. (2555). ขยับก่อนสอบวิทยาศาสตร์ ม. 2. กรุงเทพ-
มหานคร: สำนักพิมพ์แม็ค.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน.
กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สุนารี เก่งวานิชย์. (2558). ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน เรื่อง
แรงเสียดทาน เพื่อส่งเสริมโน้ตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิต-
ประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต,
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- สุภามาส เทียนทอง. (2553). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์-
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- เสียง เชษฐศิริพงศ์. (2554). คู่มือวิทยาศาสตร์ 3 ม. 2 เล่ม 1. กรุงเทพมหานคร: เพิ่มทรัพย์
การพิมพ์.
- อรนุช โวหารกล้า. (2561). มโนคติแรงและกฎการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเสริมด้วยกระบวนการแก้ปัญหาของ
โพลยา. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้,
9(1), 76-92.
- อุดมลักษณ์ นกพื้งพุ่ม. (2545). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึกกระบวนการคิดกับการสอนโดยใช้ผังมโนคติ.
ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

- Barell, R. S. (1998). *Problem-based learning an inquiry approach*. Palatine, IL: Skylight Training.
- Bene, V. D. (2000). *Problem-based learning*. Retrieved May, 21 2019, from <http://www.musc.edu/MED/confM3PC-folder/cofM-Pcurriculum.html>
- Cruikshank, D. E., & Sheffield, L. J. (1992). *Teaching and learning elementary and middle school mathematics* (2nd ed.). New York: Macmillan.
- Duch, B. J., Groh, S. E., & Allen, D. E. (2001). *The power of problem-based learning: A practical "how to" for teaching undergraduate courses in any discipline*. Sterling, VA: Stylus.
- Klopfer, L. E. (1971). *Evaluation of learning in science: Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.
- Nitko, A. J. (2004). *Educational assessments of students*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Northern Illinois University, Faculty Development and Instructional Design Center. (2019). *Problem-Based Learning (PBL)*. Retrieved May, 21 2019, from https://www.Niu.edu/facdev/_pdf/guide/strategies/problem_based_learning.pdf
- Odum, A. L., & Kelly, P. V. (2001). Integrating concept mapping and the learning cycle to teach diffusion and osmosis concept to high school biology students. *Science Education*, 85, 615-635.
- PhysPort supports physics faculty in implementing research-based. (2019). *Force and Motion Conceptual Evaluation (FMCE)*. Retrieved May, 21 2019, from <https://www.physport.org/assessments/assessment.cfm?A=FMCE>

The University of Iowa, Office of Teaching, Learning & Technology. (2019).

Steps to a problem-based learning approach. Retrieved May, 21 2019, from https://teach.its.uiowa.edu/sites/teach.its.uiowa.edu/files/docs/Steps_of_PBL_ed.pdf

Wikipedia, the free encyclopedia. (2019). *Force concept inventort*. Retrieved May, 21 2019, from https://en.wikipedia.org/wiki/Force_Concept_Inventort

Wutchana, U., & Emarat, N. (2011). Students' understanding of graphical vector addition in one and two dimentions. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(2), 102-111.

Wutchana, U., & Emarat, N. (2014). Finding resultant vectors using a rubber band. *Physic Education*, 49(2), 141-143.

Zavala, G., & Barniol, P. (2010). Students' understanding of the concepts of vector components and vector products. *AIP Conference Proceedings*, 1289, 341-344.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวรุ่งรัตน์ แสนศรี
วัน เดือน ปีเกิด	14 พฤศจิกายน 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดยโสธร
วุฒิการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเลิงนกทา จังหวัดยโสธร ปีการศึกษา 2542 สำเร็จปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีววิทยา) จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2546
ตำแหน่งหน้าที่	
การงานปัจจุบัน	ครู รับเงินเดือนอันดับ คศ. 1 สังกัดกรุงเทพมหานคร โรงเรียนมัธยมบ้านบางกะปิ กรุงเทพมหานคร