

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา : โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์

ประณีต เจริญวาสน์

เสนอต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

**THE LEARNER-CENTERED LEARNING ACTIVITIES
MANAGEMENT ON A FORCE TOPIC IN SCIENCE
OF GRADE-9 STUDENTS
AT PRAPROMPITTAYANUSORN SCHOOL**

PRANEET CHAREANWARD

**Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master
of Science Degree in Science Education
Nakhon Si Thammarat Rajabhat University
Academic Year 2012**

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา: โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์
ผู้วิจัย นางสาวประณีต เจริญวาสน์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ศึกษา

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์


.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ พรหมเพรา)

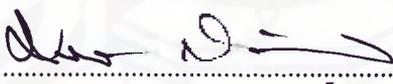

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอมอร สิทธิรักษ์)

คณะกรรมการสอบ


.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หัตถัย สิทธิรักษ์)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ พรหมเพรา)

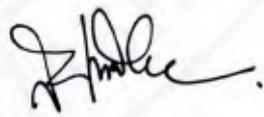

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอมอร สิทธิรักษ์)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มนสิข สิทธิสมบุญ)

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไว้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาดตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา



(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยญา เลิศไกร)



(อาจารย์สมพงศ์ เหมือนเพชร)

ผู้อำนวยการ โครงการจัดตั้งบัณฑิตวิทยาลัย ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน

วันที่ 17 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2555

บทคัดย่อ

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา: โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์
ผู้วิจัย	นางสาวประณีต เจริญวาสน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ศึกษา
ประธานอาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ พรหมเพรา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอมอร สิทธิรักษ์

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญกับนักเรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยเปรียบเทียบจำแนกตามเพศ อาชีพ หลักของผู้ปกครอง และผลการเรียนเฉลี่ย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ อำเภอพระพรหม จังหวัดนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2553 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แผนการจัดการเรียนรู้แบบเดิม แบบทดสอบย่อย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบแบบที (t-test) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way ANOVA)

ผลการวิจัยพบว่า

1. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 74.75/74.50
2. นักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม

3. นักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก นักเรียนชายมีความพึงพอใจน้อยกว่านักเรียนหญิง นักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพหลักแตกต่างกัน มีความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 กับนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00 ขึ้นไป มีความพึงพอใจแตกต่างกัน



ABSTRACT

The Title Learner-Centered Learning Activities Management in Science
 Subject on Force Topic of Mathayomsuksa 3 Students: The Case
 Study of Praprompittayanusorn School

The Author Miss Praneet Chareanward

Program Science Education

Thesis Chairman Assistant Professor Dr.Suppawan Promprao

Thesis Advisors Assistant Professor Dr.Aimon Sittirug

The objectives of this research were 1) to develop the learner-centered learning activities management model on force topic and 2) to find the efficiency of the learner-centered learning activities management model on force topic to meet the 70/70 efficiency criterion, 3) to compare the learning achievement of students studying by using learner-centered learning activities and traditional teaching methods, and 4) to study the students' satisfaction toward the learner-centered learning activities. The research samples were 40 mathayomsuksa 3 students at Praprompittayanusorn School, who studied in academic year 2010, classified by gender, parents' careers and grade point average. They were selected by using purposive sampling technique. The research instruments consisted of lesson plans of learner-centered learning activities and traditional teaching methods, a formative test, an achievement test, and a satisfaction questionnaire. The research data were analyzed for mean, standard deviation, t-test and one-way analysis of variance.

The research findings were as follows:

1. The efficiency (E_1/E_2) of learner-centered learning activities was 74.75/74.50.
2. The learning achievement of students studying by using learner-centered learning activities was higher than those studying by using traditional teaching methods.

3. The students' satisfaction toward learner-centered learning activities was at high level. The satisfaction of male students was lower than female students. Classified by parents' careers, there was no significant difference between the students' satisfactory. There was significant difference between the students' satisfaction of the students with grade point average of 2.00 to 2.49 and those with grade point average of 3.00 or higher.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ได้ ต้องขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ พรหมเพรา ประธานอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอมอร สิริธิรักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยดูแลเอาใจใส่ให้คำปรึกษา และแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องทุกขั้นตอนเป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หิสาชัย สิริธิรักษ์ ประธานกรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรศักดิ์ แก้วอ่อน กรรมการสอบเค้าโครงวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย

ขอขอบพระคุณนายสมพล สว่างวรชาติ นางประไพ ดั่งซี่ และนางปริดา เปาะทองคำ ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ ตรวจสอบ แก้ไข ปรับปรุง และให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการสร้างเครื่องมือวิจัย

ขอขอบคุณนักเรียน โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ ทั้งที่เป็นกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องมือวิจัย ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทำให้การเก็บรวบรวมข้อมูลลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่คอยส่งเสริม สนับสนุน ให้กำลังใจ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ประณีต เจริญวาสน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
ประโยชน์ของการวิจัย.....	7
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.....	8
กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.....	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	26
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	33
ประชากร.....	33
กลุ่มตัวอย่าง.....	33
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	33
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	39

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	40
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	46
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	60
สรุปผลการวิจัย.....	60
อภิปรายผลการวิจัย.....	62
ข้อเสนอแนะ.....	69
บรรณานุกรม.....	70
ภาคผนวก.....	77
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ.....	78
ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	80
ภาคผนวก ค คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	106
ภาคผนวก ง ประสิทธิภาพรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....	121
ภาคผนวก จ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.....	127
ภาคผนวก ฉ แผนการจัดการเรียนรู้แบบเดิม.....	192
ประวัติผู้วิจัย.....	234

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1	ค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อย.....	48
2	ค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	48
3	ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.....	49
4	เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างกับกลุ่มเปรียบเทียบ.....	49
5	จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ อาชีพหลักของผู้ปกครอง และผลการเรียนเฉลี่ย.....	50
6	ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง.....	51
7	การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ.....	53
8	การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพหลัก ของผู้ปกครอง.....	56
9	การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามผลการเรียนเฉลี่ย.....	57
10	ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรายคู่จำแนกตาม ผลการเรียนเฉลี่ย.....	58
11	ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรายคู่ด้านการเรียน จำแนกตามผลการเรียนเฉลี่ย.....	58
12	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบย่อย.....	107
13	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบย่อย.....	108
14	ค่า p และ q ของแบบทดสอบย่อย.....	109
15	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย.....	110
16	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	112
17	ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน.....	113
18	ค่า p และ q ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	114
19	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	115
20	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	117

ตารางที่

หน้า

21	ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	118
22	ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ.....	119
23	ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการทดลองกลุ่มเล็ก.....	122
24	ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการทดลองภาคสนาม.....	123
25	ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง.....	125

สารบัญภาพ

ภาพที่

หน้า

- 1 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนา รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน
เป็นสำคัญ 34
- 2 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ 47

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สังคมไทยยุคโลกาภิวัตน์ กระแสการเปลี่ยนแปลงด้านต่างๆ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี การสื่อสาร การคมนาคมการแพร่ขยายของวัฒนธรรมข้ามชาติ การแข่งขันทางเศรษฐกิจและการค้าระดับโลก แต่ประเทศพัฒนาปัจจุบัณพื้นฐานด้านต่างๆ ไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทั้ง โครงสร้างพื้นฐานที่จะรองรับการขยายตัวทางเศรษฐกิจความสามารถที่จะแข่งขันในตลาดโลก ความสามารถที่จะรับการถ่ายทอดและพัฒนาเทคโนโลยีการพัฒนาความรู้ ความสามารถและทักษะของฝีมือแรงงาน หรือการเตรียมคนให้มีคุณภาพทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นล้วนแต่ส่งผลให้เกิดวิกฤตการณ์ขึ้นในสังคมอย่างรุนแรง ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม (กรมสามัญศึกษา, 2542, 1; วัฒนาพร กระจับทุกซ์, 2545, 1)

สภาพการณ์ดังกล่าว ทำให้สังคมไทยต้องหันมาทบทวนการจัดการศึกษาเพื่อให้ การศึกษาเป็นเครื่องมือในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และการเมืองของประเทศอย่างแท้จริง สามารถนำพาชาติบ้านเมืองรอดพ้นจากวิกฤตการณ์ไปสู่ความก้าวหน้าได้ การศึกษาจะต้องพัฒนา คนให้มีคุณลักษณะที่จะพัฒนาตนเองและสังคมไปสู่ความสำเร็จ คุณลักษณะดังกล่าว ได้แก่ การเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ ใฝ่รู้ ใฝ่เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความสามารถในการคิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า คิคริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถที่จะรับ ถ่ายทอด และพัฒนา เทคโนโลยีได้อย่างสร้างสรรค์และเหมาะสม มีความสามารถในการแก้ปัญหาและเผชิญหน้ากับ สถานการณ์ใหม่ๆ รู้จักการทำงานเป็นหมู่คณะ ตระหนักในการมีส่วนร่วมที่จะรักษาวัฒนธรรม สิ่งแวดล้อมการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย และคุณธรรมตามหลักศาสนา

การพัฒนาประชากรไทยให้มีคุณลักษณะดังกล่าวจะต้องใช้ยุทธศาสตร์การจัดการศึกษา ที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เป็นที่ยอมรับกันว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญคือวิธีการสำคัญ ที่สามารถสร้างและพัฒนาผู้เรียนให้เกิดคุณลักษณะต่างๆ ที่ต้องการเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ ให้ความสำคัญกับผู้เรียน ส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักเรียนด้วยตนเองเรียนในเรื่องที่สอดคล้องกับ ความสามารถและความต้องการของตนเอง และได้พัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ แนวคิด การจัดการศึกษานี้ เป็นแนวคิดที่มีรากฐานจากปรัชญาการศึกษาและทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่ได้

พัฒนาอย่างต่อเนื่องยาวนาน และเป็นแนวทางที่ได้รับการพิสูจน์ว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้นได้ผล (กรมสามัญศึกษา, 2542, 2)

แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สนองตอบและสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 ดังสาระที่กำหนดไว้ในหมวด 1 ความมุ่งหมายและหลักการของการศึกษาที่ว่า การศึกษามีความสำคัญสูงสุด และมีบทบาทต่อการพัฒนาที่ยั่งยืนของประเทศ ฉะนั้นต้องจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญาความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรม และวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข (มาตรา 6) สาระในหมวด 4 แนวการจัดการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (มาตรา 22) สถานศึกษาจะต้องพัฒนากระบวนการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ (มาตรา 24) จัดกระบวนการเรียนรู้โดยให้จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ การประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545, 5-12)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวดังกล่าว ต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกระบวนกรเรียนการสอนทั้งของครูและผู้เรียน ลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่า บรรยาย สาธิต เป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนร่วมวางแผนการเรียน การวัดผลประเมินผล กิจกรรมการเรียนเน้นการพัฒนากระบวนการคิด การแก้ปัญหา วางแผน ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่างๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างคำอธิบายข้อมูลที่สืบค้นได้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่างๆ โดยกิจกรรมการเรียนรู้ต้องพัฒนาผู้เรียนทั้งทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา (กรมวิชาการ, 2546, 215-216)

การสอนของครูที่ผ่านมา ยังไม่ได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะ เจตคติ และคุณลักษณะ ได้ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ครูยังใช้วิธีการถ่ายทอดความรู้เน้นให้ผู้เรียนจดจำความรู้มากกว่ากระบวนการอื่นๆ ผู้เรียนยังคงเป็นผู้รับความรู้ เป็นผู้ฟังสิ่งที่ครูถ่ายทอดให้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ต่ำ ขาดทักษะ เจตคติที่เหมาะสม ขาดคุณลักษณะต่างๆ ที่สังคมต้องการ ผู้เรียนไม่มีความสุขในการเรียน ทำให้เกิดปัญหาอื่นๆ ตามมา ได้แก่ ผู้เรียนหนีเรียน ไม่ตั้งใจเรียน ผู้เรียนไม่มีความรู้ความสามารถมากพอที่จะออกไปประกอบอาชีพ หรือนำไปใช้ใน

ชีวิตประจำวันได้ (อรุณี สถิตย์ภักติกุล, 2542, 6) ครูและสถานศึกษารวมทั้งสถาบันผลิตครูส่วนใหญ่ ยังไม่ได้จัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างจริงจัง ครูส่วนหนึ่งยังคงชินอยู่กับการเป็นผู้บอกเล่าถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ให้ผู้เรียน (กรมวิชาการ, 2543, 3) สอดคล้องกับงานวิจัยของวิภาวรรณ ไชยฉุ่ม (2548, 180 - 182) ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของโรงเรียนมัธยมศึกษา สหวิทยาเขตป้อมปราบการ จังหวัดสมุทรปราการ งานวิจัยของพนมพร ปิยธรรมภรณ์ (2547, 161) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในโรงเรียนมัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 8 และสุกันยา ลัทธพิพรหม (2546, 106 - 107) ศึกษาบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ของโรงเรียนมัธยมศึกษา อำเภอ ร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าครูส่วนใหญ่ยังมีความเคยชินกับการจัดการเรียนรู้แบบเดิม บางส่วนยังไม่ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการสอน และยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บางคนยังไม่ยอมเปลี่ยนทัศนคติ มองว่าการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นภาระทำให้สอนเนื้อหาได้ไม่เต็มที่ จึงยังไม่ปรับเปลี่ยนวิธีการสอน ครูยังขาดความรู้ความเข้าใจในการทำวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ส่วนนักเรียนยังไม่มีความพร้อมและไม่ให้ความร่วมมือ มีความเคยชินกับการเป็นผู้รับมากกว่าที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ มีส่วนร่วมในการวางแผนวัดผลประเมินผลน้อย การวัดผลประเมินผลไม่หลากหลาย การวัดผลตามสภาพจริงยังมีน้อย

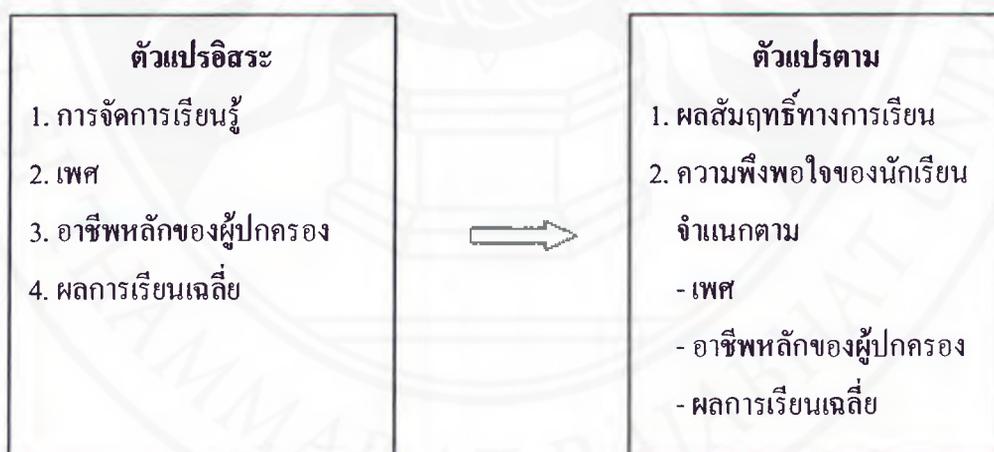
การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญใน โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ มีสภาพคล้ายคลึงกับปัญหาดังกล่าวข้างต้น จากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนส่วนมากสรุปความรู้ด้วยตนเองไม่ได้ เมื่อมีการสืบค้นข้อมูล นักเรียนจะดาวน์โหลดข้อมูลมาจากอินเทอร์เน็ต โดยไม่มีการสรุปเรียบเรียงใหม่ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือหัวข้อที่ศึกษา เมื่อนำเสนอผลการสืบค้นจะใช้วิธีอ่านจากเอกสาร นักเรียนไม่รู้จักการทำงานเป็นหมู่คณะ เมื่อมอบหมายงานกลุ่มจะมีเพียงหนึ่งหรือสองคนเท่านั้นที่ทำงาน พฤติกรรมเหล่านี้ไม่ตอบสนองต่อพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ และเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาคน เมื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าเรื่องแรงมีผลสัมฤทธิ์ต่ำที่สุดมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 45.58 ทั้งที่เป็นเนื้อหาวิชาที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต สามารถนำไปใช้ได้ให้เกิดประโยชน์ได้ เช่น การผ่อนแรง การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อลดการใช้แรงและพลังงาน การเคลื่อนไหวที่คล่องแคล่ว มั่นคงปลอดภัย ทั้งต่อตัวนักเรียนเองและเครื่องจักรกลที่ใช้ในชีวิตประจำวัน จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาผลสัมฤทธิ์ ทักษะ ความรู้ความเข้าใจในเรื่องแรง

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำวิจัยเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง โดยใช้กระบวนการทดลอง วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้แบบร่วมมือ และการสร้างผังมโนทัศน์ เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้มีคุณภาพและนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ระหว่างนักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กับนักเรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง โดยเปรียบเทียบจำแนกตามเพศ อาชีพหลักของผู้ปกครอง และผลการเรียนเฉลี่ย

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สมมติฐานการวิจัย

1. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. นักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กับนักเรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง แตกต่างกัน
3. นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ในระดับมาก

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ อำเภอพระพรหม จังหวัดนครศรีธรรมราชจำนวน 3 ห้องเรียน 115 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องม.3/1 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ จำนวน 40คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่องแรง เนื้อหาประกอบด้วย เวกเตอร์ของแรง แรงลัพธ์ สมดุลของแรง แรงเสียดทาน และโมเมนต์ของแรง
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย เดือนพฤษภาคม 2552 – เดือนกันยายน 2553
5. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย
 - 5.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ เพศ อาชีพหลักของผู้ปกครอง และผลการเรียนเฉลี่ย
 - 5.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียน

6. นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผล ได้คิดเอง ปฏิบัติเอง และสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้วางแผนขั้นตอนการเรียน ช่วยแนะแนวทางการแสวงหาความรู้ให้แก่ผู้เรียน และจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้
2. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างสถานการณ์ทำให้เกิดปัญหา โดยให้ผู้เรียนเล่นเกม ของเล่น หรือทำการทดลองง่ายๆ แล้วตั้งปัญหาจากการเล่นหรือการทดลองนั้น 2) ขั้นการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทดลอง วิธีสอน

แบบวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ 3) ชั้นบททวนบทเรียน เป็นการทบทวนความรู้โดยการทำแบบฝึกหัด หรือนำเสนอผลการสืบค้น โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ 4) ชั้นสรุปบทเรียน เป็นการสรุปความรู้โดยการสร้างผังมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

3. การจัดการเรียนรู้แบบเดิม หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ เน้นให้ผู้เรียนจดจำความรู้มากกว่าการใช้กระบวนการเรียนรู้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โดยการทำการทดลอง ทำแบบฝึกหัด และสืบค้นข้อมูล

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

5. ความพึงพอใจ หมายถึง ระดับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ ความพึงพอใจระดับมากหมายถึง คะแนนเฉลี่ยมีค่าระหว่าง 3.51 - 4.50

6. ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หมายถึง เกณฑ์คุณภาพด้านกระบวนการและผลลัพธ์ ที่ใช้พิจารณาว่ารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยพิจารณาจากเกณฑ์ดังนี้

6.1 70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อย ซึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

6.2 70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70

7. ผลการเรียนรู้เฉลี่ย หมายถึง ผลการเรียนรู้เฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่สะสมมาจากชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2

8. กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องม.3/1 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 40 คน ซึ่งเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

9. กลุ่มเปรียบเทียบ หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้องม.3/1 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 39 คน ซึ่งเรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง
2. ทำให้ทราบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญสูงกว่านักเรียนที่เรียน โดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิมหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับครูในการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
3. เป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจที่จะนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ไปจัดการเรียนรู้ในเรื่องอื่นๆ ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา: โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำหลักการ ทฤษฎี และแนวคิดที่สำคัญมาใช้ในการดำเนินงาน ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 1.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 1.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 1.3 ปรัชญาการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 1.4 ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 1.5 หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 1.6 การวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
2. กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
 - 2.1 การสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 การทดลอง
 - 2.3 วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์
 - 2.4 การเรียนแบบร่วมมือ
 - 2.5 การสร้างผังมโนทัศน์
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมาย สรุปได้ดังนี้

กรมวิชาการ (2543, 4-6) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไว้ว่า เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดจุดมุ่งหมาย กิจกรรม วิธีการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ ได้คิดเอง ปฏิบัติเอง และสร้างความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่สอดคล้องกับการดำรงชีวิต จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายที่สอดคล้องกับการดำรงชีวิตในครอบครัว ชุมชนและท้องถิ่น เปิดโอกาสให้ผู้ปกครองและชุมชนมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงศักยภาพและความต้องการของผู้เรียน โดยครูเป็นผู้วางแผนขั้นตอนการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและวิธีการ จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ช่วยชี้แนะแนวทางการแสวงหาความรู้ที่ถูกต้องให้แก่ผู้เรียน

ทิตินา เขมมณี (2550, 120) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นตัวตั้ง โดยคำนึงถึงความเหมาะสมกับผู้เรียนและประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนควรจะได้รับ มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเต็มตัว ทั้งทางร่างกาย สติปัญญา สังคม และอารมณ์ และได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ต่างๆ

พิมพันธ์ เคชะคุปต์ (2544, 7) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความถนัด ความสนใจของผู้เรียน เน้นการบูรณาการความรู้ในศาสตร์สาขาต่างๆ ใช้วิธีสอนหลากหลายวิธี โดยเฉพาะกระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม ใช้แหล่งเรียนรู้หลากหลาย และใช้วิธีการ วัดและประเมินผลหลากหลายวิธี

อรุณี สติชัยาศิกุล (2542, 2) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลต่างๆ จนเกิดการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ ทักษะ เจตคติ ได้ตามศักยภาพของตนเองอย่างเป็นกระบวนการ โดยมีผลงานปรากฏเป็นหลักฐานที่สามารถตรวจสอบได้

สรุปความหมายการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดจุดมุ่งหมาย กิจกรรม วิธีการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งทางร่างกาย สติปัญญา สังคมและอารมณ์ ได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ได้คิดเอง ปฏิบัติเอง และสร้างความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่สอดคล้องกับการดำรงชีวิต จากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยครูเป็นผู้วางแผนขั้นตอนการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาและวิธีการ ช่วยแนะแนวทางการแสวงหาความรู้ที่ถูกต้องให้แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล และจัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้ปกครอง ชุมชนมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงศักยภาพและความต้องการของผู้เรียน

2. ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีความสำคัญต่อผู้เรียน ผู้สอน และ การศึกษาของสังคมนั้นๆ หลายประการ ดังต่อไปนี้ ความสำคัญต่อผู้เรียน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ มุ่งพัฒนาตัวผู้เรียนในทุกๆ ด้าน ทั้งด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ เจตคติ คุณลักษณะต่างๆ เปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้กับตัวเอง มุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีเรียนด้วย ตัวเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะต่างๆ ที่พึงประสงค์ สอดคล้องกับความต้องการของสังคม คำนึงถึงความรู้สึก ความสุข เป็นอิสระ ความเป็นเอกัตบุคคลของผู้เรียน เปลี่ยนบทบาทผู้เรียนจาก ผู้รับเป็นผู้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรม ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงระหว่าง บทเรียนกับการดำรงชีวิตประจำวัน ส่วนความสำคัญต่อผู้สอน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้สอน ได้ทำหน้าที่ครูอย่างสมบูรณ์ มีใจเพียงผู้ถ่ายทอดความรู้หากแต่เป็นครูสอนคน และได้ใช้ความรู้ ความสามารถของตนอย่างแท้จริง ช่วยให้ผู้สอนได้เห็นกระบวนการเรียนรู้ พัฒนาการต่างๆ และ พฤติกรรมที่แท้จริงของผู้เรียน ทำให้ผู้สอนเข้าใจ เรียนรู้ ผู้เรียนมากขึ้นสามารถสร้างความสัมพันธ์ ที่ดีต่อกันได้เปิดโอกาสให้ผู้สอน ได้ใช้แหล่งข้อมูลทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษาให้เป็น ประโยชน์มากขึ้น และเปิดโอกาสให้ผู้สอนได้พัฒนางานในหน้าที่ครูอยู่ตลอดเวลา สำหรับ ความสำคัญต่อระบบการศึกษา ช่วยให้การจัดการศึกษามีประสิทธิภาพ ก้าวทันความก้าวหน้าทาง วิทยาการแขนงอื่นๆ ช่วยให้มีการสร้างความรู้ ข้อค้นพบ ผลงานใหม่ๆ อันจะเป็นประโยชน์ต่องาน วิชาการ สังคม ประเทศชาติมากขึ้น (อรุณี สถิตย์ภาติกุล, 2542, 2-3)

สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และคุณลักษณะต่างๆ ที่สังคมต้องการ โดยคำนึงถึงความรู้สึก ความสุข ความเป็น อิสระของผู้เรียน การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนทำให้ผู้เรียนมองเห็น ความสัมพันธ์ความเชื่อมโยงระหว่างบทเรียนกับการดำรงชีวิตประจำวัน ผู้สอนได้เห็นกระบวนการ เรียนรู้ พัฒนาการต่างๆ และพฤติกรรมของผู้เรียน ซึ่งจะเป็นข้อมูลในการจัดการศึกษาให้มี ประสิทธิภาพ

3. ปรัชญาการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ปรัชญาการศึกษาเป็นเครื่องช่วยกำหนดแนวทางในการจัดการศึกษา การเลือกจัด เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน โดยผู้สอนต้องมีความรู้ความเข้าใจในปรัชญาการศึกษา เพื่อ นำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งปรัชญาการศึกษาที่สัมพันธ์กับ การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีดังนี้ (วัฒนาพร ระบุบุทกซ์, 2541, 3 ; อรุณี สถิตย์ภาติกุล, 2542, 15-17)

3.1 ปรัชญาพิพัฒนนิยม (Progressivism) เป็นปรัชญาการศึกษาที่เน้นพัฒนาการ ผู้เรียนทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ และสังคม ปรัชญานี้เชื่อว่าคนจะเรียนรู้ได้จากการลงมือปฏิบัติ การจัดการเรียนการสอนต้องคำนึงถึงความสามารถ ความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน เพื่อให้ ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองในทุกด้าน สิ่งที่เรียนควรเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของผู้เรียน ส่งเสริม ความเป็นประชาธิปไตย ด้วยการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ต่างๆ ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากกันและ กัน ครูมีบทบาทในการเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ ให้คำปรึกษาแนะนำ ส่งเสริมให้ผู้เรียนลงมือ ปฏิบัติ ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจนผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนมากขึ้น มีส่วน ร่วมในการเรียนการสอนและการวัดผลประเมินผล บรรยากาศในห้องเรียนจะส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์และการอยู่ร่วมกันแบบประชาธิปไตย

3.2 ปรัชญาปฏิรูปนิยม (Reconstructionism) เป็นปรัชญาการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ ผู้เรียนมีส่วนในการช่วยเหลือกัน รู้จักแก้ปัญหาในสังคม สร้างสรรค์สิ่งที่ดีกว่า การเรียนการสอน จะเน้นการเรียนรู้สภาพปัญหาความต้องการของสังคม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ กับสภาพสังคม เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาตามแนวประชาธิปไตย ครูมีบทบาทในการ วางแผนจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้สัมผัส ศึกษา ชุมชนและสังคม ให้คำแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนมองเห็น ปัญหา หาทางแก้ไขปัญหาโดยใช้กระบวนการแก้ปัญหา ครูจึงควรมีประสบการณ์ ความรู้ เกี่ยวกับ สภาพและปัญหาสังคม รวมทั้งแนวทางแก้ไขปัญหาโดยสันติวิธี

3.3 ปรัชญาอัตถิภาวะนิยม (Existentialism) เป็นปรัชญาการศึกษาที่มุ่งเน้นความมี อิสระในการเรียน การเรียนรู้เป็นไปตามความสนใจ ความต้องการ ความถนัดของผู้เรียน ผู้เรียนจะ มีส่วนร่วมในการรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง ตั้งแต่การกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน การวางแผนการเรียน การเลือกกำหนดเนื้อหาที่สนใจ วิธีเรียน การวัดและประเมินการเรียนของ ตนเอง ครูจะมีบทบาทในการกระตุ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นพบและรู้จักตนเองมากขึ้น ให้คำปรึกษา แนะนำ ติดตามการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ และจัดสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อ การเรียนรู้

3.4 ปรัชญาการศึกษาตามแนวคิดพุทธศาสตร์ (Buddhistic Philosophy of Education) เป็นปรัชญาการศึกษาที่นักการศึกษาสรุปจาก การศึกษาคำสอนวิธีปฏิบัติของ พระพุทธเจ้า ที่มุ่งเน้นการศึกษาตนเอง เพื่อพัฒนาศักยภาพในการครองชีวิตให้เป็นสุขด้วยการลงมือ ปฏิบัติ การคิดพิจารณาไตร่ตรองสิ่งต่างๆ ที่มากระทบอย่างมีสติ เพื่อให้เกิดปัญญา รู้แจ้งถึงความ เป็นไปของชีวิต ซึ่งการเรียนรู้ของแต่ละคนจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับสติปัญญา ความสามารถ ความถนัด ความสนใจ ความเพียรพยายามในการศึกษาปฏิบัติของแต่ละบุคคล ครูจะมีบทบาทเป็นผู้

ชี้แนะแนวทาง ให้ผู้เรียนศึกษาปฏิบัติ ใช้สติปัญญาพิจารณาสิ่งต่างๆ ให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งการใช้ศีลและสมาธิในการฝึกกำกับพฤติกรรมที่แสดงออก และเป็นกัลยาณมิตรของผู้เรียน

จากปรัชญาการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น บ่งบอกถึงหลักการจัดการศึกษาที่ต้องการพัฒนาผู้เรียน ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา โดยเน้นให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง อย่างอิสระ ตามความสามารถ ความถนัด ความสนใจ ฝึกการเรียนรู้ด้วยทักษะกระบวนการ ทำให้เกิดการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เรียนรู้จากกันและกัน ร่วมมือกันแก้ปัญหาในสังคม เกิดการพัฒนา การเรียนรู้บนพื้นฐานของความแตกต่างของบุคคล ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต และสามารถดำรงชีวิตในสังคมได้อย่างมีความสุข

4. ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่มีประสิทธิภาพ ผู้สอนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบการเรียนรู้ และจัดการเรียนรู้ให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมาย ทฤษฎีการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีดังนี้ (วัฒนาพร ระวังบุกษ์, 2541, 4-6 ; อรุณี สถิตยภัททีกุล, 2542, 17-19)

4.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นต่อเมื่อมีการเชื่อมโยงสิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆ กับการแสดงพฤติกรรมเพื่อตอบสนองต่อสิ่งเร้า นั้น การฝึกทำซ้ำๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการปฏิบัติและเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น การได้รับข้อมูลย้อนกลับและการเสริมแรง จะช่วยสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นในตัวผู้เรียน ในการสอนครูต้องจัดประสบการณ์หรือสิ่งเร้าต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า นั้น ให้มากที่สุดที่จะเกิดการเรียนรู้ ทักษะ และเจตคติที่ต้องการ ในระหว่างการเรียนครูจะต้องมีวิธีการเสริมแรงในรูปแบบต่างๆ ให้เหมาะสม มีการให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นระยะๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลการกระทำของตนเอง และนำไปปรับปรุงวิธีเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

4.2 ทฤษฎีพุทธรินิยม (Cognitivism) ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการใช้สติปัญญา ในการคิดหาเหตุผล ความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ และลงข้อสรุป นอกจากนี้การเรียนรู้ยังเกิดจากการหยั่งรู้ที่อาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน ในการสอนครูควรเริ่มต้นจากประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ก่อนจัดประสบการณ์ใหม่ให้ผู้เรียน ได้ทำความเข้าใจ เกิดมโนทัศน์ที่ชัดเจนจนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่เข้ากับความรู้เดิมได้ ผู้เรียนจะต้องมีกระบวนการในการเรียนด้วยตนเอง จึงจะเรียนรู้ได้ดี

4.3 ทฤษฎีมานุษยนิยม (Humanism) ทฤษฎีนี้เชื่อว่ามนุษย์มีศักยภาพในการเรียนรู้ อยู่ในตนเอง มีความสามารถ ความถนัด ความสนใจที่แตกต่างกัน เด็กจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อมีอิสระในการตัดสินใจ ได้อยู่ในบรรยากาศที่เป็นอิสระ ผ่อนคลาย มีความสุขในการเรียน ได้รับความเข้าใจ มีความเชื่อมั่นและรู้จักตนเอง ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีอิสระในการเลือกเนื้อหา วิธีการเรียน สร้างบรรยากาศในการเรียนให้เป็นบรรยากาศที่จะเรียนรู้ได้ จริงใจต่อผู้เรียน ให้เกียรติทั้งในแง่ความรู้สึกรู้สึก ความคิดเห็น ครูจึงมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้คำปรึกษา แนะนำ กระตุ้น ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ เป็นเพื่อนกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนรับผิดชอบและช่วยเหลือตัวเองในการเรียนได้

4.4 ทฤษฎีการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Integrated Theory) ทฤษฎีนี้กล่าวว่า การเรียนรู้จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางสติปัญญา ควบคู่ไปกับการตอบสนองต่อสิ่งเร้า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นตามขั้นตอนจากการเรียนรู้สิ่งที่เป็นรูปธรรม ไปหาสิ่งที่เป็นนามธรรม จากมโนทัศน์ หลักการ ไปสู่การแก้ปัญหาที่เป็นการระบวการทางสติปัญญาที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ในการสอนครูจึงควรเริ่มต้นจากในสิ่งที่เป็นรูปธรรม ไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม กำหนดวิธีสอน กิจกรรมการสอนให้สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวมาข้างต้น บ่งบอกถึงหลักของการจัดการเรียนรู้ว่า ครูควรเริ่มต้นจากประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ก่อนจัดประสบการณ์ใหม่ให้มากพอที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เกิดทักษะ และเจตคติที่ต้องการ การจัดประสบการณ์ควรเริ่มจากสิ่งที่เป็นรูปธรรม ไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม ครูควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเนื้อหา วิธีการเรียน สร้างบรรยากาศในการเรียนรู้โดยให้เกียรติผู้เรียนทั้งในแง่ความรู้สึกรู้สึก ความคิดเห็น มีการเสริมแรงในรูปแบบต่างๆ และให้ข้อมูลย้อนกลับเป็นระยะๆ เพื่อให้ผู้เรียนนำไปปรับปรุงวิธีเรียน ให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

5. หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากปรัชญาการศึกษาและทฤษฎีการเรียนรู้ นำไปสู่หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อรุณี สติชัยภักดิ์กุล (2542, 33-35) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนี้

5.1 ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนตั้งแต่การวางแผนการเรียน การกำหนดกิจกรรม ขั้นตอนการเรียน แหล่งข้อมูล รูปแบบและวิธีนำเสนอผลการเรียน การวัดและประเมินผล สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีเป้าหมายในการเรียนที่ชัดเจนมากขึ้น มองเห็นเส้นทางการเรียนรู้ของตนเอง ได้ร่วมคิด เสนอ เลือกทำในสิ่งที่สนใจ ถนัด และต้องการมากขึ้น

5.2 จัดกิจกรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ฝึกทักษะและกระบวนการทางปัญญา จนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง กิจกรรมและประสบการณ์ที่หลากหลายจะช่วยเสริมซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการต่างๆ อย่างครอบคลุม ไม่น่าเบื่อหรือซ้ำซาก กิจกรรมนอกชั้นเรียนจะเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน ผู้เรียนจะรู้สึกสนุกสนาน ตื่นเต้น อยกู้ร้อยอกเห็น และเป็นอิสระมากยิ่งขึ้น

5.3 จัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการกลุ่ม กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา กระบวนการทางภาษา กระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น การเรียนรู้อย่างมีกระบวนการจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้เร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.4 จัดให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาตนเองในด้านต่างๆ ทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา อย่างต่อเนื่อง ทางด้านร่างกาย ให้ผู้เรียนได้มีการเคลื่อนไหวร่างกายในรูปแบบต่างๆ ด้านสติปัญญา ให้ได้ฝึกคิดอย่างหลากหลาย เช่น ทบทวน ไคร์ครวญ พิจารณา วิเคราะห์ สังเคราะห์ ด้านอารมณ์ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้การแสดงอารมณ์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ ด้านสังคม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะทางสังคม การทำงาน และการอยู่ร่วมกันกับผู้อื่น พัฒนาการต่างๆ เหล่านี้ครูจะมองเห็น ได้ชัดเจนจากผลงานของผู้เรียน

5.5 บทบาทของครูจะต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวก วางแผนจัดกิจกรรม เตรียมสื่อ และแหล่งข้อมูล ให้สะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน กำกับดูแล ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และแก้ปัญหาจนกว่าผู้เรียนจะทำงานที่ต้องการได้สำเร็จ ครูจึงต้องเตรียมการล่วงหน้า เวลาในชั้นเรียนครูสามารถนำไปใช้ในการดูแลช่วยเหลือผู้เรียน โดยเฉพาะผู้เรียนที่ต้องการความช่วยเหลือจากครูมากกว่าคนอื่น

5.6 ใช้ชุมชนและแหล่งความรู้อื่นๆ ให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ในชุมชนผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกอย่าง ทั้งสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ เช่น ภูเขา แม่น้ำลำคลอง ป่า พืช สัตว์ อากาศ และสภาพแวดล้อมทางสังคม เช่น วัฒนธรรม การดำรงชีวิต ระบบเศรษฐกิจ การเมือง การปกครอง สาธารณสุข เป็นต้น การเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้สำรวจศึกษาประเด็นต่างๆ ที่เหมาะสมกับวัย สอดคล้องกับหลักสูตรทั้งด้านธรรมชาติและสังคม จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ นำเรียนรู้และนำไปปฏิบัติเป็นอย่างยิ่ง

5.7 สร้างบรรยากาศที่ดี มีความสุขในการเรียนให้เกิดขึ้น จากการใช้สัมพันธภาพที่ดีระหว่างครูกับผู้เรียน บุคลิกภาพที่เป็นกันเอง จริงใจ ยอมรับศักยภาพและความสามารถของผู้เรียน เป็นสิ่งจูงใจให้ผู้เรียนมีความรู้สึก เจตคติที่ดีในทางบวกต่อวิชาที่เรียนมากขึ้น

สมศักดิ์ ภู่วิภาดาบรรณ (2544, 1-3) กล่าวถึงหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ไว้ดังนี้

- (1) ยึดความต้องการและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ
- (2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ให้มากที่สุด
- (3) เน้นให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง สามารถเรียนรู้จาก

ประสบการณ์ในสภาพความเป็นจริง สามารถวิจัยเชิงปฏิบัติการ และสืบค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

(4) เน้นการพึ่งพาตนเอง เพื่อให้เกิดทักษะที่จะนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน สามารถเข้าใจวิธีการเรียนรู้ของคนได้ รู้วิถีคิดของตนเองและพร้อมที่จะปรับเปลี่ยนวิถีคิดได้อย่างเหมาะสม ไม่เน้นที่การจดจำเพียงเนื้อหา

(5) เน้นการประเมินตนเอง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนประเมินตนเองอย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจตนเองได้ชัดเจนขึ้น รู้จุดเด่น จุดด้อย และพร้อมที่จะปรับปรุงหรือพัฒนาตนเองให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

(6) เน้นความร่วมมือ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการดำเนินชีวิตประจำวัน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิธีการหนึ่งที่ใช้คือการเรียนแบบร่วมมือรูปแบบต่างๆ

- (7) เน้นรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งอาจจัดได้ทั้งในรูปแบบกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล

สรุปได้ว่าหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรยึดความต้องการและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียนรู้ การกำหนดกิจกรรม การวัดและประเมินผล ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนโดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลาย ใช้กระบวนการเรียนรู้ต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง เกิดทักษะที่จะนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เข้าใจวิธีการเรียนรู้ รู้วิถีคิดของตนเอง มีโอกาสพัฒนาทั้งด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา อย่างต่อเนื่อง โดยครูเป็นผู้วางแผนจัดกิจกรรม เตรียมสื่อและแหล่งข้อมูลให้สะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน สร้างบรรยากาศที่ดี มีความสุขในการเรียน ใช้ชุมชนและแหล่งความรู้อื่นๆ ในการเรียนการสอน

6. การวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงกับสิ่งที่เรียน ได้เลือกทำกิจกรรมตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจของตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลสร้างสรรค้ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นการวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือการประเมินตามสภาพจริง (authentic assessment) (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, 485-494) สอดคล้องกับ พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2549, 125) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้

การทำงาน ปฏิบัติงาน และผลผลิต การวัดและประเมินผลจึงต้องเป็นการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง ขณะที่วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541, 63) กล่าวว่า การวัดและประเมินผลที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีหลายแนวทาง ได้แก่ การประเมินตามสภาพจริง การประเมินภาคปฏิบัติ และการประเมินจากเพิ่มสะสมผลงาน

6.1 ความหมายของการประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริง มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กรมวิชาการ (2539, 11) ให้ความหมายของการประเมินตามสภาพจริงว่าเป็นกระบวนการสังเกต การบันทึก และการรวบรวมข้อมูลจากงานและวิธีการที่ผู้เรียนทำ ซึ่งไม่เน้นเฉพาะทักษะพื้นฐานแต่จะเน้นการประเมินทักษะที่ซับซ้อนในการทำงานของผู้เรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการแสดงออกที่เกิดจากการปฏิบัติในสภาพจริง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, 487) ให้ความหมายว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินผลผู้เรียนที่ใช้วิธีการที่หลากหลาย เน้นการประเมินทักษะการคิดที่ซับซ้อน ทักษะการทำงาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและการแสดงออกที่เกิดจากการปฏิบัติในสภาพจริง อยู่บนพื้นฐานของเหตุการณ์จริงในชีวิตจริง เน้นพัฒนาการที่ปรากฏให้เห็นทั้งในและนอกห้องเรียน โดยมีผู้เกี่ยวข้องในการประเมินหลายฝ่าย และเกิดขึ้นได้ในทุกบริบทเท่าที่จะเป็นไปได้รวมทั้งเป็นการประเมินที่มีลักษณะแบบไม่เป็นทางการ

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2549, 141) ให้ความหมายว่าการประเมินตามสภาพจริงเป็นการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากกระบวนการทำงาน การปฏิบัติงาน และผลผลิตที่ได้จากกระบวนการเรียนรู้ในสภาพที่สอดคล้องกับชีวิตจริง โดยใช้เรื่องราว เหตุการณ์ สภาพจริงหรือคล้ายจริง เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนตอบสนอง แล้วนำข้อมูลสู่การตีค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, 8) ให้ความหมายว่าการประเมินตามสภาพจริงเป็นการประเมินจากการลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียนและเชื่อมโยงการเรียนรู้กับชีวิตและสังคม ซึ่งผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ ความสามารถ กระบวนการคิด และความรู้สึก เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของตนเอง และใช้วิธีการประเมินอย่างหลากหลายตามสถานการณ์ที่เป็นจริง โดยกระทำอย่างต่อเนื่อง

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินตามสภาพจริงเป็นการรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพจากการลงมือปฏิบัติจริงของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ ความสามารถ กระบวนการคิด และความรู้สึก โดยใช้วิธีการประเมินอย่างหลากหลาย เน้นการประเมินทักษะการคิดที่ซับซ้อน ทักษะการทำงาน ความสามารถในการแก้ปัญหาและ

การแสดงออกที่เกิดจากการปฏิบัติในสภาพจริง โดยมีผู้เกี่ยวข้องในการประเมินหลายฝ่าย แล้วนำข้อมูลสู่การตีค่า

6.2 ลักษณะของการประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริงมีลักษณะดังนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, 491-493 ; พิชิต ฤทธิจรูญ, 2548, 86-87)

6.2.1 เป็นการประเมินผลที่เน้นการปฏิบัติจากสภาพจริง กระทำได้ตลอดเวลา และทุกสถานที่อย่างไม่เป็นทางการ

6.2.2 กำหนดงานหรือปัญหาแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างคำตอบเอง ด้วยการแสดง ทำงานสร้างสรรค์ หรือผลิตผลงาน

6.2.3 เน้นงานที่ผู้เรียนแสดงออกในภาคปฏิบัติ เน้นกระบวนการเรียนรู้ ผลิตผลผลิตเพิ่มสะสมผลงาน

6.2.4 ไม่เน้นการประเมินผลเฉพาะทักษะพื้นฐาน แต่ให้ผู้เรียนผลิต สร้าง หรือ ทำบางอย่างที่เน้นทักษะการคิดที่ซับซ้อน การพิจารณาไตร่ตรอง การทำงานและการแก้ปัญหา

6.2.5 ใช้เทคนิคการประเมินอย่างหลากหลาย ตลอดช่วงระยะเวลาหนึ่ง เพื่อตรวจสอบคุณภาพงานของผู้เรียน

6.2.6 เน้นการประเมินที่มีส่วนร่วมระหว่างครูผู้สอน ผู้เรียนและผู้ปกครอง

6.2.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินผล และมีส่วนร่วมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนรู้จักการวางแผนการเรียนรู้ตามความต้องการของตนเอง นำไปสู่การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการเรียน และเกณฑ์การประเมิน

6.2.8 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินต้องเป็นเกณฑ์แก่นแท้ (essentials) ของการปฏิบัติมากกว่าเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่สร้างจากหนึ่งผู้ใดโดยเฉพาะ เป็นเกณฑ์ที่เปิดเผย และรับรู้กันทั้งตัวผู้เรียนเองและผู้อื่น

6.3 วิธีการประเมินตามสภาพจริง

การประเมินตามสภาพจริงมีวิธีการที่หลากหลาย ดังนี้ (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, 493-494)

6.3.1 การสังเกต เป็นวิธีการที่กระทำได้ในทุกสถานการณ์และทุกสถานที่ ผู้สอนอาจกำหนดเครื่องมือและเกณฑ์ในการสังเกต หรืออาจไม่มีเครื่องมือในการสังเกตก็ได้ ขึ้นอยู่กับประเด็นที่ต้องการประเมินผู้เรียนว่า มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือในการสังเกตระดับความสามารถ หรือพฤติกรรมที่แสดงออกมาน้อยเพียงใด วิธีการสังเกตสามารถใช้ประเมินผลการเรียนรู้ทั้งใน

ด้านความรู้ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ของผู้เรียน

6.3.2 การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการประเมิน โดยตั้งคำถามอย่างง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน สามารถสัมภาษณ์ผู้เรียนแต่ละคน ได้ทั้งรูปแบบที่เป็นทางการหรือไม่เป็นทางการ นิยมใช้ประเมินผลด้านความรู้ความเข้าใจในระดับที่สูงกว่าความรู้ความจำ และด้านความรู้สึนึกคิดที่สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อ ทศนคติ ค่านิยม และการเห็นคุณค่าในเรื่องต่างๆ

6.3.3 บันทึกจากผู้เกี่ยวข้อง เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับตัวผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้ ความคิด ความสามารถพิเศษ ความถนัด ความสนใจ และการแสดงออกของพฤติกรรม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการเรียนรู้และแนวทางพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

6.3.4 แบบทดสอบวัดความสามารถที่เป็นจริง (authentic test) เป็นวิธีการสร้างข้อสอบ โดยใช้คำถามที่เกี่ยวกับการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ หรือการสร้างความรู้ใหม่จากความเข้าใจและประสบการณ์เดิม หรือจากสถานการณ์จำลองที่กำหนดขึ้นให้คล้ายคลึงกับสถานการณ์จริง หรือเลียนแบบของจริง เช่น ข้อสอบวัดทักษะการใช้ภาษาเพื่อสื่อสาร ข้อสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ การฝึกทักษะและกระบวนการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง

6.3.5 การรายงานตนเอง เป็นวิธีการประเมินด้วยการให้ผู้เรียนเขียนบรรยายความรู้สึก หรือพูดแสดงความคิดเห็นออกมาโดยตรง เพื่อประเมินความรู้สึนึกคิด ความเข้าใจ ความต้องการของผู้เรียน ซึ่งจะช่วยให้ผู้สอนเข้าใจผู้เรียนแต่ละคนมากยิ่งขึ้น และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการ รวมทั้งเจตคติต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้ดียิ่งขึ้น

6.3.6 การใช้แฟ้มสะสมผลงาน (portfolio) เป็นการจัดเก็บตัวอย่างผลงานที่มีการรวบรวมไว้อย่างเป็นระบบ และกระทำอย่างต่อเนื่องตลอดช่วงชั้นของหลักสูตร เพื่อใช้เป็นหลักฐานแสดงให้เห็นถึงความสามารถของผู้เรียนในด้านความรู้ความเข้าใจ และทักษะต่างๆ ที่ผู้เรียนพัฒนาได้สำเร็จ รวมทั้งความถนัด ความสนใจ ความพยายาม แรงจูงใจ และความก้าวหน้าทางการเรียน ที่สามารถนำมาประกอบการประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ынดีสุข (2549, 124) กล่าวว่าวิธีที่ใช้ประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง อาจใช้วิธีต่อไปนี้ ได้แก่ การอภิปรายตามวัตถุประสงค์ แบบทดสอบมาตรฐาน แบบทดสอบพัฒนาโดยครู การเขียนบันทึกผลการเรียนรู้ การนำเสนอด้วยวาจา

การปฏิบัติทดลอง โครงการงาน แฟ้มผลงาน การสังเกต การบันทึก การสร้างสถานการณ์จำลอง แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ บันทึกการเรียนรู้หรือการเขียนอนุทิน ทีมจัดการโดยผู้เรียน ทีมประเมิน โดยครู การประชุมของผู้ปกครอง

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่เหมาะสมสำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ มีหลายกระบวนการ ได้แก่ โครงการงานวิทยาศาสตร์ วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การทดลอง วัฏจักรการเรียนรู้ สตอรี่ไลน์ การแก้ปัญหา การสร้างผังมโนทัศน์ โมเดลชิปปา กรณีศึกษา ชุดการสอน ศูนย์การเรียนรู้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เกม บทเรียนสำเร็จรูป การเรียนรู้แบบร่วมมือ บทบาทสมมติ ละคร สถานการณ์จำลอง กลุ่มสืบค้น ทักษะศึกษา ฯลฯ

กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เลือกมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ การสืบเสาะหาความรู้ การทดลอง วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้แบบร่วมมือ และการสร้างผังมโนทัศน์

1. การสืบเสาะหาความรู้(Inquiry Process)

การสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้โดยผู้สอนเป็นผู้จัดสถานการณ์ทำให้เกิดปัญหา ให้ผู้เรียนคิดแสวงหาคำตอบด้วยตนเองโดยการตั้งปัญหา กำหนดสมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ผลและสรุป เป็นการฝึกให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้ความคิดหาวิธีการแก้ปัญหา และสามารถนำการแก้ปัญหานั้นมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ และทำให้เกิดวงจรการเรียนรู้ใหม่ (คุณทวี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ, 2550 , 36) การสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้ (กรมวิชาการ, 2546, 219-220)

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่างๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นโดยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจ จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

1.2 **ขั้นสำรวจและค้นหา** เป็นการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้าง สถานการณ์จำลอง การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่ง ข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

1.3 **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป** เป็นการนำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รูปภาพ ตาราง การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ ได้แย้งกับสมมติฐาน ที่ตั้งไว้ หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ได้กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

1.4 **ขั้นขยายความรู้** เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำ แบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่นๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

1.5 **ขั้นประเมิน** เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียน มีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากขั้นนี้จะนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ในเรื่องอื่นๆ

การนำความรู้ไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่นๆ จะนำไปสู่ ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามหรือปัญหาที่จะต้องสำรวจตรวจสอบ ต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องไปเรื่อยๆ กระบวนการสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทั้งเนื้อหาและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ ซึ่งจะเป็พื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

2. การทดลอง(Experimentation)

การสอนแบบทดลองเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญวิธีหนึ่ง โดยผู้เรียนเป็นผู้ฝึกปฏิบัติหรือทดลองด้วยตนเองจนค้นพบคำตอบที่ถูกต้อง เป็นการเรียนรู้โดยผ่านประสาทสัมผัส หลายทาง เช่น ตา หู จมูก ผิวกาย เป็นการเรียนที่ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์และกระบวนการปฏิบัติงานที่เป็นระบบ การสอนแบบทดลองประกอบด้วยขั้นตอน ดังนี้ (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2545, 221-223; สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2551, 48-53)

2.1 **ขั้นเตรียมการทดลอง** ได้แก่ การแจ้งจุดประสงค์การทดลอง การแนะนำ และอธิบายวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ การนำอภิปรายเกี่ยวกับขั้นตอนการทดลอง เทคนิค การทดลอง ข้อควรระวัง แนวทางในการป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

2.2 ขั้นดำเนินการทดลอง ให้ผู้เรียนปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ได้กำหนด และอภิปรายจนเกิดความเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว โดยผู้สอนดูแลและให้คำแนะนำเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตราย หรือเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

2.3 ขั้นนำเสนอผลการทดลอง เป็นการนำผลการทดลองที่ได้มาอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม จัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบแล้วนำเสนอ

2.4 ขั้นสรุปผลการทดลองผู้เรียนอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม แล้วสรุปผลการทดลอง ซึ่งเป็นความรู้ คำตอบ หรือข้อค้นพบใหม่

2.5 ขั้นประเมินการทดลอง ผู้สอนตรวจสอบความถูกต้องของข้อสรุป และนำเสนอปัญหาพร้อมทั้งวิธีแก้ไข

3. วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ (Scientific Method)

วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ หมายถึงวิธีสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบปัญหา และคิดหาวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบโดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้ (สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ, 2545, 212-215; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, 328-329)

3.1 ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นนี้เป็นการระบุปัญหาเมื่อพบสถานการณ์ที่ทำให้เกิดปัญหา ปัญหาคือคำถามที่ต้องการคำตอบ ลักษณะของคำถามอาจเป็นคำถามเพื่อหาสาเหตุหรือความสัมพันธ์ระหว่างส่วนที่เป็นสาเหตุกับส่วนที่เป็นผล

3.2 ขั้นตั้งสมมติฐาน ขั้นนี้เป็นการคาดคะเนคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหา โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต ประสบการณ์เดิม และความรู้เดิมที่เกี่ยวข้อง คำตอบที่คาดคะเนอาจเป็นจริงหรือไม่ก็ได้ จึงควรรหาคำตอบไว้หลากหลายแล้วเลือกคำตอบที่เป็นไปได้มากที่สุดมาตั้งสมมติฐาน

3.3 ขั้นรวบรวมข้อมูล ขั้นนี้เป็นการออกแบบการทดลองเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน แล้วทำการทดลองและบันทึกผล ในบางปัญหาอาจเป็นการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งต่างๆ และรวบรวมข้อมูลไว้อย่างเป็นระบบ มีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่วิเคราะห์ได้ง่าย อาจจัดทำเป็นตาราง แผนภูมิ หรือกราฟก็ได้

3.4 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล ขั้นนี้เป็นการนำข้อมูลมาตีความหมาย หาความสัมพันธ์ ความเหมือน ความต่าง แล้วใช้เหตุผลประกอบ

3.5 ขั้นสรุปผล ขั้นนี้เป็นการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปเพื่อหาคำตอบ เป็นการตรวจสอบสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่ เมื่อได้คำตอบแล้วจะมีการสรุปผลเป็นหลักการกว้างๆ ซึ่งเป็นความรู้ที่ได้จากการค้นพบ

4. การเรียนรู้แบบร่วมมือ(Cooperative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นวิธีการสอนที่ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันในกลุ่มย่อยๆ เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน มีลักษณะสำคัญคือ สมาชิกของกลุ่มมีความแตกต่างกันในความสามารถทางการเรียน เพศ และอายุ โดยผู้สอนจะต้องมีการเตรียมการและดำเนินการ ดังนี้ (สุคนธ์ สิ้นทพานนท์ และคณะ, 2545, 30-32)

4.1 การจัดกลุ่มผู้เรียน การจัดกลุ่มผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ร่วมกันและทำงานร่วมกันให้ได้ผลดีมีประสิทธิภาพนั้น จำนวนที่เหมาะสมคือกลุ่มละ 4 คน ที่มีความสามารถละกัน มีทั้งผู้ที่เรียนเก่ง ค่อนข้างเก่ง ค่อนข้างอ่อน และอ่อน มีจำนวนชายหญิงใกล้เคียงกัน โดยจัดเป็นกลุ่มถาวรเป็นระยะเวลาประมาณ 6 สัปดาห์ หรือประมาณ 20 % ของคาบเรียนทั้งหมด

4.2 การสร้างความมุ่งมั่นและอุดมการณ์ของผู้เรียนที่จะทำงานร่วมกัน ผู้สอนจะต้องรู้จักจัดกิจกรรมต่างๆ เพื่อกระตุ้นและเสริมทักษะด้านความคิดแก่ผู้เรียน โดยใช้แหล่งข้อมูลต่างๆ และสื่อการสอน และผู้สอนจะต้องรู้จักจัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียน ได้เห็นความสำคัญของการทำงานร่วมกัน

4.3 การปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญในกติกาของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้สอนต้องชี้แจงให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการทำงานร่วมกัน ให้แรงเสริมในทางบวกกับผู้เรียน ให้ความช่วยเหลือและแนะนำวิธีการทำงานที่ถูกต้อง ผู้สอนจะต้องมีวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจกติกาของการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งประกอบด้วย 1) การช่วยเหลือกัน 2) ความสามารถที่แตกต่างกันของสมาชิกในกลุ่ม การจะทำงานให้สำเร็จด้วยดีนั้นขึ้นอยู่กับความรับผิดชอบของสมาชิกทุกคน 3) สมาชิกทุกคนมีบทบาทเท่าเทียมกัน 4) สมาชิกทุกคนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีกันอย่างต่อเนื่อง

4.4 ผู้สอนจะต้องมีการจัดการที่ดีเพื่อให้การทำงานกลุ่มเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ มีการสร้างกฎของห้องเรียน กฎของกลุ่ม มีการจัดที่นั่งของสมาชิกแต่ละกลุ่มให้เป็นระเบียบ รวดเร็ว การแจกแบบฝึกหัด วัสดุ อุปกรณ์ ให้แก่หัวหน้ากลุ่มหรือตัวแทนกลุ่ม มีการแบ่งงานระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การให้สัญญาณทำกิจกรรมของแต่ละกลุ่ม การจัดบรรยากาศการเรียนรู้ ซึ่งบางครั้งต้องใช้ความเงียบ บางครั้งต้องระดมพลังความคิด การสนทนา ฯลฯ

นอกจากนั้น ผู้สอนจะต้องให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไข ช่วยเหลือผู้เรียนบางคนที่มีปัญหาให้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ และสามารถเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ระหว่างกลุ่ม สร้างขวัญและกำลังใจให้แก่ผู้เรียน เสริมสร้างให้ผู้เรียนรู้จักยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น โดยใช้เหตุผล ผู้สอนควรได้เผยแพร่ข้อเขียนและผลงานของผู้เรียน ให้เป็นที่ปรากฏในสังคมตามความเหมาะสม

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ เทคนิค
ร่วมกันคิด (Numbered Heads Together: NHT) เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together: LT)
และเทคนิคคู่คิด (Think-Pair-Share: TPS) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.4.1 เทคนิคร่วมกันคิด (Numbered Heads Together: NHT) เป็นเทคนิคที่เหมาะสม
กับการทบทวนความรู้ หรือตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ใช้ร่วมกับวิธีสอนแบบอื่น มีขั้นตอนการ
จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

(1) แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ซึ่งมีความสามารถต่างกัน
ประกอบด้วย เก่ง ค่อนข้างเก่ง ค่อนข้างอ่อน และอ่อน ให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มมีหมายเลขประจำตัว
ตั้งแต่หมายเลข 1,2,3,4

(2) ผู้สอนกำหนดปัญหาหรือตั้งคำถาม ซึ่งอาจจะทำเป็นใบงานหรือ
แบบฝึกหัด ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดคำตอบ และช่วยกันอธิบายคำตอบให้เพื่อนสมาชิกใน
กลุ่มของตนมีความเข้าใจอย่างชัดเจน

(3) ผู้สอนสุ่มเรียกหมายเลขสมาชิกหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งออกจากกลุ่ม
เพื่อตอบคำถามและอธิบายให้สมาชิกทั้งชั้นฟัง

4.4.2 เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together: LT) เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับ
การทบทวนความรู้ หรือตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ใช้ร่วมกับวิธีสอนแบบอื่น มีขั้นตอนการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

(1) ผู้สอนและผู้เรียนอภิปรายบทเรียน มีการซักถามจนเข้าใจกระจ่างชัดเจน
หรืออาจจะเป็นการทบทวนบทเรียนที่เรียนไปแล้ว

(2) ผู้สอนแจกแบบฝึกหรือใบงานแก่ผู้เรียนแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 1 ชุด ผู้เรียน
แต่ละกลุ่มจะแบ่งงาน ดังนี้

ก) สมาชิกคนที่ 1 มีหน้าที่อ่านคำสั่ง หรือโจทย์ปัญหา

ข) สมาชิกคนที่ 2 ฟังขั้นตอน รวบรวมข้อมูล หาแนวทางเสนอแนะ

การตอบคำถาม หรือคำนวณหาคำตอบ

ค) สมาชิกคนที่ 3 ตอบคำถาม หรือคำนวณหาคำตอบ

ง) สมาชิกคนที่ 4 ตอบคำถาม หรือคำนวณหาคำตอบ

(3) สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันในการตอบคำถาม
หรือทำโจทย์ข้อต่อไปจนเสร็จทุกข้อ

(4) แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบต่อผู้สอน

(5) ผู้สอนตรวจคำตอบด้วยตนเอง หรืออาจจะให้แต่ละกลุ่มผลัดกันตรวจคำตอบ โดยมีแนวเฉลยคำตอบให้

(6) ประกาศผลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

4.4.3 เทคนิคคู่คิด (Think-Pair-Share: TPS) เป็นเทคนิคที่ใช้คู่กับวิธีสอนแบบอื่น มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

(1) ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้

(2) ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง

(3) เมื่อผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบได้แล้ว ให้จับคู่กับเพื่อนผลัดกันอภิปรายคำตอบ (ผู้สอนอาจกำหนดคู่ให้กับผู้เรียนตามความเหมาะสม อาจใช้หมายเลขประจำคู่ที่ 1 ถึงคู่สุดท้าย)

(4) ผู้เรียนคนหนึ่งออกไปอธิบายคำตอบให้เพื่อนฟังทั้งชั้น (ผู้สอนอาจใช้วิธีสุ่มผู้เรียนออกไปตามหมายเลขประจำคู่ และชมเชยให้กำลังใจ)

5. การสร้างผังมโนทัศน์ (Concept Mapping)

มโนทัศน์หมายถึง ความคิด ความเข้าใจ ที่สรุปเกี่ยวกับการจัดกลุ่มสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ที่เกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นหรือเรื่องนั้น แล้วใช้คุณลักษณะหรือคุณสมบัติที่คล้ายคลึงกันจัดเข้าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น ส่วนผังมโนทัศน์หมายถึง แผนผังหรือแผนภาพที่แสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างมีระบบและเป็นลำดับขั้น โดยอาศัยคำหรือข้อความเป็นตัวเชื่อมให้ความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆ เป็นไปอย่างมีความหมาย ซึ่งอาจจะมีทิศทางเดียว สองทิศทาง หรือมากกว่าก็ได้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2551, 174)

การสร้างผังมโนทัศน์เป็นการนำมโนทัศน์มาจัดให้สัมพันธ์กัน จากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่มโนทัศน์ที่แคบและเฉพาะเจาะจงในที่สุด การสร้างผังมโนทัศน์นำมาใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้ (Novak & Gowin, 1984; อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, 259-260)

5.1 การสำรวจความรู้พื้นฐานของผู้เรียน

5.2 การแสดงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่างๆ ที่มีอยู่ในความคิดของผู้เรียน ซึ่งทำให้ทราบว่าผู้เรียนกำลังคิดอะไร และกำลังจะคิดทำอะไรเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้

5.3 การสรุปความหมายจากตำรา ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาในการอ่านครั้งต่อไป และไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการอ่าน

5.4 การสรุปความหมายจากการทำปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ หรือในการปฏิบัติการภาคสนาม ผังมโนทัศน์จะเป็นแนวทางให้แก่ผู้เรียนว่าควรทำอะไรบ้าง สังเกตสิ่งใดบ้าง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

5.5 การเป็นเครื่องมือในการจัดบันทึกต่าง ๆ โดยการวงกลมล้อมรอบมโนทัศน์หรือข้อความสำคัญ แล้วนำมาสร้างเป็นผังมโนทัศน์ จะทำให้จดจำได้ง่ายและทำให้จับใจความสำคัญได้ ทั้งๆ ที่เป็นข้อความหรือเรื่องที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน

5.6 การวางแผนเขียนรายงานหรือการบรรยาย

อัลท์ (Ault, 1985; อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, 260-261) ได้เสนอแนะวิธีสร้างผังมโนทัศน์แบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกเรื่องที่จะสร้างผังมโนทัศน์ โดยเริ่มจากการอ่านข้อความนั้นอย่างน้อย 1 ครั้ง แล้วระบุมโนทัศน์ที่สำคัญโดยขีดเส้นใต้คำหรือประโยคสำคัญ แล้วเขียนมโนทัศน์เหล่านั้นลงในแผ่นกระดาษเล็ก ๆ เพื่อสะดวกในการจัดความสัมพันธ์

ขั้นที่ 2 จัดลำดับ นำมโนทัศน์ที่สำคัญซึ่งได้เขียนลงในแผ่นกระดาษเล็กๆ แล้วมาจัดลำดับจากมโนทัศน์ที่กว้างไปสู่่มมโนทัศน์ที่รองลงมา และมโนทัศน์ที่เฉพาะเจาะจงตามลำดับ

ขั้นที่ 3 จัดกลุ่ม นำมโนทัศน์มาจัดกลุ่มเข้าด้วยกัน โดยมีเกณฑ์ 2 ข้อ คือ 1) จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่อยู่ในระดับเดียวกัน 2) จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันอย่างไรก็จัด

ขั้นที่ 4 จัดระบบ นำมโนทัศน์ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน มาจัดระบบตามลำดับความเกี่ยวข้อง ซึ่งในขั้นนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้หรือหามโนทัศน์มาเพิ่มได้อีก

ขั้นที่ 5 เชื่อมมโนทัศน์ที่มีความสัมพันธ์กัน โดยการลากเส้นเชื่อมโยงและมีคำเชื่อมระบุมความสัมพันธ์ไว้ทุกเส้น และหลังจากใส่คำเชื่อมแล้วจะสามารถอ่านได้เป็นประโยค เส้นที่เชื่อมโยงนี้อาจเชื่อมระหว่างมโนทัศน์ในชุดเดียวกัน หรือเชื่อมโยงระหว่างชุดของมโนทัศน์ก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, 40) กล่าวว่า การสร้างผังมโนทัศน์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้โอกาสผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด การสร้างความรู้ การสรุปและการนำเสนอแนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง เป็นการรวบรวมความรู้ต่างๆ มาจัดการอย่างมีระบบ โดยนำความรู้มากำหนดเป็นมโนทัศน์ย่อยๆ และนำมโนทัศน์เหล่านั้นมาเชื่อมโยงกันอย่างมีความหมาย เมื่อต้องการสร้างผังมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องใดก็ใช้ประเด็นสำคัญที่สุดของเรื่องนั้นมาใช้เป็นมโนทัศน์หลัก แล้วจึงขยายความที่เป็นรายละเอียดประกอบด้วยมโนทัศน์ย่อย ผู้เรียนที่สามารถจัดมโนทัศน์ต่างๆ ให้เป็นหมวดหมู่และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกันได้ จะต้องมีความรู้ความเข้าใจ และมีความคิดระดับสูงด้านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหาและตัดสินใจ รวมทั้ง

ต้องสามารถสืบค้นความรู้เพิ่มเติมและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การสร้างผังมโนทัศน์มีขั้นตอนที่สำคัญ ดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหาหรือหัวข้อเรื่องที่ต้องการเรียนรู้ เพื่อสร้างเป็นมโนทัศน์หลัก แล้วจึงรวบรวมมโนทัศน์ของเรื่องนั้นและทำความเข้าใจกับมโนทัศน์ เพื่อนำมาเรียบเรียงและจัดให้เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ

ขั้นที่ 2 จัดลำดับมโนทัศน์ต่างๆ ให้สัมพันธ์กันอย่างเป็นขั้นตอน โดยเริ่มต้นจากมโนทัศน์หลักไปสู่มโนทัศน์รอง มโนทัศน์ย่อยหรือมโนทัศน์เฉพาะ ให้ลดหลั่นกันอย่างมีความหมาย พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างประกอบ

ขั้นที่ 3 แสดงความเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์ ด้วยเส้นหรือสัญลักษณ์ที่เหมาะสม พร้อมทั้งอาจมีคำที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์กำกับไว้ด้วยการเชื่อมโยงมโนทัศน์ อาจเป็นไปตามลำดับหรือมีการเชื่อมโยงข้ามสายกันก็ได้

จากการศึกษากระบวนการจัดการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างสถานการณ์ทำให้เกิดปัญหา โดยให้ผู้เรียนเล่นเกม ของเล่น หรือทำการทดลองง่ายๆ แล้วตั้งปัญหาจากการเล่นหรือการทดลองนั้น 2) ขั้นการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทดลองวิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ 3) ขั้นทบทวนบทเรียน เป็นการทบทวนความรู้โดยการทำแบบฝึกหัด หรือนำเสนอผลการสืบค้น โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ 4) ขั้นสรุปบทเรียน เป็นการสรุปความรู้โดยการสร้างผังมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

คะเนิงนิจ อุลิมาส (2545, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในวิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแก่งหางแมวพิทยาคาร จังหวัดจันทบุรี โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน แฟ้มสะสมผลงาน และแบบสอบถามความพึงพอใจ พบว่าหลังการเรียนรู้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้เรียนมีคะแนนในแฟ้มสะสมผลงานเฉลี่ยร้อยละ 83.75 และผู้เรียนมีความพึงพอใจมากต่อการเรียนการสอน ขณะที่ทวีศักดิ์ นาริรัมย์ (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง โครงสร้างและระบบการทำงานของมนุษย์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีประสิทธิภาพ 76.37/73.63 มีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.49 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สิริลักษณ์ นาควิสุทธิ (2548, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติ โดยใช้แผนการสอน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบวัดเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่ระเบียบ อนันตพงศ์ (2550, 69-71) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม เรื่องสนามของแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บุษฎี ภูขวัญเมือง (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการสอน โดยใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ แบบวัดเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนภัทธา เตศะบุตร (2550, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหา เรื่องสถิติและความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีสอนแบบทดลองกับวิธีสอนแบบร่วมมือกิจกรรม TAI โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียน โดยวิธีสอนแบบทดลอง วิธีสอนแบบร่วมมือ กิจกรรม TAI หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ที่เรียน โดยวิธีสอนแบบทดลองกับวิธีสอนแบบร่วมมือกิจกรรม TAI แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่มยุรีย์ จันทร์สวย (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนาทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีความสามารถด้านทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มยุรี ศรีคะณีย์ (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียน และความพึงพอใจในการเรียนแบบร่วมมือด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ เรื่อง รามเกียรติ์และคำราชาศัพท์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่างกัน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความ พึงพอใจ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ 82.92/80.27 และมีดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.61 นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความคงทนในการเรียน ความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่ยศนา วรรณชนานุรักษ์ (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยวัฏจักร การเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดจิตวิทยาาสตร์ และแบบประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนมีจิตวิทยาาสตร์อยู่ในระดับสูงมีค่าเฉลี่ย 4.43 มีพฤติกรรม การทำงานกลุ่มอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.73

3. งานวิจัยที่เกี่ยวกับความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

นุชนาถ หวังสุด (2544, บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องเจตคติของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของ โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช โรงเรียนเมือง กลาง และโรงเรียนโพธิ์คีรีราชศึกษา โดยใช้แบบสอบถาม พบว่าผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อรูปแบบ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียน การสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมี เจตคติที่ดีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่วาสนา จันทอรุไร (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อวิชาการงานและอาชีพ โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัด

เทศบาลเมืองเพชรบุรี โดยใช้แบบสอบถาม พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อวิชาการงานและอาชีพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก นักเรียนที่มีเพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน มีความพึงพอใจแตกต่างกัน นักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพ ภูมิลำเนาต่างกัน มีความพึงพอใจแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

พนมพร ปิยธรรมภรณ์ (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญใน โรงเรียนมัธยมศึกษา กลุ่ม โรงเรียนกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 8 โดยใช้แบบสอบถาม พบว่าผู้เรียนทั้งระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ขณะที่ยศนา นาคประสาธ (2547, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โรงเรียนบางระจันวิทยา จังหวัดสิงห์บุรี โดยใช้แบบสอบถาม พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญในภาพรวมอยู่ในระดับมาก นักเรียนที่มีเพศ ช่วงชั้น ผลการเรียนเฉลี่ย ฐานะครอบครัว ความคาดหวังในอาชีพ และความคาดหวังของบิดามารดาต่ออาชีพของนักเรียน แตกต่างกันมีความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน

4. งานวิจัยที่เกี่ยวกับเรื่องแรง

วิชาญ คงธรรม (2547, บทคัดย่อ) ศึกษาเรื่องการใช้วงจรสี่บเสาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นสื่อหลักในการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่โดยใช้วงจรสี่บเสาด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลัก แบบประเมินความสามารถในการใช้กระบวนการวงจรสี่บเสาในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน โดยวิธีวงจรสี่บเสาด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นสื่อหลักสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการใช้กระบวนการวงจรสี่บเสาของกลุ่มตัวอย่างในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยในแต่ละเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับช่วงคะแนน 4.03-4.13

จิตินันท์ โจนะสิทธิ์ (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา โดยกำหนดเกณฑ์การผ่านร้อยละ 70 พบว่านักเรียนมี

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 71.15 มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เฉลี่ยร้อยละ 72.31 มีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยร้อยละ 75.38 ขณะที่ เสาหลักเกณฑ์ นวัตกรรม (2549, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างชุดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบวัด จิตวิทยาศาสตร์ พบว่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ มีประสิทธิภาพ 84.95/81.75 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.15 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55 ซึ่งอยู่ในระดับคุณภาพดี จิตวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.17 และค่าเบี่ยงเบน มาตรฐานเท่ากับ 0.69 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

เฉลิมพล ตามเมืองปัก (2551, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบ เสาหาความรู้ 7 ชั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าประสิทธิภาพของ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 87.04/84.83 และ 84.79/81.58 ตามลำดับ ดัชนีประสิทธิผลของ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ใช้ปัญหาเป็นฐาน มีค่าเท่ากับ 0.8194 และ 0.7940 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น และนักเรียนที่เรียน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา เป็นฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ ไม่แตกต่างจาก นักเรียนที่เรียนโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

5. งานวิจัยต่างประเทศ

โบโดลัส(Bodolus, 1987, 3387-A) ได้ศึกษาการใช้ผังมโนทัศน์เพื่อช่วยในการ เรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 429 คน แบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ กลุ่มที่ 2 ได้รับการสอนตามปกติ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการสอนตามปกติและไม่ใช้ผังมโนทัศน์ ทั้ง 3 กลุ่มได้รับการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทั้งด้านความรู้และเจตคติ ผลการทดลองพบว่า

กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์และกลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติ ได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนตามปกติเล็กน้อย และพบว่าเพศชายมีความสามารถในการสร้างผังมโนทัศน์มากกว่าเพศหญิง แต่เพศหญิงมีการปรับปรุงเจตคติด้านวิทยาศาสตร์มากกว่าเพศชาย

แกลดัน (Galton, 1996, 29) ทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อนักเรียน ที่มีความแตกต่างกันทั้งในด้านพื้นฐานครอบครัวและความแตกต่างในเชื้อชาติ พบว่านักเรียนมีความสามารถทางการเรียนเพิ่มขึ้น แต่ครูต้องชี้แจงให้นักเรียนเข้าใจจุดประสงค์ของการเรียนแบบร่วมมือ จึงจะเกิดผลดีกับนักเรียนอย่างแท้จริง

แฮปกู๊ด (Hapgood, 2003, 1979-A) ได้ศึกษาการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ในแนวราบของนักเรียนเกรด 2 โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 21 คน เป็นเวลา 10 วัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนทำคะแนนหลังเรียนได้มากกว่าก่อนเรียนซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การวิจัยแสดงให้เห็นว่าผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเป็นวิธีสอนที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนเป็นวิธีสอนที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด ความสนใจในการเรียนมากขึ้น

อิบราฮิม (Ebrahim, 2004, 1232-A) ได้ศึกษาผลที่เกิดจากการใช้รูปแบบการสอนดั้งเดิม และการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ ในระดับอุดมศึกษาและระดับประถมศึกษาในประเทศคูเวต เพื่อต้องการนำเสนอรูปแบบโครงสร้างของสอนวิทยาศาสตร์ 2 รูปแบบ ที่ประสบผลสำเร็จในการนำไปใช้กับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา และขยายผลไปสู่การสอนวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา ได้แก่ การสอนวิทยาศาสตร์แบบดั้งเดิม และการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 4 E จากการทดลองกับนักเรียน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 56 คน และกลุ่มควบคุม 55 คน กลุ่มทดลองใช้การสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 4 E ส่วนกลุ่มควบคุมใช้การสอนแบบดั้งเดิม ผลการศึกษาพบว่า การสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 4 E ทำให้นักเรียนมีการพัฒนาในการเรียนรู้ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์และเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ผลดีกว่าการสอนแบบดั้งเดิม จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ นำไปสู่การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ 4 E ในโรงเรียนประถมศึกษาต่อไป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กระบวนการทดลอง วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การเรียนแบบร่วมมือ และการสร้างผังมโนทัศน์ สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน นับตั้งแต่การ

กำหนดปัญหาไปจนถึงการสรุปผลการศึกษา จากงานวิจัยที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญส่งผลต่อผู้เรียนหลายด้านด้วยกัน ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิด วิเคราะห์ วิจารณ์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจในการเรียน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงนำวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมาใช้ในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยคาดว่าจะส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วนำมาทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญกับนักเรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม และวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ อำเภอพระพรหม จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 3 ห้องเรียน 115 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง ม.3/1 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เนื่องจากมีทั้งนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย ผู้ปกครองของนักเรียนมีอาชีพหลากหลาย และนักเรียนมีผลการเรียนเฉลี่ยแตกต่างกัน

3. กลุ่มเปรียบเทียบ

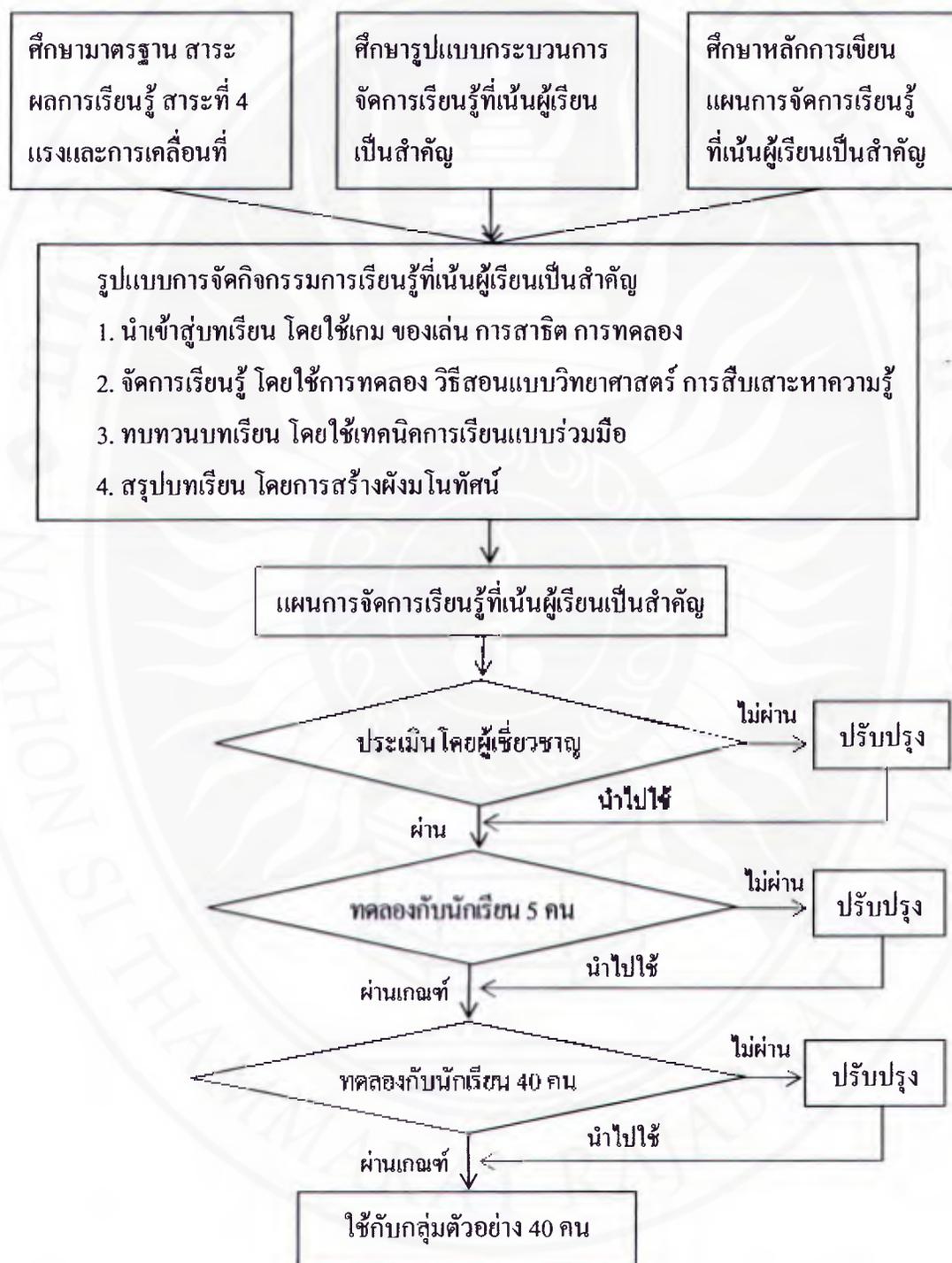
กลุ่มเปรียบเทียบเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง ม.3/1 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 39 คน ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แผนการจัดการเรียนรู้แบบเดิม ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลได้แก่ แบบทดสอบย่อย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ มีวิธีการสร้างดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การสร้าง พัฒนา รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การสร้าง พัฒนา รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ จากเอกสารหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เอกสารการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2546, 141-154)

1.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่องแรง จากตำรา หนังสือเรียน หนังสือเสริมการเรียนรู้ คู่มือครู คู่มือเตรียมสอบ

1.3 ศึกษารูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจากหนังสือเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำหลักการ แนวคิด มาออกแบบรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสำคัญ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1.3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการสร้างสถานการณ์ทำให้เกิดปัญหา โดยให้ผู้เรียนเล่นเกม ของเล่น หรือทำการทดลองง่าย ๆ แล้วตั้งปัญหาจากการเล่นหรือการทดลองนั้น ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งปัญหาและแสดงความคิดเห็นต่อปัญหา

1.3.2 ขั้นการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทดลองวิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ผู้สอนทำหน้าที่อำนวยความสะดวก อธิบาย ให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน

1.3.3 ขั้นทบทวนบทเรียน เป็นการทบทวนความรู้โดยการทำแบบฝึกหัด หรือนำเสนอผลการสืบค้น โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้สอนอธิบาย ให้คำแนะนำ และติดตามการทำงานของผู้เรียน

1.3.4 ขั้นสรุปบทเรียน เป็นการสรุปความรู้โดยการสร้างผังมโนทัศน์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจและสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ผู้สอนอธิบาย ให้คำแนะนำ และติดตามการทำงานของผู้เรียน

1.4 ศึกษาหลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จากหนังสือการจัดกระบวนการเรียนรู้ : เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สุคนธ์ สิ้นชีพานนท์ และคณะ, 2545, 19-28) หนังสือแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (สุนันทา สุนทรประเสริฐ, 2550, 153-168) เอกสารเตรียมพร้อมใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (อารีรัตน์ วัฒนสิน และบัญชา แสนทวี, 2552, 53-71)

1.5 วางแผนจัดการเรียนรู้ โดยแบ่งแผนการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 8 แผน ใช้เวลาสอนแผนละ 2 - 3 คาบ คาบละ 50 นาที รวมเวลา 19 คาบ เนื้อหาประกอบด้วยหัวข้อย่อย ดังนี้
เวกเตอร์ของแรง แรงลัพธ์ สมดุลของแรง แรงเสียดทาน และโมเมนต์ของแรง

1.6 เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ โดยในแต่ละแผนประกอบด้วย สาระสำคัญ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล

1.7 จัดทำเอกสารและสื่อการเรียนรู้ ได้แก่ ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และอุปกรณ์การสอน เป็นต้น

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ ที่มีความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจำนวน 3 ท่าน พิจารณาความตรงตามเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย 4.48 แสดงว่าผลการประเมินอยู่ในระดับมาก ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้ว เสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แล้วแก้ไขตามคำแนะนำของคณะกรรมการ

1.10 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ ใบความรู้ ใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และระยะเวลาที่ใช้ ดังนี้

1.10.1 ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก จำนวน 5 คน จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพไม่ถึงเกณฑ์ไปแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง ได้แก่แผนที่ 3 5 6 7 และ 8

1.10.2 ทดลองภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 40 คน จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพไม่ถึงเกณฑ์ไปแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่อง ได้แก่แผนที่ 6 7 และ 8

1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ไปใช้จัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ จากเอกสารหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เอกสารการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื้อหาเรื่องแรงจากตำรา หนังสือเรียน หนังสือเสริมการเรียนรู้ คู่มือครูคู่มือเตรียมสอบ

2.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ ได้แก่ คู่มือวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์ (สสวท, 2546, 21-28) หนังสือหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548, 95-132)

- 2.3 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้ข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ
- 2.4 สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ
- 2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้
- ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 - ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
 - ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.6 วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 40 ข้อ
- 2.7 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยาสรรณ์ ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องแรงมาแล้ว
- 2.8 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ให้ 0 คะแนน นำผลมาหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปจำนวน 30 ข้อ
- 2.9 นำแบบทดสอบไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยาสรรณ์ ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเดิม นำไปหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78
- 2.10 นำแบบทดสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 30 ข้อ ไปใช้สอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบย่อย

แบบทดสอบย่อยสร้างขึ้นเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่ จากเอกสารหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เอกสารการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื้อหาเรื่องแรงจากตำรา หนังสือเรียน หนังสือเสริมการเรียนรู้ คู่มือครู คู่มือเตรียมสอบ

3.2 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ ได้แก่ คู่มือวัดผลประเมินผล วิทยาศาสตร์ (สวท, 2546, 21-28) หนังสือหลักการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิชิต ฤทธิ์จรูญ, 2548, 95-132)

3.3 วิเคราะห์เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบแผนละ 6 - 8 ข้อ ได้ข้อสอบจำนวน 60 ข้อ

3.4 สร้างแบบทดสอบตามจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา โดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

3.6 วิเคราะห์ข้อมูลค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไป ปรากฏว่าได้ข้อสอบที่มีค่า IOC ระหว่าง 0.67 - 1.00 จำนวน 60 ข้อ

3.7 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน พระพรหมพิทยานุสรณ์ ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คน ที่ผ่านการเรียนเรื่องแรงมาแล้ว

3.8 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบที่นักเรียนทำโดยข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ข้อที่ตอบผิด ให้ 0 คะแนน นำผลมาหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไปจำนวน 40 ข้อ จัดทำเป็นแบบทดสอบย่อยชุดละ 5 ข้อ

3.9 นำแบบทดสอบย่อยไปทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มเดิม นำไปหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 ของครูดอร์ - ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

3.10 นำแบบทดสอบย่อยที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ ไปใช้สอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาแนวคิด หลักการ เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจาก เอกสาร ตำรา ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และรวบรวมข้อมูลเพื่อสร้างเป็นกรอบของแบบสอบถาม

4.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามจากหนังสือการวิจัยสำหรับครู (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, 118-122) ตำราวิธีการวิจัยทางการศึกษา (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 90-91)

4.3 สร้างแบบสอบถามให้ครอบคลุมหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญใน 4 ด้าน คือด้านการเรียน ด้านบรรยากาศการเรียน ด้านสื่อการเรียน และด้านการประเมินผลการเรียน จำนวน 30 ข้อ

4.4 นำแบบสอบถามที่ได้เสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจเพื่อให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.5 นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา โดยการหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

4.6 นำแบบสอบถามไปใช้สอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ ปีการศึกษา 2552 จำนวน 40 คน เพื่อหาความเชื่อมั่น โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัต ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

4.7 นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบและทดลองใช้ เสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ แล้วนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยต่อไป

4.8 การแปลผลค่าเฉลี่ยของระดับความพึงพอใจ ใช้เกณฑ์ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, 162)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.00 – 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลด้วยตนเองข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 2 ชุด ดังนี้

1. ข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบเดิม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 ระยะเวลา 19 คาบ เป็นข้อมูลที่ได้เก็บไว้แล้วจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง ม.3/1 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ จำนวน 39 คน โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. ข้อมูลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ระยะเวลา 19 คาบ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง ม.3/1 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ จำนวน 40 คน แล้วใช้แบบทดสอบย่อย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ เก็บข้อมูลจากนักเรียน นำข้อมูลทั้งสองชุดไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows โดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย คำนวณจากสูตร ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 135)

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

เมื่อ	\bar{X}	แทนค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน คำนวณจากสูตร ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 139)

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

เมื่อ	S.D.	แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum X^2$	แทนผลรวมของคะแนนแต่ละค่ายกกำลังสอง
	$(\sum X)^2$	แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง
	n	แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

1.3 ร้อยละ คำนวณจากสูตรดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 130)

$$\text{pct} = \frac{n_i}{n_t} \times 100$$

เมื่อ pct แทนร้อยละของสิ่งที่ศึกษา
 n_i แทนจำนวนส่วนย่อยที่ศึกษา
 n_t แทนจำนวนส่วนใหญ่ทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ความตรง ของแบบทดสอบ แบบสอบถามความพึงพอใจ คำนวณจากสูตร ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 106)

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

เมื่อ IOC แทนดัชนีความสอดคล้อง
 $\sum R$ แทนผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
 N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตร ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 113)

$$P = \frac{R_H + R_L}{n_H + n_L}$$

เมื่อ P แทนค่าความยากง่าย
 R_H แทนจำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
 R_L แทนจำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
 n_H แทนจำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง
 n_L แทนจำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตรดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 115)

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

เมื่อ r แทนค่าอำนาจจำแนก
 R_H แทนจำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มสูง
 R_L แทนจำนวนผู้ตอบถูกของข้อนั้นในกลุ่มต่ำ
 n_H แทนจำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง(ซึ่งมีจำนวนเท่ากับกลุ่มต่ำ)

2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ คำนวณจากสูตรKR-20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน ดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 109)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 k แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทนสัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q แทนสัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ($q = 1 - p$)
 S_x^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนรวม

$$S_x^2 = \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ S_x^2 แทนความแปรปรวนของคะแนน
 $\sum X^2$ แทนผลรวมของคะแนนของผู้เรียนแต่ละคนยกกำลังสอง
 $(\sum X)^2$ แทนกำลังสองของผลรวมของคะแนนที่ผู้เรียนทุกคนได้
 n แทนจำนวนผู้ตอบ

2.5 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัก มีสูตรดังนี้ (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 110)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α	แทนค่าความเชื่อมั่น
k	แทนจำนวนข้อของแบบสอบถาม
S_i^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
S_t^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนจากแบบสอบถามทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำนวนจากสูตร ดังนี้ (ประภาพันธุ์ เส็งวงศ์, 2550, 97)

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

เมื่อ E_1	แทนประสิทธิภาพของกระบวนการ
\bar{X}	แทนคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบย่อย
A	แทนคะแนนเต็มของการทดสอบย่อย

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

เมื่อ E_2	แทนประสิทธิภาพของผลลัพธ์
\bar{F}	แทนคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบผลสัมฤทธิ์
B	แทนคะแนนเต็มของการทดสอบผลสัมฤทธิ์

3.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างกับกลุ่มเปรียบเทียบโดยการทดสอบทีแบบเป็นอิสระ (Independent t-test) คำนวณจากสูตร ดังนี้ (พรธณี ลีกิจวัฒน์, 2552, 147)

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ	\bar{X}_1	แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง
	\bar{X}_2	แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มเปรียบเทียบ
	S_1^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มตัวอย่าง
	S_2^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มเปรียบเทียบ
	n_1	แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	n_2	แทนขนาดของกลุ่มเปรียบเทียบ
	df	แทนองศาเสรี

3.3 การศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ คำนวณ

โดยใช้การทดสอบที คำนวณจากสูตรข้อ 3.2

3.3.2 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพหลักของ

ผู้ประกอบการ ผลการเรียนเฉลี่ย คำนวณโดยใช้การทดสอบแบบเอฟ (F-test) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (Sheskin, 2000, 517)

$$F = \frac{MS_{BG}}{MS_{WG}}$$

เมื่อ F แทนค่าสถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ F

MS_{BG} แทนค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

MS_{WG} แทนค่าความแปรปรวนภายในกลุ่ม

ถ้าผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีความแตกต่างกำลังสองน้อยที่สุด (Least-Significant Difference : LSD)



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา: โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ ผลการวิจัยจะนำเสนอโดยการบรรยายประกอบตารางและภาพในประเด็น สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียน ดังนี้

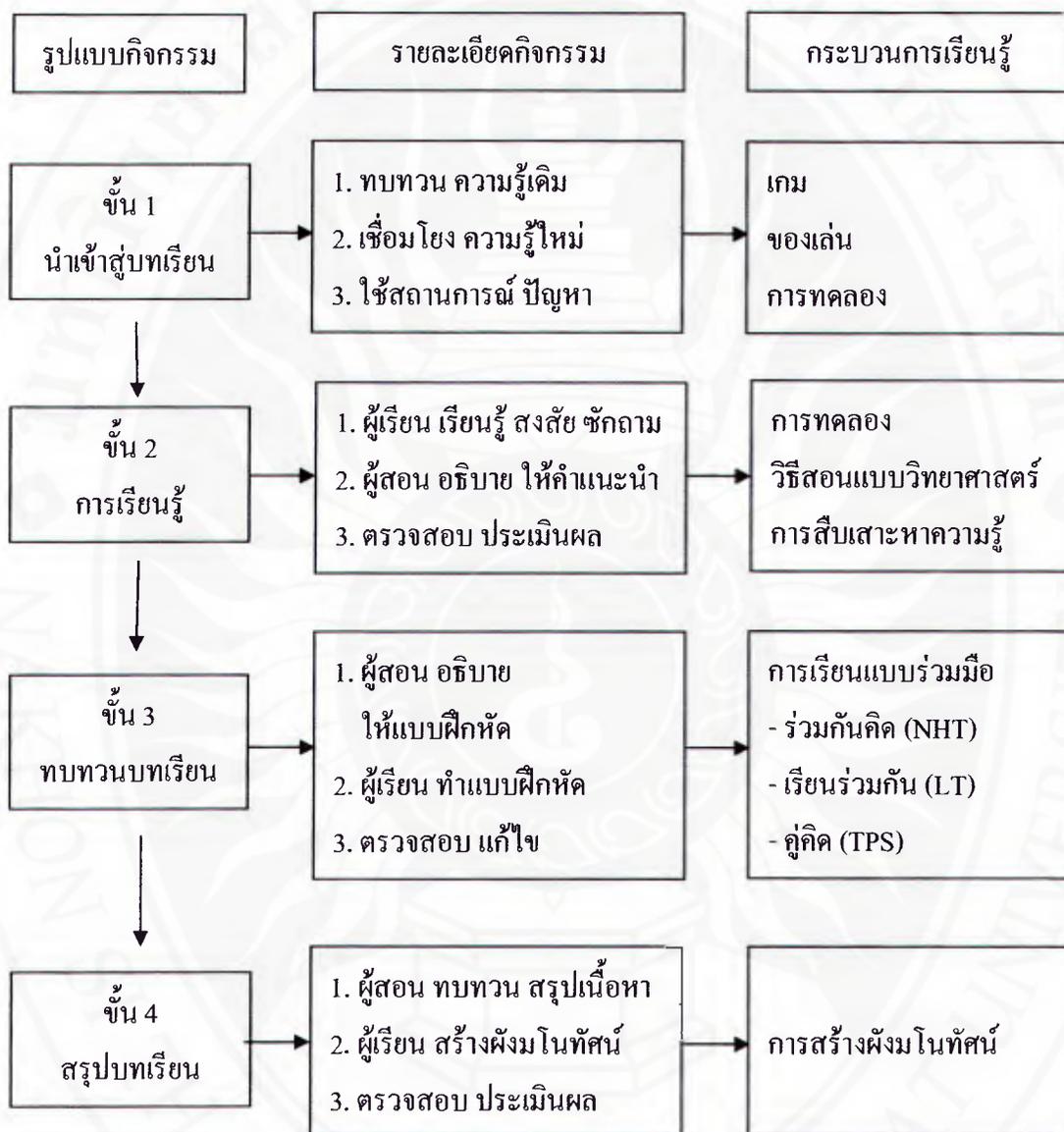
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย
- S.D. แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- t แทน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบแบบที
- F แทน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบแบบเอฟ
- SS แทน ผลบวกของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
- MS แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนนเบี่ยงเบนยกกำลังสอง
- df แทน องศาเสรี (degree of freedom)
- p แทน ความน่าจะเป็นหรือโอกาสผิดพลาดที่เกิดจากการปฏิเสธสมมติฐานว่างที่เป็นจริง
- * แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- ** แทน นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่นำมาใช้ในการวิจัย แสดงดัง
ภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การศึกษาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีผลจากการศึกษาตามขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ (E_1/E_2) ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทดสอบย่อย (E_1)

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	ผู้เข้าสอบ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	E_1
ชุดที่ 1	5	40	4.375	0.70	87.50	74.75
ชุดที่ 2	5	40	3.900	0.90	78.00	
ชุดที่ 3	5	40	3.675	0.57	73.50	
ชุดที่ 4	5	40	3.750	0.54	75.00	
ชุดที่ 5	5	40	3.750	0.87	75.00	
ชุดที่ 6	5	40	3.625	0.49	72.50	
ชุดที่ 7	5	40	3.450	0.85	69.00	
ชุดที่ 8	5	40	3.375	0.74	67.50	
รวม	40	40	29.90	5.66	74.75	

จากตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบย่อย โดยภาพรวมเป็น 29.90 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.75

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2)

คะแนนเต็ม	ผู้เข้าสอบ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	E_2
30	40	22.35	4.10	74.50	74.50

จากตารางที่ 2 กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยภาพรวมเป็น 22.35 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.50

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

กระบวนการ/ผลลัพธ์	คะแนนเต็ม	ผู้เข้าสอบ	\bar{X}	S.D.	ร้อยละ	E_1/E_2
คะแนนทดสอบย่อย	40	40	29.92	5.66	74.75	74.75/74.50
คะแนนทดสอบผลสัมฤทธิ์	30	40	22.35	4.10	74.50	

จากตารางที่ 3 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 74.75/74.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กับกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียน โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม ปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างกับกลุ่มเปรียบเทียบ

กลุ่มผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผู้เข้าสอบ	\bar{X}	S.D.	t	p
กลุ่มตัวอย่าง	30	40	22.35	4.105	5.101 **	0.000
กลุ่มเปรียบเทียบ	30	39	17.77	3.869		

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระกัน (t-test for independent samples) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญกับกลุ่มเปรียบเทียบที่เรียน โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิมแตกต่างกัน ($t_{77,0.01} = 5.101$, $p = 0.000$)

ความพึงพอใจของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีผลจากการศึกษาตามประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ อาชีพหลักของผู้ปกครอง และผลการเรียนเฉลี่ย

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	12	30.0
หญิง	28	70.0
รวม	40	100.0
2. อาชีพหลักของผู้ปกครอง		
รับจ้าง	18	45.0
ค้าขาย	7	17.5
เกษตรกรรม	11	27.5
อื่นๆ	4	10
รวม	40	100.0
3. ผลการเรียนเฉลี่ย		
2.00 - 2.49	2	5.0
2.50 - 2.99	4	10.0
3.00 - 3.49	21	52.5
3.50 ขึ้นไป	13	32.5
รวม	40	100.0

จากตารางที่ 5 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน เป็นนักเรียนหญิงร้อยละ 70 เป็นนักเรียนชาย ร้อยละ 30 ผู้ปกครองส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้างร้อยละ 45.0 รองลงมาประกอบอาชีพ เกษตรกรรมร้อยละ 27.5 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 52.5 มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00-3.49 รองลงมา ร้อยละ 32.5 มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป

2. ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกเป็นรายข้อ รายด้าน และภาพรวม

ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญจำแนกเป็นรายข้อ รายด้าน และภาพรวม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ด้านการเรียน			
1. การมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียน	3.50	0.64	ปานกลาง
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน	3.65	0.70	มาก
3. การทำกิจกรรมการเรียนอย่างหลากหลาย	3.83	0.68	มาก
4. การทำกิจกรรมที่เน้นการฝึกปฏิบัติ	3.97	0.70	มาก
5. การทำกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อน	3.95	0.88	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.78	0.50	มาก
ด้านบรรยากาศการเรียน			
6. การร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น	3.63	0.71	มาก
7. การให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	3.68	0.76	มาก
8. การศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้และวิทยากรท้องถิ่น	3.53	0.96	มาก
9. ความรู้สึกสนุกที่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน	3.73	0.85	มาก
10. ความสุขจากการเรียนเรื่องแรง	3.77	0.77	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.67	0.53	มาก
ด้านสื่อการเรียน			
11. การมีโอกาสดูวิดีโอจากสื่อหลายประเภท	3.50	0.85	ปานกลาง
12. การมีโอกาสดูผลิตภัณฑ์ร่วมกันกับเพื่อนๆ	3.45	1.01	ปานกลาง
13. สื่อการเรียนทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้เร็วขึ้น	3.60	0.81	มาก
14. สื่อการเรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น	3.63	0.81	มาก
15. อยากให้ครูใช้สื่อการเรียนทุกคาบเรียน	3.68	0.86	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.57	0.59	มาก

ตารางที่ 6 (ต่อ)

รายการ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ด้านการประเมินผลการเรียน			
16. การมีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์ และวิธีการประเมินผลการเรียน	3.85	0.74	มาก
17. การใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลายวิธี	3.75	0.71	มาก
18. การใช้วิธีการประเมินผลทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และคุณธรรม	4.08	0.80	มาก
19. การแจ้งวิธีการและเกณฑ์การให้คะแนน ก่อนมีการประเมินผลการเรียน	4.03	0.77	มาก
20. การได้ประเมินตนเองและเพื่อน	4.00	0.78	มาก
ค่าเฉลี่ย	3.94	0.54	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.74	0.44	มาก

จากตารางที่ 6 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 4 ด้าน เรียงตามลำดับดังนี้ ด้านการประเมินผลการเรียน ด้านการเรียน ด้านบรรยากาศการเรียน และด้านสื่อการเรียน

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 17 ข้อ อยู่ในระดับปานกลาง 3 ข้อ ข้อที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 3 อันดับแรกได้แก่ การใช้วิธีการประเมินผลทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และคุณธรรม การแจ้งวิธีการและเกณฑ์การให้คะแนนก่อนมีการประเมินผลการเรียน และการได้ประเมินตนเองและเพื่อน ส่วนข้อที่มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลางได้แก่ การมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียนการมีโอกาสได้เรียนรู้จากสื่อหลายประเภท และการมีโอกาสได้ผลิตสื่อร่วมกันกับเพื่อนๆ

3. การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ อาชีพหลักของผู้ปกครอง และผลการเรียนเฉลี่ย

3.1 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำแนกตามเพศ เป็นรายชื่อ รายคำ และภาพรวม ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามเพศ

ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	เพศชาย (n = 12)		เพศหญิง (n = 28)		t	p
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ด้านการเรียน						
1. การมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียน	3.17	0.58	3.64	0.62	$t_{38,0.05} = -2.266^{**}$	0.029
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน	3.50	0.80	3.71	0.66	$t_{38,0.05} = -0.885$	0.382
3. การทำกิจกรรมการเรียนอย่างหลากหลาย	3.50	0.67	3.96	0.64	$t_{38,0.05} = -2.076^{**}$	0.045
4. การทำกิจกรรมที่เน้นการฝึกปฏิบัติ	3.75	0.87	4.07	0.60	$t_{38,0.05} = -1.350$	0.185
5. การทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อน	3.58	1.24	4.11	0.63	$t_{13,0.05} = -1.389$	0.187
ค่าเฉลี่ย	3.50	0.65	3.90	0.38	$t_{38,0.05} = -2.466^{**}$	0.018
ด้านบรรยากาศการเรียน						
6. การร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น	3.42	0.52	3.71	0.76	$t_{38,0.05} = -1.232$	0.226
7. การให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม	3.67	0.78	3.68	0.77	$t_{38,0.05} = -0.045$	0.965
8. การศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้และวิทยากรท้องถิ่น	3.00	0.85	3.75	0.93	$t_{38,0.05} = -2.397^{**}$	0.022

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ความพึงพอใจในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้	เพศชาย (n = 12)		เพศหญิง (n = 28)		t	p
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
9. ความรู้สึกสนุกที่ได้มีส่วน ร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้	3.33	0.99	3.89	0.74	$t_{38,0.05} = -1.986$	0.054
10. ความสุขจากการเรียน เรื่องแรง	3.67	0.65	3.82	0.82	$t_{38,0.05} = -0.579$	0.566
ค่าเฉลี่ย	3.42	0.39	3.77	0.55	$t_{38,0.05} = -2.011$	0.051
ด้านสื่อการเรียนรู้						
11. การมีโอกาสได้เรียนรู้ จากสื่อหลายประเภท	3.08	0.90	3.68	0.77	$t_{38,0.05} = -2.126^{**}$	0.040
12. การมีโอกาสได้ผลิตสื่อ ร่วมกันกับเพื่อนๆ	3.00	0.74	3.64	1.06	$t_{30,0.05} = -2.196^{**}$	0.036
13. สื่อการเรียนทำให้ผู้เรียน เข้าใจเนื้อหาวิชาได้เร็วขึ้น	3.42	0.67	3.68	0.86	$t_{38,0.05} = -0.935$	0.355
14. สื่อการเรียนกระตุ้นให้ ผู้เรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น	3.42	0.67	3.71	0.85	$t_{38,0.05} = -1.071$	0.291
15. อยากให้ครูใช้สื่อ การเรียนทุกคาบเรียน	3.42	0.90	3.79	0.83	$t_{38,0.05} = -1.254$	0.217
ค่าเฉลี่ย	3.27	0.51	3.70	0.58	$t_{38,0.05} = -2.049^{**}$	0.047
ด้านการประเมินผลการเรียน						
16. การมีส่วนร่วมในการ กำหนดเกณฑ์ และวิธีการ ประเมินผลการเรียน	3.50	0.80	4.00	0.67	$t_{38,0.05} = -2.049^{**}$	0.047
17. การใช้วิธีการวัดและ ประเมินผลหลายวิธี	3.33	0.65	3.93	0.66	$t_{38,0.05} = -2.616^{**}$	0.013
18. การใช้วิธีการ ประเมินผลทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และคุณธรรม	3.92	0.90	4.14	0.76	$t_{38,0.05} = -0.819$	0.418

ตารางที่ 7 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	เพศชาย (n = 12)		เพศหญิง (n = 28)		t	p
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
19. การแจ้งวิธีการและเกณฑ์ การให้คะแนนก่อนมีการ ประเมินผลการเรียน	3.67	0.78	4.18	0.72	$t_{38,0.05} = -2.007$	0.052
20. การได้ประเมินตนเอง และเพื่อน	3.83	0.84	4.07	0.77	$t_{38,0.05} = -0.877$	0.386
ค่าเฉลี่ย	3.65	0.44	4.06	0.54	$t_{38,0.05} = -2.330^{**}$	0.025
ค่าเฉลี่ยรวม	3.46	0.38	3.86	0.41	$t_{38,0.01} = -2.896^{**}$	0.006

จากตารางที่ 7 นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยนักเรียนชายมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญน้อยกว่านักเรียนหญิง ($t_{38,0.01} = -2.896, p = 0.006$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนชายกับนักเรียนหญิงมีความพึงพอใจด้านการเรียน ($t_{38,0.05} = -2.466, p = 0.018$) ด้านสื่อการเรียน ($t_{38,0.05} = -2.244, p = 0.031$) และด้านการประเมินผลการเรียน ($t_{38,0.05} = -2.330, p = 0.025$) แตกต่างกัน โดยนักเรียนหญิงมีความพึงพอใจสูงกว่านักเรียนชายทั้ง 3 ด้าน ยกเว้นด้านบรรยากาศการเรียน ($t_{38,0.05} = -2.011, p = 0.051$) ที่นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีความพึงพอใจไม่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่นักเรียนชายมีความพึงพอใจน้อยกว่านักเรียนหญิง ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียน การทำกิจกรรมการเรียนอย่างหลากหลาย การศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้และวิทยากรท้องถิ่น การมีโอกาสได้เรียนรู้จากสื่อหลายประเภท การมีโอกาสได้ผลิตสื่อร่วมกันกับเพื่อนๆ การมีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์และวิธีการประเมินผลการเรียน และการใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลายวิธี

3.2 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำแนกตามอาชีพหลักของผู้ปกครอง ปรากฏดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามอาชีพหลักของผู้ปกครอง

ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
1. ด้านการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	0.078	3	0.026	0.096	0.962
	ภายในกลุ่ม	9.666	36	0.269		
	รวม	9.744	39			
2. ด้านบรรยากาศการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	0.907	3	0.302	1.080	0.370
	ภายในกลุ่ม	10.084	36	0.280		
	รวม	10.991	39			
3. ด้านสื่อการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	1.165	3	0.388	1.135	0.348
	ภายในกลุ่ม	12.319	36	0.342		
	รวม	13.484	39			
4. ด้านการประเมินผลการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	1.030	3	0.343	1.177	0.332
	ภายในกลุ่ม	10.506	36	0.292		
	รวม	11.536	39			
รวม	ระหว่างกลุ่ม	0.605	3	0.202	1.059	0.378
	ภายในกลุ่ม	6.853	36	0.190		
	รวม	7.457	39			

จากตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างด้วยค่าสถิติ F-test โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า นักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพหลักแตกต่างกัน มีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยรวมไม่แตกต่างกัน ($p > 0.05$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพหลักแตกต่างกัน มีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

3.3 การเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำแนกตามผลการเรียนเฉลี่ย ปรากฏดังตารางที่ 9 – 11

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามผลการเรียนเฉลี่ย

ความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p
1. ด้านการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	3.223	3	1.074	5.930**	0.002
	ภายในกลุ่ม	6.521	36	0.181		
	รวม	9.744	39			
2. ด้านบรรยากาศการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	1.190	3	0.397	1.458	0.242
	ภายในกลุ่ม	9.801	36	0.272		
	รวม	10.991	39			
3. ด้านสื่อการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	2.484	3	0.828	2.710	0.059
	ภายในกลุ่ม	11.000	36	0.306		
	รวม	13.484	39			
4. ด้านการประเมินผลการเรียน	ระหว่างกลุ่ม	0.727	3	0.242	0.807	0.498
	ภายในกลุ่ม	10.809	36	0.300		
	รวม	11.536	39			
รวม	ระหว่างกลุ่ม	1.552	3	0.517	3.153*	0.037
	ภายในกลุ่ม	5.906	36	0.164		
	รวม	7.457	39			

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรายคู่จำแนกตามผลการเรียนเฉลี่ย

ผลการเรียนเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย)	ผลต่างของค่าเฉลี่ย			ผลสรุปกลุ่มผลการเรียนเฉลี่ย ของนักเรียนที่มีความพึงพอใจ ต่างกัน
	2.50-2.99 (3.5750)	3.00-3.49 (3.8357)	3.50 ขึ้นไป (3.7538)	
2.00-2.49 (2.9500)	0.6250	0.8857*	0.8038*	(2.00-2.49, 3.00-3.49)
2.50-2.99 (3.5750)	0	0.2607	0.1788	(2.00-2.49, 3.50 ขึ้นไป)
3.00-3.49 (3.8357)		0	0.0819	
3.50 ขึ้นไป (3.7538)			0	

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรายคู่ด้านการเรียน
จำแนกตามผลการเรียนเฉลี่ย

ผลการเรียนเฉลี่ย (ค่าเฉลี่ย)	ผลต่างของค่าเฉลี่ย			ผลสรุปด้านการเรียนของกลุ่ม ผลการเรียนเฉลี่ยของนักเรียน ที่มีความพึงพอใจต่างกัน
	2.50-2.99 (3.3500)	3.00-3.49 (3.9429)	3.50 ขึ้นไป (3.8000)	
2.00-2.49 (2.8000)	0.5500	1.1429*	1.0000*	(2.00-2.49, 3.00-3.49)
2.50-2.99 (3.3500)	0	0.5929*	0.4500	(2.00-2.49, 3.50 ขึ้นไป)
3.00-3.49 (3.9429)		0	0.1429	(2.50-2.99, 3.00-3.49)
3.50 ขึ้นไป (3.8000)			0	

จากตารางที่ 9-11 ผลการทดสอบด้วยค่าสถิติ F-test ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One Way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าโดยรวมมีนักเรียนอย่างน้อย 2 กลุ่มผลการเรียนที่มีความพึงพอใจเฉลี่ยแตกต่างกัน ($F_{3,36,0.05} = 3.153, p = 0.037$) เมื่อทำการทดสอบต่อเนื่องด้วยวิธีการทดสอบแบบจับคู่พหุคูณ โดยการทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยค่าสถิติ t-test พบว่ากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันคือ นักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 กับนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00-3.49 และนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 กับนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป และเมื่อพิจารณารายด้านพบว่า มีนักเรียนอย่างน้อย 2 กลุ่มผลการเรียนที่มีความพึงพอใจในด้านการเรียนแตกต่างกัน เมื่อทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่พบว่ากลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันคือ นักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 กับนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00-3.49 นักเรียนที่มีผลการเรียน

เฉลี่ย 2.00-2.49 กับนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป และนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.50-2.99 กับนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00-3.49



บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา: โรงเรียนพระพรหมพิทยาสรรณ์ ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะ ตามลำดับดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ระหว่างนักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กับนักเรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม

1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง โดยเปรียบเทียบจำแนกตามเพศ อาชีพหลักของผู้ปกครอง และผลการเรียนเฉลี่ย

2. สมมติฐานการวิจัย

2.1 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องแรง วิชาวิทยาศาสตร์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

2.2 นักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กับนักเรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง แตกต่างกัน

2.3 นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ในระดับมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ อำเภอพระพรหม จังหวัดนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 3 ห้องเรียน 115 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ห้อง ม.3/1 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 40 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง จำนวน 8 แผน ใช้เวลาสอน 19 คาบ การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นการเรียนรู้ ขั้นทบทวนบทเรียน และขั้นสรุปบทเรียน มีผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.48 (2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบเดิม วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง จำนวน 8 แผน ใช้เวลาสอน 19 คาบ ใช้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 39 คน ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเก็บข้อมูลไว้

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย แบบทดสอบย่อย เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีความยากง่าย 0.20-0.80 อำนาจจำแนก 0.20-0.75 มีความเชื่อมั่น 0.83 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีความยากง่าย 0.35-0.80 อำนาจจำแนก 0.20-0.70 มีความเชื่อมั่น 0.78 และแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า จำนวน 20 ข้อ มีความเชื่อมั่น 0.88

ผู้วิจัยเก็บข้อมูล โดยนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง ไปใช้สอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 เมื่อสอนจบแต่ละแผน มีการทดสอบย่อยท้ายบทเรียน แผนละ 5 ข้อ รวม 40 ข้อ เมื่อสอนครบทั้ง 8 แผน มีการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 30 ข้อ และนักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ดังนี้ ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้ร้อยละ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบใช้ t-test การศึกษาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การเปรียบเทียบความพึงพอใจระหว่างนักเรียนชายและหญิงใช้ t-test การเปรียบเทียบความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยแตกต่างกัน ผู้ปกครองมีอาชีพหลักแตกต่างกัน ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA)

4. สรุปผลการวิจัย

4.1 รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรง มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 74.75/74.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4.2 นักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชา วิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม

4.3 นักเรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก นักเรียนชายมีความพึงพอใจน้อยกว่านักเรียนหญิง นักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพหลักแตกต่างกัน มีความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 กับนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00ขึ้นไป มีความพึงพอใจแตกต่างกัน มีนักเรียนอย่างน้อย 2 กลุ่ม ที่มีความพึงพอใจด้านการเรียนแตกต่างกัน ได้แก่ นักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 กับนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00ขึ้นไป และนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.50-2.99 กับนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00-3.49

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีผลการวิจัยซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้ง 3 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 74.75/74.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เอกสารการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือเรียน คู่มือครู ตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องแรง ศึกษา รูปแบบกระบวนการจัดการเรียนรู้ หลักการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นำหลักการ รูปแบบ กระบวนการเรียนรู้ออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นการเรียนรู้ ขั้นทบทวนบทเรียน และขั้นสรุปบทเรียน เขียนแผนการจัดการเรียนรู้และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ นำมาปรับปรุงแก้ไข พัฒนา โดยทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก ทดลองภาคสนาม ปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่องก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง สำหรับแบบทดสอบย่อยและแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ได้ผ่านการหาความตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบวัดได้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัด นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนเพื่อนำมาหาค่าความยากง่ายและอำนาจจำแนก เลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย 0.20-0.80 ค่าอำนาจ

จำแนก 0.20 ขึ้นไป (พรณิ ลีกิจวัฒน์, 2552, 112-114) ไปทดลองใช้กับนักเรียนเพื่อหาความเชื่อมั่น ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยเป็น 0.83 ส่วนความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็น 0.78 มีค่าใกล้เคียง 1.00 ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบสามารถวัดได้คงที่สม่ำเสมอ (พรณิ ลีกิจวัฒน์, 2552, 111) เมื่อนำแบบทดสอบดังกล่าวไปทำการสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ค่าประสิทธิภาพที่ได้จึงเป็นไปตามเป้าหมาย

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้เรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กับผู้เรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่ผู้เรียนที่เรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบเดิม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการนำกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ การทดลอง วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การเรียนรู้แบบร่วมมือ การสร้างผังมโนทัศน์ มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละกระบวนการมีผลต่อการเรียนรู้ดังนี้

การทดลอง นักเรียนได้ทำการทดลองเกี่ยวกับแรง แรงลัพธ์ สมดุลของแรง แรงเสียดทาน โมเมนต์ของแรง นำข้อมูลมาแปลผลและสรุปผล ทำให้ได้รับประสบการณ์ตรงจากการเป็นผู้ฝึกปฏิบัติหรือทดลองด้วยตนเองจนค้นพบคำตอบที่ถูกต้อง ได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการคิด กระบวนการกลุ่ม เป็นการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายทาง เช่น ตา หู จมูก ผิวกาย โดยใช้วัสดุอุปกรณ์และกระบวนการปฏิบัติงานที่เป็นระบบตั้งแต่ปฏิบัติการทดลอง นำเสนอผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง ฝึกให้ผู้เรียนมีเหตุผล เกิดการเรียนรู้ที่คงทนถาวร การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจ และพัฒนาลักษณะนิสัยใฝ่รู้ (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคณะ, 2545, 221; ทิศนา แคมมณี, 2550, 336) สอดคล้องกับแนวคิดของภทรา เสดะบุตร (2550, 71) ที่กล่าวว่าวิธีสอนแบบทดลองเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูผู้สอนเป็นผู้ให้คำแนะนำ กำหนดปัญหา หรือสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจนได้ข้อสรุปหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ

วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ นักเรียนได้ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวัน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบปัญหา และคิดหาวิธีแก้ปัญหอย่างเป็นระบบตั้งแต่การกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผล ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด การแก้ปัญหา รวมทั้งยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่น มีทักษะทางสังคมและสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

ทำให้เกิดการค้นพบความรู้ใหม่และช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างแท้จริง (สุคนธ์ สนิทพานนท์ และคณะ, 2545, 212-215; ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, 80) สอดคล้องกับแนวคิดของสมจิตร์ ปรางสุวรรณ (2550, 68) ที่กล่าวว่าวิธีการทางวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบของปัญหาด้วยตนเอง มีขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือข้อสงสัยอย่างเป็นระบบ ทำให้เกิดความท้าทาย ตื่นเต้น เร้าใจ สนุกสนาน มีความสุขกับการค้นหาคำตอบและเกิดความภาคภูมิใจ มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ และแนวคิดของมยุรี จันทร์สวย (2551, 69) ที่กล่าวว่าการสอนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง มีความเป็นอิสระในการแสวงหาคำตอบจากปัญหาและทำให้เกิดองค์ความรู้

การสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนได้วางแผนในการสืบค้นข้อมูลเพื่อนำความรู้มาใช้ในการวิเคราะห์โมเมนต์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ใช้อธิบายหลักการการทำงานของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ที่อาศัยหลักการของโมเมนต์ โดยผู้สอนเป็นผู้จัดสถานการณ์ทำให้เกิดปัญหา ให้ผู้เรียนคิดแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง โดยการตั้งปัญหา สมมติฐาน ตรวจสอบสมมติฐาน วิเคราะห์ผลและสรุป (กฤษณี เพ็ชรทวีพรเดช และคณะ, 2550, 36) ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติเพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป (กรมวิชาการ, 2546, 220) สอดคล้องกับแนวคิดของระเบียบ อนันตพงษ์ (2550, 71) ที่กล่าวว่าวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการที่ครูจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ด้วยการกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผล จนค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพการณ์ต่าง ๆ จึงส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เช่นเดียวกับ เจริญสุข คงชาติ (2552, 60) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีลักษณะการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยกระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมได้อย่างเหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของแฮปกู๊ด (Hapgood, 2003, 1979-A) ที่พบว่าผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และเป็นวิธีสอนที่สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ตลอดจนเป็นวิธีสอนที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาความคิด ความสนใจในการเรียนมากขึ้น

การเรียนแบบร่วมมือ นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้ร่วมกันเรียนรู้ มีการแบ่งบทบาทหน้าที่กันอย่างชัดเจน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันในกลุ่มย่อยๆ เน้นการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน มุ่งช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองและด้วยความร่วมมือช่วยเหลือจาก

เพื่อนๆ รวมทั้งได้พัฒนาทักษะทางสังคมต่างๆ เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ทักษะการสร้างความสัมพันธ์ (ทิสนา แจมมณี, 2550, 265) สอดคล้องกับงานวิจัยของสิริลักษณ์ นาควิสุทธิ์ (2548, 55) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มมีโอกาสได้ใช้ความคิด อภิปรายปัญหา และแก้ปัญหาพร้อมกัน มีการตั้งเป้าหมายในการเรียนรู้เพื่อให้กลุ่มประสบผลสำเร็จ ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เช่นเดียวกับชาติชาย โปยมเมฆา (2549, 116-117) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยสารและการเปลี่ยนแปลง หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเรียนแบบร่วมมือมีการช่วยเหลือกันในกลุ่มเพื่อน โดยนักเรียนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน นักเรียนที่เรียนเก่งได้เรียนรู้มนมัตของสิ่งที่เรียนชัดเจนขึ้น นักเรียนที่เรียนอ่อนได้เรียนรู้จากเพื่อนที่ใช้ภาษาเดียวกัน ได้ง่ายกว่าการเรียนจากครู สอดคล้องกับงานวิจัยของแกลดัน (Galton, 1996, 29) ที่ศึกษาผลของการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน ทั้งในด้านพื้นฐานครอบครัวและความแตกต่างในเชื้อชาติ พบว่านักเรียนมีความสามารถทางการเรียนเพิ่มขึ้น

การสร้างผังมโนทัศน์เป็นการให้นักเรียนสรุปเนื้อหาที่เรียนรู้ในรูปของผังมโนทัศน์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด การสร้างความรู้ การสรุปและการนำเสนอแนวคิดหลักได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนที่สามารถจัดมโนทัศน์ต่างๆ ให้เป็นหมวดหมู่และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกันได้ จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และมีความคิดระดับสูงด้านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ แก้ปัญหา และตัดสินใจ รวมทั้งต้องสามารถสืบค้นความรู้เพิ่มเติมและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, 40) ผังมโนทัศน์ช่วยแสดงผลการคิดที่สามารถมองเห็น อธิบายได้อย่างเป็นระบบชัดเจนและเป็นรูปธรรม ช่วยจัดข้อมูลหรือความคิดให้เป็นระบบ ช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาสาระได้ง่าย รวดเร็วประหยัดเวลา และช่วยให้จดจำเนื้อหาสาระนั้นได้นาน (สุวิทย์ มูลคำ, 2549, 45) สอดคล้องกับแนวคิดของยุษฎี ภูขวัณเมือง (2549, 93-94) ที่กล่าวว่า การให้ผู้เรียนสรุปเนื้อหาโดยการสร้างผังมโนทัศน์ ทำให้ผู้เรียนได้คิดเอง เกิดความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ เมื่อมีการนำเสนอผังมโนทัศน์และอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน จะทำให้ผู้เรียนทั้งชั้นเข้าใจเนื้อหาที่เรียนอย่างชัดเจน นอกจากนี้ผังมโนทัศน์ยังแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนกำลังคิดอะไร และความคิดที่คลาดเคลื่อนจะปรากฏให้เห็น ซึ่งทำให้ครูผู้สอนสามารถช่วยแก้ไขให้ถูกต้องได้ การสร้างผังมโนทัศน์และนำเสนอเป็นการให้ผู้เรียนได้ทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้วอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

กล่าวโดยสรุปการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง โดยใช้กระบวนการทดลอง วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การเรียนแบบร่วมมือ และการสร้างผังมโนทัศน์ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมาจากผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองจากการปฏิบัติงานอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การกำหนดปัญหา สมมติฐาน ทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล หลังจากนั้นสรุปเป็นองค์ความรู้โดยสร้างผังมโนทัศน์ ซึ่งช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาสาระได้ง่ายและจดจำเนื้อหาสาระได้นาน ผู้เรียนร่วมกันทำงานเป็นกลุ่มได้พัฒนาทักษะทางสังคม นักเรียนที่เรียนเก่งได้ช่วยเหลือ นักเรียนที่เรียนอ่อน สอดคล้องกับแนวคิดของทิสนา แจมมณี (2550, 120-121) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมทางสติปัญญา โดยการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ได้คิด ได้กระทำโดยใช้ความคิด เป็นการใช้สติปัญญาของตนสร้างความหมาย ความเข้าใจในการเรียนรู้ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวทางกาย ทำกิจกรรมต่างๆ ที่หลากหลายเหมาะกับวัย วุฒิภาวะ ช่วยให้ร่างกายและประสาทการรับรู้ตื่นตัวพร้อมที่จะรับรู้และเรียนรู้ได้ดี และการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัวทางสังคม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกันและกัน จะช่วยขยายขอบเขตการเรียนรู้ของบุคคลให้กว้างขวางขึ้น และการเรียนรู้จะเป็นกระบวนการที่สนุกมีชีวิตชีวามากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของคะเนิงนิจ อูสิมาศ (2545, 69) ศึกษาการพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาภาษาไทย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และงานวิจัยของรัตนาวรรณ ธนานุรักษ์ (2547, 75) ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 งานวิจัยดังกล่าวพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. ความพึงพอใจในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง โดยภาพรวมและรายด้านในระดับมาก ($\bar{X} = 3.74$) ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อน ได้ทำกิจกรรมที่หลากหลาย ร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น สมาชิกส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม ทำให้มีความสุขและมีความสุขในการเรียน ผู้เรียนมีโอกาสดูเรียนจากสื่อหลายประเภท สื่อการเรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจเรียนมากขึ้นและเข้าใจเนื้อหาวิชาได้เร็วขึ้น ในการประเมินผลใช้วิธีการประเมินทั้งด้านความรู้ กระบวนการและคุณธรรม มีการแจ้งวิธีการวัดและเกณฑ์การให้คะแนนก่อนมีการประเมินผล ผู้เรียนได้ประเมินตนเองและเพื่อน ทำให้เกิดความชอบ การได้ทราบคะแนนจากการประเมินของเพื่อนทำให้ผู้เรียนให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่มมากขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของพนมพร ปิยธรรมภรณ์ (2547, 152) ที่พบว่าผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีความพึงพอใจต่อการ

จัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในภาพรวมอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับบุษนาฎ หวังสุด (2544, 91) ที่พบว่าเจตคติโดยรวมของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับเห็นด้วย อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยความพึงพอใจแม้ว่าจะอยู่ในระดับมากแต่มีค่าเฉลี่ยไม่สูงนัก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการพิจารณาแบบสอบถามปลายเปิด ผู้เรียนร้อยละ 28 (จำนวน 11 คน มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00 ขึ้นไป) ยังต้องการให้ครูสอนเนื้อหาให้มากขึ้นและอธิบายเนื้อหาให้ละเอียด

เมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้เรียนแยกตามเพศพบว่า นักเรียนชายมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญน้อยกว่านักเรียนหญิง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนชายมีความตั้งใจเรียนน้อยกว่านักเรียนหญิง ซึ่งสังเกตได้จากนักเรียนชายร้อยละ 42 มีผลการเรียนเฉลี่ยต่ำกว่า 3.00 ในขณะที่นักเรียนหญิงเพียงร้อยละ 4 มีผลการเรียนเฉลี่ยต่ำกว่า 3.00 เมื่อพิจารณาแบบสอบถามปลายเปิดนักเรียนชายกลุ่มนี้มีข้อเสนอแนะว่าให้ลดแบบฝึกหัดและกิจกรรมอื่นๆ แล้วเพิ่มการทดลองให้มากขึ้น เพราะสนุกในการทำทดลอง ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของสมเกียรติ นาคประสาท (2548, บทคัดย่อ) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และงานวิจัยของศนิชา เลิศการ (2547, บทคัดย่อ) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ที่พบว่านักเรียนชายและนักเรียนหญิงมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพหลักแตกต่างกันพบว่า นักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพหลักแตกต่างกัน มีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในสังคมปัจจุบันทุกอาชีพต่างมีความรู้ความสามารถ มีความถนัด มีประสบการณ์ และเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร ทำให้มีความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนไม่แตกต่างกัน (กริรัตน์ อุปลา, 2553, 54) สอดคล้องกับงานวิจัยของวาสนา จันทอรุไร (2546, บทคัดย่อ) ที่พบว่านักเรียนที่ผู้ปกครองมีอาชีพต่างกัน มีความพึงพอใจต่อวิชาการงานและอาชีพโดยรวมและรายด้าน แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ใกล้เคียงกับงานวิจัยของวิษณุ เกิดในหล้า (2547, 59) ศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนทัพพระยาพิทยา และงานวิจัยของคำพันธ์ ภาพวงศ์ (2551, 111) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนกับคุณภาพของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 เขตพื้นที่การศึกษาสกลนครเขต 2 ที่พบว่าผู้ปกครองนักเรียนที่มีอาชีพต่างกันมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนไม่แตกต่างกัน

เมื่อเปรียบเทียบความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยแตกต่างกัน พบว่า ผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00-3.49 และผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป มีความพึงพอใจสูงกว่าผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของมยุรี ศรีระณีย์ (2547, 151) ที่พบว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยต่างกันมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยกลุ่มสูง มีความพึงพอใจสูงกว่ากลุ่มปานกลางและกลุ่มต่ำ และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มปานกลางมีความพึงพอใจสูงกว่ากลุ่มต่ำ สอดคล้องกับรักพงษ์ วงษ์ธานี (2546, 125) ที่พบว่าความพึงพอใจในการเรียนโดยใช้โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูง ปานกลาง ต่ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสูงมีความพึงพอใจมากกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกลุ่มแบบละความสามารรถ ทำให้ผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยสูงเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือ อธิบายให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจ บทบาทที่ได้รับทำให้เป็นผู้ที่มีความสำคัญในกลุ่ม ได้รับการยกย่องทางสังคมจึงเกิดความพึงพอใจมากกว่าผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยต่ำ ซึ่งตามทฤษฎีลำดับขั้นของความต้องการของมาสโลว์ (Maslow, 1970, 69-80) กล่าวว่า มนุษย์มีความต้องการพื้นฐาน 5 ชั้น ประกอบด้วย ความต้องการด้านร่างกาย ความต้องการความปลอดภัย ความต้องการทางสังคม ความต้องการมีฐานะทางสังคม และความต้องการที่จะประสบผลสำเร็จในชีวิต ในความต้องการทั้ง 5 ชั้นนี้ ความต้องการทางสังคม ความต้องการมีฐานะทางสังคม นับว่าสำคัญมาก นักเรียนที่ได้รับการยกย่องให้มีความสำคัญจะได้รับการสนองตอบความต้องการทางด้านนี้ จึงทำให้เกิดความพึงพอใจ

ผลการศึกษายังพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้านการเรียนแตกต่างกัน โดยผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00-3.49 มีความพึงพอใจสูงกว่าผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 และ 2.50-2.99 ผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.50 ขึ้นไป มีความพึงพอใจสูงกว่าผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งทางร่างกาย สติปัญญา สังคมและอารมณ์ ได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ได้คิดเอง ปฏิบัติเอง และสร้างความรู้ด้วยตนเอง (กรมวิชาการ, 2543, 4-6; ทิศนา เขมมณี, 2550, 120) ผู้เรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00 ขึ้นไป เป็นผู้ที่เรียนเก่ง มีแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์สูง มีความสนใจและให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี มีความมั่นใจและกล้าแสดงออก จึงมีความพึงพอใจด้านการเรียนสูงกว่า

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาค้างนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 จากผลการศึกษาที่พบว่า รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีประสิทธิภาพ 74.75/74.50 ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่สูงนัก เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E₁) พบว่าจะแน่นอนทดสอบย่อยชุดที่ 7 และชุดที่ 8 ต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงควรพัฒนาให้นำไปใช้

1.2 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านการประเมินผลการเรียนสูงสุด รองลงมาคือด้านการเรียน ด้านบรรยากาศการเรียน ตามลำดับ และผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านสื่อการเรียนต่ำที่สุด จึงควรพัฒนาสื่อการเรียนโดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการผลิตสื่อ จัดหาสื่อที่หลากหลาย มีอุปกรณ์ทดลองที่ทันสมัยและเพียงพอ เมื่อศึกษาความพึงพอใจจำแนกตามเพศพบว่านักเรียนชายมีความพึงพอใจน้อยกว่านักเรียนหญิง จากข้อมูลในแบบสอบถามปลายเปิดนักเรียนชายมีข้อเสนอแนะให้ลดแบบฝึกหัดและกิจกรรมอื่นๆ แล้วเพิ่มการทดลองให้มากขึ้น เพราะสนุกในการทำการทดลอง จึงควรโน้มน้าวให้นักเรียนชายเห็นคุณค่าของการทำแบบฝึกหัดและกิจกรรมอื่นๆ และเมื่อศึกษาความพึงพอใจจำแนกตามผลการเรียนเฉลี่ยพบว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 2.00-2.49 มีความพึงพอใจต่างจากนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ย 3.00 ขึ้นไป จากการสังเกตพบว่านักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยต่ำจะไม่มั่นใจในตนเอง ไม่กล้าแสดงออก จึงต้องมีการเสริมแรงหรือให้กำลังใจ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สาระอื่นๆ เช่น สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร สาระที่ 5 พลังงาน หรือศึกษาในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นๆ

2.2. ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

2.3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ระหว่างกระบวนการเรียนรู้ที่ต่างกัน เช่น การสืบเสาะหาความรู้กับการใช้ปัญหาเป็นฐาน การเรียนแบบร่วมมือกับการสร้างผังมโนทัศน์ หรือเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์กับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หรือเจตคติทางวิทยาศาสตร์

บรรณานุกรม

กริรัตน์ อุปลา. (2553, กรกฎาคม-ธันวาคม). ทรรศนะของผู้ปกครองต่อการจัดการเรียนการสอน
ในระดับปฐมวัยของโรงเรียนตาขุนอำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

วิชา. 29 (2), 54.

กอบนวล จิตตินันท์. (ม.ป.ป.). **คู่มือ-เตรียมสอบ วิทยาศาสตร์ ม.1.** กรุงเทพฯ: ภูมิบัณฑิต.

กฤษณี เพ็ชรทวีพรเดช, ชาริดา สรียากรณ์, สุรียา บังใบ, และสุคนธ์ สิ้นชพานนท์. (2550). **สุดยอด**

วิธีสอนวิทยาศาสตร์ นำไปสู่...การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. กรุงเทพฯ:

อักษรเจริญทัศน์.

คมกฤษณ์ ดิณจินดา. (ม.ป.ป.). **แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน ม.1-ม.3.** กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

คะนึ่งนิจ อุตติมาศ. (2545). **การพัฒนารูปแบบการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในวิชาภาษาไทย**

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

คำพันธ์ ภาวงศ์. (2551). **ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนที่มีต่อ**

การจัดการเรียนการสอนกับคุณภาพของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ของโรงเรียนสังกัด

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษากลนคร เขต 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

เจริญสุข กงชาติ. (2552). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการ**

คิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ความรู้โดยใช้บทเรียนการ์ตูน. สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชาติชาย โปยมเมฆา. (2549). **ผลของการเรียนแบบร่วมมือต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา**

วิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.

วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิทยาเขตปัตตานี.

เฉลิมพล ตามเมืองปัก. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แคนเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ดเปอร์เซชั่น.

จิตินันท์ โฉมสัทธา. (2549). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้กิจกรรมโครงงานวิทยาศาสตร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทศนา แวมมณี. (2550). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นุชนาถ หวังสุด. (2544). เจตคติของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ของโรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช โรงเรียนเมืองถลาง และโรงเรียนโพธิ์คีรีราชศึกษา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

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

ประภาพรรณ เส็งวงศ์. (2550). การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการวิจัยในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: อี.เค.บุ๊คส์.

พนมพร ปิยธรรมภรณ์. (2547). การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในโรงเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มโรงเรียนกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ 8. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.

พรรณี ลีกิจวัฒน์. (2552). วิจัยทางการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2548). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:

เฮ้าส์ ออฟ เคอร์มีสท์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2544). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ : แนวคิด วิธี และเทคนิค

การสอน 1. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์.

พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว อินดีสุข. (2549). ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้

และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภัทรา เสตะบุตร. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะ

การแก้ปัญหา เรื่องสถิติและความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีสอนแบบทดลองกับวิธีสอนแบบร่วมมือกิจกรรม TAI วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

มยุรี จันทร์สวย. (2551). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อการพัฒนา

ทักษะการคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

มยุรี ศรีคะเนย์. (2547). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียน และความ

พึงพอใจในการเรียนแบบร่วมมือด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์วิชาภาษาไทย เรื่อง รามเกียรติ์และคำราชาศัพท์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่างกัน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ยุษฎี ภู่วัญเมือง. (2549). ผลการสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิด

อย่างมีวิจารณญาณ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนชลธารวิทยา จังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ระเบียบ อนันตพงศ์. (2550). ผลการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องสนามของแรง และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัยสมบูรณ์กุลกันยา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.

รักพงษ์ วงษ์ธานี. (2546). **เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียน และความพึงพอใจในการเรียน โดยการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีเรียนต่างกัน.**

วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

รัตนาวรรณ ธนาบุรุษย์. (2547). **การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จิตวิทยาศาสตร์ และพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยวัฏจักรการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.

วัฒนาพร ระจับทุกข์. (2541). **การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.** กรุงเทพฯ: ดันอ้อ 1999.

_____. (2545). **เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544.** กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.

วาสนา จันทรอูไร. **ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อวิชาการงานและอาชีพ โรงเรียนขยายโอกาสทางการศึกษา สังกัดเทศบาลเมืองเพชรบุรี.** สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิชาการ, กรม. (2539). **กระบวนการพัฒนาเพิ่มสะสมงานนักเรียน.** กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

_____. (2543). **การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนสำคัญที่สุด ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542.** กรุงเทพฯ: การศาสนา.

_____. (2544). **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 พิมพ์ครั้งที่ 2.** กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.

_____. (2546). **การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2544.** กรุงเทพฯ: กุรุสภาลาดพร้าว.

วิชาญ คงธรรม. (2547). **การใช้วงจรสืบเสาะด้วยคอมพิวเตอร์เป็นสื่อหลักในการเรียนเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ดุสิตบัณฑิตศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วิภาวรรณ ไชยฉอุ่ม. (2548). **สภาพการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ของโรงเรียนมัธยมศึกษา สหวิทยาเขตป้อมปราการ สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.

- วิษณุ เกิดในหล้า. (2547). การศึกษาความพึงพอใจของผู้ปกครองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น
ที่มีต่อการจัดการศึกษาของโรงเรียนทัพพระยาพิทยา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ศนิชา เลิศการ. (2547). ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระสังคมศึกษา
ศาสนาและวัฒนธรรม ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศิริลักษณ์ ผลวัฒน์, รัตนาภรณ์ อธิธิไพสิฐพันธ์, และสุภาภรณ์ หรินทรนิตย์. (2546). สื่อการเรียนรู้
และเสริมทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแรงและ
พลังงาน ช่วงชั้นที่ 3. กรุงเทพฯ: นิยมวิทยา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม
(ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. (2546). คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
- _____. (2546). หนังสือเรียนแรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- _____. (2547). คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานแรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน. กรุงเทพฯ:
ครูสภาลาดพร้าว.
- ศิริลักษณ์ นาควิสุทธิ์. (2548). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติ
เชิงวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้
เทคนิคการเรียนแบบร่วมมือกับการสอนแบบปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์.
- สมเกียรติ นาคประสาท. (2548). ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โรงเรียนบางระจันวิทยา จังหวัดสิงห์บุรี.
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- สมจิตร ปรางสุวรรณ. (2550). การศึกษาความสามารถในการอ่านภาษาไทยอย่างมีวิจารณญาณและ
ความพึงพอใจต่อวิธีสอนด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- สมศักดิ์ ภู่วิภาดาพรรณ. (2544). การยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการประเมินตามสภาพจริง
พิมพ์ครั้งที่ 4. เชียงใหม่: The Knowledge Center.
- สามัญศึกษา, กรม. (2542). แนวทางการปฏิรูปการศึกษาในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา
การจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: การศาสนา.

- สุกันยา ลัทธพิพรหม. (2546). บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
ในโรงเรียนมัธยมศึกษา อำเภอรอนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์
ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต คณะศิลปศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- สุคนธ์ สิ้นทพานนท์, วิณา ณ ระนอง, พองจันทร์ สุขยิ่ง, ปัญญา สังข์ภิรมย์, ศรีลักษณ์ มาโกมล,
จันทร์เพ็ญ ชุมคช, และพิวัสสา นภารัตน์. (2545). การจัดกระบวนการเรียนรู้ :
เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ:
อักษรเจริญทัศน์.
- สุคนธ์ สิ้นทพานนท์. (2551). นวัตกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของเยาวชน
พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนันทา สุนทรประเสริฐ. (2550). แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ตามหลักสูตร
การศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้สู่การบูรณาการ พิมพ์ครั้งที่ 2.
ราชบุรี: ธรรมรักษ์การพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2549). กลยุทธ์การสอนคิดเชิงมโนทัศน์ พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2551). 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด พิมพ์ครั้งที่ 7.
กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- เสาวลักษณ์ นิ่มตลุง. (2549). การสร้างชุดการเรียนรู้เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- เสียง เชษฐศิริพงศ์. (2547). คู่มือสาระการเรียนรู้พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้น ม.1
แรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน. กรุงเทพฯ: พัฒนศึกษา.
- อรุณี สติภัยภาคีกุล. (2542). การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง. นครศรีธรรมราช:
สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช.
- อารีรัตน์ วัฒนสิน, และบัญชา แสนทวี. (2552). เอกสารเตรียมพร้อมใช้หลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- Ault, C. R. (1985). Concept Mapping as a Study Strategy in Earth Science. **Journal
of College Science Teaching**, 15, 38-44.
- Bodulus, B. J. (1987). The use a concept mapping strategy to facilitate meaningful
learning for ninth grade students in science (Doctoral Dissertation, Temple
University, 1987) Dissertation Abstracts International, 47, 3387-A.

- Ebrahim, A. (2004). The effects of traditional learning and a learning cycle inquiry learning strategy on students' science achievement and attitudes toward elementary science. *Dissertation Abstracts International*, 65(4), 1232-A.
- Galton, M. (1996). Meeting the challenge of diversity through cooperative learning. *Journal of Education*, 16(2), 29.
- Hapgood, S. E. (2003). Motion in action: A study of second graders' trajectories of experience during guided inquiry science instruction. *Dissertation Abstracts International*, 64(06), 1979-A.
- Maslow, A.H. (1970). **Motivation and Personality**. (2nd ed.). New York: Harper and Row.
- Novak, J. D., & Gowin, D.B. (1984). **Learning How to Learn**. London: Cambridge University.
- Sheskin, D. J. (2000). **Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures**. (2nd ed.). New York: Chapman and Hall/CRC.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. นายสมพล สว่างวรชาติ ศึกษานิเทศน์เชี่ยวชาญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 1
2. นางปรีดา เปะทองคำ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย สังกัดสำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 12
3. นางประไพ ตั่งซี่ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนทุ่งสง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 12

The background of the page features a large, faint watermark of the official seal of Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. The seal is circular and contains a central image of a multi-tiered stupa with a flame-like top, set against a sunburst background. The text 'มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช' is written in Thai script along the top inner edge, and 'NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY' is written in English along the bottom inner edge.

ภาคผนวก ข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบทดสอบย่อยชุดที่ 1

เรื่องเวกเตอร์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือกไว้

1. ข้อใดกล่าวถึงแรงไม่ถูกต้อง

- ก. แรงไม่สามารถทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่าง
- ข. แรงทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่
- ค. แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทาง
- ง. แรงมีหลายชนิด ได้แก่ แรงดึง แรงผลัก แรงหมุน ฯลฯ

ใช้เครื่องชั่งสปริงลากถุงทรายในแนวราบ อ่านค่าขนาดของแรงดึงได้ดังตาราง

จำนวนถุงทราย (ถุง)	ขนาดของแรงดึง (N)	ทิศทางการเคลื่อนที่ของถุงทราย
1	2	เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงดึง
2	4	เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงดึง
3	?	เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงดึง
4	8	เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงดึง

ข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 2 - 3

2. การลากถุงทราย 3 ถุง ขนาดของแรงดึงควรเป็นเท่าใด

- ก. 3 N
- ข. 5 N
- ค. 6 N
- ง. 7 N

3. ข้อใดสรุปไม่ตรงกับข้อมูลในตาราง

- ก. แรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง
- ข. ขนาดของแรงไม่ขึ้นกับน้ำหนักของวัตถุ
- ค. แรงที่กระทำต่อวัตถุขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ
- ง. เมื่อวัตถุมีน้ำหนักมาก แรงที่กระทำให้วัตถุเคลื่อนที่มีค่ามาก

4. จากภาพ  แทนแรงขนาดกี่นิวตัน และมีทิศไปทางใด

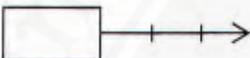
ก. 3 N ไปทางทิศตะวันออก

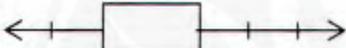
ข. 5 N ไปทางทิศตะวันออก

ค. 3 N ไปทางทิศตะวันตก

ง. 5 N ไปทางทิศตะวันตก

5. ข้อใดแสดงเวกเตอร์ของแรงขนาด 5 นิวตัน ที่ดึงวัตถุไปทางขวา

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

เฉลยแบบทดสอบย่อยชุดที่ 1

1. ก

2. ค

3. ข

4. ง

5. ค

แบบทดสอบย่อยชุดที่ 2

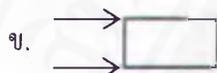
เรื่องแรงลัพธ์

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

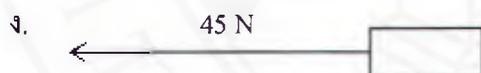
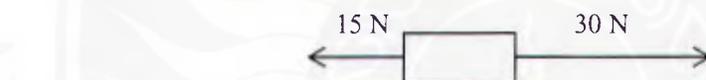
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือกไว้

1. ถ้าต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ไปทางซ้าย จะต้องออกแรงตามข้อใด



2. มีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุดังภาพ จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์

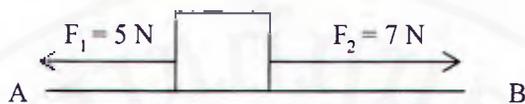


3. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุดังภาพ มีค่าเท่าใดและมีทิศทางอย่างไร



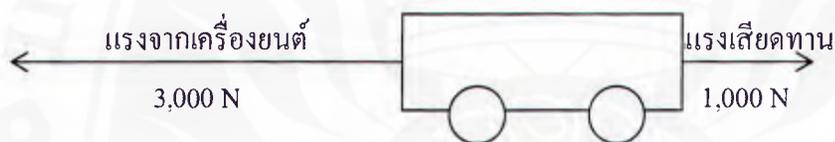
- ก. 2 N มีทิศไปทางขวา
 ข. 2 N มีทิศไปทางซ้าย
 ค. 8 N มีทิศไปทางขวา
 ง. 8 N มีทิศไปทางซ้าย

4. ออกแรงกระทำต่อวัตถุดังภาพ ทิศทางและขนาดของแรงลัพธ์เป็นไปตามข้อใด



- ก. ไปทาง A ขนาด 2 N
- ข. ไปทาง B ขนาด 2 N
- ค. ไปทาง A ขนาด 12 N
- ง. ไปทาง B ขนาด 12 N

5. แรงลัพธ์ของรถยนต์คันนี้มีค่าเท่าใด มีทิศทางไปทางใด



- ก. 1,000 N ไปทางเดียวกับแรงเสียดทาน
- ข. 2,000 N ไปทางเดียวกับแรงจากเครื่องยนต์
- ค. 3,000 N ไปทางเดียวกับแรงจากเครื่องยนต์
- ง. 4,000 N ไปทางเดียวกับแรงจากเครื่องยนต์

เฉลยแบบทดสอบย่อยชุดที่ 2

1. ค 2. ก 3. ค 4. ข 5. ข

แบบทดสอบย่อยชุดที่ 3

เรื่อง สมดุลของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือกไว้

1. เมื่อออกแรง 3 แรงกระทำต่อวัตถุ ปรากฏว่าวัตถุอยู่นิ่ง แรง F มีค่าเท่าใด

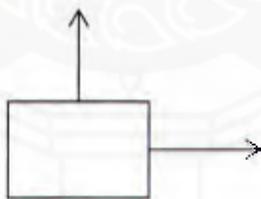


- ก. 5 N
- ข. 10 N
- ค. 15 N
- ง. 20 N

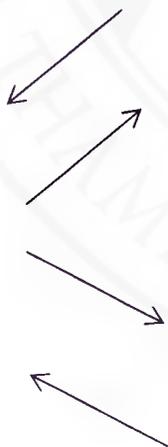
2. มีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุหนึ่ง ถ้าต้องการให้แรงที่ 3 มากระทำเพื่อให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุล แรงที่ 3 จะต้องอยู่ในแนวใด

- ก. แนวตั้งฉากกับแรงลัพธ์ของแรงสองคู่แรก
- ข. แนวเดียวกับแรงทั้งสอง มีทิศตามแรงใดแรงหนึ่ง
- ค. แนวเดียวกันและทิศเดียวกันกับแรงลัพธ์ของแรงสองคู่แรก
- ง. แนวเดียวกันและมีทิศตรงกันข้ามกับแรงลัพธ์ของแรงสองคู่แรก

3. จากภาพ ถ้าต้องการให้วัตถุอยู่ในสภาพสมดุล จะต้องออกแรงตามข้อใด



- ก.
- ข.
- ค.
- ง.



4. วัตถุในข้อใดอยู่ในสภาพสมดุลของแรง

- ก. มะพร้าวหล่นจากต้น
- ข. รถวิ่งอยู่บนถนนที่คดเคี้ยว
- ค. เรือลอยลำอยู่บนผิวน้ำที่สงบนิ่ง
- ง. จรวดที่ถูกส่งออกจากฐานส่งจรวด

5. วัตถุต่อไปนี้อยู่ในสภาพสมดุลของแรง ยกเว้นข้อใด

- ก. การแข่งขันวิ่งเปี้ยว
- ข. การหมุนของใบพัดพัดลม
- ค. นักยิมนาสติกทรงตัวอยู่บนคานทรงตัว
- ง. เครื่องบินบินด้วยความเร็ว 250 กิโลเมตร/ชั่วโมง

เฉลยแบบทดสอบย่อยชุดที่ 3

1. ข

2. ง

3. ก

4. ค

5. ก

แบบทดสอบย่อยชุดที่ 4

เรื่องแรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือกไว้

1. แรงเสียดทานมีความหมายตรงตามข้อใด

- ก. แรงยึดเหนี่ยวของพื้นผิว
- ข. แรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่
- ค. แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ
- ง. แรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุ

2. เมื่อผลักวัตถุให้เคลื่อนที่บนพื้นขรุขระ วัตถุจะเคลื่อนที่ช้าลงเป็นเพราะมีแรงชนิดใดกระทำในทิศตรงกันข้าม

- ก. แรงลัพธ์
- ข. แรงกิริยา
- ค. แรงปฏิกิริยา
- ง. แรงเสียดทาน

3. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่บนผิวสัมผัสชนิดใด แรงเสียดทานจะมีค่ามากที่สุด

- ก. ไม้กระดาน
- ข. กระเบื้องเคลือบ
- ค. แผ่นพลาสติก
- ง. พื้นปูนที่ไม่ได้ฉาบผิว

ผลการทดลองเรื่องแรงเสียดทาน ใช้ตอบคำถามข้อ 4 – 5

จำนวน ตุ้มน้ำหนัก	แรงดึงเมื่อไม่หุ้มตุ้มน้ำหนัก (N)		แรงดึงเมื่อหุ้มตุ้มน้ำหนัก (N)	
	เริ่มเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่	เริ่มเคลื่อนที่	เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
1	2.5	2.2	2.0	1.7
2	3.5	3.3	3.0	2.8
3	5.0	4.5	4.3	4.0

4. นักเรียนจะสรุปผลการทดลองได้อย่างไร

- ก. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุ
- ข. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ
- ค. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัสของวัตถุ
- ง. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักและลักษณะผิวสัมผัสของวัตถุ

5. ข้อใดสรุปไม่สอดคล้องกับข้อมูลในตาราง

- ก. แรงเสียดทานขณะเริ่มต้นมากกว่าแรงเสียดทานขณะเคลื่อนที่
- ข. วัตถุที่มีผิวเรียบสัณทำให้เกิดแรงเสียดทานมากกว่าวัตถุที่มีผิวหยาบ
- ค. เมื่อน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักมากขึ้น แรงเสียดทานจะมีค่ามากขึ้นด้วย
- ง. เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ แรงเสียดทานจะมีค่าลดลง

เฉลยแบบทดสอบย่อยชุดที่ 4

1. ค 2. ง 3. ง 4. ง 5. ข

แบบทดสอบย่อยชุดที่ 5

เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือกไว้

1. การทำกิจกรรมในข้อใดเกี่ยวข้องกับแรงเสียดทานน้อยที่สุด

- ก. นั่งบนเก้าอี้
- ข. เดินลงบันได
- ค. พายเรือในแม่น้ำ
- ง. ตอกตะปูลงในเนื้อไม้

2. ส่วนใดของจักรยานช่วยลดแรงเสียดทานในขณะที่รถแล่น

- ก. โซ่
- ข. เบรค
- ค. ตลับลูกปืน
- ง. ดอกยางรถ

3. การกระทำในข้อใดเป็นการลดแรงเสียดทาน

- ก. การล้างจานโดยใช้แผ่นขัดผิวหยาบ
- ข. การใช้น้ำมันหล่อลื่นบนพื้นประตู หน้าต่าง
- ค. การสวมรองเท้าที่พื้นทำด้วยยาง มีร่องหยักลึก
- ง. การเปลี่ยนยางล้อรถใหม่ เลือกล้อที่มีดอกยางมาก ๆ

4. กิจกรรมใดต้องการแรงเสียดทานมากที่สุด

- ก. การเดิน
- ข. การว่ายน้ำ
- ค. การเล่นตะกร้อ
- ง. การปีนต้นไม้

5. อุปกรณ์ใดต้องออกแบบให้มีแรงเสียดทานมาก

- ก. ระบบเบรค
- ข. พวงมาลัย
- ค. ตลับลูกปืน
- ง. กระจบอกสูบ

เฉลยแบบทดสอบย่อยชุดที่ 5

1. ก

2. ค

3. ข

4. ง

5. ก

แบบทดสอบย่อยชุดที่ 6

เรื่อง โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือกไว้

1. ข้อใดหมายถึงโมเมนต์ของแรง

- ก. ผลคูณของมวลกับระดับความสูงของวัตถุ
- ข. ผลคูณของมวลกับความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุ
- ค. ผลคูณของแรงกับระยะตั้งฉากจากแนวแรงถึงจุดหมุน
- ง. ผลคูณของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ในแนวแรง

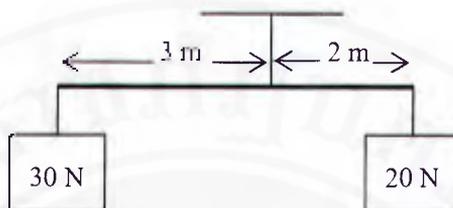
2. เมื่อกานอยู่ในแนวระดับ ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. จุดหมุนอยู่กลางคานพอดี
- ข. คานโตสมำเสมอและเบามาก
- ค. น้ำหนักที่แขวนทางซ้ายและทางขวาของจุดหมุนเท่ากัน
- ง. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

3. จากภาพโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับข้อใด



- ก. $W_1 \times d_1$
- ข. $W_2 \times d_2$
- ค. $W_1 \times d_2$
- ง. $W_2 \times d_1$

4. จากภาพข้อใดสรุปไม่ถูกต้อง

- ก. คานสมดุลอยู่ในแนวระดับ
- ข. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = $30 \text{ N} \times 3 \text{ m}$
- ค. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา = $20 \text{ N} \times 2 \text{ m}$
- ง. คานเอียงเพราะโมเมนต์ทวนมากกว่าโมเมนต์ตาม

5. การกระทำในข้อใดใช้หลักการของโมเมนต์

- ก. หัวกระเป๋ามาโรงเรียน
- ข. ใช้มีดคัตเตอร์ตัดกระดาษ
- ค. ตัดเล็บโดยใช้กรรไกรตัดเล็บ
- ง. ใช้เครื่องชั่งสปริงชั่งน้ำหนักของวัตถุ

เฉลยแบบทดสอบย่อยชุดที่ 6

1. ค 2. ง 3. ข 4. ก 5. ค

แบบทดสอบย่อยชุดที่ 7

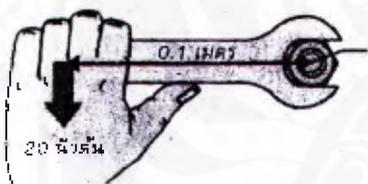
เรื่องการวิเคราะห์และคำนวณโมเมนต์ วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือกไว้

1. กิจกรรมใดของร่างกายที่ไม่ใช้หลักของโมเมนต์ของแรง

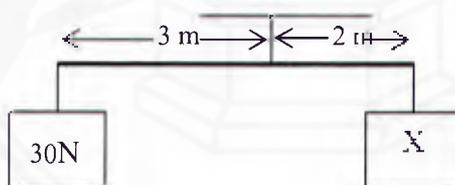
- ก. การงอเข่า
- ข. การก้มมือ
- ค. การย่อยอาหาร
- ง. การงอข้อศอก

2. จากภาพ การใช้ประแจคลายนอต โมเมนต์ของแรงมีค่าเท่าใด (ระยะจากจุดหมุนถึงแนวแรง 0.1 เมตร)



- ก. 2 N-m
- ข. 10 N-m
- ค. 12 N-m
- ง. 15 N-m

ภาพใช้ตอบคำถามข้อ 3 - 4



3. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับข้อใด

- ก. $2X$ N-m
- ข. $3X$ N-m
- ค. 60 N-m
- ง. 90 N-m

4. ถ้าคานอยู่ในภาวะสมดุล X มีค่าเท่าใด

- ก. 30 N
- ข. 45 N
- ค. 50 N
- ง. 90 N

5. จากภาพ ถ้าน้ำหนักของก้อนหิน 600 นิวตัน ชายคนนี้จะต้องออกแรงเท่าใด จึงจะจัดก้อนหินได้



- ก. 150 N
- ข. 200 N
- ค. 250 N
- ง. 300 N

เฉลยแบบทดสอบย่อยชุดที่ 7

1. ค 2. ก 3. ง 4. ข 5. ข

แบบทดสอบย่อยชุดที่ 8

เรื่อง โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือกไว้

1. กิจกรรมที่ทำในชีวิตประจำวัน ข้อใดใช้หลักการของโมเมนต์

- ก. การกวาดขยะ
- ข. การเล่นฟุตบอล
- ค. การรดน้ำต้นไม้
- ง. การซักผ้าด้วยมือ

2. กานที่จะช่วยผ่อนแรงได้นั้นต้องมีลักษณะอย่างไร

- ก. ระยะจาก E - F เท่ากับ W - F
- ข. ระยะจาก E - F มากกว่า W - F
- ค. ระยะจาก W - F มากกว่า E - F
- ง. ระยะจาก E - F เป็นสองเท่าของ W - F

3. จากภาพดินสอจัดเป็นกานอันดับที่เท่าใด ช่วยผ่อนแรงได้หรือไม่



- ก. อันดับ 1 ช่วยผ่อนแรง
- ข. อันดับ 2 ไม่ช่วยผ่อนแรง
- ค. อันดับ 3 ช่วยผ่อนแรง
- ง. อันดับ 3 ไม่ช่วยผ่อนแรง

4. รถเข็นดินจัดเป็นคานประเภทใด



F

- ก. คานอันดับ 1
 - ข. คานอันดับ 2
 - ค. คานอันดับ 3
 - ง. คานอันดับ 4
5. เครื่องใช้ในข้อใดไม่สามารถผ่อนแรงได้
- ก. ไม้กวาด ที่ค้ำน้ำแข็ง
 - ข. กรรไกร คีมตัดลวด
 - ค. ค้อนงัดตะปู รถเข็นดิน
 - ง. ที่เปิดขวด ที่ตัดกระดาษ

เฉลยแบบทดสอบย่อยชุดที่ 8

1. ก 2. ข 3. ง 4. ข 5. ก

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จำนวน 30 ข้อ

เวลา 30 นาที

คำสั่ง เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดแล้วทำเครื่องหมาย × ลงในกระดาษคำตอบให้ตรงกับข้อที่เลือกไว้
เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริงลากถุงทรายในแนวราบ อ่านค่าแรงดึงได้ดังนี้

จำนวนถุงทราย (ถุง)	ขนาดของแรงดึง (N)	ทิศทางการเคลื่อนที่ของถุงทราย
1	2.6	เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงดึง
2	5.2	เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงดึง
3	7.8	เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงดึง
4	?	เคลื่อนที่ไปในทิศเดียวกับแรงดึง

ข้อมูลใช้ตอบคำถามข้อ 1 - 2

1. การลากถุงทราย 4 ถุง ขนาดของแรงดึงควรเป็นเท่าใด

- ก. 8.5 N
- ข. 9.0 N
- ค. 10.4 N
- ง. 13.0 N

2. ข้อใดกล่าวไม่สอดคล้องกับข้อมูลในตาราง

- ก. แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทั้งขนาดและทิศทาง
- ข. แรงที่กระทำให้อัตถุเคลื่อนที่ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ
- ค. เมื่อวัตถุมีน้ำหนักมาก แรงที่กระทำให้อัตถุเคลื่อนที่มีค่ามาก
- ง. แรงที่กระทำให้อัตถุเคลื่อนที่ ขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัสของวัตถุ

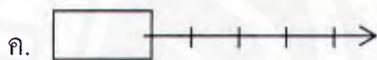
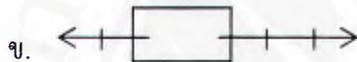
3. ข้อใดกล่าวถึงแรงไม่ถูกต้อง

- ก. แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทาง
- ข. เมื่อมีแรงลัพธ์ไม่เท่ากับศูนย์มากกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่
- ค. แรงทำให้อัตถุเคลื่อนที่แต่แรงไม่สามารถทำให้อัตถุเปลี่ยนภาพร่าง
- ง. สามารถใช้เส้นตรงแทนขนาดของแรงและหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง

4. ภาพใดแสดงเวกเตอร์ของแรงขนาด 3 นิวตัน มีทิศไปทางทิศตะวันตก



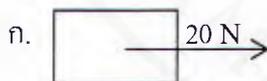
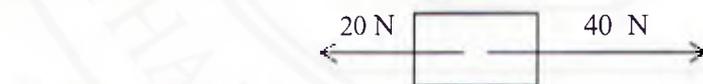
5. ข้อใดแสดงเวกเตอร์ของแรงขนาด 5 นิวตัน ที่ดึงวัตถุไปทางขวา



6. มีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุดังภาพ จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์



7. มีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุดังภาพ จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์

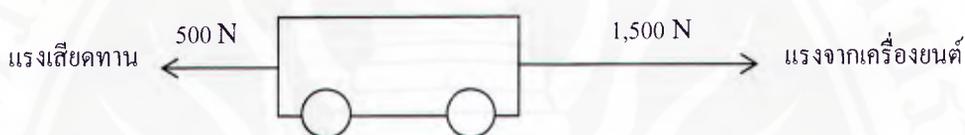


8. จากภาพ แรงลัพธ์มีขนาด 35 นิวตัน แรง F มีขนาดเท่าใด



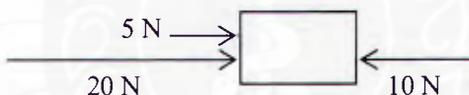
- ก. 15 N
- ข. 25 N
- ค. 35 N
- ง. 45 N

9. แรงลัพธ์ของรถยนต์คันนี้มีค่าเท่าใด มีทิศทางไปทางใด



- ก. 500 N มีทิศไปทางเดียวกับแรงเสียดทาน
- ข. 1,000 N มีทิศไปทางเดียวกับแรงจากเครื่องยนต์
- ค. 1,500 N มีทิศไปทางเดียวกับแรงจากเครื่องยนต์
- ง. 2,000 N มีทิศไปทางเดียวกับแรงจากเครื่องยนต์

10. จากภาพ แรงลัพธ์มีค่าเท่าใด



- ก. 5 N
- ข. 10 N
- ค. 15 N
- ง. 20 N

11. ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับศูนย์ จะเกิดผลตามข้อใด

- ก. วัตถุจะหยุดนิ่ง
- ข. วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
- ค. วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่คงที่
- ง. วัตถุอาจหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

12. ในการแข่งขันชกคะเช่ผู้เล่นทั้งสองฝ่ายออกแรงดึงเชือกเต็มทีแต่เชือกไม่เคลื่อนที่ แสดงว่า

- ก. เกิดสมดุลของแรง
- ข. แรงลัพธ์มีค่าเท่ากับศูนย์
- ค. เกิดแรงเสียดทานสถิต
- ง. ถูกทั้งข้อ ก , ข และ ค

13. นักเรียนถูกเพื่อนผลักแต่ไม่เคลื่อนที่ จะสรุปเหตุการณ์นี้ว่าอย่างไร
- แรงเสียดทานเป็นศูนย์
 - แรงที่กระทำต่อนักเรียนเป็นศูนย์
 - แรงลัพธ์ที่กระทำต่อนักเรียนเป็นศูนย์
 - แรงกระทำมีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทาน
14. การกระทำในข้อใดไม่เกิดแรงเสียดทาน
- นั่งบนเก้าอี้
 - เดินบนสนามหญ้า
 - ลากกระเป๋าที่มีล้อ
 - รถเล่นลงจากสะพาน
15. ข้อใดเกิดแรงเสียดทานสถิต
- นักบินไปในอากาศ
 - ออกแรงผลักตู้แต่ตู้ไม่เคลื่อนที่
 - รถยนต์แล่นไปบนถนนลูกรัง
 - ลากกระสอบข้าวสารไปบนพื้น
16. ปัจจัยใดที่มีผลต่อแรงเสียดทาน
- น้ำหนักของวัตถุ
 - รูปร่างของวัตถุ
 - ลักษณะของผิวสัมผัส
 - ขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส
- 1 และ 2
 - 1 และ 3
 - 2 และ 3
 - 2 และ 4
17. การทดลองลากวัตถุชนิดต่างๆ ไปบนพื้นผิวราบชนิดเดียวกัน อ่านค่าแรงขณะวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ได้ผลดังตาราง

ชนิดของวัตถุ	ขนาดของน้ำหนัก (N)	แรงที่ใช้ในการลาก (N)
A	20	80
B	10	40
C	40	160
D	60	240

ข้อใดเรียงลำดับขนาดของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากน้อยไปหามากได้ถูกต้อง

ก. A , B , D , C

ข. B , A , C , D

ค. D , C , A , B

ง. C , A , B , D

18. ขณะที่ลากกระสอบข้าวสารไปบนพื้นห้อง ขนาดของแรงเสียดทานระหว่างกระสอบข้าวสารกับพื้น ขึ้นอยู่กับข้อใด

ก. ลักษณะของพื้น

ข. น้ำหนักของข้าวสาร

ค. ขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัส

ง. น้ำหนักของข้าวสารและลักษณะของพื้น

19. ลวดลายและดอกยางของล้อรถมีประโยชน์อย่างไร

ก. ช่วยในการทรงตัวของรถ

ข. ช่วยควบคุมสมดุลของรถ

ค. ลดแรงเสียดทานระหว่างล้อกับพื้นถนน

ง. เพิ่มแรงเสียดทานระหว่างล้อกับพื้นถนน

20. กิจกรรมใดต้องการแรงเสียดทานมากที่สุด

ก. การว่ายน้ำ

ข. การปีนเขา

ค. การวิ่งระยะสั้น

ง. การขี่จักรยาน

21. การกระทำในข้อใดแสดงให้เห็นว่าบางครั้งจำเป็นต้องเพิ่มแรงเสียดทาน

ก. การทำลวดลายที่พื้นรองเท้า

ข. การใส่ตัลบลูกปืนที่ล้อรถ

ค. การหยอดน้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์

ง. การใช้ไม้กกลมสอดไปได้วัตถุที่ต้องการเคลื่อนย้าย

22. คานจะอยู่ในภาวะสมดุลเมื่อใด

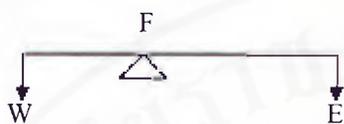
ก. จุดหมุนอยู่กลางคานพอดี

ข. คานโตสม่ำเสมอและเบามาก

ค. น้ำหนักที่แขวนทางซ้ายและทางขวาของจุดหมุนเท่ากัน

ง. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

23. จากภาพ ถ้าจะให้คานนี้ช่วยผ่อนแรงควรทำอย่างไร

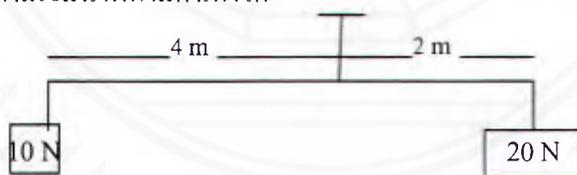


W = แรงต้านทาน

E = แรงพยายาม

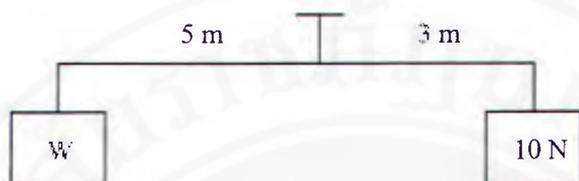
F = จุดหมุน

- ก. ให้ W อยู่ระหว่าง E กับ F
 ข. ให้ E อยู่ระหว่าง F กับ W
 ค. ให้ F อยู่ระหว่าง W กับ E ใกล้ W มาก ๆ
 ง. ให้ F อยู่ระหว่าง W กับ E ใกล้ E มาก ๆ
24. การกระทำในข้อใดไม่ได้ใช้หลักการของโมเมนต์
- ก. นำฝืนใช้กรรไกรตัดกระดาษ
 ข. อาวุธใช้ค้อนงัดตะปูออกจากแผ่นไม้
 ค. วิภาใช้ที่ค้ำยันค้ำยันแดงๆ ออกจากเตา
 ง. วิชัยใช้ไม้กลมสอดไปได้ตู้ที่ต้องการเคลื่อนย้าย
25. แม่กับลูกช่วยกันหามผลไม้หนัก 980 นิวตัน โดยใช้ไม้คานยาว 2.5 เมตร ถ้าแม่ต้องการให้ลูกรับน้ำหนักน้อยกว่าแม่ ต้องแขวนผลไม้ไว้ที่ใด
- ก. ใกล้แม่
 ข. ใกล้ลูก
 ค. ที่กึ่งกลางไม้คาน
 ง. ไม่ว่าจะแขวนที่ใดแม่ลูกจะรับน้ำหนักเท่ากัน
26. จากภาพโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่าใด



- ก. 30 N- m
 ข. 40 N- m
 ค. 50 N- m
 ง. 60 N- m

27. จากภาพ น้ำหนักที่ทำให้คานสมดุลมีค่าเท่าใด



ก. 6 N

ข. 15 N

ค. 30 N

ง. 50 N

28. คานชนิดใดไม่ช่วยผ่อนแรง

ก. คีมคีบถ่าน

ข. กรรไกรตัดผ้า

ค. ชะแสงจัดก้อนหิน

ง. เครื่องตัดกระดาษ

29. ถ้านักเรียนต้องการจัดก้อนหินที่ฝังอยู่ในพื้นดิน ควรเลือกใช้คานตามข้อใด

ก. จอบ

ข. เสียม

ค. ชะแสง

ง. ท่อนไม้

30. ในการตัดเชือกด้วยกรรไกร ถ้าวางเชือกตำแหน่งใดจะทำให้ออกแรงน้อยที่สุด



ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

เฉลยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เรื่องแรง

วิชา 333101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

- | | |
|-------|-------|
| 1. ค | 2. ง |
| 3. ค | 4. ข |
| 5. ค | 6. ค |
| 7. ก | 8. ข |
| 9. ข | 10. ค |
| 11. ง | 12. ง |
| 13. ง | 14. ก |
| 15. ข | 16. ข |
| 17. ข | 18. ง |
| 19. ง | 20. ข |
| 21. ก | 22. ง |
| 23. ค | 24. ง |
| 25. ก | 26. ข |
| 27. ก | 28. ก |
| 29. ค | 30. ง |

แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าข้อความที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวท่านมากที่สุด

1. เพศ 1.1 ชาย 1.2 หญิง
2. อาชีพหลักของครอบครัว
 - 2.1 รับจ้าง 2.2 ค้าขาย
 - 2.3 เกษตรกรรม 2.4 รับราชการ
 - 2.5 พนักงานรัฐวิสาหกิจ 2.6 อาชีพอื่น (ระบุ)
3. ผลการเรียนเฉลี่ยสะสม
 - 3.1 ต่ำกว่า 1.50 3.2 1.50 – 1.99
 - 3.3 2.00 – 2.49 3.4 2.50 – 2.99
 - 3.5 3.00 – 3.49 3.6 3.50 ขึ้นไป

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความพึงพอใจ ตามความคิดของนักเรียนมากที่สุด โดยใช้เกณฑ์ค่าคะแนนดังนี้

ค่าคะแนน	ความหมาย
1	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด
2	มีความพึงพอใจน้อย
3	มีความพึงพอใจปานกลาง
4	มีความพึงพอใจมาก
5	มีความพึงพอใจมากที่สุด

ประเด็นพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
ด้านการเรียน					
1. การมีส่วนร่วมในการวางแผนการเรียน					
2. การมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน					
3. การทำกิจกรรมการเรียนอย่างหลากหลาย					
4. การทำกิจกรรมที่เน้นการฝึกปฏิบัติ					
5. การทำกิจกรรมร่วมกันกับเพื่อน					

ประเด็นพิจารณา	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
ด้านบรรยากาศการเรียน					
6. การร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น					
7. การให้ความร่วมมือในการทำงานกลุ่ม					
8. การศึกษาหาความรู้จากแหล่งความรู้และวิทยากรท้องถิ่น					
9. ความรู้สึกสนุกที่ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน					
10. ความสุขจากการเรียนเรื่องแรง					
ด้านสื่อการเรียน					
11. การมีโอกาสได้เรียนรู้จากสื่อหลายประเภท					
12. การมีโอกาสได้ผลิตสื่อร่วมกันกับเพื่อน ๆ					
13. สื่อการเรียนทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้เร็วขึ้น					
14. สื่อการเรียนกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น					
15. อยากให้ครูใช้สื่อการเรียนทุกคาบเรียน					
ด้านการประเมินผลการเรียน					
16. การมีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์ และวิธีการประเมินผลการเรียน					
17. การใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลายวิธี					
18. การใช้วิธีการประเมินผลทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และคุณธรรม					
19. การแจ้งวิธีการและเกณฑ์การให้คะแนน ก่อนมีการประเมินผลการเรียน					
20. การได้ประเมินตนเองและเพื่อน					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

คำชี้แจง โปรดเขียนรายละเอียดข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน
เป็นสำคัญ

ภาคผนวก ค

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางที่ 12 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบย่อย

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1	21	1	1	1	1
2	1	1	1	1	22	1	1	1	1
3	1	1	1	1	23	1	1	1	1
4	1	1	1	1	24	1	1	1	1
5	1	1	1	1	25	1	1	1	1
6	1	1	1	1	26	1	1	1	1
7	1	1	1	1	27	1	1	1	1
8	1	1	1	1	28	1	1	1	1
9	1	1	1	1	29	1	1	1	1
10	1	1	1	1	30	1	1	1	1
11	1	1	1	1	31	1	1	1	1
12	1	1	1	1	32	1	1	1	1
13	1	1	1	1	33	1	1	1	1
14	1	1	1	1	34	1	1	1	1
15	1	1	1	1	35	1	1	1	1
16	1	1	1	1	36	1	1	1	1
17	1	1	1	1	37	1	1	1	1
18	1	1	1	1	38	1	1	1	1
19	1	1	1	1	39	1	1	1	1
20	1	1	1	1	40	1	1	1	1

ตารางที่ 13 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบย่อย

ข้อที่	R _H	R _L	ค่า p	ค่า r	ข้อที่	R _H	R _L	ค่า p	ค่า r
1	19	9	0.70	0.50	21	18	12	0.75	0.30
2	18	14	0.80	0.20	22	9	3	0.30	0.30
3	20	8	0.70	0.60	23	16	5	0.53	0.55
4	15	11	0.65	0.20	24	17	12	0.73	0.25
5	18	13	0.78	0.25	25	14	9	0.58	0.25
6	14	6	0.50	0.40	26	17	7	0.60	0.50
7	18	3	0.53	0.75	27	17	8	0.63	0.45
8	19	12	0.78	0.35	28	14	4	0.45	0.50
9	19	6	0.63	0.65	29	11	6	0.43	0.25
10	17	4	0.53	0.65	30	6	2	0.20	0.20
11	18	13	0.78	0.25	31	19	12	0.78	0.35
12	8	4	0.30	0.20	32	7	2	0.23	0.25
13	13	7	0.50	0.30	33	10	2	0.30	0.40
14	17	5	0.55	0.60	34	14	5	0.48	0.45
15	7	3	0.25	0.20	35	9	5	0.35	0.20
16	16	4	0.50	0.60	36	13	6	0.48	0.35
17	18	9	0.68	0.45	37	10	6	0.40	0.20
18	18	5	0.58	0.65	38	7	3	0.25	0.20
19	17	8	0.63	0.45	39	14	5	0.48	0.45
20	14	8	0.55	0.30	40	13	8	0.53	0.25

ตารางที่ 14 ค่า p และ q ของแบบทดสอบย่อย

ข้อที่	จำนวนผู้ ตอบถูก	p	q	pq	ข้อที่	จำนวนผู้ ตอบถูก	p	q	pq
1	31	0.78	0.22	0.17	21	32	0.80	0.20	0.16
2	32	0.80	0.20	0.16	22	18	0.45	0.55	0.25
3	29	0.73	0.27	0.20	23	34	0.85	0.15	0.13
4	30	0.75	0.25	0.19	24	26	0.65	0.35	0.23
5	36	0.90	0.10	0.09	25	31	0.78	0.22	0.17
6	34	0.85	0.15	0.13	26	35	0.88	0.12	0.11
7	31	0.78	0.22	0.17	27	29	0.73	0.27	0.20
8	34	0.85	0.15	0.13	28	30	0.75	0.25	0.19
9	28	0.70	0.30	0.21	29	24	0.68	0.32	0.22
10	29	0.73	0.27	0.20	30	13	0.33	0.67	0.22
11	36	0.90	0.10	0.09	31	34	0.85	0.15	0.13
12	12	0.30	0.70	0.21	32	19	0.48	0.52	0.25
13	18	0.45	0.55	0.25	33	27	0.68	0.33	0.22
14	35	0.88	0.12	0.11	34	26	0.65	0.35	0.23
15	36	0.90	0.10	0.09	35	19	0.48	0.52	0.25
16	31	0.78	0.22	0.17	36	31	0.78	0.22	0.17
17	36	0.90	0.10	0.09	37	22	0.55	0.45	0.25
18	36	0.90	0.10	0.09	38	18	0.45	0.55	0.25
19	34	0.85	0.15	0.13	39	26	0.65	0.35	0.23
20	31	0.78	0.22	0.17	40	25	0.63	0.37	0.23
Σpq									7.13

ตารางที่ 15 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	31	961	21	31	961
2	33	1,089	22	33	1,089
3	22	484	23	37	1,369
4	33	1,089	24	37	1,369
5	31	961	25	13	169
6	27	729	26	37	1,369
7	31	961	27	22	484
8	30	900	28	32	1,024
9	32	1,024	29	38	1,444
10	29	841	30	33	1,089
11	23	529	31	29	841
12	28	784	32	18	324
13	20	400	33	32	1,024
14	29	841	34	21	441
15	29	841	35	27	729
16	34	1,156	36	30	900
17	27	729	37	22	484
18	14	196	38	31	961
19	39	1,521	39	29	841
20	25	625	40	22	484
			รวม	1,141	34,057

คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อย โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน
ได้ดังนี้

$$\sum pq = 7.13$$

$$\sum X = 1141$$

$$\sum X^2 = 34057$$

$$n = 40$$

$$k = 40$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } S_x^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{40(34057) - (1141)^2}{40 \times 39} \\ &= 38.72 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร } r_{kk} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right] \\ &= \frac{40}{39} \left[1 - \frac{7.13}{38.72} \right] \\ &= 0.83 \end{aligned}$$

แบบทดสอบย่อยความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1	16	1	1	1	1
2	1	1	1	1	17	1	1	1	1
3	1	1	1	1	18	1	1	1	1
4	1	1	1	1	19	1	1	1	1
5	1	1	1	1	20	1	1	1	1
6	1	1	1	1	21	1	1	1	1
7	1	1	1	1	22	1	1	1	1
8	1	1	1	1	23	1	1	1	1
9	1	1	1	1	24	1	1	1	1
10	1	1	1	1	25	1	1	1	1
11	1	1	1	1	26	1	1	1	1
12	1	1	1	1	27	1	1	1	1
13	1	1	1	1	28	1	1	1	1
14	1	1	1	1	29	1	1	1	1
15	1	1	1	1	30	1	1	1	1

ตารางที่ 17 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	R _H	R _L	ค่า p	ค่า r	ข้อที่	R _H	R _L	ค่า p	ค่า r
1	18	4	0.55	0.70	16	13	9	0.55	0.20
2	10	4	0.35	0.30	17	18	14	0.80	0.20
3	16	7	0.58	0.45	18	17	5	0.55	0.60
4	15	9	0.60	0.30	19	16	5	0.53	0.55
5	18	13	0.78	0.25	20	15	11	0.65	0.20
6	17	10	0.68	0.35	21	11	7	0.45	0.20
7	17	3	0.50	0.70	22	19	13	0.80	0.30
8	18	9	0.68	0.45	23	12	7	0.48	0.25
9	16	2	0.45	0.70	24	14	5	0.48	0.45
10	18	13	0.78	0.25	25	17	9	0.65	0.40
11	13	6	0.48	0.35	26	19	6	0.63	0.65
12	19	12	0.78	0.35	27	16	4	0.50	0.60
13	11	6	0.43	0.25	28	10	5	0.38	0.25
14	18	13	0.78	0.25	29	19	6	0.63	0.65
15	14	5	0.48	0.45	30	18	10	0.70	0.40

ตารางที่ 18 ค่า p และ q ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	จำนวนผู้ ตอบถูก	p	q	pq	ข้อที่	จำนวนผู้ ตอบถูก	p	q	pq
1	14	0.35	0.35	0.23	16	25	0.63	0.37	0.23
2	20	0.50	0.50	0.25	17	27	0.68	0.32	0.22
3	8	0.20	0.80	0.16	18	30	0.75	0.25	0.19
4	30	0.75	0.25	0.19	19	16	0.40	0.60	0.24
5	32	0.80	0.20	0.16	20	22	0.55	0.45	0.25
6	29	0.73	0.27	0.20	21	17	0.43	0.57	0.24
7	19	0.48	0.52	0.25	22	23	0.58	0.42	0.24
8	27	0.68	0.32	0.22	23	13	0.33	0.67	0.22
9	22	0.55	0.45	0.25	24	24	0.60	0.40	0.24
10	31	0.78	0.22	0.17	25	23	0.58	0.42	0.24
11	14	0.35	0.35	0.23	26	23	0.58	0.42	0.24
12	38	0.95	0.05	0.05	27	16	0.40	0.60	0.24
13	18	0.45	0.55	0.25	28	23	0.58	0.42	0.24
14	29	0.73	0.27	0.20	29	29	0.73	0.27	0.20
15	19	0.48	0.52	0.25	30	31	0.78	0.22	0.17
Σpq									6.47

ตารางที่ 19 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คนที่	X	X ²	คนที่	X	X ²
1	26	676	21	21	441
2	15	225	22	27	729
3	11	121	23	16	256
4	16	256	24	11	121
5	12	144	25	17	289
6	19	361	26	21	441
7	14	196	27	17	289
8	22	484	28	19	361
9	15	225	29	16	256
10	16	256	30	17	289
11	12	144	31	15	225
12	8	64	32	20	400
13	21	441	33	19	361
14	23	529	34	20	400
15	27	729	35	14	196
16	8	64	36	11	121
17	16	256	37	12	144
18	24	576	38	9	81
19	17	289	39	18	324
20	25	625	40	25	625
			รวม	692	13,010

คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\sum pq &= 6.47 \\ \sum X &= 692 \\ \sum X^2 &= 13,010 \\ n &= 40 \\ k &= 30\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } S_x^2 &= \frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)} \\ &= \frac{40(13,010) - (692)^2}{40 \times 39} \\ &= 26.63\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } r_{tt} &= \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right] \\ &= \frac{30}{29} \left[1 - \frac{6.47}{26.63} \right] \\ &= 0.78\end{aligned}$$

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ

ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			IOC	ข้อที่	ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ			IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1	1	1	1	11	1	1	0	0.67
2	1	1	1	1	12	1	0	1	0.67
3	1	0	1	0.67	13	1	1	1	1
4	1	1	1	1	14	1	1	1	1
5	1	1	1	1	15	1	1	1	1
6	1	1	1	1	16	1	1	1	1
7	1	1	1	1	17	1	1	1	1
8	1	0	1	0.67	18	1	1	1	1
9	1	1	0	0.67	19	1	1	1	1
10	1	1	0	0.67	20	1	1	1	1

ตารางที่ 21 ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจ

Scale Statistics

Mean	Variance	Std. Deviation	Variables
74.7750	76.4865	8.7457	20

Reliability Coefficients

N of Cases	N of Items	Cronbach's Alpha Coefficient
40	20	.8794

ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความพึงพอใจเท่ากับ 0.88

ตารางที่ 22 ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง

รายการประเมิน	คะแนนการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า เฉลี่ย	สรุปผล การ ประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1. สาระสำคัญและเนื้อหา						
1. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
2. ครบถ้วน เพียงพอที่จะทำให้เกิด พฤติกรรมที่ต้องการ	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
3. รายละเอียดชัดเจน ถูกต้อง	4	5	5	14	4.67	มากที่สุด
4. มีความยากง่ายพอเหมาะ	5	5	4	14	4.67	มากที่สุด
2. จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง	5	5	5	15	5.00	มากที่สุด
2. ครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน (K P A)	5	5	5	15	5.00	มากที่สุด
3. ระบุพฤติกรรมที่ต้องการ ได้ชัดเจน	4	4	5	13	4.33	มาก
4. พฤติกรรมที่กำหนดเหมาะสม กับเวลา เนื้อหา และผู้เรียน	4	4	5	13	4.33	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ ที่คาดหวัง	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
2. เน้นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ	4	3	4	11	3.67	มาก
3. ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
4. ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เรียนรู้กับเพื่อน	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด

รายการประเมิน	คะแนนการประเมิน ของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผลการประเมิน
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
4. สื่อการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	14	4.67	มากที่สุด
2. ใช้สื่อหลากหลายและน่าสนใจ	4	3	4	11	3.67	มาก
3. สื่อที่ใช้กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้	4	3	5	12	4.00	มาก
4. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการผลิตสื่อ	3	3	5	11	3.67	มาก
5. การวัดและประเมินผล						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	มากที่สุด
2. มีการวัดผลทั้งด้านความรู้ กระบวนการ และคุณธรรม	5	5	5	15	5.00	มากที่สุด
3. ใช้วิธีการวัดและประเมินผลหลายวิธี	4	4	5	13	4.33	มาก
4. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและเพื่อน	4	4	5	13	4.33	มาก
ค่าเฉลี่ย					4.48	มาก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมีผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญเท่ากับ 4.48

The background features a large, faint watermark of the Nakhon Si Thammarat Rajabhat University logo. The logo is circular and contains a central stupa with a flame on top, surrounded by rays of light. The text 'มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช' is written in Thai script along the top inner edge, and 'NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY' is written in English along the bottom inner edge.

ภาคผนวก ง

ประสิทธิภาพรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 23 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
ในการทดลองกลุ่มเล็ก

คนที่	คะแนนทดสอบย่อย								รวม (40)	คะแนน ทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (30)
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8		
1	5	4	2	4	2	3	2	3	25	19
2	4	5	5	4	5	4	4	4	35	26
3	5	4	3	5	3	4	4	3	31	20
4	4	3	3	3	3	2	3	2	23	17
5	4	3	4	3	4	3	2	3	26	20
ΣX	22	19	17	19	17	16	15	15	140	102
\bar{X}	4.40	3.80	3.40	3.80	3.40	3.20	3.00	3.00	3.50	20.40
%	88.00	76.00	68.00	76.00	68.00	64.00	60.00	60.00	70.00	68.00

ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการทดลองกลุ่มเล็ก
มีค่าเท่ากับ 70.00 / 68.00

ตารางที่ 24 ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
ในการทดลองภาคสนาม

คนที่	คะแนนทดสอบย่อย								รวม (40)	คะแนน ทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (30)
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8		
1	4	4	4	4	3	3	3	4	30	23
2	4	3	4	4	5	3	4	3	31	25
3	3	3	4	4	5	2	1	3	25	18
4	5	5	4	4	5	4	4	4	35	26
5	5	5	4	4	5	2	3	2	30	22
6	4	3	3	3	3	3	5	3	27	18
7	5	4	3	4	5	3	4	2	30	25
8	3	5	5	3	5	3	3	2	29	25
9	4	4	4	4	5	5	2	3	32	22
10	5	5	3	2	1	4	5	4	29	21
11	3	5	3	4	4	3	1	2	26	17
12	4	3	5	3	4	4	3	3	28	20
13	4	3	4	3	1	2	1	3	21	17
14	4	4	3	5	4	3	3	2	28	20
15	5	3	3	4	3	4	3	3	28	21
16	5	5	3	4	3	3	5	5	33	24
17	3	3	4	3	4	4	3	3	27	19
18	5	2	3	3	2	2	1	2	19	14
19	4	5	5	4	5	5	5	5	38	26
20	3	1	3	3	4	4	4	2	24	18
21	5	5	4	4	5	3	2	2	30	24
22	5	4	4	4	4	4	4	2	31	25

ตารางที่ 24 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบย่อย								รวม (40)	คะแนน ทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ (30)
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8		
23	5	5	4	4	4	5	5	5	37	27
24	5	5	4	4	4	4	5	5	36	24
25	4	1	2	2	2	2	3	2	18	16
26	4	5	4	4	5	5	4	5	36	24
27	5	2	3	3	4	3	2	2	24	16
28	5	5	3	5	1	4	4	5	32	24
29	5	5	4	4	4	5	5	5	37	27
30	5	5	3	4	4	3	3	5	32	23
31	5	4	4	4	2	5	2	2	28	21
32	5	3	3	3	2	3	2	2	23	17
33	5	5	4	4	5	3	2	3	31	23
34	5	3	3	4	2	2	3	2	24	17
35	3	3	4	4	3	3	3	4	27	21
36	5	4	4	4	3	4	4	2	30	23
37	3	5	2	2	2	3	4	2	23	19
38	4	4	3	3	3	4	4	5	31	23
39	3	5	3	4	4	2	4	3	29	22
40	4	1	2	3	2	4	3	3	23	15
ΣX	174	153	141	150	141	137	131	126	1153	852
\bar{X}	4.354	3.813	3.525	3.746	3.525	3.425	3.275	3.150	28.813	21.30
%	87.08	76.25	70.50	74.92	70.50	68.50	65.50	63.00	72.03	71.00

ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการทดสอบภาคสนาม

มีค่าเท่ากับ 72.03 / 71.00

ตารางที่ 25 (ต่อ)

คนที่	คะแนนทดสอบย่อย								รวม (40)	คะแนน ทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ _ข (30)
	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	ชุดที่ 7	ชุดที่ 8		
23	4	4	4	3	4	4	3	3	29	28
24	5	5	4	4	4	4	4	5	35	24
25	4	3	2	3	2	3	3	4	24	16
26	5	4	4	5	4	4	4	3	33	29
27	4	2	3	4	4	3	2	3	25	19
28	4	4	4	4	3	4	4	3	30	24
29	5	4	3	4	4	4	5	5	34	27
30	5	5	4	4	4	4	3	4	33	27
31	5	4	4	4	3	4	3	3	30	21
32	5	3	3	3	3	4	4	3	28	25
33	5	5	4	4	5	4	4	4	35	22
34	5	4	3	4	3	4	3	3	29	18
35	3	2	4	4	3	3	3	3	26	25
36	5	5	4	4	3	4	4	4	33	23
37	3	5	5	3	2	3	4	3	28	17
38	4	4	3	4	3	3	3	4	28	19
39	3	4	4	4	4	4	3	3	30	17
40	5	4	3	4	4	3	3	3	29	19
$\sum X$	175	156	147	150	150	145	138	135	1196	894
\bar{X}	4.375	3.900	3.675	3.750	3.750	3.625	3.450	3.375	29.90	22.35
%	87.50	78.00	73.50	75.00	75.00	72.50	69.00	67.50	74.75	74.50

ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง
มีค่าเท่ากับ 74.75 / 74.50

The background of the page features a large, faint watermark of the seal of Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. The seal is circular and contains a central image of a stupa with a flame-like top, surrounded by a sunburst pattern. The text "มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช" is written in Thai script along the top inner edge, and "NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY" is written in English along the bottom inner edge.

ภาคผนวก จ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยเรง	เรื่องเวกเตอร์ของแรง	เวลา 3 คาบ
วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

แรง หมายถึง สิ่งที่สามารถทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเคลื่อนที่ หรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นหรือช้าลง หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ นอกจากนี้แรงยังสามารถเปลี่ยนขนาดหรือรูปร่างของวัตถุได้อีกด้วย

การวัดแรงจะใช้เครื่องชั่งสปริง เมื่อออกแรงกระทำต่อขดลวดสปริงจะทำให้ขดลวดสปริงขยายตัว โดยระยะการยืดตัวของขดลวดสปริง จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของแรงที่มากกระทำ

แรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายได้ว่าแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ (ว 4.1-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองวัดแรงและอธิบายวิธีการวัดแรง
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. เขียนเวกเตอร์ของแรงได้ถูกต้อง
4. มีทักษะในการสร้างผังมโนทัศน์เรื่องเวกเตอร์ของแรง
5. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล
ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับเวกเตอร์ของแรง

กิจกรรมการเรียนรู้ (การทดลอง)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน แบบคละความสามารถ ผู้แทนกลุ่มรับรถเด็กเล่น กลุ่มละ 1 คัน ให้นักเรียนเล่นรถเด็กเล่น และตั้งคำถามเกี่ยวกับรถเด็กเล่น กลุ่มละ 1 ข้อ ให้ผู้แทนกลุ่มเขียนคำถามบนกระดาน

2. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาเลือกคำถามที่เกี่ยวข้องกับการวัดแรง เพื่อนำเข้าสู่เรื่องที่เรียน ตัวอย่างคำถามของนักเรียนได้แก่ แรงที่ดึงหรือผลักให้รถเคลื่อนที่มีค่าเท่าใด สามารถวัดแรงที่ทำให้รถเคลื่อนที่ได้ได้อย่างไร

ชั้นการเรียนรู้

3. ชั้นเตรียมการทดลอง

3.1 นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ วิธีทดลอง เรื่องการวัดแรง จากใบกิจกรรมที่ 1 ระบุปัญหา สมมติฐาน และตัวแปรของการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความสอดคล้อง

3.2 ครูแนะนำการอ่านค่าจากเครื่องชั่งสปริง ให้อ่านค่าในหน่วยนิวตัน (N) และอ่านได้จนถึงจุดทศนิยม 1 ตำแหน่ง

4. ชั้นดำเนินการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

5. ชั้นนำเสนอผลการทดลอง นักเรียนนำผลการทดลองที่บันทึกไว้มาอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม จัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบ บันทึกในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง กลุ่มละ 1 ชุด

6. ชั้นสรุปผลการทดลอง นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยใช้แนวคำถามจากใบกิจกรรม และสรุปผลการทดลองในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องกลุ่มละ 1 ชุด

7. ชั้นประเมินการทดลอง ครูนำอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง โดยใช้ข้อมูลจากผลงานนักเรียนข้อ 5 และ 6 จนได้ข้อสรุปว่า การวัดแรงจะใช้เครื่องชั่งสปริง ขนาดของแรงขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุ และการที่วัตถุเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกับแรง แสดงว่าแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์มีทั้งขนาดและทิศทาง นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องของสมมติฐานกับสรุปผลการทดลอง

ชั้นทบทวนบทเรียน

8. นักเรียนศึกษาเรื่องเวกเตอร์ของแรงจากใบความรู้ที่ 1 ครูสาธิตการเขียนเวกเตอร์ของแรง

9. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องเวกเตอร์ของแรง ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดคำตอบ และช่วยกันอธิบายคำตอบให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มของตนมีความเข้าใจอย่างชัดเจน ครูแจ้งกติกาให้ทราบว่า จะสุ่มเรียกสมาชิกในกลุ่มคนใดคนหนึ่งตอบคำถาม คะแนนตอบคำถามจะเป็นคะแนนของกลุ่ม

10. ครูสุ่มเรียกสมาชิกหมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง เพื่อตอบคำถามและอธิบายให้สมาชิกทั้งชั้นฟัง เมื่อนักเรียนตอบถูกบันทึกคะแนนเป็นของกลุ่ม

ชั้นสรุปบทเรียน

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนรู้เรื่องเวกเตอร์ของแรง โดยสร้างผังมโนทัศน์

12. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเรื่องเวกเตอร์ของแรง

13. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนคิดต่อไปว่า ถ้ามีแรง 2 แรง มากระทำต่อวัตถุชิ้นเดียวกัน จะรวมแรงทั้งสองโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ หรือจะมีวิธีการอื่นใดในการรวมแรง

สื่อการเรียนรู้

1. รถเด็กเล่น กลุ่มละ 1 คัน
2. เครื่องซั้สปริง กลุ่มละ 2 อัน
3. ตุ้ทรงราย กลุ่มละ 3 ตุ้
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการวัดแรง
5. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องเวกเตอร์ของแรง
6. แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องเวกเตอร์ของแรง

การวัดและประเมินผล

วิธีวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	ได้ 4 ข้อ ใน 5 ข้อ ผ่านเกณฑ์
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องการวัดแรง	แบบประเมินการทำการทดลอง	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์
3. ตรวจสอบการสร้างผังมโนทัศน์	แบบประเมินการสร้าง ผังมโนทัศน์	ได้ 11 คะแนน จาก 15 คะแนน ผ่านเกณฑ์
4. สังเกตจิตวิทยาศาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ได้ 14 คะแนน จาก 18 คะแนน ผ่านเกณฑ์

ใบความรู้ที่ 1

เรื่องเวกเตอร์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แรง (**force**) คืออำนาจที่สามารถทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเคลื่อนที่ หรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้น ช้าลง หยุดการเคลื่อนที่ หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ นอกจากนี้แรงยังสามารถเปลี่ยนขนาดหรือรูปร่างของวัตถุ แรงมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)



ภาพที่ 1.1 แรงดึง

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 69)



ภาพที่ 1.2 แรงผลัก

ที่มา: คมกฤษณ์ ดิณจินดา (ม.ป.ป.: 43)

การวัดแรงจะใช้เครื่องชั่งสปริงซึ่งมีขีดลดสปริงเป็นองค์ประกอบ โดยใช้คุณสมบัติของขีดลดสปริงคือ เมื่อออกแรงกระทำต่อขีดลดสปริงจะทำให้ขีดลดสปริงขยายตัว โดยระยะการยืดตัวของขีดลดสปริงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของแรงที่มากกระทำ เมื่อไม่มีแรงกระทำขีดลดสปริงจะคืนตัวกลับสู่จุดเดิม

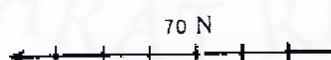
การใช้เครื่องชั่งสปริงดึงวัตถุในแนวราบค่าที่อ่านได้จะบอกถึง ขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริงดึงตุ้มน้ำหนักให้เคลื่อนที่พบว่าตุ้มน้ำหนักจะเคลื่อนที่ตามไปในทิศทางเดียวกับแรงดึง เมื่อเพิ่มจำนวนตุ้มน้ำหนักมากขึ้น พบว่าค่าแรงที่อ่านได้จะมากขึ้นด้วย แสดงว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์

การเขียนเวกเตอร์ของแรง ใช้ความยาวของเส้นตรงแทนขนาดของแรง และหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง ซึ่งมีหลักการเขียนดังนี้

1. กำหนดจุดที่แรงนั้นไปกระทำ

2. เขียนเส้นตรงตั้งต้นจากจุดนั้น โดยใช้มาตราส่วนความยาวของเส้นตรงแทนขนาดของแรงให้เป็นมาตราส่วนเดียวกันตลอด เช่น ใช้มาตราส่วน 1 เซนติเมตร แทนแรง 10 นิวตัน ก็ให้ใช้มาตราส่วนนี้โดยตลอด

3. เขียนหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรงนั้น ๆ ลงไปบนเส้นตรงที่เขียนขึ้น



ภาพที่ 1.3 เวกเตอร์ของแรงขนาด 70 นิวตัน มีทิศไปทางทิศตะวันตก

ที่มา: เสียง เศษฐศิริพงษ์ (2547: 19)

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่องการวัดแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทดลองและอธิบายได้ว่าแรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง

ปัญหา.....

สมมติฐาน.....

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ใช้ขอเกี่ยวของเครื่องชั่งสปริงเกี่ยวหลอดทราย แล้วลากเครื่องชั่งสปริงในแนวราบ อ่านค่าแรงที่ใช้ลากหลอดทรายจนกระทั่งหลอดทรายเริ่มเคลื่อนที่ บันทึกขนาดของแรง ทิศทางการเคลื่อนที่ของหลอดทราย



ภาพที่ 1.4 การวัดแรง

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 19)

2. ทำซ้ำข้อ 1 อีก 2 ครั้ง โดยเพิ่มจำนวนหลอดทรายอีกครั้งละ 1 หลอด

ผลการทำกิจกรรม

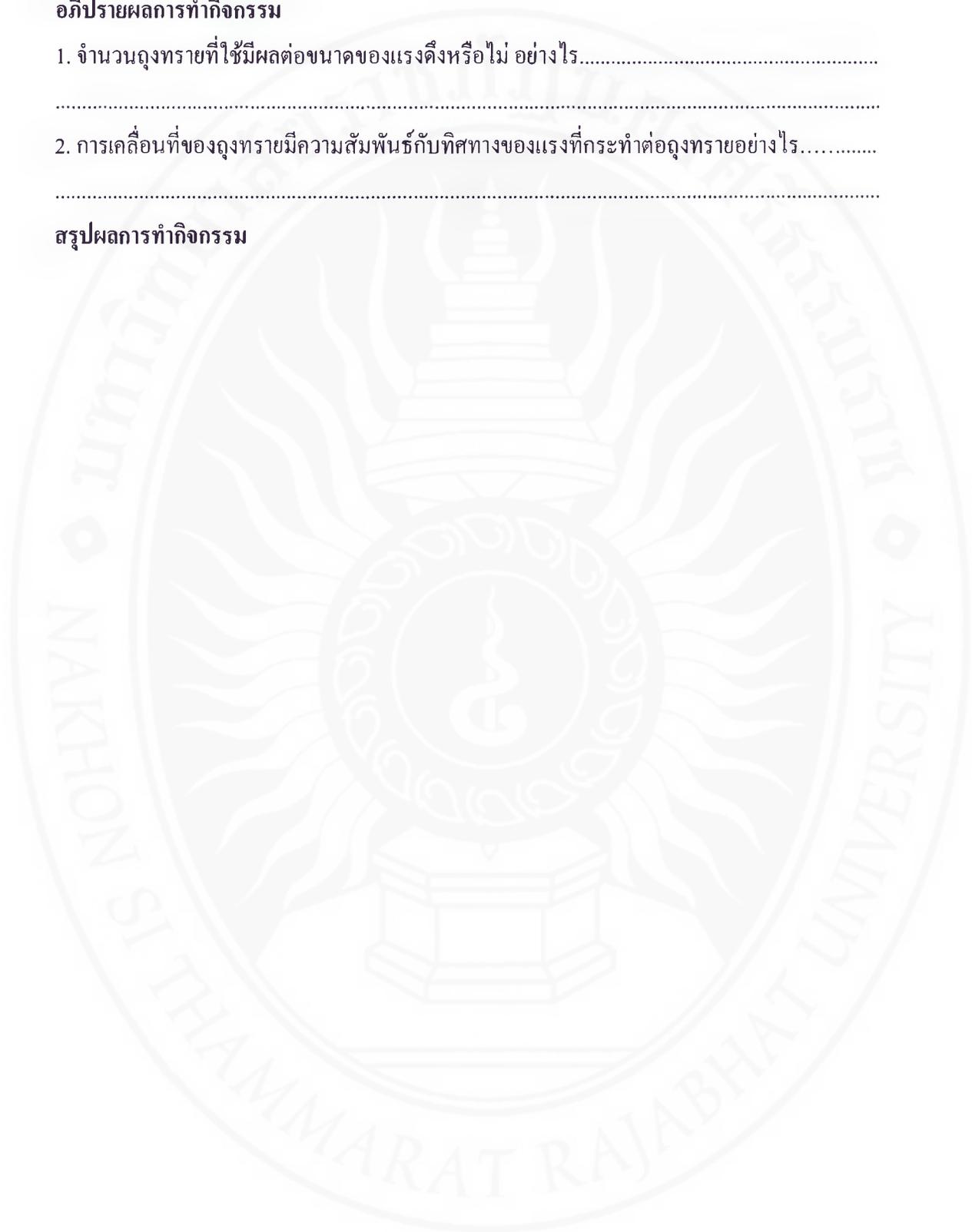
อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. จำนวนดนตรีที่ใช้มีผลต่อขนาดของแรงดึงหรือไม่ อย่างไร.....

.....

2. การเคลื่อนที่ของดนตรีมีความสัมพันธ์กับทิศทางของแรงที่กระทำต่อดนตรีอย่างไร.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 1

เรื่องเวกเตอร์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

- เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริงลากวัตถุในแนวราบค่าที่อ่านได้คืออะไร.....
- เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริงดึงตุรยตุรยหนึ่ง อ่านค่าบนเครื่องชั่งได้เท่ากับ 5 นิวตัน แสดงว่าแรงที่ใช้ดึงตุรยมีค่าเท่ากับเท่าใด ตุรยเคลื่อนที่ในทิศทางใด.....
- เพราะเหตุใดจึงจัดแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์
- จงเขียนเวกเตอร์ของแรง 60 นิวตัน ที่กระทำต่อวัตถุไปทางทิศตะวันออก โดยใช้ความยาว 1 cm แทนแรง 10 นิวตัน

ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

- ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ เนื่องจากแรง

ก. วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น	ข. วัตถุมีความเร็วลดลง
ค. วัตถุเปลี่ยนทิศทาง	ง. ถูกทุกข้อ
- ข้อใดเป็นผลที่เกิดจากแรง

ก. ทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่าง	ข. ทำให้วัตถุเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่
ค. ทำให้วัตถุเปลี่ยนความเร็วในการเคลื่อนที่	ง. ถูกทุกข้อ
- ข้อใดกล่าวถึงแรงไม่ถูกต้อง

ก. F เป็นสัญลักษณ์ของแรง
ข. แรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง
ค. แรงทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่าง แต่ไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่
ง. สามารถใช้เส้นตรงแทนขนาดของแรงและหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง
- ภาพใดแทนแรงขนาด 4 นิวตัน มีทิศไปทางทิศตะวันออก

ก. 	ข. 
ค. 	ง. 

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยแรง

เรื่องแรงลัพธ์

เวลา 3 คาบ

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

แรงลัพธ์ หมายถึง ผลรวมของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุขึ้นเดียวกัน ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวเดียวกัน และมีทิศทางเดียวกัน การหาแรงลัพธ์ให้นำขนาดของแรงทั้งสองมารวมกัน แรงลัพธ์จะมีทิศทางไปทางทิศของแรงทั้งสอง ถ้าแรงมีทิศทางตรงกันข้าม การหาแรงลัพธ์ให้นำขนาดของแรงทั้งสองมาลบกัน แรงลัพธ์จะมีทิศทางไปในทางทิศของแรงที่มีขนาดมากกว่า ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวทำมุมกัน แรงลัพธ์หาได้จากการสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน เส้นทแยงมุมคือแรงลัพธ์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน (ว 4.1-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองหาแรงลัพธ์ และอธิบายแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันและในแนวทำมุมกัน
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. มีทักษะในการสร้างผังมโนทัศน์เรื่องแรงลัพธ์
4. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรง

กิจกรรมการเรียนรู้ (การทดลอง)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ให้นักเรียนเล่นชกเย่อ โดยแบ่งเป็น 2 ฝ่ายเท่า ๆ กันและตั้งคำถามเกี่ยวกับการเล่นชกเย่อกลุ่มละ 1 ชื่อ ให้ผู้แทนกลุ่มเขียนคำถามบนกระดาน
2. ครูและนักเรียนร่วมกันพิจารณาเลือกคำถามที่เกี่ยวข้องกับแรงลัพธ์ เพื่อนำเข้าสู่เรื่องที่เรียน ตัวอย่างคำถามของนักเรียนได้แก่ ขณะที่ดึงเชือกแต่เชือกไม่เคลื่อนที่แรงดึงทั้งสองข้างมีค่าเท่ากันหรือไม่ ขณะที่ดึงเชือกและเชือกเคลื่อนที่ไปทางซ้ายแรงดึงทั้งสองข้างมีค่าเป็นอย่างไร

ขั้นการเรียนรู้

3. ขั้นเตรียมการทดลอง นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ วิธีทดลอง เรื่องแรงลัพธ์ จากใบกิจกรรม ที่ 2 ระบุปัญหา สมมติฐาน และตัวแปรของการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความ สอดคล้อง

4. ขั้นดำเนินการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

5. ขั้นนำเสนอผลการทดลอง นักเรียนนำผลการทดลองที่บันทึกไว้มาอภิปรายร่วมกันใน กลุ่ม จัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบ บันทึกในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง กลุ่มละ 1 ชุด

6. ขั้นสรุปผลการทดลอง นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้แนวคำถามจากใบ กิจกรรม และสรุปผลการทดลอง บันทึกในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง กลุ่มละ 1 ชุด

7. ขั้นประเมินการทดลอง ครูนำอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง โดยสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่มให้นำเสนอผลการทดลองบนกระดาน จนได้ข้อสรุปว่า การรวมแรงสองแรงที่กระทำต่อ วัตถุในระนาบเดียวกัน ถ้าแรงกระทำต่อวัตถุอยู่ในทิศเดียวกันให้นำแรงทั้งสองมารวมกัน แต่ถ้าแรง อยู่ในแนวทำมุมกัน สามารถรวมแรงโดยการสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน หรือใช้สูตรคำนวณ นักเรียน ตรวจสอบความสอดคล้องของสมมติฐานกับสรุปผลการทดลอง

ขั้นทบทวนบทเรียน

8. นักเรียนศึกษาเรื่องแรงลัพธ์ จากใบความรู้ที่ 2 ครูอธิบายการหาแรงลัพธ์ เมื่อแรง 2 แรง อยู่ในแนวเดียวกัน และเมื่อแรง 2 แรงทำมุมกัน โดยเขียนภาพบนกระดาน

9. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่องแรงลัพธ์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดคำตอบ และ ช่วยกันอธิบายคำตอบให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มของตนมีความเข้าใจอย่างชัดเจน ครูแจ้งให้ทราบว่า จะสุ่มเรียกสมาชิกในกลุ่มคนใดคนหนึ่งตอบคำถาม คะแนนตอบคำถามจะเป็นคะแนนของกลุ่ม

10. ครูสุ่มเรียกสมาชิกหมายเลขใดหมายเลขหนึ่ง เพื่อตอบคำถามและอธิบายให้สมาชิกทั้ง ชั้นฟัง เมื่อนักเรียนตอบถูกบันทึกคะแนนเป็นของกลุ่ม

ขั้นสรุปบทเรียน

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนรู้เรื่องแรงลัพธ์ โดยสร้างผังมโนทัศน์

12. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเรื่องแรงลัพธ์

13. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนคิดต่อไปว่า ถ้ามีแรง 3 แรง กระทำต่อวัตถุในทิศทางต่างกัน การหาแรงลัพธ์ทำได้อย่างไร

สื่อการเรียนรู้

1. เชือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ยาว 10 เมตร 1 เส้น
2. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 2 อัน
3. ถูทราย กลุ่มละ 1 ถู
4. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องแรงลัพธ์
5. ใบความรู้ที่ 2 เรื่องแรงลัพธ์
6. แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่องแรงลัพธ์

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	ได้ 4 ข้อ ใน 5 ข้อ ผ่านเกณฑ์
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องแรงลัพธ์	แบบประเมินการทำ การทดลอง	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์
3. ตรวจสอบการสร้างผังมโนทัศน์	แบบประเมินการสร้าง ผังมโนทัศน์	ได้ 11 คะแนน จาก 15 คะแนน ผ่านเกณฑ์
4. สังเกตจิตวิทยาาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์	ได้ 14 คะแนน จาก 18 คะแนน ผ่านเกณฑ์

ใบความรู้ที่ 2

เรื่องแรงลัพธ์

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แรงลัพธ์ หมายถึง แรงรวมซึ่งเป็นผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุ การหาแรงลัพธ์กระทำได้นี้

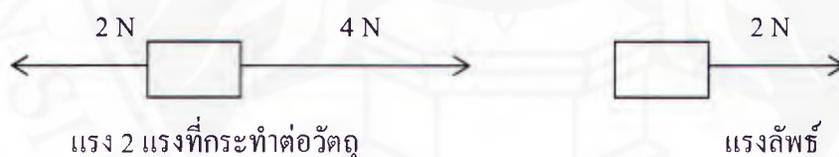
1. เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวเดียวกัน

1.1 เมื่อมีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกัน แรงลัพธ์หาได้จากการนำขนาดของแรงทั้งสองมารวมกัน แรงลัพธ์จะมีทิศไปทางทิศของแรงทั้งสอง ดังภาพ



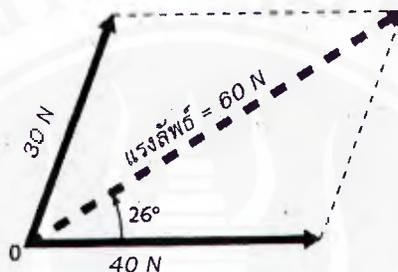
ภาพที่ 2.1 แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกัน

1.2 เมื่อมีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้าม แรงลัพธ์หาได้จากการนำขนาดของแรงทั้งสองมาลบกัน แรงลัพธ์จะมีทิศไปในทางทิศของแรงที่มีขนาดมากกว่า ดังภาพ



ภาพที่ 2.2 แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้าม

2. เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวทำมุมกัน แรงลัพธ์หาได้จากการสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังนี้



ภาพที่ 2.3 แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในแนวที่ทำมุมกัน
ที่มา: ปัญหาแสนทวี (2546: 78)

2.1 กำหนดจุด O บนกระดาษ โดยให้จุด O เป็นจุดที่เวกเตอร์ของแรง F_1 และ F_2 กระทำร่วมกันต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง กำหนดให้เวกเตอร์ของแรง F_1 มีขนาดเท่ากับ 30 นิวตัน และมีทิศทางดังภาพ และเวกเตอร์ของแรง F_2 มีขนาดเท่ากับ 40 นิวตัน และมีทิศทางดังภาพ

2.2 จากเวกเตอร์ของแรงทั้งสองแรง เขียนเส้นจากปลายลูกศรของทั้งสอง ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

2.3 ลากเส้นทแยงมุมจากจุด O ไปยังจุดตรงกันข้าม วัดความยาวของเส้นทแยงมุม เส้นทแยงมุมแทนแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อกัน จากภาพพบว่าแรงลัพธ์มีขนาด 60 นิวตัน

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่องแรงลัพธ์

วิชา ว33101วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทดลองและอธิบายการรวมแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน

ปัญหา.....

สมมติฐาน

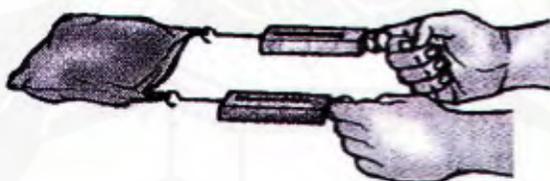
ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ใช้เครื่องชั่งสปริง 1 อัน ตากถุงทรายให้เคลื่อนที่อย่างช้าๆในแนวราบ สังเกตและบันทึกขนาดและทิศทางของแรง
2. ใช้เครื่องชั่งสปริง 2 อัน ตากถุงทรายให้เคลื่อนที่อย่างช้าๆในแนวราบ โดยดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวขนานกัน สังเกตและบันทึกขนาดและทิศทางของแรง



ภาพที่ 2.4 ดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวขนานกัน

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 20)

3. ทำซ้ำข้อ 2 แต่ให้เครื่องชั่งสปริงทำมุมกัน 30 องศา



ภาพที่ 2.5 คึงเครื่องชั่งสปริงในแนวทำมุมกัน 30 องศา

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 20)

ผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. ค่าของแรงที่ใช้ลากตุ้มน้ำด้วยเครื่องชั่งสปริง 1 อัน กับผลรวมของแรงเมื่อลากตุ้มน้ำด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อันในแนวขนานกัน มีขนาดและทิศทางเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร.....

.....

2. ผลรวมของแรงเมื่อลากตุ้มน้ำด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน ในแนวขนานและไม่ขนานกัน มีขนาดเท่ากันหรือไม่ และมีทิศทางเป็นอย่างไร.....

.....

3. ถ้าคึงตุ้มน้ำ 1 ถุง ด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อันที่ขนานกัน จะได้ผลเป็นอย่างไร.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 2

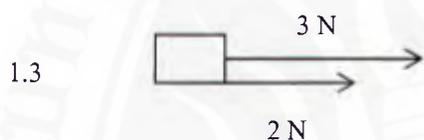
เรื่องแรงลัพธ์

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

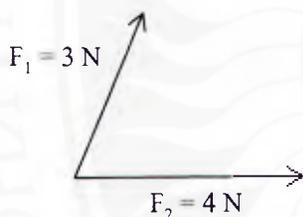
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. มีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุดังภาพ แรงลัพธ์ที่มีค่าเท่าใด มีทิศทางอย่างไร ให้เขียนภาพ



2. จากภาพ มีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุที่จุดจุดหนึ่ง ให้สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน และลากเส้นทแยงมุม เพื่อหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ



ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. จากภาพ แรงลัพธ์มีค่าเท่าใด มีทิศไปทางใด



ก. 1 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ค. 3 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ข. 1 นิวตัน มีทิศไปทางซ้าย

ง. 5 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

2. จากภาพ แรงลัพธ์มีค่าเท่าใด มีทิศไปทางใด



ก. 2 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ค. 4 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ข. 2 นิวตัน มีทิศไปทางซ้าย

ง. 6 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

3. แรงขนาด 72 นิวตัน และ 108 นิวตัน มากระทำร่วมกันเป็นมุมฉาก จงหาขนาดของแรงลัพธ์

ก. 36 นิวตัน

ค. 156 นิวตัน

ข. 130 นิวตัน

ง. 174 นิวตัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยเรง	เรื่องสมดุลของแรง	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวที่ทำมุมกัน แรงลัพธ์หาได้จากการใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุอยู่ในสภาพนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ พบว่าผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ ซึ่งกล่าวได้ว่าขณะนั้นวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน (ว 4.1-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางต่างกัน
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. อธิบายแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน
4. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล
ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่งหรือวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

กิจกรรมการเรียนรู้ (การทดลอง)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนเล่นเกมหย่อนไข่ใส่ขวด โดยแบ่งเป็นทีมนักเรียนชาย นักเรียนหญิง ทีมละ 3 คน แข่งขันกันทีมใดหย่อนไข่ลงขวดได้ก่อนเป็นผู้ชนะ

2. ครูตั้งคำถามให้นักเรียนพิจารณาว่าขณะที่ไข่ลงในขวด แรงดึงเชือกทั้ง 3 เส้น มีค่าเท่ากันหรือไม่ ขณะนั้นแรงลัพธ์มีค่าเท่าไร คำตอบของนักเรียนคือการตั้งสมมติฐาน ซึ่งพิสูจน์โดยการทำการทดลอง

ขั้นการเรียนรู้

3. ขั้นเตรียมการทดลอง

3.1 นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ วิธีทดลอง เรื่องสมดุลของแรง จากใบกิจกรรมที่ 3 ระบุนปัญหา สมมติฐาน และตัวแปรของการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความสอดคล้อง

3.2 ครูสาธิตการดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน 3 อัน และนำการใช้ดินสอจุด

แสดงแนวแรงบนกระดาษ

4. ขั้นดำเนินการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

5. ขั้นนำเสนอผลการทดลอง

5.1 ครูอธิบายวิธีหาแรงลัพธ์ของแรง 3 แรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน สาธิตวิธีการเขียนแรงและการรวมแรงบนกระดาษ

5.2 นักเรียนเขียนภาพแรงลัพธ์ของแรง 3 แรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน ในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องกลุ่มละ 1 ชุด

6. ขั้นสรุปผลการทดลอง นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้แนวคำถามจากใบกิจกรรม และสรุปผลการทดลองในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องกลุ่มละ 1 ชุด

7. ขั้นประเมินการทดลอง ครูนำอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง โดยใช้ข้อมูลจากผลงานนักเรียนในข้อ 5.2 และ 6 จนได้ข้อสรุปว่า การรวมแรง 3 แรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน ทำได้โดยการเขียนภาพสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยใช้ขนาดของแรง 2 แรง เป็นด้าน 2 ด้าน ของภาพสี่เหลี่ยมด้านขนาน เมื่อลากเส้นทแยงมุมจะได้แรงลัพธ์ของแรง 2 แรง มีขนาดเท่ากับแรงที่เหลือ แต่มีทิศตรงกันข้าม แสดงว่าแรงลัพธ์ของแรง 3 แรง ที่กระทำให้อัตถุอยู่นิ่งมีค่าเท่ากับศูนย์

ขั้นทบทวนบทเรียน

8. นักเรียนศึกษาใบความรู้ที่ 3 เรื่องสมดุลของแรง อภิปรายร่วมกันในประเด็นต่อไปนี้

8.1 ค่าของแรงลัพธ์เมื่อมีแรง 2 แรง 3 แรง กระทำต่อวัตถุในทิศทางต่างกัน

8.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีแรงลัพธ์ที่มีค่าเป็นศูนย์มากระทำ

8.3 การเกิดสมดุลของแรง

9. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องสมดุลของแรง นักเรียนในกลุ่มช่วยกันคิดคำตอบ อธิบายคำตอบให้สมาชิกในกลุ่มเข้าใจอย่างชัดเจน ครูสุ่มเรียกสมาชิกหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งตอบคำถาม

ขั้นสรุปบทเรียน

10. นักเรียนอภิปรายและยกตัวอย่างการเกิดสมดุลของแรงในชีวิตประจำวัน กลุ่มละ 1 ตัวอย่าง

11. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเรื่องสมดุลของแรง

ใบความรู้ที่ 2

เรื่องแรงลัพธ์

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แรงลัพธ์ หมายถึง แรงรวมซึ่งเป็นผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุ การหาแรงลัพธ์กระทำได้นี้

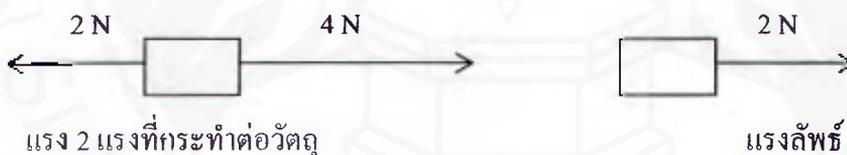
1. เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวเดียวกัน

1.1 เมื่อมีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกันแรงลัพธ์หาได้จากการนำขนาดของแรงทั้งสองมารวมกัน แรงลัพธ์จะมีทิศไปทางทิศของแรงทั้งสอง ดังภาพ



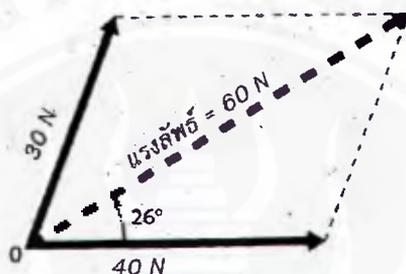
ภาพที่ 2.1 แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกัน

1.2 เมื่อมีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้าม แรงลัพธ์หาได้จากการนำขนาดของแรงทั้งสองมาลบกัน แรงลัพธ์จะมีทิศไปทางทิศของแรงที่มีขนาดมากกว่า ดังภาพ



ภาพที่ 2.2 แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้าม

2. เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวทำมุมกันแรงลัพธ์หาได้จากการสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังนี้



ภาพที่ 2.3 แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในแนวที่ทำมุมกัน
ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 78)

2.1 กำหนดจุด O บนกระดาษ โดยให้จุด O เป็นจุดที่เวกเตอร์ของแรง F_1 และ F_2 กระทำร่วมกันต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง กำหนดให้เวกเตอร์ของแรง F_1 มีขนาดเท่ากับ 30 นิวตันและมีทิศทางดังภาพ และเวกเตอร์ของแรง F_2 มีขนาดเท่ากับ 40 นิวตัน และมีทิศทางดังภาพ

2.2 จากเวกเตอร์ของแรงทั้งสองแรง เขียนเส้นจากปลายลูกศรของทั้งสอง ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

2.3 ลากเส้นทแยงมุมจากจุด O ไปยังจุดตรงกันข้าม วัดความยาวของเส้นทแยงมุม เส้นทแยงมุมแทนแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อกัน จากภาพพบว่าแรงลัพธ์มีขนาด 60 นิวตัน

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง แรงลัพธ์

วิชา ว33101วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทดลองและอธิบายการรวมแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ใช้เครื่องชั่งสปริง 1 อัน ตากถุงทรายให้เคลื่อนที่อย่างช้าๆ ในแนวราบ สังเกตและบันทึกขนาดและทิศทางของแรง
2. ใช้เครื่องชั่งสปริง 2 อัน ตากถุงทรายให้เคลื่อนที่อย่างช้าๆ ในแนวราบ โดยดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวขนานกัน สังเกตและบันทึกขนาดและทิศทางของแรง
3. ทำซ้ำข้อ 2 แต่ให้เครื่องชั่งสปริงทำมุมกัน 30 องศา

ผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. ค่าของแรงที่ใช้ตากถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง 1 อัน กับผลรวมของแรงเมื่อตากถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน ในแนวขนานกัน มีขนาดและทิศทางเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร.....
2. ผลรวมของแรงเมื่อตากถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน ในแนวขนานและไม่ขนานกัน มีขนาดเท่ากันหรือไม่ และมีทิศทางเป็นอย่างไร.....
3. ถ้าดึงถุงทราย 1 ถุง ด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อันที่ขนานกัน จะได้ผลเป็นอย่างไร.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 2

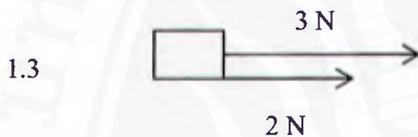
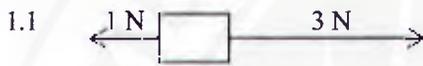
เรื่องแรงลัพธ์

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

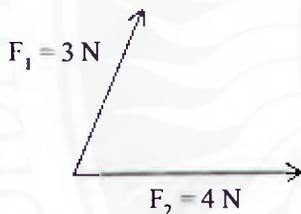
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. มีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุตั้งภาพ แรงลัพธ์ที่มีค่าเท่าใด มีทิศทางอย่างไร ให้เขียนภาพ



2. จากภาพ มีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุที่จุดจุดหนึ่งให้สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน และลากเส้นทแยงมุม เพื่อหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ



ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. จากภาพ แรงลัพธ์มีค่าเท่าใดมีทิศไปทางใด



ก. 1 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ข. 1 นิวตัน มีทิศไปทางซ้าย

ค. 3 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ง. 5 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

2. จากภาพ แรงลัพธ์มีค่าเท่าใดมีทิศไปทางใด



ก. 2 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ข. 2 นิวตัน มีทิศไปทางซ้าย

ค. 4 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ง. 6 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

3. แรงขนาด 72 N และ 108 N มากระทำร่วมกันเป็นมุมฉาก จงหาขนาดของแรงลัพธ์

ก. 36 นิวตัน

ข. 130 นิวตัน

ค. 156 นิวตัน

ง. 174 นิวตัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยเรข

เรื่องสมมูลของแรง

เวลา 2 คาบ

วิชา ว33101วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวที่ทำมุมกัน แรงลัพธ์หาได้จากการใช้กฎสี่เหลี่ยมด้านขนาน เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุอยู่ในสภาพนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ พบว่าผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าเป็นศูนย์แสดงว่าแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ ซึ่งกล่าวได้ว่าขณะนั้นวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน (ว 4.1-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางต่างกัน
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. อธิบายแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน
4. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล
ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่งหรือวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

กิจกรรมการเรียนรู้ (การทดลอง)

1. นักเรียนทบทวนการรวมแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน แนวทำมุมกันและแสดงความคิดเห็นว่าถ้ามีแรง 3 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางต่างกัน แรงลัพธ์จะเป็นอย่างไร
2. ครูอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน โดยใช้ใบความรู้ที่ 3 เรื่องสมมูลของแรง
3. นักเรียนศึกษาวิธีทดลองเรื่องสมมูลของแรง จากใบกิจกรรมที่ 3 วางแผนการทดลองทำการทดลอง สังเกตบันทึกผล และนำเสนอผลการทดลอง
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง
5. ครูนำนักเรียนอภิปราย สรุป เกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 3 อัน
2. วงแหวน กลุ่มละ 1 อัน
3. ใบความรู้ที่ 3 เรื่องสมดุลของแรง
4. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องสมดุลของแรง
5. หนังสือเรียนแรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน ของ สสวท.

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องสมดุลของแรง	แบบประเมินการทดลอง	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตจิตวิทยาศาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 3

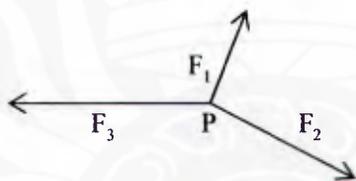
เรื่อง สมดุลของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุอยู่ในสภาพนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ พบว่า ผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ ซึ่งกล่าวได้ว่าขณะนั้นวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล ดังตัวอย่าง

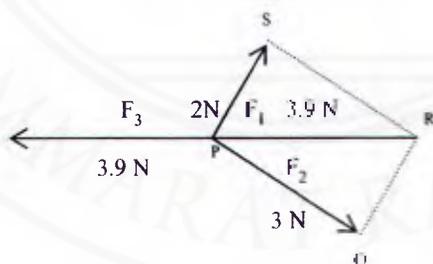
เมื่อดึงวงแหวนด้วยแรง 3 แรง จนวงแหวนอยู่นิ่งและลากเส้นแทนแนวแรง พบว่าแนวแรงทั้ง 3 แรง จะตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ดังภาพที่ 3.1 ซึ่งในที่นี้ F_1 , F_2 และ F_3 คือแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.1 แนวแรง 3 แรงพบกันที่จุด P

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 22)

จากภาพที่ 3.1 เมื่อเขียนเวกเตอร์ของแรงทั้ง 3 แรง โดยให้ความยาวของเวกเตอร์เป็นสัดส่วนกับขนาดของแรง สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน PQRS โดยให้ขนาดของแรง F_1 และ F_2 เป็นด้านของสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังภาพที่ 3.2 พบว่าความยาวเส้นทแยงมุม PR ของสี่เหลี่ยมด้านขนานจะมีขนาดเท่ากับความยาวของเวกเตอร์ F_3 และอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน จึงกล่าวได้ว่าเมื่อวงแหวนอยู่นิ่ง ขนาดของ F_3 เท่ากับผลรวมของ F_1 และ F_2 แต่ทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นผลรวมของ F_1 และ F_2 จะเท่ากับ PR ด้วย จึงสรุปได้ว่า PR เป็นผลรวมของ F_1 และ F_2



ภาพที่ 3.2 สี่เหลี่ยมด้านขนาน PQRS

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 22)

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่องสมดุลของแรง

วิชา ว33101วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทดลองและอธิบายการรวมแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมต่อกัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ผู้ช้ช็อก 2 เส้นเข้ากั้บวงแหวน แล้วนำปลายเชือกด้านที่เหลือแต่ละด้านผูกกับขอเกี่ยวของเครื่องชั่งสปริงด้านละเครื่อง แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในทิศทางต่างๆจนทำให้วงแหวนอยู่นิ่ง บันทึกค่าแรงและแนวแรงบนกระดาษที่สอดอยู่ใต้วงแหวน
2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่ดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อัน บันทึกขนาดและทิศทางของแรงพร้อมทั้งเขียนแนวแรงบนกระดาษ
3. เขียนเวกเตอร์ของแรง 3 แรง ที่กระทำต่อวงแหวนบนกระดาษจากข้อ 2 โดยให้ความยาวของเวกเตอร์เป็นสัดส่วนกับขนาดของแรง สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานโดยใช้เวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ที่เขียนขึ้น เป็นด้าน 2 ด้านของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ผลการทำกิจกรรม

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. ดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน จนวนวงแหวนอยู่หนึ่ง ค่าแรงและแนวแรงเป็นอย่างไร.....

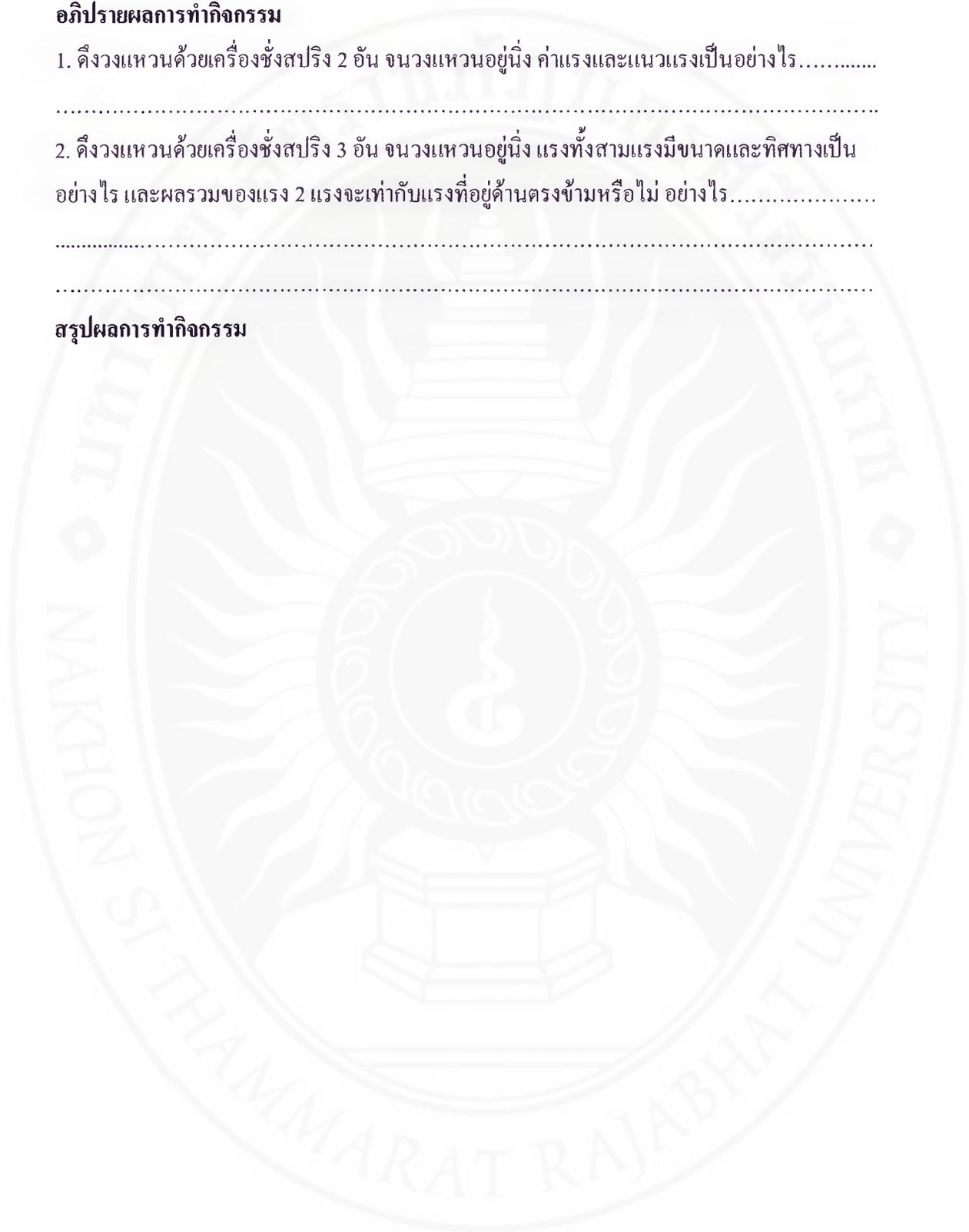
.....

2. ดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อัน จนวนวงแหวนอยู่หนึ่ง แรงทั้งสามแรงมีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร และผลรวมของแรง 2 แรงจะเท่ากับแรงที่อยู่ด้านตรงข้ามหรือไม่ อย่างไร.....

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยเรข

เรื่องแรงเสียดทาน

เวลา 3 คาบ

วิชา ว33101วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ แรงเสียดทานเกิดขึ้นได้ทั้งวัตถุที่ไม่เคลื่อนที่และวัตถุที่เคลื่อนที่ มีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุแรงเสียดทานมี 2 ประเภทคือแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ แรงเสียดทานมีค่าขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและลักษณะผิวสัมผัสของวัตถุ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายหลักการของแรงเสียดทาน (ว 4.2-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองเรื่องแรงเสียดทานและอธิบายปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อแรงเสียดทาน
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลองและการอภิปรายเกี่ยวกับแรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในเชิงคุณภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้(การทดลอง)

1. นักเรียนวางไม้บรรทัดบนนิ้วชี้ของมือทั้งสองข้าง แล้วเลื่อนนิ้วชี้ทั้งสองเข้าหากัน และร่วมกันอภิปรายเหตุผลที่นิ้วเลื่อนทีละข้าง ไม่ได้เลื่อนพร้อมกัน
2. นักเรียนศึกษาวิธีทดลองเรื่องแรงเสียดทานจากใบกิจกรรมที่ 4 วางแผนการทดลองทำการทดลองสังเกตบันทึกผล และนำเสนอผลการทดลอง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง
4. นักเรียนศึกษาเรื่องแรงเสียดทานจากใบความรู้ที่ 4 ครูอธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องแรงเสียดทาน

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องช่างสปริง กลุ่มละ 1 อัน
2. ถุงทราย กลุ่มละ 3 ถุง
3. ถุงพลาสติก กลุ่มละ 1 ถุง
4. ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน
5. ใบความรู้ที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน
6. แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องแรงเสียดทาน
7. ไม้บรรทัดพลาสติกยาว 12 นิ้ว คนละ 1 อัน

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน	แบบประเมินการทดลอง	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตจิตวิทยาาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์	ร้อยละ 70 ขึ้นไป



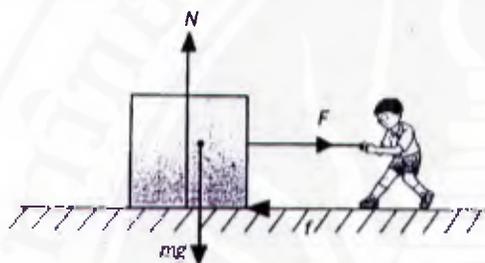
ใบความรู้ที่ 4

เรื่องแรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุสองชิ้น มีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ



N คือแรงที่พื้นดันวัตถุ

Mg คือ น้ำหนักของวัตถุที่กดลงบนพื้น

F คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ

f คือ แรงเสียดทาน

ภาพที่ 4.1 แรงเสียดทาน

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 82)

แรงเสียดทานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แรงเสียดทานสถิต คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง แรงเสียดทานสถิตมีได้หลายค่าและมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
2. แรงเสียดทานจลน์ คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน ได้แก่ มวลของวัตถุหรือน้ำหนักของวัตถุที่กดพื้นและลักษณะผิวสัมผัสของวัตถุ แรงเสียดทานจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อวัตถุมีมวลเพิ่มขึ้นหรือวัตถุมีผิวสัมผัสเป็นผิวหยาบหรือขรุขระ

การเคลื่อนที่ของวัตถุบนผิวสัมผัสใด ๆ จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นเสมอ บางครั้งจำเป็นต้องมีแรงเสียดทานมากจึงจะทำให้การเคลื่อนที่สะดวกขึ้น เช่น การเดิน การวิ่ง จึงมีการทำลวดลายที่พื้นรองเท้า ทำดอกยางที่ล้อรถ เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน บางครั้งจำเป็นต้องลดแรงเสียดทาน เพื่อให้วัตถุบางชนิดเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น เช่น การใช้น้ำมันหล่อลื่น จาระบี ตลับลูกปืน เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ อวัยวะในร่างกาย เช่น กระดูกข้อพับ ข้อต่อ จะมีน้ำไขข้อระหว่างกระดูก ทำให้กระดูกข้อต่อเคลื่อนไหวได้สะดวกและลดแรงเสียดทาน



ภาพที่ 4.2 ดอกยางที่ล้อรถและตลับลูกปืน

ที่มา: ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และคณะ

(2546: 53-54)



ลูกปืน

ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง แรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลองและอธิบายแรงเสียดทาน
2. สรุบบัญญัติที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ลากตุ้มน้ำหนัก 1 กิ่ง ด้วยเครื่องชั่งสปริง จนตุ้มน้ำหนักเคลื่อนที่ บันทึกค่าแรงที่อ่านได้เมื่อตุ้มน้ำหนักเริ่มเคลื่อนที่ และเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่วางตุ้มน้ำหนักไปจำนวน 1 และ 2 กิ่ง ตามลำดับ
3. ทำซ้ำข้อ 1 และ ข้อ 2 แต่หุ้มตุ้มน้ำหนักด้วยพลาสติก

ผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. ขณะออกแรงดึงตุ้มน้ำหนัก มีแรงใดกระทำต่อตุ้มน้ำหนักบ้าง อย่างไร.....
2. ในการออกแรงดึงตุ้มน้ำหนักแต่ละครั้ง แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุ้มน้ำหนักมีค่าเท่าใด.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 3

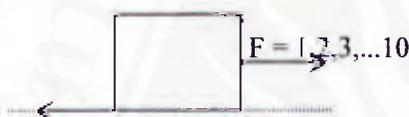
เรื่อง แรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. แรงเสียดทาน หมายถึง.....
2. แรงเสียดทาน เกิดขึ้นเมื่อ.....
3. แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ.....
4. วัตถุวางอยู่บนพื้นผิวขรุขระ มีแรงเสียดทานสถิตพอดีเคลื่อนที่ 10 นิวตัน จงหาแรงเสียดทานเมื่อ



วัตถุวางนิ่งอยู่เฉยๆ.....

ออกแรงดึง $F = 5$ นิวตัน

วัตถุเริ่มเคลื่อนที่.....

 $f_s = 1, 2, 3, \dots, 10$

ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกต้อง

1. ข้อใดกล่าวถึงแรงเสียดทาน ไม่ถูกต้อง

ก. เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส

ข. ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส

ค. ขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส

ง. ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุที่กดลงบนพื้น

2. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

ข. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางขนานกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

ค. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

ง. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ

3. ข้อใดยังไม่เกิดแรงเสียดทาน

ก. รถเล่นบนถนน

ข. นักบินอยู่ในอากาศ

ค. ปลาว่ายอยู่ในน้ำ

ง. หนังสือวางอยู่บนโต๊ะ

4. ถ้าไม่มีแรงเสียดทานระหว่างมือกับแก้วน้ำ การหยิบแก้วน้ำจะเป็นอย่างไร

ก. ออกแรงน้อย

ข. ออกแรงมาก

ค. ไม่ต้องออกแรง

ง. หยิบแก้วน้ำไม่ได้

5. การใช้น้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์เพื่ออะไร

ก. ป้องกันสนิม

ข. ลดความร้อน

ค. ลดแรงเสียดทาน

ง. เพิ่มพลังงานของเครื่องยนต์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยเรขาคณิต	เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวันบางสถานการณ์มีการลดแรงเสียดทาน เพื่อลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ ลดการสูญเสียพลังงานหรือเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ได้สะดวก แต่ในบางสถานการณ์มีการเพิ่มแรงเสียดทาน เพื่อความปลอดภัยในการเคลื่อนที่ หรือเพื่อให้ทำกิจกรรมบางอย่างที่ต้องการแรงเสียดทานได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

วิเคราะห์แรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งเสนอแนวคิดที่จะเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ต่าง ๆ (ว 4.2-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่จำเป็นต้องเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันได้
2. กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการศึกษการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันได้
3. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้

การทดลองเกี่ยวกับการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อการใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้ (วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำขวดที่เป็นฝาเกลียวและเปิดออกได้ยากมาให้นักเรียนลองเปิด และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าทำไมจึงเปิดฝาขวดได้ยาก
2. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ร่วมกันสำรวจตรวจสอบหรือออกแบบการทดลองเพื่อหาวิธีเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันโดย
 - 2.1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ
 - 2.2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายๆวิธี
 - 2.3 เลือกเทคนิควิธีสำรวจตรวจสอบที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
 - 2.4 เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูล

2.5 นำเสนอผลงาน

3. ครุมนำนักเรียนอภิปรายและสรุปวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน นักเรียนจัดบันทึก

การเตรียมการล่วงหน้า

มอบหมายนักเรียนศึกษาเรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน ล่วงหน้า 2 สัปดาห์

สื่อการเรียนรู้

1. ขวดฝาเกลียว 10 ใบ
2. ยางวงหรือหนังสือ 50 เล่ม
3. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน
4. สื่อที่นักเรียนจัดหาหรือสร้างขึ้นเพื่อศึกษาการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการนำเสนอผลงาน การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน	แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
4. ประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการศึกษา
การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันได้

ปัญหา

.....

สมมติฐาน

.....

การกำหนดตัวแปร

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

.....

วิธีการทดลอง

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

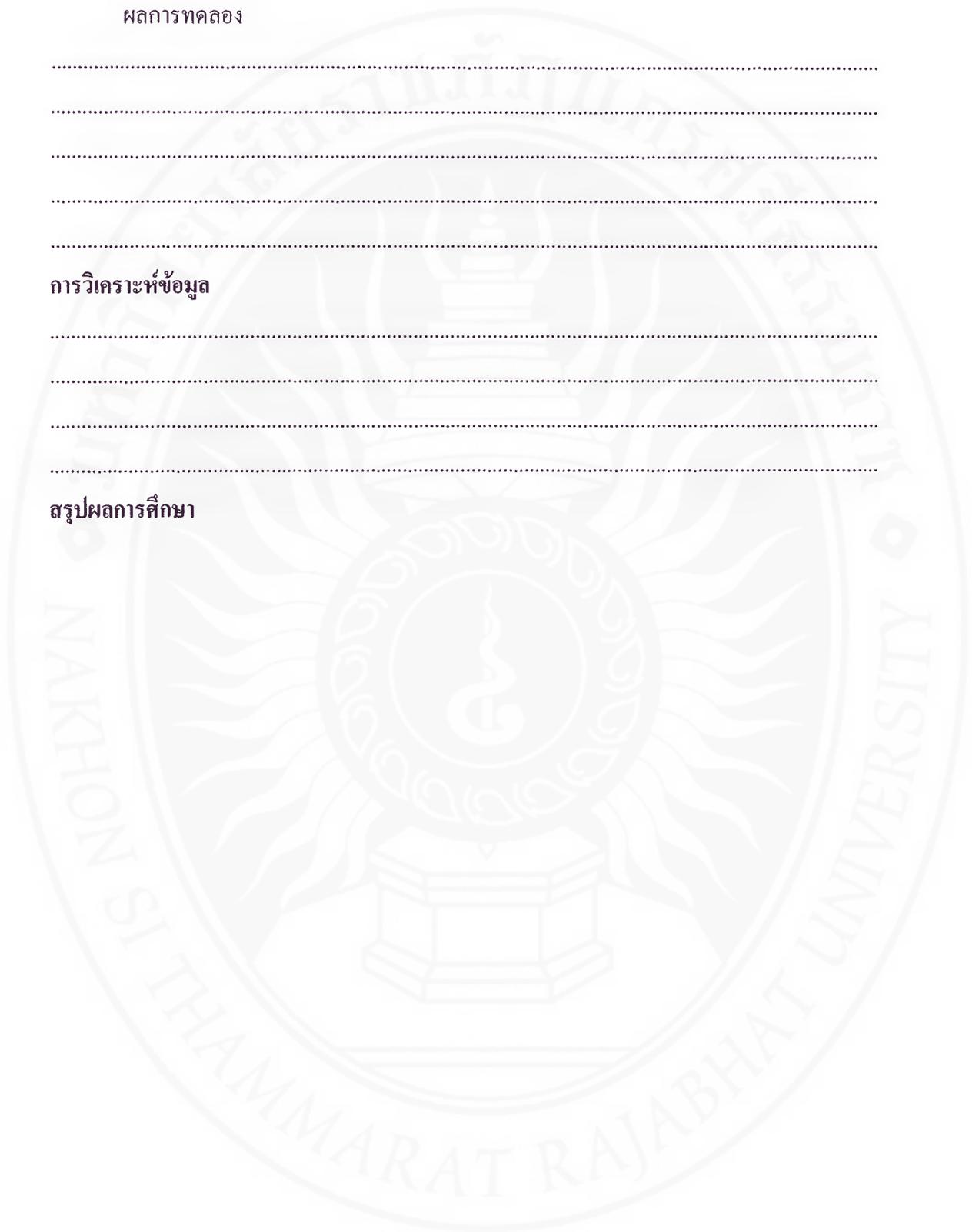
การวิเคราะห์ข้อมูล

.....

.....

.....

สรุปผลการศึกษา



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยเรง	เรื่อง โมเมนต์ของแรง	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33103 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

โมเมนต์ของแรง หมายถึง ผลคูณของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร (N-m) เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุนั้นอยู่ในภาวะสมดุล จะได้ว่าผลรวมของ โมเมนต์ของแรงที่หมุนตามเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของ โมเมนต์ของแรงที่ หมุนทวนเข็มนาฬิกา

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายหลักการของ โมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ (ว 4.2-2)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองและอธิบายหลักการของ โมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลอง การอภิปรายเกี่ยวกับหลักการของ โมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ

กิจกรรมการเรียนรู้(การทดลอง)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำอภิปรายว่าเมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ บางกรณีจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งไป แต่บางกรณีจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบหมุน
2. นักเรียนนำไม้บรรทัดวางบนโต๊ะ ใช้นิ้วผลัก ไม้บรรทัด โดยให้แรงอยู่ในแนวเดียวกับ ไม้บรรทัด สังเกตว่า ไม้บรรทัดหมุนหรือไม่ให้นักเรียนลองทำดูว่าต้องออกแรงกระทำต่อไม้บรรทัดอย่างไรจึงจะทำให้ไม้บรรทัดหมุน ซึ่งควรจะได้ข้อสรุปว่าเมื่อออกแรงกระทำในแนวตั้งฉาก หรือ ออกแรงทำมุมใด ๆ โดยแรงนั้นต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกับ ไม้บรรทัด จะทำให้ไม้บรรทัดหมุน หลังจากนั้นใช้นิ้วผลักที่ปลายด้านขวา สังเกตไม้บรรทัดหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา ผลักปลายด้านซ้าย สังเกตทำนองเดียวกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าการหมุนของวัตถุมี 2 แบบ คือ การหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา
3. ครูให้ความรู้ว่าการที่มีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนเรียกว่าเกิด โมเมนต์ของแรง

4. ครูอธิบายหลักการของโมเมนต์ การคำนวณโมเมนต์ โดยใช้ใบความรู้ที่ 5

5. นักเรียนศึกษาวิธีทดลองเรื่องสมดุลของคานจากใบกิจกรรมที่ 5 วางแผนการทดลอง
ทำการทดลองสังเกตบันทึกบันทึกผล และนำเสนอผลการทดลอง

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง

7. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 1 อัน

2. ลูกทราย กลุ่มละ 1 ลูก

3. คานอะลูมิเนียมยาว 60 เซนติเมตรกลุ่มละ 1 อัน

4. ไม้บรรทัดพลาสติกยาว 30 เซนติเมตรคนละ 1 อัน

5. ใบความรู้ที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง

6. ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องสมดุลของคาน

7. แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องโมเมนต์ของแรง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องสมดุลของคาน	แบบประเมินการทดลอง	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตจิตวิทยาศาสตร์	แบบประเมินวิทยาศาสตร์	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 5

เรื่อง โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ ในบางกรณีจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบหมุน เนื่องจากแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล จึงทำให้วัตถุนั้นหมุนรอบจุดศูนย์กลางมวล หรือถ้าวัตถุถูกยึดติดกับแกนหมุน โดยแกนนั้น ไม่จำเป็นต้องอยู่ที่จุดศูนย์กลางมวล วัตถุก็จะหมุนรอบแกนนั้นซึ่งเรียกว่าจุดหมุน เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ โดยทิศทางของแรงที่กระทำตั้งฉากกับระยะทางจากจุดหมุนถึงแนวแรง ผลที่เกิดขึ้นเรียกว่าโมเมนต์ของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

โมเมนต์ของแรง = แรง \times ระยะทางจากจุดหมุน ไปตั้งฉากกับแนวแรง

หรือ $M = F \times d$

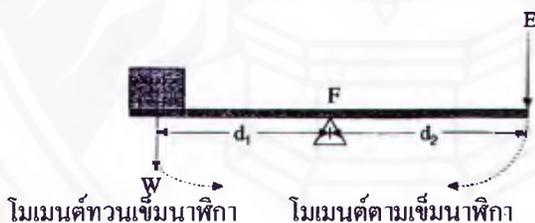
เมื่อกำหนดให้ $M =$ โมเมนต์ของแรง มีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร (N-m)

$F =$ แรงที่กระทำ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

$d =$ ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

โมเมนต์ของแรงแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา เป็น โมเมนต์ที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนไปในทิศตามเข็มนาฬิกา จากภาพที่ 5.1 โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับ $E \times d_2$
2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา เป็น โมเมนต์ที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนไปในทิศทวนเข็มนาฬิกา จากภาพที่ 5.1 โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับ $W \times d_1$



ภาพที่ 5.1 ชนิดของโมเมนต์

ที่มา: ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และคณะ (2546: 60)

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุนั้นอยู่ในภาวะสมดุลจะได้ว่าผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่หมุนทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่หมุนตามเข็มนาฬิกา เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

หรือ $W \times d_1 = E \times d_2$

ใบกิจกรรมที่ 6

เรื่องสมดุลของคาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทำการทดลองหาค่าโมเมนต์ของแรงได้
2. เปรียบเทียบผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเมื่อคานอยู่ในภาวะสมดุล

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. แขนคานให้สมดุลในแนวระดับ
2. ชั่งน้ำหนักของถ่วงทรายโดยใช้เครื่องชั่งสปริง อ่านค่าในหน่วยนิวตัน
3. แขนถ่วงทรายมวล 500 กรัม ทางขวาของคานห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร ใช้เครื่องชั่งสปริงดึงทางซ้ายของคานห่างจากจุดหมุน 15 เซนติเมตร ให้คานอยู่ในแนวระดับ บันทึกค่าแรงดึง
4. ทำซ้ำข้อ 3 โดยให้ถ่วงทรายห่างจากจุดหมุน 15 เซนติเมตร เครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร
5. ทำซ้ำข้อ 3 โดยให้ถ่วงทรายห่างจากจุดหมุน 10 เซนติเมตร เครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 25 เซนติเมตร

ผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. โมเมนต์ของแรงทางขวาของจุดหมุน และโมเมนต์ของแรงทางซ้ายของจุดหมุน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....
2. ถ้าออกแรงดึงคานทางขวาของจุดหมุน คานจะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา.....
เรียกโมเมนต์ของแรงทางขวาของจุดหมุนว่า.....
3. ถ้าออกแรงดึงคานทางซ้ายของจุดหมุน คานจะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา.....
เรียกโมเมนต์ของแรงทางซ้ายของจุดหมุนว่า.....

4. ถ้าเขนวงทฤษฎีที่ตำแหน่ง 5 เซนติเมตร ทางซ้ายของจุดหมุน และออกแรงค้ำคานทางขวาของจุดหมุน ที่ตำแหน่ง 5,10,15 เซนติเมตร ค่าแรงค้ำจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร.....

.....
สรุปผลการทำกิจกรรม



แบบฝึกหัดที่ 4

เรื่อง โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. จากภาพ กข เป็นวัตถุท่อนหนึ่งวางอยู่บนพื้นราบ ที่ปลาย ก เจาะเป็นรูกลมและมีตะปูตอกไว้อย่างหลวมๆ ถ้ามีแรง F_1 มากระทำที่ปลาย ข ดังภาพ (1) วัตถุท่อนนี้จะหมุนอย่างไร ถ้ามีแรง F_2 มากระทำที่ปลาย ข ดังภาพ (2) วัตถุท่อนนี้จะหมุนอย่างไร วาดภาพประกอบ

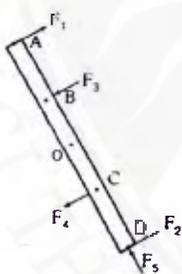


2. โมเมนต์ของแรง หมายถึง.....

3. โมเมนต์ของแรงมีค่าเท่ากับ.....

4. โมเมนต์ของแรง แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ.....

5. วัตถุท่อนหนึ่งหมุนรอบจุด O อยู่บนพื้น วัตถุท่อนนี้มีแรงกระทำ 5 แรง คือ F_1, F_2, F_3, F_4 และ F_5 โดยมีจุดที่กระทำและทิศทาง ดังภาพ



โมเมนต์ของ F_1 เป็น..... =.....

โมเมนต์ของ F_2 เป็น..... =.....

โมเมนต์ของ F_3 เป็น..... =.....

โมเมนต์ของ F_4 เป็น..... =.....

โมเมนต์ของ F_5 =..... เพราะ.....

6. หลักการของ โมเมนต์กล่าวว่า.....

ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดผิดเมื่อกล่าวถึงโมเมนต์ของแรง

- ก. ขึ้นอยู่กับขนาดของแรง
- ข. เป็นต้นเหตุทำให้เกิดการหมุน
- ค. ขึ้นอยู่กับระยะทางการเคลื่อนที่โดยแรง
- ง. ขึ้นอยู่กับระยะทางจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง

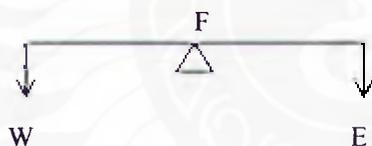
2. เมื่อทิศทางของแรงผ่านจุดหมุน ค่าโมเมนต์ของแรงนั้นจะมีค่าเท่าใด

- ก. เท่ากับศูนย์
- ข. น้อยที่สุด
- ค. มากที่สุด
- ง. ไม่แน่นอน

3. คานจะอยู่ในภาวะสมดุลเมื่อใด

- ก. จุดหมุนอยู่กึ่งกลางคานพอดี
- ข. คานโตสม่ำเสมอและเบามาก
- ค. น้ำหนักที่แขวนทางซ้ายและทางขวาของจุดหมุนเท่ากัน
- ง. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

4. กำหนดให้ E = แรงพยายาม, W = แรงต้านทาน, F = จุดหมุน จากภาพข้อใดถูกต้อง



- ก. E น้อยกว่า W
- ข. E เท่ากับ W
- ค. E มากกว่า W
- ง. ไม่แน่นอน

5. จากภาพ คาน AB จะอยู่ในลักษณะใด



- ก. วางตัวในแนวตั้ง
- ข. วางตัวในแนวระดับ
- ค. เอียงทางซ้าย
- ง. เอียงทางขวา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยเรง	เรื่องการวิเคราะห์และคำนวณ โมเมนต์	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33103 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

โมเมนต์ของแรงสามารถคำนวณโดยนำขนาดของแรงคูณกับระยะทางจากจุดหมุน ไปตั้งฉากกับแนวแรง หรือ $M = F \times d$

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

วิเคราะห์และคำนวณ โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ (ว 4.2-2)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. วิเคราะห์โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
2. คำนวณโมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

สาระการเรียนรู้

การวิเคราะห์และการคำนวณ โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้ (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)

1. นักเรียนดูภาพการหาของ การยกยอ และร่วมกันอภิปรายว่ากิจกรรมแต่ละภาพใช้หลักการของโมเมนต์หรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ร่วมกันศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำกิจกรรมที่ 7 เรื่องการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายภาพการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากใบกิจกรรมที่ 7 มีการใช้หลักของโมเมนต์ของแรงอย่างไร
4. ครูอธิบายการคำนวณ โมเมนต์ของแรง โดยใช้ใบความรู้ที่ 6
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องการคำนวณ โมเมนต์ของแรง

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 6 เรื่องการคำนวณ โมเมนต์ของแรง
2. ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่องการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง
3. แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องการคำนวณ โมเมนต์ของแรง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการวิเคราะห์ โมเมนต์ของแรง	แบบประเมินการอภิปราย	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบกิจกรรมที่ 7

เรื่องการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

คำสั่ง

นักเรียนดูภาพกิจกรรมต่าง ๆ แล้วร่วมกันอภิปรายในกลุ่มว่ากิจกรรมเหล่านี้ใช้หลักการโมเมนต์ของแรงหรือไม่ อย่างไร

1. การเปิดฝาขวด

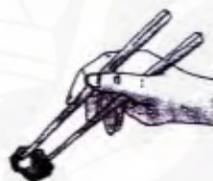


.....

.....

.....

2. การใช้ตะเกียบคีบอาหาร



.....

.....

.....

3. การคีบน้ำแข็ง



.....

.....

.....

4. การถอนตะปู

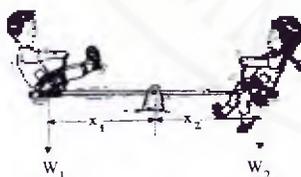


.....

.....

.....

5. การเล่นกระดานหก



6. การขันนอต



ใบความรู้ที่ 6

เรื่องการคำนวณโมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การคำนวณโมเมนต์ของแรงใช้สูตร

1. โมเมนต์ของแรง = แรง \times ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง

หรือ $M = F \times d$

2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

ตัวอย่างการคำนวณ โมเมนต์ของแรง

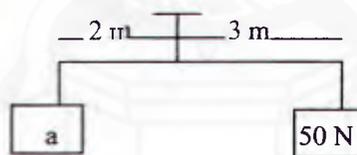
ตัวอย่างที่ 1 จงหาโมเมนต์ของแรงที่เกิดจากเด็กชายนั่งบนไม้กระดานหก



$$\begin{aligned} \text{โมเมนต์ของแรง} &= \text{แรง} \times \text{ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง} \\ &= 300 \text{ N} \times 1.5 \text{ m} \\ &= 450 \text{ N}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

โมเมนต์ของแรงขนาด 450 นิวตัน-เมตร หมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา

ตัวอย่างที่ 2 จากภาพ a มีค่าเท่าใดคานจึงจะสมดุล



โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

$$a \text{ N} \times 2 \text{ m} = 50 \text{ N} \times 3 \text{ m}$$

$$a = \frac{150 \text{ N}\cdot\text{m}}{2 \text{ m}}$$

$$= 75 \text{ N}$$

a มีค่าเท่ากับ 75 นิวตัน คานจึงจะสมดุล

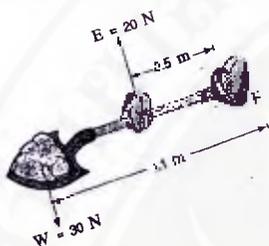
แบบฝึกหัดที่ 5

เรื่องการคำนวณโมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. จากภาพ จงหาโมเมนต์ของแรง E และ W



.....

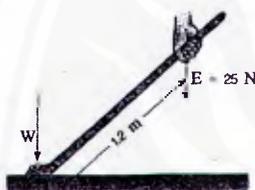
.....

.....

.....

.....

2. จากภาพ จงหาโมเมนต์ของแรง E



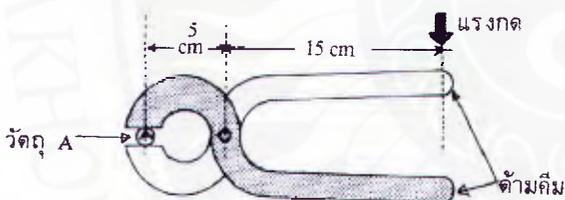
.....

.....

.....

.....

3. เมื่อใช้คีมตัดวัตถุ A ดังภาพ ถ้าวัตถุ A ทนแรงตัดได้ 75 นิวตัน จะต้องออกแรงกดที่ปลายคีมคีมเท่าใด จึงจะตัดวัตถุ A ได้



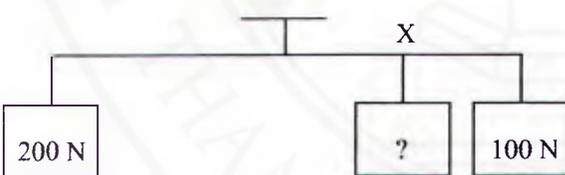
.....

.....

.....

.....

4. คานยาว 2 เมตร มีน้ำหนักถ่วงที่ปลายทั้ง 2 ข้าง ดังภาพ จะต้องใช้น้ำหนักถ่วงที่จุด X ซึ่งห่างจากจุดหมุน 0.5 เมตร เท่าใดจึงจะทำให้คานสมดุล



.....

.....

.....

5. ถ้าออกแรงพยายาม 40 นิวตัน กระทำห่างจากจุดหมุน 5 เมตร เพื่อยกวัตถุซึ่งวางอยู่ห่างจากจุดหมุนออกไปอีกข้างหนึ่ง 0.8 เมตร จะยกวัตถุได้หนักที่สุดเท่าใด (เมื่อไม่คือน้ำหนักของคาน)

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยเรขาคณิต	เรื่อง โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33103 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวัน เครื่องใช้หลายชนิดอาศัยหลักการของโมเมนต์ในการทำงาน เช่น คาน คานจําแนกเป็น 3 อันดับ โดยใช้ระยะสัมพันธ์ของตำแหน่งจุดหมุน แรงพยายาม แรงต้านทาน เป็นเกณฑ์ในการจําแนก คานบางชนิดจะช่วยผ่อนแรง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการนำหลักการของโมเมนต์ของแรงไปใช้ประโยชน์ (ว 4.2-2)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการ โมเมนต์ของแรง
2. อธิบายและยกตัวอย่างการนำหลักการของโมเมนต์ของแรงไปใช้ประโยชน์
3. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้

การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายการใช้ประโยชน์โมเมนต์ของแรงในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการเรียนรู้ (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนดูกรรไกรตัดกระดาษ ที่เปิดขวด เครื่องเย็บกระดาษ กรุณาอภิปรายว่าเครื่องใช้ที่มีลักษณะเป็นแท่งยาวและอาศัยหลักการของโมเมนต์ในการทำงานเรียกว่า คาน คานจําแนกเป็น 3 อันดับ จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม
 - 1.1 กรรไกรตัดกระดาษ ที่เปิดขวด เครื่องเย็บกระดาษ เป็นคานประเภทเดียวกันหรือไม่
 - 1.2 คานทั้งสามชนิดนี้ผ่อนแรงได้หรือไม่
2. นักเรียนศึกษาเรื่องโมเมนต์ในชีวิตประจำวัน จากใบความรู้ที่ 7 ร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม และเขียนแผนภาพแสดงองค์ประกอบของคาน
3. นักเรียนสืบค้นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการของโมเมนต์ กลุ่มละ 1 ชนิด ประกอบด้วยหัวข้อ ชื่อเครื่องใช้ อันดับของคาน องค์ประกอบของคาน และประโยชน์ จัดเตรียมสื่อ ถ้าเครื่องใช้ไม่ใหญ่มากให้ใช้สื่อของจริง แต่ถ้าใหญ่มากให้ใช้ภาพหรือแบบจำลอง

4. นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการของโมเมนต์

5. นักเรียนจับบันทึกชื่อکان ประเภท การนำมาใช้ประโยชน์

การเตรียมการล่วงหน้า

มอบหมายนักเรียนสืบค้นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการของโมเมนต์ ล่วงหน้า

2 สัปดาห์ โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน ผู้ปกครองของนักเรียน ปราชญ์ชาวบ้าน

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 7 เรื่องโมเมนต์ในชีวิตประจำวัน
2. ตัวอย่างเครื่องใช้ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้หลักการของโมเมนต์

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการนำเสนอผลงาน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้ หลักการของโมเมนต์	แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 7

เรื่อง โหมดเมนต์ในชีวิตประจำวัน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เครื่องใช้หลายชนิดอาศัยหลักการของโมเมนต์ในการทำงาน เช่น คาน คานมีลักษณะเป็นแท่งยาว อาจจะตรงหรือโค้งงอก็ได้ มีองค์ประกอบในการทำงาน 3 ส่วน คือ แรงต้านทาน (W) แรงพยายาม (E) และจุดหมุน (F) คานจำแนกเป็น 3 อันดับ ดังนี้

1. คานอันดับ 1 มีจุดหมุนอยู่ระหว่างแรงพยายามและแรงต้านทาน ตัวอย่างคานอันดับ 1 ได้แก่ ฆะแลง กรรไกร คีมตัดลวด ค้อน

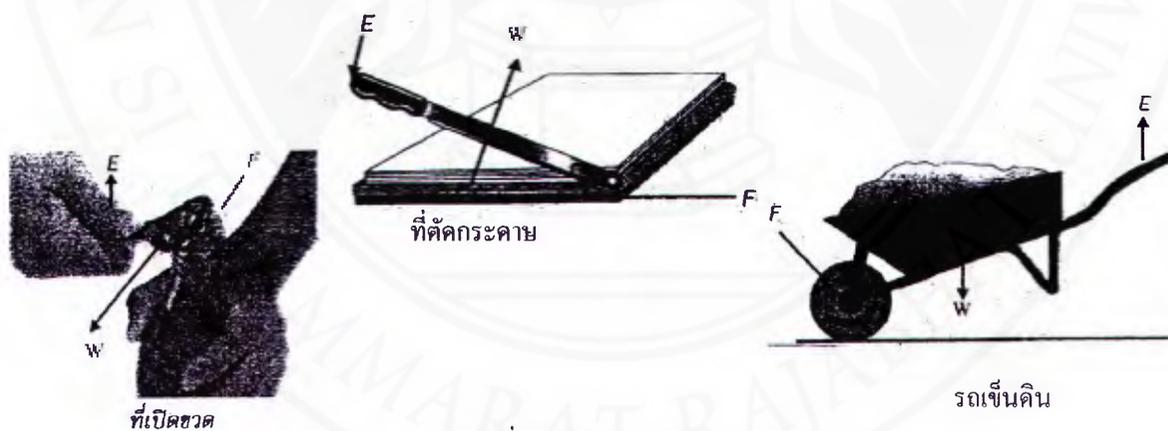


ภาพที่ 7.1 คานอันดับ 1

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 102)

คานอันดับ 1 จะผ่อนแรงได้ก็ต่อเมื่อระยะจาก $E - F$ มากกว่า $W - F$

2. คานอันดับ 2 มีแรงต้านทานอยู่ระหว่างแรงพยายามและจุดหมุน ตัวอย่างคานอันดับ 2 ได้แก่ รถเข็นดิน ที่เปิดขวด ที่ตัดกระดาษ ที่หนีบกล้วย



ภาพที่ 7.2 คานอันดับ 2

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 103)

คานอันดับ 2 จะผ่อนแรงได้ทุกชนิด เพราะจากระยะ $E - F$ มากกว่า $W - F$

3. คานอันดับ 3 มีแรงพยายามอยู่ระหว่างแรงต้านทานและจุดหมุนตัวอย่างคานอันดับ 3 ได้แก่ เหน็บ ตะเกียบ พลั่ว คีมคีบน้ำแข็ง ปากกา ไม้กวาด เครื่องเย็บกระดาษ



ภาพที่ 7.3 คานอันดับ 3

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 103)

คานอันดับ 3 จะไม่ผ่อนแรง เพราะระยะจาก E - F น้อยกว่า W - F

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล	นางสาวประณีต เจริญวาสน์
วัน เดือน ปี เกิด	28 ตุลาคม 2503
สถานที่เกิด	อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	90 หมู่ที่ 12 ตำบลขุนทะเล อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80230
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ อำเภอพระพรหม จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2522	มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ.2524	ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาระดับสูง (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) วิทยาลัยครู นครศรีธรรมราชอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
พ.ศ.2527	ศึกษาศาสตรบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

สื่อการเรียนรู้

1. เชือกไนลอนเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ยาว 2 เมตร 6 เส้น
2. ขวด 2 ใบ
3. ไข่ต้ม 2 ฟอง
4. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 3 อัน
5. วงแหวน กลุ่มละ 1 อัน
6. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องสมดุลของแรง
7. ใบความรู้ที่ 3 เรื่องสมดุลของแรง
8. แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องสมดุลของแรง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	ได้ 4 ข้อ ใน 5 ข้อ ผ่านเกณฑ์
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องสมดุลของแรง	แบบประเมินการทำการทดลอง	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์
3. สังเกตการอภิปราย การเกิดสมดุลของแรง	แบบประเมินการอภิปราย	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์
4. สังเกตจิตวิทยาศาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ได้ 14 คะแนน จาก 18 คะแนน ผ่านเกณฑ์

ใบความรู้ที่ 3

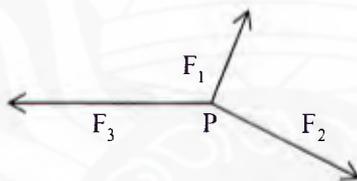
เรื่องสมดุลของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุนั้นอยู่ในสภาพนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ พบว่า ผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ ซึ่งกล่าวได้ว่าขณะนั้นวัตถุนั้นอยู่ในสภาพสมดุล ดังตัวอย่าง

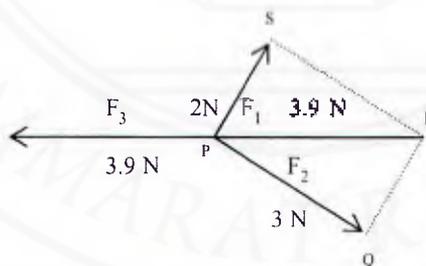
เมื่อดึงวงแหวนด้วยแรง 3 แรง จนวงแหวนอยู่นิ่งและลากเส้นแทนแนวแรง พบว่าแนวแรงทั้ง 3 แรง จะตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ดังภาพที่ 3.1 ซึ่งในที่นี้ F_1 , F_2 และ F_3 คือแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.1 แนวแรง 3 แรงพบกันที่จุด P

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 22)

จากภาพที่ 3.1 เมื่อเขียนเวกเตอร์ของแรงทั้ง 3 แรง โดยให้ความยาวของเวกเตอร์เป็นสัดส่วนกับขนาดของแรง สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน PQRS โดยให้ขนาดของแรง F_1 และ F_2 เป็นด้านของสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังภาพที่ 3.2 พบว่าความยาวเส้นทแยงมุม PR ของสี่เหลี่ยมด้านขนานจะมีขนาดเท่ากับความยาวของเวกเตอร์ F_3 และอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน จึงกล่าวได้ว่าเมื่อวงแหวนอยู่นิ่ง ขนาดของ F_3 เท่ากับผลรวมของ F_1 และ F_2 แต่ทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นผลรวมของ F_1 และ F_2 จะเท่ากับ PR ด้วย จึงสรุปได้ว่า PR เป็นผลรวมของ F_1 และ F_2



ภาพที่ 3.2 สี่เหลี่ยมด้านขนาน PQRS

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 22)

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่องสมคูลของแรง

วิชา ว33101วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทดลองและอธิบายการรวมแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมต่อกัน

ปัญหา.....

สมมติฐาน

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ผูกเชือก 2 เส้นเข้ากั๊บวงแหวน แล้วนำปลายเชือกด้านที่เหลือแต่ละด้านผูกกับขอเกี่ยวของเครื่องชั่งสปริงด้านละเครื่อง แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในทิศทางต่างๆจนทำให้วงแหวนอยู่นิ่ง บันทึกค่าแรงและแนวแรงบนกระดาษที่สอดอยู่ใต้วงแหวน



ภาพที่ 3.3 การดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 21)

2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่ดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อัน บันทึกขนาดและทิศทางของแรงพร้อมทั้งเขียนแนวแรงบนกระดาษ

3. เขียนเวกเตอร์ของแรง 3 แรง ที่กระทำต่อวงแหวนบนกระดาษจากข้อ 2 โดยให้ความยาวของเวกเตอร์เป็นสัดส่วนกับขนาดของแรง สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยใช้เวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ที่เขียนขึ้น เป็นด้าน 2 ด้านของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ผลการทำกิจกรรม

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. ค้างวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน จนวนวงแหวนอยู่นิ่ง ค่าแรงและแนวแรงเป็นอย่างไร.....

.....

2. ค้างวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อัน จนวนวงแหวนอยู่นิ่ง แรงทั้งสามแรงมีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร และผลรวมของแรง 2 แรงจะเท่ากับแรงที่อยู่ด้านตรงข้ามหรือไม่ อย่างไร.....

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 3

เรื่องสมดุลของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. จงอธิบายภาพ



2. จงพิจารณาว่าแรงที่กระทำวัตถุต่อไปนี้อยู่ในสภาพสมดุลหรือไม่ เพราะเหตุใด

2.1 นักยิมนาสติกทรงตัวอยู่บนคานทรงตัว.....

2.2 เรือลอยลำอยู่บนผิวน้ำที่สงบนิ่ง.....

2.3 มะพร้าวหล่นจากต้นเนื่องจากแรงโน้มถ่วง.....

2.4 การหมุนของใบพัดพัดลม.....

2.5 นักกรีฑาวิ่งแข่งขัน 100 เมตร.....

ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. ถ้าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเท่ากับศูนย์ วัตถุจะมีสภาพการเคลื่อนที่เป็นอย่างไร

ก. หยุดนิ่ง

ข. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ค. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้น

ง. ถูกทั้งข้อ ก และ ข

2. วัตถุชิ้นหนึ่งหยุดนิ่ง ถ้ามีแรง 2 แรง ขนาดเท่ากันมากระทำในทิศทางตรงกันข้าม วัตถุจะเป็นอย่างไร

ก. หยุดนิ่ง

ข. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ค. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากขึ้น

ง. เคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลง

3. รถยนต์คันหนึ่งแล่นด้วยความเร็วคงที่ 90 กิโลเมตร/ชั่วโมง ข้อใดกล่าวถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของรถไม่ถูกต้อง

ก. รถยนต์อยู่ในสภาพสมดุล

ข. รถมีความเร่งในการเคลื่อนที่

ค. แรงลัพธ์ที่กระทำต่อรถเท่ากับศูนย์

ง. ผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อรถเท่ากับศูนย์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยแรง

เรื่องแรงเสียดทาน

เวลา 3 คาบ

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ แรงเสียดทานเกิดขึ้นได้ทั้งวัตถุที่ไม่เคลื่อนที่และวัตถุที่เคลื่อนที่ มีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานมี 2 ประเภท คือแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ แรงเสียดทานมีค่าขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและลักษณะผิวสัมผัสของวัตถุ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายหลักการของแรงเสียดทาน (ว 4.2-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายความหมายของแรงเสียดทาน แรงเสียดทานสถิต และแรงเสียดทานจลน์
2. ทดลองเรื่องแรงเสียดทาน และอธิบายปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อแรงเสียดทาน
3. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
4. มีทักษะในการสร้างผังมโนทัศน์เรื่องแรงเสียดทาน
5. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลองและการอภิปรายเกี่ยวกับแรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ

ในเชิงคุณภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้ (การทดลอง)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนวางไม้บรรทัดบนนิ้วชี้ของมือทั้งสองข้าง แล้วเลื่อนนิ้วชี้ทั้งสองเข้าหากัน พบว่านิ้วเลื่อนทีละข้าง ไม่ได้เลื่อนพร้อมกัน หลังจากนั้นนักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้

1.1 เพราะเหตุใดนิ้วจึงเลื่อนทีละข้าง (แรงเสียดทานระหว่างนิ้วทั้งสองกับ ไม้บรรทัดไม่เท่ากัน เนื่องจากน้ำหนักไม้บรรทัดที่ตกลงบนนิ้วแต่ละข้างไม่เท่ากัน)

1.2 นิ้วที่เลื่อนน้ำหนักไม้บรรทัดที่ตกลงมามากกว่าหรือน้อยกว่า (น้อยกว่า)

1.3 แสดงว่าแรงเสียดทานจะมีค่าหรือน้อยขึ้นอยู่กับ (น้ำหนักของวัตถุ)

1.4 ยังมีปัจจัยใดอีกบ้างที่มีผลต่อแรงเสียดทาน (ลักษณะผิวสัมผัส)

ขั้นการเรียนรู้

2. ขั้นเตรียมการทดลอง

2.1 นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ วิธีทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน จากใบกิจกรรมที่ 4 ระบุ ปัญหา สมมติฐาน และตัวแปรของการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความสอดคล้อง

2.2 ครูตรวจสอบความเข้าใจโดยใช้คำถาม นักเรียนต้องใช้ถุงทรายที่ถุง ต้องทำการทดลองกี่ครั้ง อ่านค่าแรงดึงเมื่อใดบ้าง

3. ขั้นดำเนินการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

4. ขั้นนำเสนอผลการทดลอง นักเรียนนำผลการทดลองที่บันทึกไว้มาอภิปรายร่วมกันในกลุ่ม จัดกระทำข้อมูลให้เป็นระบบ บันทึกในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องกลุ่มละ 1 ชุด

5. ขั้นสรุปผลการทดลอง นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้แนวคำถามจากใบกิจกรรม และสรุปผลการทดลองในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องกลุ่มละ 1 ชุด

6. ขั้นประเมินการทดลอง ครูนำอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง โดยใช้ข้อมูลจากผลงานนักเรียนในข้อ 4 และ 6 จนได้ข้อสรุปว่า แรงเสียดทานคือแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส แรงเสียดทานจะมีค่ามากที่สุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่แล้วแรงเสียดทานจะลดลง ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานคือมวลหรือน้ำหนักของวัตถุและลักษณะผิวสัมผัส นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องของสมมติฐานกับสรุปผลการทดลอง

ขั้นทบทวนบทเรียน

7. นักเรียนศึกษาเรื่องแรงเสียดทานจากใบความรู้ที่ 4 ครูอธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน นักเรียนในกลุ่มแบ่งงานกันทำโดยสมาชิกคนที่ 1 อ่านโจทย์ สมาชิกคนที่ 2 เขียนคำตอบ สมาชิกคนที่ 3, 4 ตอบคำถาม ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กัน ในการตอบคำถามข้อต่อไปจนเสร็จทุกข้อ

6. แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบ หลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มผลัดกันตรวจคำตอบ โดยครูมีแนวเฉลยคำตอบให้ ประกาศผลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

ขั้นสรุปบทเรียน

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนรู้เรื่องแรงเสียดทาน โดยการสร้างผังมโนทัศน์

8. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเรื่องแรงเสียดทาน

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 1 อัน
2. ถูทราย กลุ่มละ 3 ถู
3. ถูพลาสติก กลุ่มละ 1 ถู
4. ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน
5. ใบความรู้ที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน
6. แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน
7. ไม้บรรทัดพลาสติกยาว 12 นิ้ว คนละ 1 อัน

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	ได้ 4 ข้อ ใน 5 ข้อ ผ่านเกณฑ์
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน	แบบประเมินการทำการทดลอง	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์
3. ตรวจสอบการสร้างผังมโนทัศน์	แบบประเมินการสร้าง ผังมโนทัศน์	ได้ 11 คะแนน จาก 15 คะแนน ผ่านเกณฑ์
4. สังเกตจิตวิทยาาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์	ได้ 14 คะแนน จาก 18 คะแนน ผ่านเกณฑ์

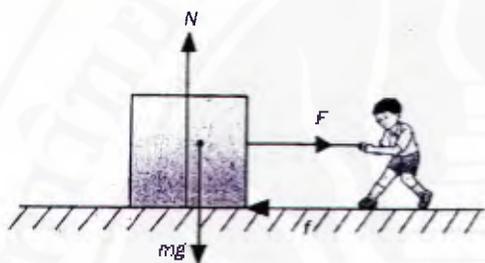
ใบความรู้ที่ 4

เรื่อง แรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุสองชิ้น มีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ



N คือ แรงที่พื้นดันวัตถุ

mg คือ น้ำหนักของวัตถุที่กดลงบนพื้น

F คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ

f คือ แรงเสียดทาน

ภาพที่ 4.1 แรงเสียดทาน

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 82)

แรงเสียดทานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แรงเสียดทานสถิต คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง แรงเสียดทานสถิตมีได้หลายค่าและมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
2. แรงเสียดทานจลน์ คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในสภาวะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทานได้แก่ มวลของวัตถุหรือน้ำหนักของวัตถุที่กดพื้น และลักษณะผิวสัมผัสของวัตถุ แรงเสียดทานจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อวัตถุมีมวลเพิ่มขึ้นหรือวัตถุมีผิวสัมผัสเป็นผิวหยาบหรือขรุขระ

การเคลื่อนที่ของวัตถุบนผิวสัมผัสใด ๆ จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นเสมอ บางครั้งจำเป็นต้องมีแรงเสียดทานมากจึงจะทำให้การเคลื่อนที่สะดวกขึ้น เช่น การเดิน การวิ่ง จึงมีการทำลวดลายที่พื้นรองเท้า ทำดอกยางที่ล้อรถ เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน บางครั้งจำเป็นต้องลดแรงเสียดทาน เพื่อให้วัตถุบางชนิดเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น เช่น การใช้น้ำมันหล่อลื่น จาระบี ตลับลูกปืน เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ อวัยวะในร่างกาย เช่น กระดูกข้อพับ ข้อต่อ จะมีน้ำไขข้อระหว่างกระดูก ทำให้กระดูกข้อต่อเคลื่อนไหว่ได้สะดวกและลดแรงเสียดทาน



ภาพที่ 4.2 ดอกยางที่ล้อรถและตลับลูกปืน

ที่มา: ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และคณะ

(2546: 53-54)



ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่องแรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลองและอธิบายแรงเสียดทาน
2. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

ปัญหา.....

สมมติฐาน

ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ลากถุงทราย 1 ถุง ด้วยเครื่องชั่งสปริง จนถุงทรายเคลื่อนที่ บันทึกค่าแรงที่อ่านได้เมื่อถุงทรายเริ่มเคลื่อนที่ และเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่วางถุงทรายทับลงไปจำนวน 1 และ 2 ถุง ตามลำดับ
3. ทำซ้ำข้อ 1 และ ข้อ 2 แต่หุ้มถุงทรายต่างสุดด้วยพลาสติก

ผลการทำกิจกรรม

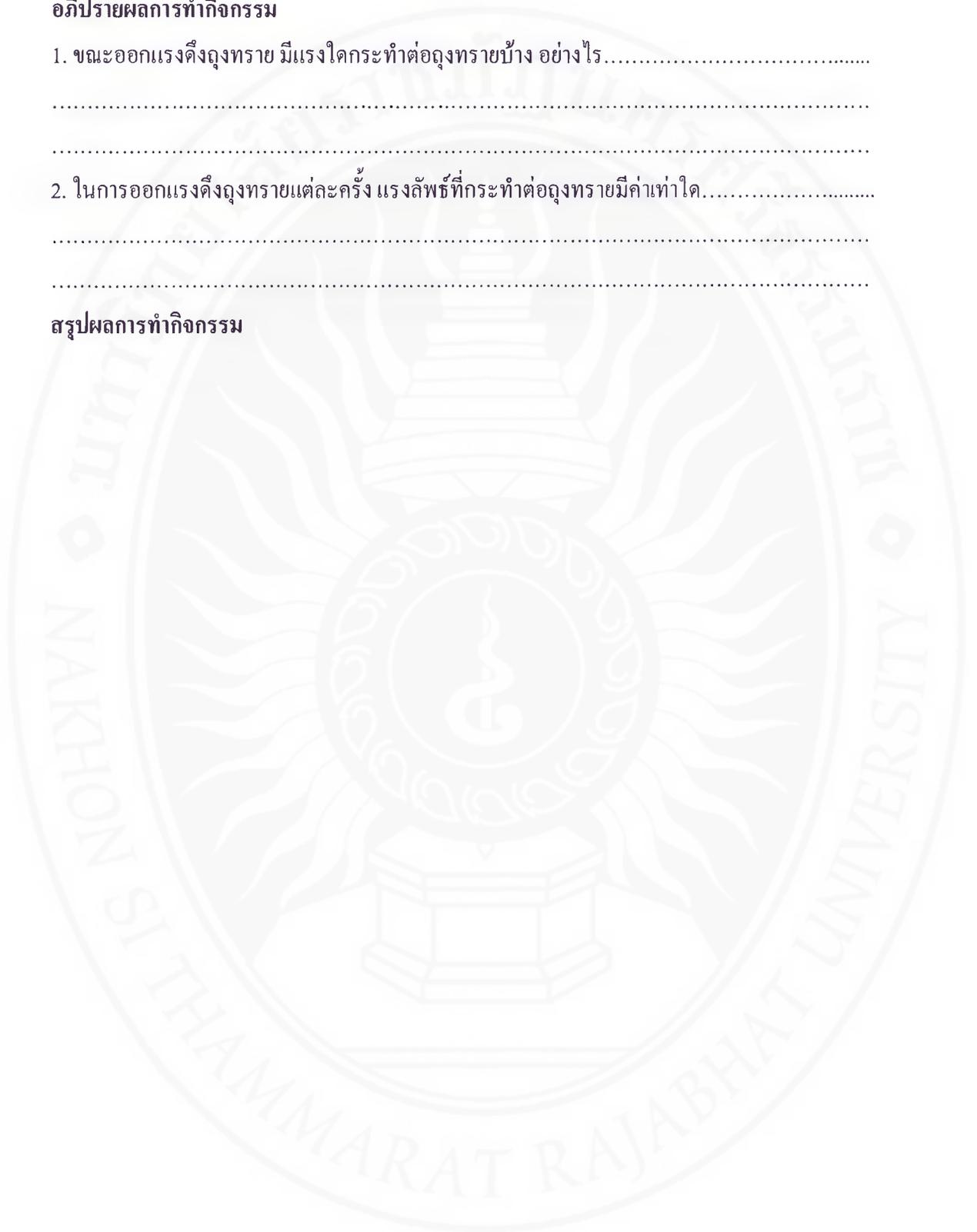
อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. ขณะออกแรงดึงตุ้บทราย มีแรงใดกระทำต่อตุ้บทรายบ้าง อย่างไร.....

.....

2. ในการออกแรงดึงตุ้บทรายแต่ละครั้ง แรงลัพธ์ที่กระทำต่อตุ้บทรายมีค่าเท่าใด.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 4

เรื่องแรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. แรงเสียดทาน หมายถึง.....
2. แรงเสียดทาน เกิดขึ้นเมื่อ.....
3. แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ.....
4. วัตถุวางอยู่บนพื้นผิวขรุขระ มีแรงเสียดทานสถิตพอดีเคลื่อนที่ 10 นิวตัน จงหาแรงเสียดทานเมื่อ



วัตถุวางนิ่งอยู่เฉยๆ.....
 ออกแรงดึง $F = 5$ นิวตัน
 วัตถุเริ่มเคลื่อนที่.....

 $f_s = 1, 2, 3, \dots 10$

ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. ข้อใดกล่าวถึงแรงเสียดทาน ไม่ถูกต้อง
 - ก. เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส
 - ข. ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส
 - ค. ขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส
 - ง. ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุที่กดลงบนพื้น
2. ข้อใดกล่าวถูกต้อง
 - ก. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ
 - ข. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางขนานกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ
 - ค. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ
 - ง. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ
3. ข้อใดยังไม่เกิดแรงเสียดทาน
 - ก. รถแล่นบนถนน
 - ข. นกบินอยู่ในอากาศ
 - ค. ปลาว่ายอยู่ในน้ำ
 - ง. หนังสือวางอยู่บนโต๊ะ
4. ถ้าไม่มีแรงเสียดทานระหว่างมือกับแก้วน้ำ การหยิบแก้วน้ำจะเป็นอย่างไร
 - ก. ออกแรงน้อย
 - ข. ออกแรงมาก
 - ค. ไม่ต้องออกแรง
 - ง. หยิบแก้วน้ำไม่ได้
5. การใช้น้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์เพื่ออะไร
 - ก. ป้องกันสนิม
 - ข. ลดความร้อน
 - ค. ลดแรงเสียดทาน
 - ง. เพิ่มพลังงานของเครื่องยนต์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยเรขาคณิต	เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวันบางสถานการณ์มีการลดแรงเสียดทาน เพื่อลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ ลดการสูญเสียพลังงานหรือเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ได้สะดวก แต่ในบางสถานการณ์มีการเพิ่มแรงเสียดทาน เพื่อความปลอดภัยในการเคลื่อนที่ หรือเพื่อให้ทำกิจกรรมบางอย่างที่ต้องการแรงเสียดทานได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

วิเคราะห์แรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งเสนอแนวคิดที่จะเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ต่าง ๆ (ว 4.2-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่จำเป็นต้องเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันได้
2. กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการศึกษ การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันได้
3. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้

การทดลองเกี่ยวกับการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อการใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้ (วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำขวดที่เป็นฝาเกลียวและเปิดออกได้ยากมาให้นักเรียนลองเปิด และให้นักเรียนตอบคำถาม “ทำไมจึงเปิดฝาชวดได้ยาก” แนวคำตอบอาจเป็น ฝาชวดขันสนิม มีแรงเสียดทานระหว่างฝาชวดกับขวดมาก มีแรงเสียดทานระหว่างฝาชวดกับมือน้อย ฝาชวดลื่น ฯลฯ หลังจากนั้นให้นักเรียนเสนอแนะวิธีการที่จะทำให้เปิดฝาชวดได้ง่าย อาจใช้ผ้าคลุมฝาชวด ใต้งู่มือ ใช้ยางวงหรือหนังสติ๊กเกอร์รอบฝาชวดแล้วบิดฝาชวด ครูนำอภิปรายว่าวิธีการเหล่านั้นล้วนเป็นการเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างฝาชวดกับมือ

ขั้นการเรียนรู้

2. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ศึกษาและออกแบบการทดลองการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวัน โดยกลุ่มที่ 1-5 ศึกษาการเพิ่มแรงเสียดทาน กลุ่มที่ 6-10 ศึกษาการลดแรงเสียดทาน ไม่ให้เรื่องที่ศึกษาซ้ำกัน ตามขั้นตอนต่อไปนี้ และบันทึกผลในใบกิจกรรมที่ 5 เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

2.1.1 ขั้นกำหนดปัญหา นักเรียนกำหนดปัญหาที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า

2.1.2 ขั้นกำหนดสมมติฐาน นักเรียนร่วมกันตั้งสมมติฐานหลาย ๆ ข้อ แล้วเลือกสมมติฐานที่เป็นไปได้มาดำเนินการศึกษา

2.1.3 ขั้นรวบรวมข้อมูล นักเรียนร่วมกันวางแผนในการตรวจสอบสมมติฐาน ดำเนินการตรวจสอบจนได้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริง อาจทำการทดลองหรือค้นคว้าหาข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ บันทึกผลการทดลองหรือรวบรวมข้อมูล จัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในภาพที่วิเคราะห์ได้ง่าย

2.1.4 ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล นักเรียนนำข้อมูลมาแปลความหมาย

2.1.5 ขั้นสรุปผล นักเรียนนำข้อมูลมาสรุปเพื่อหาคำตอบของปัญหา และตรวจสอบสมมติฐานว่าเป็นจริงหรือไม่

ขั้นทบทวนบทเรียน

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอการศึกษาการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวัน

ขั้นสรุปบทเรียน

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนรู้เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน โดยสร้างผังมโนทัศน์

5. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย

การเตรียมการล่วงหน้า

มอบหมายนักเรียนศึกษาเรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน ล่วงหน้า 2 สัปดาห์

สื่อการเรียนรู้

1. ขวดฝาเกลียว 10 ใบ
2. ยางวงหรือหนังสติก 50 เส้น
3. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน
4. สื่อที่นักเรียนจัดหาหรือสร้างขึ้นเพื่อศึกษาการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ทำแบบทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	ได้ 4 ข้อ ใน 5 ข้อ ผ่านเกณฑ์
2. สังเกตกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	แบบประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	ได้ 16 คะแนน จาก 21 คะแนน ผ่านเกณฑ์
3. ตรวจสอบการสร้างผังมโนทัศน์	แบบประเมินการสร้างผังมโนทัศน์	ได้ 11 คะแนน จาก 15 คะแนน ผ่านเกณฑ์
4. ประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์

ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

วิชา 333101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการศึกษา
การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันได้

ปัญหา

สมมติฐาน

การกำหนดตัวแปร

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

วิธีการทดลอง

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

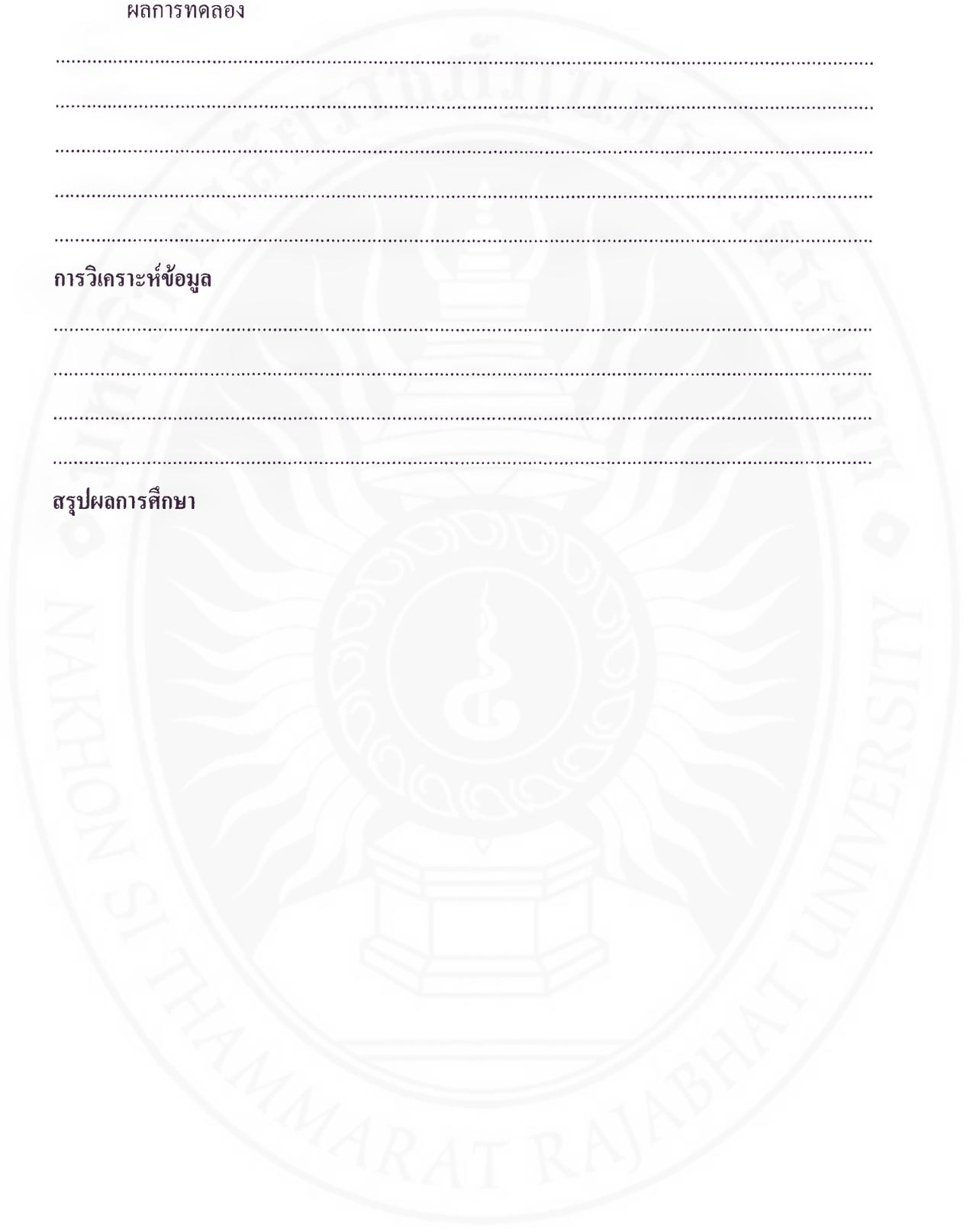
การวิเคราะห์ข้อมูล

.....

.....

.....

สรุปผลการศึกษา



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยเรง	เรื่องโมเมนต์ของแรง	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33103 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

โมเมนต์ของแรง หมายถึง ผลคูณของแรงกับระยะทางจากจุดหมุน ไปตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร (N-m) เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุนั้นอยู่ในภาวะสมดุล จะได้ว่าผลรวมของ โมเมนต์ของแรงที่หมุนตามเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของ โมเมนต์ของแรงที่ หมุนทวนเข็มนาฬิกา

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายหลักการของ โมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ (ว 4.2-2)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองและอธิบายหลักการของ โมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. มีทักษะในการสร้างผังมโนทัศน์เรื่องโมเมนต์ของแรง
4. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล
ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลอง การอภิปรายเกี่ยวกับหลักการของ โมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ

กิจกรรมการเรียนรู้ (การทดลอง)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำอภิปรายว่าเมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ บางกรณีจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งไป แต่บางกรณีจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบหมุน
2. นักเรียนนำไม้บรรทัดวางบนโต๊ะ ใช้นิ้วผลักไม้บรรทัด โดยให้แรงอยู่ในแนวเดียวกับไม้บรรทัด สังเกตว่าไม้บรรทัดหมุนหรือไม่ ให้นักเรียนลองทำดูว่าต้องออกแรงกระทำต่อไม้บรรทัดอย่างไรจึงจะทำให้ไม้บรรทัดหมุน ซึ่งควรจะได้ข้อสรุปว่าเมื่อออกแรงกระทำในแนวตั้งฉาก หรือ ออกแรงทำมุมใด ๆ โดยแรงนั้นต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกับไม้บรรทัด จะทำให้ไม้บรรทัดหมุน หลังจากนั้นใช้นิ้วผลักที่ปลายด้านขวา สังเกตไม้บรรทัดหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา ผลักปลายด้านซ้าย สังเกตทำนองเดียวกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าการหมุนของวัตถุมี 2 แบบ คือ การหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา

3. ครูให้ความรู้ว่าการที่มีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนเรียกว่าเกิด โมเมนต์ของแรง และตั้งประเด็นว่าจะหาค่าโมเมนต์ของแรงต่าง ๆ ได้อย่างไร

ขั้นการเรียนรู้

4. ขั้นเตรียมการทดลอง

4.1 นักเรียนศึกษาจุดประสงค์ วิธีทดลองเรื่องสมดุลของคาน จากใบกิจกรรมที่ 6 ระบุ ปัญหา สมมติฐาน และตัวแปรของการทดลอง ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความสอดคล้อง

4.2 ครูทบทวนว่าน้ำหนักคือแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุ มีหน่วยเป็นนิวตัน ดังนั้นน้ำหนักของถุทรายให้อ่านในหน่วยนิวตัน และให้อ่านค่าอย่างละเอียดอาจจะเป็นจุดทศนิยม 1 ตำแหน่ง

4.3 ครูอธิบายว่าเมื่อใช้เชือกผูกคานแล้วแขวนให้คานอยู่ในแนวระดับ จุดที่แขวนคาน เรียกว่าจุดหมุน

5. ขั้นดำเนินการทดลอง นักเรียนทำการทดลอง สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

6. ขั้นนำเสนอผลการทดลอง

6.1 ครูอธิบายวิธีคำนวณ โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและ โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

6.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันคำนวณ โมเมนต์จากการทดลอง บันทึกในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องกลุ่มละ 1 ชุด

7. ขั้นสรุปผลการทดลอง นักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลองโดยใช้แนวคำถามจาก ใบกิจกรรม และสรุปผลการทดลองในใบกิจกรรม นำเสนอผู้สอนเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง กลุ่มละ 1 ชุด

8. ขั้นประเมินการทดลอง ครูนำอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง โดยสุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม ให้นำเสนอผลการทดลอง การอภิปรายและสรุปผลการทดลอง นักเรียนตรวจสอบความสอดคล้องของสมมติฐานกับสรุปผลการทดลอง

ขั้นทบทวนบทเรียน

9. นักเรียนศึกษาเรื่อง โมเมนต์ของแรง จากใบความรู้ที่ 5 ครูอธิบายหลักการของโมเมนต์ของแรง

10. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง นักเรียนในกลุ่มแบ่งงานทำโดยสมาชิกคนที่ 1 อ่านโจทย์ สมาชิกคนที่ 2 เขียนคำตอบ สมาชิกคนที่ 3, 4 ตอบคำถาม ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันในการตอบคำถามข้อต่อไปจนเสร็จทุกข้อ

11. แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบ หลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มผลัดกันตรวจคำตอบ โดยครูมีแนวเฉลยคำตอบให้ ประกาศผลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

ขั้นสรุปบทเรียน

12. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนรู้เรื่องโมเมนต์ของแรง โดยสร้างผังมโนทัศน์

13. นักเรียนทำแบบทดสอบย่อย

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 1 อัน
2. ลูกทราย กลุ่มละ 1 ลูก
3. กานอะลูมิเนียมยาว 60 เซนติเมตร กลุ่มละ 1 อัน
4. ไม้บรรทัดพลาสติกยาว 30 เซนติเมตร คนละ 1 อัน
5. ใบความรู้ที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง
6. ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่องโมเมนต์ของแรง
7. แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องโมเมนต์ของแรง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	ได้ 4 ข้อ ใน 5 ข้อ ผ่านเกณฑ์
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องสมดุลของคาน	แบบประเมินการทำ การทดลอง	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์
3. ตรวจสอบการสร้างผังมโนทัศน์	แบบประเมินการสร้าง ผังมโนทัศน์	ได้ 11 คะแนน จาก 15 คะแนน ผ่านเกณฑ์
4. สังเกตจิตวิทยาาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์	ได้ 14 คะแนน จาก 18 คะแนน ผ่านเกณฑ์

ใบความรู้ที่ 5

เรื่อง โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ ในบางกรณีจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบหมุน เนื่องจากแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล จึงทำให้วัตถุนั้นหมุนรอบจุดศูนย์กลางมวล หรือถ้าวัตถุถูกยึดติดกับแกนหมุน โดยแกนนั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ที่จุดศูนย์กลางมวล วัตถุก็จะหมุนรอบแกนนั้นซึ่งเรียกว่าจุดหมุน เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุโดยทิศทางของแรงที่กระทำตั้งฉากกับระยะทางจากจุดหมุนถึงแนวแรง ผลที่เกิดขึ้นเรียกว่า โมเมนต์ของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

โมเมนต์ของแรง = แรง \times ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง

หรือ $M = F \times d$

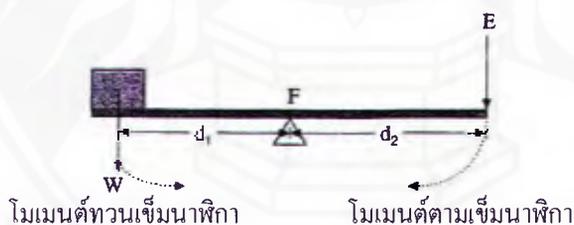
เมื่อกำหนดให้ M = โมเมนต์ของแรง มีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร (N-m)

F = แรงที่กระทำ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

d = ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

โมเมนต์ของแรงแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา เป็น โมเมนต์ที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนไปในทิศตามเข็มนาฬิกา จากภาพที่ 5.1 โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับ $E \times d_2$
2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา เป็น โมเมนต์ที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนไปในทิศทวนเข็มนาฬิกา จากภาพที่ 5.1 โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับ $W \times d_1$



ภาพที่ 5.1 ชนิดของโมเมนต์

ที่มา: ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และคณะ (2546: 60)

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุนั้นอยู่ในภาวะสมดุลจะได้ว่า ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่หมุนทวนเข็มนาฬิกา เท่ากับ ผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่หมุนตามเข็มนาฬิกา เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

หรือ $W \times d_1 = E \times d_2$

ใบกิจกรรมที่ 6

เรื่องสมดุลของคาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทำการทดลองหาค่าโมเมนต์ของแรงได้
2. เปรียบเทียบผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเมื่อคานอยู่ในภาวะสมดุล

ในภาวะสมดุล

ปัญหา.....

สมมติฐาน

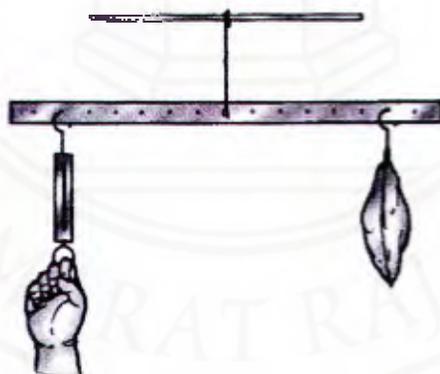
ตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. แขนของคานให้สมดุลในแนวระดับ
2. ชั่งน้ำหนักของตุลทรายโดยใช้เครื่องชั่งสปริง อ่านค่าในหน่วยนิวตัน
3. แขนของตุลทรายมวล 500 กรัม ทางขวาของคานห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร ใช้เครื่องชั่งสปริงดึงทางซ้ายของคาน ห่างจากจุดหมุน 15 เซนติเมตร ให้คานอยู่ในแนวระดับ ดังภาพ บันทึกค่าแรงดึง



ภาพที่ 6.1 การดึงคานให้อยู่ในแนวระดับ

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 33)

4. ทำซ้ำข้อ 3 โดยให้ถ่วงทรายห่างจากจุดหมุน 15 เซนติเมตร เครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร

5. ทำซ้ำข้อ 3 โดยให้ถ่วงทรายห่างจากจุดหมุน 10 เซนติเมตร เครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 25 เซนติเมตร

ผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. โมเมนต์ของแรงทางขวาของจุดหมุน และ โมเมนต์ของแรงทางซ้ายของจุดหมุน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....

2. ถ้าออกแรงดึงคานทางขวาของจุดหมุน คานจะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา.....
เรียกโมเมนต์ของแรงทางขวาของจุดหมุนว่า.....

3. ถ้าออกแรงดึงคานทางซ้ายของจุดหมุน คานจะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา.....
เรียกโมเมนต์ของแรงทางซ้ายของจุดหมุนว่า.....

4. ถ้าแขวนถ่วงทรายที่ตำแหน่ง 5 เซนติเมตร ทางซ้ายของจุดหมุน และออกแรงดึงคานทางขวาของจุดหมุน ที่ตำแหน่ง 5, 10, 15 เซนติเมตร ค่าแรงดึงจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 5

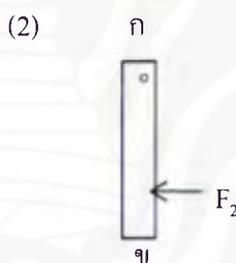
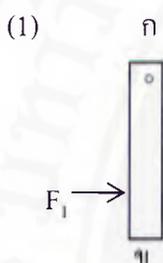
เรื่อง โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. จากภาพ กข เป็นวัตถุท่อนหนึ่งวางอยู่บนพื้นราบ ที่ปลาย ก เจาะเป็นรูกลมและมีตะปูตอกไว้อย่างหลวมๆ ถ้ามีแรง F_1 มากระทำที่ปลาย ข ดังภาพ (1) วัตถุท่อนนี้จะหมุนอย่างไร ถ้ามีแรง F_2 มากระทำที่ปลาย ข ดังภาพ (2) วัตถุท่อนนี้จะหมุนอย่างไร วาดภาพประกอบ

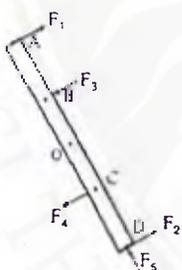


2. โมเมนต์ของแรง หมายถึง.....

3. โมเมนต์ของแรง มีค่าเท่ากับ.....

4. โมเมนต์ของแรง แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ.....

5. วัตถุท่อนหนึ่งหมุนรอบจุด O อยู่บนพื้น วัตถุท่อนนี้มีแรงกระทำ 5 แรง คือ F_1 F_2 F_3 F_4 และ F_5 โดยมีจุดที่กระทำและทิศทาง ดังภาพ



โมเมนต์ของ F_1 เป็น..... =

โมเมนต์ของ F_2 เป็น..... =

โมเมนต์ของ F_3 เป็น..... =

โมเมนต์ของ F_4 เป็น..... =

โมเมนต์ของ F_5 = เพราะ.....

6. หลักการของ โมเมนต์กล่าวว่า.....

ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. ข้อใดผิดเมื่อกล่าวถึงโมเมนต์ของแรง

- ก. ขึ้นอยู่กับขนาดของแรง
- ข. เป็นต้นเหตุทำให้เกิดการหมุน
- ค. ขึ้นอยู่กับระยะทางการเคลื่อนที่โดยแรง
- ง. ขึ้นอยู่กับระยะทางจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง

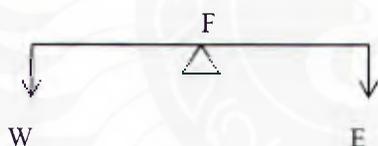
2. เมื่อทิศทางของแรงผ่านจุดหมุน ค่าโมเมนต์ของแรงนั้นจะมีค่าเท่าใด

- ก. เท่ากับศูนย์
- ข. น้อยที่สุด
- ค. มากที่สุด
- ง. ไม่แน่นอน

3. คานจะอยู่ในภาวะสมดุลเมื่อใด

- ก. จุดหมุนอยู่กลางคานพอดี
- ข. คานโตสมำเสมอและเบามาก
- ค. น้ำหนักที่แขวนทางซ้ายและทางขวาของจุดหมุนเท่ากัน
- ง. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

4. กำหนดให้ E = แรงพยายาม , W = แรงต้านทาน , F = จุดหมุน จากภาพข้อใดถูกต้อง



- ก. E น้อยกว่า W
- ข. E เท่ากับ W
- ค. E มากกว่า W
- ง. ไม่แน่นอน

5. จากภาพ คาน AB จะอยู่ในลักษณะใด



- ก. วางตัวในแนวตั้ง
- ข. วางตัวในแนวระดับ
- ค. เอียงทางซ้าย
- ง. เอียงทางขวา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยเรขาคณิต	เรื่องการวิเคราะห์และคำนวณโมเมนต์	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33103 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

โมเมนต์ของแรงสามารถคำนวณโดยนำขนาดของแรงคูณกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง หรือ $M = F \times d$

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

วิเคราะห์และคำนวณ โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ (ว 4.2-2)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. วิเคราะห์โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
2. คำนวณโมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

สาระการเรียนรู้

การวิเคราะห์และการคำนวณ โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้ (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ให้นักเรียนสาธิตการหาหน้า โดยให้ไม้คานหาอยู่ในแนวระดับ ใช้ปากกาเคมีขีดตรงตำแหน่งของจุดหมุนบนบ่าผู้หาไว้ หลังจากนั้นร่วมกันวิเคราะห์ ดังนี้

1.1 การหาหน้าใช้หลักการของ โมเมนต์ของแรงหรือไม่ อย่างไร (ใช้หลักการของ โมเมนต์ของแรง เพราะน้ำหนักของน้ำในถังทั้ง 2 ข้าง ทำให้เกิดโมเมนต์ของแรง เมื่อคานสมดุล โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับ โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา)

- 1.2 ถ้าเทน้ำในถังใบหนึ่งออกครึ่งหนึ่ง ทำอย่างไรคานจึงจะอยู่ในภาวะสมดุล

ขั้นการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ร่วมกันศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำกิจกรรมที่ 7 เรื่องการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายภาพการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากใบกิจกรรมที่ 7 มีการใช้หลักของโมเมนต์ของแรงอย่างไร

4. ขั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนชั่งน้ำหนักของน้ำในถัง 2 ถัง เปลี่ยนหน่วยให้เป็นนิวตัน โดยคูณด้วย 9.8 วัดความยาวของไม้คานหาบ เปลี่ยนหน่วยให้เป็นเมตร โดยหารด้วย 100 นักเรียนคำนวณโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

4.2 ครูอธิบายการคำนวณ โมเมนต์ของแรง โดยใช้ใบความรู้ที่ 6

ขั้นทบทวนบทเรียน

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 6 เรื่องการคำนวณ โมเมนต์ของแรง ให้นักเรียนแต่ละคนคิดคำตอบด้วยตัวเอง ใช้เวลาข้อละ 1 นาที หลังจากนั้นให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนผลัดกันอธิบายคำตอบ โดยให้เลขที่ 1 จับคู่กับเลขที่ 21 เลขที่ 2 จับคู่กับเลขที่ 22 ไปตามลำดับจนครบ 20 คู่

4.4 ครูสุ่มเรียกนักเรียนคู่ใดคู่หนึ่งออกไปอธิบายคำตอบให้เพื่อนฟังทั้งชั้น ทำอย่างนี้จนกระทั่งได้คำตอบครบทุกข้อ ครูชมเชยให้กำลังใจคู่ที่อธิบายคำตอบได้ดี

ขั้นสรุปบทเรียน

5. ขั้นประเมิน

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์และคำนวณ โมเมนต์ โดยสร้างผังมโนทัศน์

5.2 นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเรื่องการวิเคราะห์และคำนวณ โมเมนต์

สื่อการเรียนรู้

1. ถังน้ำที่มีน้ำเต็มถึง 2 ใบ
2. ไม้คานหาบ 1 อัน
3. เครื่องชั่ง 1 เครื่อง
4. ใบความรู้ที่ 6 เรื่องการคำนวณ โมเมนต์ของแรง
6. ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่องการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง
7. แบบฝึกหัดที่ 6 เรื่องการคำนวณ โมเมนต์ของแรง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	ได้ 4 ข้อ ใน 5 ข้อ ผ่านเกณฑ์
2. สังเกตการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง	แบบประเมินการอภิปราย	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์

ใบกิจกรรมที่ 7

เรื่องการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

คำสั่ง

นักเรียนดูภาพกิจกรรมต่าง ๆ แล้วร่วมกันอภิปรายในกลุ่มว่ากิจกรรมเหล่านี้ใช้หลักการโมเมนต์ของแรงหรือไม่ อย่างไร

1. การเปิดฝาขวด



.....

.....

.....

2. การใช้ตะเกียบคีบอาหาร



.....

.....

.....

3. การคิบน้ำแข็ง



.....

.....

.....

4. การถอนตะปู

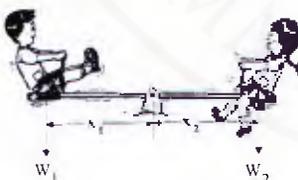


.....

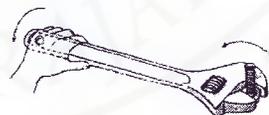
.....

.....

5. การเล่นกระดานหก



6. การขันนอต



ใบความรู้ที่ 6

เรื่องการคำนวณ โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การคำนวณโมเมนต์ของแรง ใช้สูตร

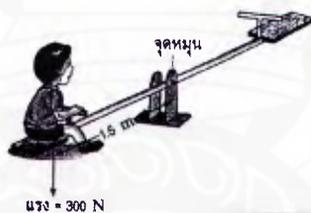
1. โมเมนต์ของแรง = แรง \times ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง

$$\text{หรือ } M = F \times d$$

2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

ตัวอย่างการคำนวณ โมเมนต์ของแรง

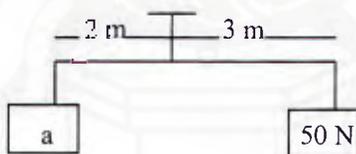
ตัวอย่างที่ 1 จงหาโมเมนต์ของแรงที่เกิดจากเด็กชายนั่งบนไม้กระดานหก



$$\begin{aligned} \text{โมเมนต์ของแรง} &= \text{แรง} \times \text{ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง} \\ &= 300 \text{ N} \times 1.5 \text{ m} \\ &= 450 \text{ N}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

โมเมนต์ของแรงขนาด 450 นิวตัน-เมตร หมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา

ตัวอย่างที่ 2 จากภาพ a มีค่าเท่าใดคานจึงจะสมดุล



โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

$$a \text{ N} \times 2 \text{ m} = 50 \text{ N} \times 3 \text{ m}$$

$$a = \frac{150 \text{ N}\cdot\text{m}}{2 \text{ m}}$$

$$= 75 \text{ N}$$

a มีค่าเท่ากับ 75 นิวตัน คานจึงจะสมดุล

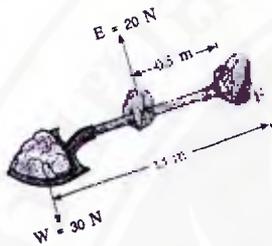
แบบฝึกหัดที่ 6

เรื่องการคำนวณโมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

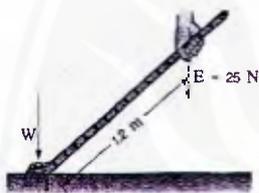
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. จากภาพ จงหาโมเมนต์ของแรง E และ W



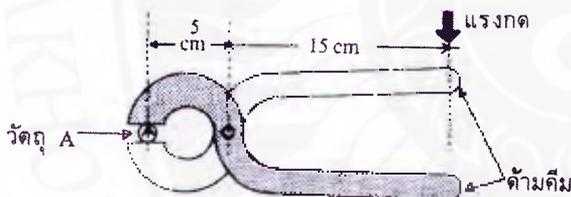
.....

2. จากภาพ จงหาโมเมนต์ของแรง E



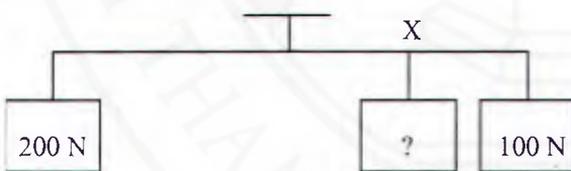
.....

3. เมื่อใช้คีมตัดวัตถุ A ดังภาพ ถ้าวัตถุ A ทนแรงตัดได้ 75 นิวตัน จะต้องออกแรงกดที่ปลายคีมคีมเท่าใด จึงจะตัดวัตถุ A ได้



.....

4. คานยาว 2 เมตร มีน้ำหนักถ่วงที่ปลายทั้ง 2 ข้าง ดังภาพ จะต้องใช้น้ำหนักถ่วงที่จุด X ซึ่งห่างจากจุดหมุน 0.5 เมตร เท่าใดจึงจะทำให้คานสมดุล



.....

5. ถ้าออกแรงพยายาม 40 นิวตัน กระทำห่างจากจุดหมุน 5 เมตร เพื่อยกวัตถุซึ่งวางอยู่ห่างจากจุดหมุนออกไปอีกข้างหนึ่ง 0.8 เมตร จะยกวัตถุได้หนักที่สุดเท่าใด (เมื่อไม่คิดน้ำหนักของคาน)

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยเรง	เรื่อง โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33103 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวัน เครื่องใช้หลายชนิดอาศัยหลักการของโมเมนต์ในการทำงาน เช่น คาน คานจำแนกเป็น 3 อันดับ โดยใช้ระยะสัมพัทธ์ของตำแหน่งจุดหมุน แรงพยายาม แรงต้านทาน เป็นเกณฑ์ในการจำแนก คานบางชนิดจะช่วยผ่อนแรง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการนำหลักการของโมเมนต์ของแรงไปใช้ประโยชน์ (ว 4.2-2)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการ โมเมนต์ของแรง
2. อธิบายและยกตัวอย่างการนำหลักการของโมเมนต์ของแรงไปใช้ประโยชน์
3. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้

การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายการใช้ประโยชน์โมเมนต์ของแรงในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการเรียนรู้ (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ขั้นสร้างความสนใจ

นักเรียนดูกรไกรตัดกระดาษ ที่เปิดขวด เครื่องเย็บกระดาษ ครูนำอภิปรายว่าเครื่องใช้ที่มีลักษณะเป็นแท่งยาวและอาศัยหลักการของโมเมนต์ในการทำงาน เรียกว่า คาน คานจำแนกเป็น 3 ประเภท จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม

- 1.1 กรรไกรตัดกระดาษ ที่เปิดขวด เครื่องเย็บกระดาษ เป็นคานประเภทเดียวกันหรือไม่
- 1.2 คานทั้งสามชนิดนี้ผ่อนแรงได้หรือไม่

ขั้นการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

นักเรียนศึกษาเรื่องโมเมนต์ในชีวิตประจำวัน จากใบความรู้ที่ 7 ร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม และเขียนแผนภาพแสดงองค์ประกอบของคาน

3. ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 สุ่มนักเรียน 2-3 กลุ่ม นำเสนอแผนภาพคาน หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปองค์ประกอบของคานทั้งสามอันดับ

3.2 นักเรียนดูภาพการกลายนอต การเปิดประตู และตอบคำถาม

3.2.1 จากภาพการกลายนอต ภาพไดออกแรงน้อยกว่า เพราะเหตุใด

3.2.2 จากภาพการเปิดประตู ภาพใดเปิดประตูได้ง่ายกว่า เพราะเหตุใด

เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่า คานจะผ่อนแรงได้เมื่อแรงกระทำหรือแรงพยายามอยู่ห่างจากจุดหมุนมากกว่าแรงต้านทาน ยิ่งแรงกระทำอยู่ห่างจากจุดหมุนมากยิ่งผ่อนแรงได้มากขึ้น
ขั้นทบทวนบทเรียน

4. ชั้นขยายความรู้

4.1 นักเรียนสืบค้นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการของโมเมนต์ กลุ่มละ 1 ชนิด ประกอบด้วยหัวข้อ ชื่อเครื่องใช้ อันดับของคาน องค์ประกอบของคาน และประโยชน์ จัดเตรียมสื่อถ้าเครื่องใช้ไม่ใหญ่มากให้ใช้สื่อของจริง แต่ถ้าใหญ่มากให้ใช้ภาพหรือแบบจำลอง

4.2 นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการของโมเมนต์

4.3 นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 7 เรื่องโมเมนต์ในชีวิตประจำวัน นักเรียนในกลุ่มแบ่งงานทำโดยสมาชิกคนที่ 1 อ่านโจทย์ สมาชิกคนที่ 2 เขียนคำตอบ สมาชิกคนที่ 3, 4 ตอบคำถาม ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหมุนเวียนเปลี่ยนหน้าที่กันในการตอบคำถามข้อต่อไปจนเสร็จทุกข้อ

4.4 แต่ละกลุ่มส่งกระดาษคำตอบ หลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มผลัดกันตรวจคำตอบ โดยครูมีแนวเฉลยคำตอบให้ ประกาศผลกลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุด

ขั้นสรุปบทเรียน

5. ชั้นประเมิน

5.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนรู้เรื่อง โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน โดยสร้างผังมโนทัศน์

5.2 นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยเรื่องโมเมนต์ในชีวิตประจำวัน

การเตรียมการล่วงหน้า

มอบหมายนักเรียนสืบค้นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการของโมเมนต์ ล่วงหน้า 2 สัปดาห์ โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน ผู้ปกครองของนักเรียน ปราชญ์ชาวบ้าน

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 7 เรื่องโมเมนต์ในชีวิตประจำวัน
2. แบบฝึกหัดที่ 7 เรื่องโมเมนต์ในชีวิตประจำวัน
3. ตัวอย่างคานชนิดต่าง ๆ ได้แก่ กรรไกร ที่เปิดขวด เครื่องเย็บกระดาษ ชะแลง ค้อน ไม้กวาด คีมคีบน้ำแข็ง ตะเกียบ ที่ตัดเล็บ แหนบ ฯลฯ
4. ภาพการคลายนอต การเปิดประตูด
5. โปรเจกเตอร์และจอภาพ

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัดและประเมินผล	เครื่องมือวัดและประเมินผล	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
1. ทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	ได้ 4 ข้อ ใน 5 ข้อ ผ่านเกณฑ์
2. สังเกตการนำเสนอผลงาน เรื่องโมเมนต์ในชีวิตประจำวัน	แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์
3. สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	ได้ 9 คะแนน จาก 12 คะแนน ผ่านเกณฑ์

ใบความรู้ที่ 7

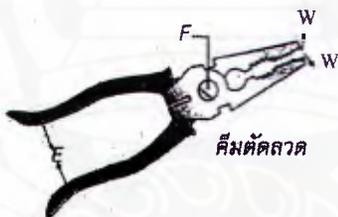
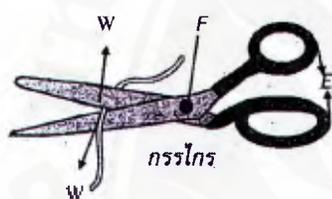
เรื่อง โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เครื่องใช้หลายชนิดอาศัยหลักการของโมเมนต์ในการทำงาน เช่น คาน คานมีลักษณะเป็นแท่งยาว อาจจะตรงหรือโค้งงอก็ได้ มีองค์ประกอบในการทำงาน 3 ส่วน คือ แรงต้านทาน (W) แรงพยายาม (E) และจุดหมุน (F) คานจำแนกเป็น 3 อันดับ ดังนี้

1. คานอันดับ 1 มีจุดหมุน อยู่ระหว่างแรงพยายามและแรงต้านทาน ตัวอย่างคานอันดับ 1 ได้แก่ ฆะแลง กรรไกร คีมตัดลวด ค้อน

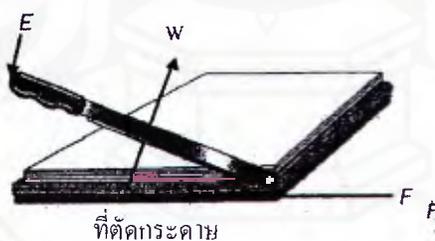


ภาพที่ 7.1 คานอันดับ 1

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 102)

คานอันดับ 1 จะผ่อนแรงได้ก็ต่อเมื่อระยะจาก $E - F$ มากกว่า $W - F$

2. คานอันดับ 2 มีแรงต้านทานอยู่ระหว่างแรงพยายามและจุดหมุน ตัวอย่างคานอันดับ 2 ได้แก่ รถเข็นดิน ที่เปิดขวด ที่ตัดกระดาษ ที่หนีบกล้วย

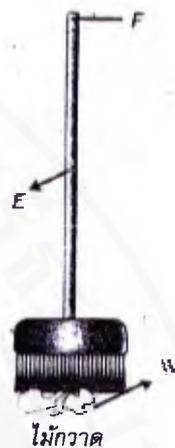
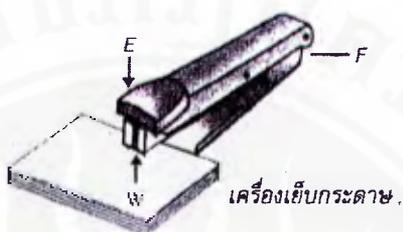
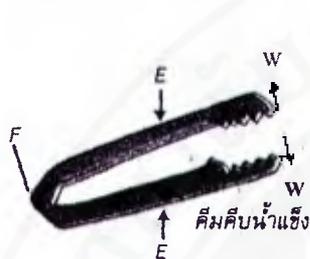


ภาพที่ 7.2 คานอันดับ 2

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 103)

คานอันดับ 2 จะผ่อนแรงได้ทุกชนิด เพราะจากระยะ $E - F$ มากกว่า $W - F$

3. คานอันดับ 3 มีแรงพยายามอยู่ระหว่างแรงต้านทานและจุดหมุน
ตัวอย่างคานอันดับ 3 ได้แก่ เหน็บ ตะเกียบ พลั่ว คีมคีบน้ำแข็ง ปากกา ไม้กวาด
เครื่องเย็บกระดาษ



ภาพที่ 7.3 คานอันดับ 3

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 103)

คานอันดับ 3 จะไม่ผ่อนแรง เพราะระยะจาก E - F น้อยกว่า W - F

แบบฝึกหัดที่ 7

เรื่อง โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

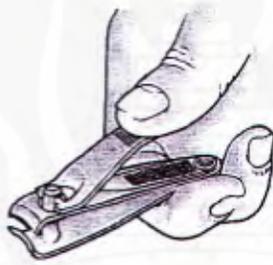
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 จากภาพคานอันดับต่าง ๆ ให้ระบุอันดับของคานและบอกว่าผ่อนแรงได้หรือไม่ได้

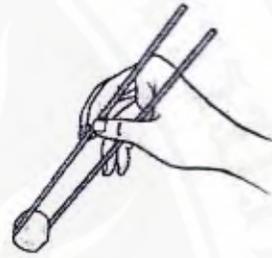
แหนบ



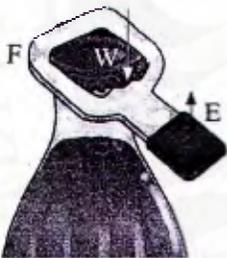
กรรไกรตัดเล็บ



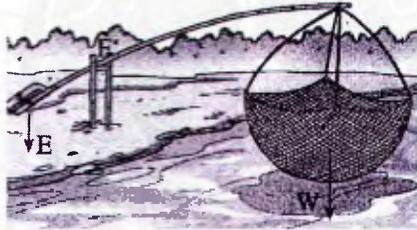
ตะเกียบ



ที่เปิดขวด



ขอยยกปลา



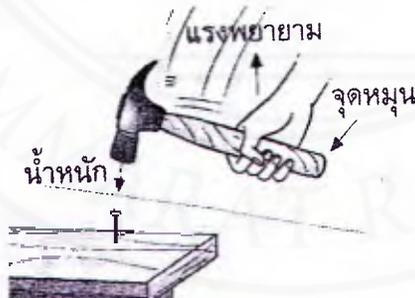
รถเข็นดิน



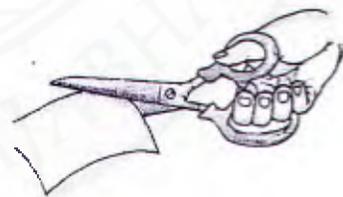
คีมคีบน้ำแข็ง



ค้อนตอกตะปู



กรรไกรตัดกระดาษ



ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. อุปกรณ์ชนิดใดมีจุดหมุนอยู่ระหว่างแรงต้านทานกับแรงพยายาม

ก. คีมตัดลวด	ข. ที่ตัดกระดาษ
ค. ที่เปิดขวด	ง. ตะเกียบคีบอาหาร
2. กานในข้อใดแตกต่างจากข้ออื่น

ก. กรรไกร	ข. ไม้หนีบผ้า
ค. ที่ตัดเล็บ	ง. ที่ตัดกระดาษ
3. ข้อใดเป็นกานอันดับหนึ่งทั้งหมด

ก. คีมคีบถ่าน ตะเกียบ	ข. คีมตัดลวด กรรไกรตัดผ้า
ค. รถเข็นดิน กรรไกรหนีบหมาก	ง. ไม้กวาด คีมคีบน้ำแข็ง
4. อุปกรณ์ชนิดใดมีแรงต้านทานอยู่ระหว่างจุดหมุนกับแรงพยายาม

ก. ไม้กวาด	ข. ที่เปิดขวด
ค. คีมตัดลวด	ง. คีมคีบถ่าน
5. อุปกรณ์ชนิดใดจัดเป็นกานอันดับสองทั้งหมด

ก. แขน ไม้กวาด คีมคีบน้ำแข็ง	ข. กรรไกรตัดผ้า ค้อน คีมตัดลวด
ค. เครื่องเย็บกระดาษ ครกกระเดื่อง แขน	ง. ที่เปิดขวด รถเข็นดิน ที่ตัดกระดาษ
6. อุปกรณ์ชนิดใดมีแรงพยายามอยู่ระหว่างจุดหมุนกับแรงต้านทาน

ก. ปากกา ไม้กวาด	ข. กระดานหก ครกกระเดื่อง
ค. ที่เปิดขวด รถเข็นดิน	ง. กรรไกรตัดเล็บ ที่เย็บกระดาษ
7. อุปกรณ์ชนิดใดไม่ช่วยผ่อนแรง

ก. คีมคีบถ่าน	ข. ที่ตัดกระดาษ
ค. กรรไกรตัดผ้า	ง. ชะแลงจัดก้อนหิน
8. กานที่จะผ่อนแรงได้นั้นมีลักษณะอย่างไร

ก. แขนของแรงพยายามเท่ากับแขนของแรงต้านทาน
ข. แขนของแรงพยายามน้อยกว่าแขนของแรงต้านทาน
ค. แขนของแรงพยายามมากกว่าแขนของแรงต้านทาน
ง. แขนของแรงพยายามมากกว่าแขนของแรงต้านทานสองเท่า

แบบประเมินการทำการทดลอง

เรื่อง..... วิชา..... ชั้น.....

กลุ่มที่..... วันที่..... ชื่อผู้ประเมิน.....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน				รวม (12)
		ขั้นตอนการทดลอง (3)	ผลการทดลอง (3)	อภิปรายผลการทดลอง (3)	สรุปผลการทดลอง (3)	

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ขั้นตอนการทดลอง

- 3 = ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอน ใช้อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง ล้างและเก็บอุปกรณ์
- 2 = ทำการทดลองไม่ตามลำดับบางครั้ง ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้องบางครั้ง ล้างและเก็บอุปกรณ์
- 1 = ทำการทดลองไม่ตามลำดับ ใช้อุปกรณ์ไม่ถูกต้อง ไม่ล้างและเก็บอุปกรณ์

2. ผลการทดลอง

- 3 = ผลการทดลองครบถ้วน ถูกต้อง มีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เข้าใจง่าย
- 2 = ผลการทดลองครบถ้วน ผิดบางส่วน มีการจัดกระทำข้อมูลให้อยู่ในรูปที่เข้าใจง่าย
- 1 = ผลการทดลองไม่ครบ ผิดบางส่วน ไม่มีการจัดกระทำข้อมูล

3. อภิปรายผลการทดลอง

- 3 = ร่วมอภิปรายผลการทดลอง ตอบคำถามหลังการทดลอง ถูกต้องทุกครั้ง
- 2 = ร่วมอภิปรายผลการทดลอง ตอบคำถามหลังการทดลอง ถูกต้องบางครั้ง
- 1 = ร่วมอภิปรายผลการทดลอง ตอบคำถามหลังการทดลอง ถูกต้องน้อยครั้ง

4. สรุปผลการทดลอง

- 3 = ร่วมสรุปผลการทดลองได้ข้อมูลครบถ้วน ถูกต้อง
- 2 = ร่วมสรุปผลการทดลองได้ข้อมูลครบถ้วน ข้อมูลผิดพลาดบางส่วน
- 1 = ร่วมสรุปผลการทดลองได้ข้อมูลไม่ครบ ข้อมูลผิดพลาดเป็นส่วนใหญ่

ผลการประเมิน

คะแนน 10 - 12 = ดี

คะแนน 7 - 9 = พอใช้

คะแนน 4 - 6 = ปรับปรุง

แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

เรื่อง..... วิชา..... ชั้น.....

กลุ่มที่..... วันที่..... ชื่อผู้ประเมิน.....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	ความรับผิดชอบ (3)	ความอยากรู้อยากเห็น (3)	ความมีเหตุผล (3)	ความมีระเบียบและรอบคอบ (3)	ความซื่อสัตย์ (3)	ความใจกว้าง (3)	รวมคะแนน (18)

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความรับผิดชอบ

- 3 = ทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จ งานที่ทำถูกต้อง
- 2 = ทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จ งานที่ทำผิดบ้าง
- 1 = ทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่สำเร็จ

2. ความอยากรู้อยากเห็น

- 3 = มีความกระตือรือร้น ชักถามเพื่อน ครู หรืออ่านเพื่อให้ได้ความรู้เพิ่มขึ้น
- 2 = มีความกระตือรือร้น แต่มักลองผิดลองถูก ไม่ค่อยอ่าน หรือถามเพื่อน ครู
- 1 = ไม่มีความกระตือรือร้น ไม่ชักถามและไม่อ่าน

3. ความมีเหตุผล

- 3 = อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล
- 2 = อธิบายหรือแสดงความคิดเห็นอย่างไม่ค่อยมีเหตุผล
- 1 = ไม่แสดงความคิดเห็น

4. ความมีระเบียบและรอบคอบ

- 3 = ทำงานอย่างมีระเบียบ ตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง
- 2 = ทำงานไม่ค่อยเป็นระเบียบ ตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง
- 1 = ทำงานไม่เป็นระเบียบ ไม่มีการตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องมือก่อนทำการทดลอง

5. ความซื่อสัตย์

- 3 = บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง ไม่แอบอ้างผลงานของผู้อื่นว่าเป็นผลงานของตนเอง
- 2 = บันทึกผลหรือข้อมูลตามความเป็นจริง แต่บางครั้งแอบอ้างผลงานของผู้อื่น
- 1 = ลอกหรือแอบอ้างผลงานของผู้อื่น

6. ความใจกว้าง

- 3 = รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่นอย่างสงบ
- 2 = รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น แต่อาจมีสีหน้าไม่พอใจ
- 1 = ไม่รับฟังคำวิพากษ์วิจารณ์ ข้อโต้แย้ง หรือข้อคิดเห็นที่มีเหตุผลของผู้อื่น

ผลการประเมิน

คะแนน 15 - 18 = ดี

คะแนน 10 - 14 = พอใช้

คะแนน 6 - 9 = ปรับปรุง

แบบประเมินกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง..... วิชา..... ชั้น.....

กลุ่มที่..... วันที่..... ชื่อผู้ประเมิน.....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	การระบุปัญหา (3)	การตั้ง สมมติฐาน (3)	การกำหนด ตัวแปร (3)	วิธีการทดลอง(3)	ผลการทดลอง(3)	การวิเคราะห์ ข้อมูล (3)	การสรุปผล การทดลอง (3)	รวม (21)

เกณฑ์การให้คะแนน

1. การระบุปัญหา

- 3 = ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาชัดเจน
- 2 = ระบุปัญหาสอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาไม่ชัดเจน
- 1 = ระบุปัญหาไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาไม่ชัดเจน

2. การตั้งสมมติฐาน

- 3 = ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา สมมติฐานชัดเจน
- 2 = ตั้งสมมติฐานสอดคล้องกับปัญหา สมมติฐานไม่ชัดเจน
- 1 = ตั้งสมมติฐานไม่สอดคล้องกับปัญหา สมมติฐานไม่ชัดเจน

3. การกำหนดตัวแปร

- 3 = กำหนดตัวแปรถูกต้องทั้ง 3 ตัวแปร
- 2 = กำหนดตัวแปรถูกต้อง 2 ตัวแปร
- 1 = กำหนดตัวแปรถูกต้อง 1 ตัวแปร

4. วิธีการทดลอง

- 3 = วิธีการทดลองมีขั้นตอนครบถ้วน ถูกต้อง ทำการทดลองตามขั้นตอน
- 2 = วิธีการทดลองมีขั้นตอนครบถ้วน ถูกต้อง ไม่ทำการทดลองตามขั้นตอน
- 1 = วิธีการทดลองมีขั้นตอนไม่ครบ ไม่ทำการทดลองตามขั้นตอน

5. ผลการทดลอง

- 3 = ผลการทดลองครบถ้วน ข้อมูลถูกต้อง จัดกระทำข้อมูลให้วิเคราะห์ได้ง่าย
- 2 = ผลการทดลองครบถ้วน ข้อมูลผิดบางส่วน จัดกระทำข้อมูลให้วิเคราะห์ได้ง่าย
- 1 = ผลการทดลองไม่ครบ ข้อมูลผิดมาก ไม่จัดกระทำข้อมูลให้วิเคราะห์ได้ง่าย

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

- 3 = บรรยายลักษณะข้อมูล ตามข้อมูลที่มีอยู่ อย่างถูกต้อง
- 2 = บรรยายลักษณะข้อมูล ตามข้อมูลที่มีอยู่ ถูกต้องบางส่วน
- 1 = บรรยายลักษณะข้อมูล นอกเหนือจากข้อมูลที่มี และไม่ถูกต้อง

7. การสรุปผลการทดลอง

- 3 = สรุปผลการทดลองสอดคล้องกับผลการทดลอง อย่างถูกต้อง
- 2 = สรุปผลการทดลองสอดคล้องกับผลการทดลอง ถูกต้องบางส่วน
- 1 = สรุปผลการทดลองไม่สอดคล้องกับผลการทดลอง และไม่ถูกต้อง

ผลการประเมิน

คะแนน 17 – 21 = ดี

คะแนน 12 – 16 = พอใช้

คะแนน 7 – 11 = ปรับปรุง

แบบประเมินการนำเสนอผลงาน

เรื่อง..... วิชา..... ชั้น.....

วันที่..... ชื่อผู้ประเมิน.....

กลุ่ม ที่	รายการประเมิน				รวม (12)
	เนื้อหา (3)	ความสามารถใน การนำเสนอ (3)	เทคนิคในการ นำเสนอ (3)	บุคลิกภาพ (3)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

เกณฑ์การให้คะแนน

1. เนื้อหา

- 3 = เนื้อหาถูกต้อง ครอบคลุมประเด็นที่น่าเสนอ
- 2 = เนื้อหาผิดบางส่วน หรือไม่ครอบคลุมประเด็นที่น่าเสนอ
- 1 = เนื้อหาผิดบางส่วน และไม่ครอบคลุมประเด็นที่น่าเสนอ

2. ความสามารถในการนำเสนอ

- 3 = ใช้ภาษาถูกต้อง มีการสรุปใจความสำคัญ
- 2 = ใช้ภาษาไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสรุปใจความสำคัญ
- 1 = ใช้ภาษาไม่ถูกต้อง และไม่มีการสรุปใจความสำคัญ

3. เทคนิคในการนำเสนอ

- 3 = มีสื่อประกอบ ทำงานเป็นทีม
- 2 = ไม่มีสื่อประกอบ หรือทำงานไม่เป็นทีม
- 1 = ไม่มีสื่อประกอบ และทำงานไม่เป็นทีม

4. บุคลิกภาพ

- 3 = พูดเสียงดังฟังชัด สามารถดึงดูดผู้ฟัง
- 2 = พูดเสียงค่อยแต่ยังสามารถดึงดูดผู้ฟัง
- 1 = พูดเสียงค่อย และไม่สามารถดึงดูดผู้ฟัง

ผลการประเมิน

คะแนน 10 – 12 = ดี

คะแนน 7 – 9 = พอใช้

คะแนน 4 – 6 = ปรับปรุง

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

เรื่อง..... วิชา..... ชั้น.....

กลุ่มที่..... วันที่..... ชื่อผู้ประเมิน.....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	มีการวางแผน ร่วมกัน (3)	แบ่งงานกัน รับผิดชอบ(3)	รับฟังความ ความคิดเห็น (3)	ความสำเร็จ ของงาน (3)	รวม (12)

เกณฑ์การให้คะแนน

1. มีการวางแผนร่วมกัน

3 = มีส่วนร่วมในการวางแผนการทำงานทุกครั้ง

2 = มีส่วนร่วมในการวางแผนการทำงานบางครั้ง

1 = ไม่ร่วมวางแผนการทำงาน

2. แบ่งงานกันรับผิดชอบ

3 = อาสาทำงานด้วยความเต็มใจ

2 = อาสาทำงานแต่ไม่ค่อยเต็มใจ

1 = ไม่อาสาทำงาน ต้องมีผู้สั่ง

3. รับฟังความคิดเห็น

3 = รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม มีการโต้แย้งถ้าความคิดเห็นนั้นไม่สมเหตุสมผล

2 = รับฟังความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่ม ไม่มีการโต้แย้งถึงแม้ความคิดเห็นนั้นไม่สมเหตุสมผล

1 = ไม่ฟังความคิดเห็นของสมาชิก

4. ความสำเร็จของงาน

3 = ทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จ งานมีคุณภาพ

2 = ทำงานที่ได้รับมอบหมายสำเร็จ งานไม่ค่อยมีคุณภาพ

1 = ทำงานที่ได้รับมอบหมายไม่สำเร็จ

ผลการประเมิน คะแนน 10-12 = ดี คะแนน 7-9 = พอใช้ คะแนน 4-6 = ปรับปรุง

แบบประเมินการอภิปราย

เรื่อง..... วิชา..... ชั้น.....

กลุ่มที่..... วันที่..... ชื่อผู้ประเมิน.....

เลขที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน				รวม (12)
		ความ ถูกต้อง (3)	ตรง ประเด็น (3)	การมี ส่วนร่วม (3)	การรับฟัง ความคิดเห็น (3)	

เกณฑ์การให้คะแนน

1. ความถูกต้อง

- 3 = ข้อมูลถูกต้องมาก
- 2 = ข้อมูลถูกต้องบางส่วน
- 1 = ข้อมูลไม่ถูกต้อง

2. ตรงประเด็น

- 3 = ข้อมูลตรงประเด็นมาก
- 2 = ข้อมูลตรงประเด็นบางส่วน
- 1 = ข้อมูลไม่ตรงประเด็น

3. การมีส่วนร่วม

- 3 = มีส่วนร่วมมาก
- 2 = มีส่วนร่วมปานกลาง
- 1 = มีส่วนร่วมน้อย

4. การรับฟังความคิดเห็น

- 3 = ให้โอกาสผู้อื่นแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- 2 = ให้โอกาสผู้อื่นแสดงความคิดเห็น แต่ไม่ตั้งใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
- 1 = ไม่ให้โอกาสผู้อื่นแสดงความคิดเห็น ไม่รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ผลการประเมิน

คะแนน 10 - 12 = ดี คะแนน 7 - 9 = พอใช้ คะแนน 4 - 6 = ปรับปรุง

The background of the page features a large, faint watermark of the official seal of Nakhon Si Thammarat Rajabhat University. The seal is circular and contains a central image of a traditional Thai stupa (chedi) with a flame-like top, set against a sunburst pattern. The text 'มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช' is written in Thai script along the top inner edge, and 'NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY' is written in English along the bottom inner edge.

ภาคผนวก ฉ

แผนการจัดการเรียนรู้แบบเดิม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

หน่วยแรง	เรื่องเวกเตอร์ของแรง	เวลา 3 คาบ
วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

แรง หมายถึง สิ่งที่สามารถทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเคลื่อนที่หรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นหรือช้าลงหรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุได้ นอกจากนี้แรงยังสามารถเปลี่ยนขนาดหรือรูปร่างของวัตถุได้อีกด้วย

การวัดแรงจะใช้เครื่องชั่งสปริง เมื่อออกแรงกระทำต่อขดลวดสปริงจะทำให้ขดลวดสปริงขยายตัว โดยระยะการยืดตัวของขดลวดสปริงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของแรงที่มากระทำ

แรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายได้ว่าแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ (ว 4.1-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองวัดแรงและอธิบายวิธีการวัดแรง
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. เขียนเวกเตอร์ของแรงได้ถูกต้อง
4. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับเวกเตอร์ของแรง

กิจกรรมการเรียนรู้ (การทดลอง)

1. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ให้นักเรียนใช้มือดึงขอเกี่ยวของเครื่องชั่งสปริง สังเกตผลและอภิปราย ดังนี้
 - 1.1 ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเป็นค่าของอะไร
 - 1.2 ในการดึงแต่ละครั้งสปริงจะยืดออกเท่ากันหรือไม่อย่างไร
 - 1.3 ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงเมื่อสปริงยืดต่างกัน จะแตกต่างกันอย่างไร
2. นักเรียนศึกษาวิธีทดลองเรื่องการวัดแรงจากใบกิจกรรมที่ 1 วางแผนทำการทดลอง ทำการทดลอง สังเกตบันทึกผล และนำเสนอผลการทดลอง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง

4. นักเรียนศึกษาเรื่องเวกเตอร์ของแรงจากใบความรู้ที่ 1 ครูสาธิตการเขียนเวกเตอร์ของแรง

5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องเวกเตอร์ของแรง

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 2 อัน
2. ลูกทราย กลุ่มละ 3 ลูก
3. ใบความรู้ที่ 1 เรื่องเวกเตอร์ของแรง
4. ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่องการวัดแรง
5. แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่องเวกเตอร์ของแรง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการทำกรทดลอง เรื่องการวัดแรง	แบบประเมินการทดลอง	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตจิตวิทยาศาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 1

เรื่องเวกเตอร์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

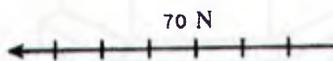
แรง (force) คืออำนาจที่สามารถทำให้วัตถุที่อยู่นิ่งเคลื่อนที่ หรือทำให้วัตถุที่กำลังเคลื่อนที่มีความเร็วเพิ่มขึ้นช้าลง หยุดการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ นอกจากนี้แรงยังสามารถเปลี่ยนขนาดหรือรูปร่างของวัตถุ แรงมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

การวัดแรงจะใช้เครื่องชั่งสปริงซึ่งมีขดลวดสปริงเป็นองค์ประกอบ โดยใช้คุณสมบัติของขดลวดสปริงคือ เมื่อออกแรงกระทำต่อขดลวดสปริงจะทำให้ขดลวดสปริงขยายตัว โดยระยะการยืดตัวของขดลวดสปริงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของแรงที่มากระทำ เมื่อไม่มีแรงกระทำขดลวดสปริงจะคืนตัวกลับสู่จุดเดิม

การใช้เครื่องชั่งสปริงดึงวัตถุในแนวราบค่าที่อ่านได้จะบอกถึงขนาดของแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้น เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริงดึงตุ้มน้ำให้เคลื่อนที่พบว่าตุ้มน้ำจะเคลื่อนที่ตามไปในทิศทางเดียวกับแรงดึง เมื่อเพิ่มจำนวนตุ้มน้ำมากขึ้น พบว่าค่าแรงที่อ่านได้จะมากขึ้นด้วย แสดงว่าแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง แรงจึงเป็นปริมาณเวกเตอร์

การเขียนเวกเตอร์ของแรงใช้ความยาวของเส้นตรงแทนขนาดของแรง และหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรงซึ่งมีหลักการเขียนดังนี้

1. กำหนดจุดที่แรงนั้นไปกระทำ
2. เขียนเส้นตรงตั้งต้นจากจุดนั้น โดยใช้มาตราส่วนความยาวของเส้นตรงแทนขนาดของแรงให้เป็นมาตราส่วนเดียวกันตลอด เช่น ใช้มาตราส่วน 1 เซนติเมตรแทนแรง 10 นิวตันก็ให้ใช้มาตราส่วนนี้โดยตลอด
3. เขียนหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรงนั้น ๆ ลงไปบนเส้นตรงที่เขียนขึ้น



ภาพที่ 1.1 เวกเตอร์ของแรงขนาด 70 นิวตัน มีทิศไปทางทิศตะวันตก
ที่มา: เสียง เศรษฐศิริพงศ์ (2547: 19)

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่องการวัดแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทดลองและอธิบายได้ว่าแรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ใช้ขอเกี่ยวของเครื่องชั่งสปริงเกี่ยวตุลทราย แล้วลากเครื่องชั่งสปริงในแนวราบ อ่านค่าแรงที่ใช้ลากตุลทรายจนกระทั่งตุลทรายเริ่มเคลื่อนที่ บันทึกขนาดของแรง ทิศทางการเคลื่อนที่ของตุลทราย

2. ทำซ้ำข้อ 1 อีก 2 ครั้ง โดยเพิ่มจำนวนตุลทรายอีกครั้งละ 1 ตู

ผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. จำนวนตุลทรายที่ใช้มีผลต่อขนาดของแรงดึงหรือไม่ อย่างไร.....

2. การเคลื่อนที่ของตุลทรายมีความสัมพันธ์กับทิศทางของแรงที่กระทำต่อตุลทรายอย่างไร.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 1

เรื่องเวกเตอร์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริงลากวัตถุในแนวราบค่าที่อ่านได้คืออะไร.....
2. เมื่อใช้เครื่องชั่งสปริงดึงตุรยาลงหนึ่ง อ่านค่าบนเครื่องชั่งได้เท่ากับ 5 นิวตัน แสดงว่าแรงที่ใช้ดึงตุรยามีค่าเท่ากับเท่าใด ตุรยาลเคลื่อนที่ในทิศทางใด.....
3. เพราะเหตุใดจึงจัดแรงเป็นปริมาณเวกเตอร์
4. จงเขียนเวกเตอร์ของแรง 60นิวตันที่กระทำต่อวัตถุไปทางทิศตะวันออก โดยใช้ความยาว 1 เซนติเมตรแทนแรง 10 นิวตัน

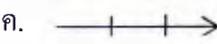
ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ เนื่องจากแรง

ก. วัตถุมีความเร็วเพิ่มขึ้น	ข. วัตถุมีความเร็วลดลง
ค. วัตถุเปลี่ยนทิศทาง	ง. ถูกทุกข้อ
2. ข้อใดเป็นผลที่เกิดจากแรง

ก. ทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปร่าง	ข. ทำให้วัตถุเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่
ค. ทำให้วัตถุเปลี่ยนความเร็วในการเคลื่อนที่	ง. ถูกทุกข้อ
3. ข้อใดกล่าวถึงแรงไม่ถูกต้อง

ก. F เป็นสัญลักษณ์ของแรง
ข. แรงเป็นปริมาณที่มีทั้งขนาดและทิศทาง
ค. แรงทำให้วัตถุเปลี่ยนรูปทรง แต่ไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่
ง. สามารถใช้เส้นตรงแทนขนาดของแรงและหัวลูกศรแสดงทิศทางของแรง
4. ภาพใดแทนแรงขนาด 4 นิวตัน มีทิศไปทางทิศตะวันออก

ก. 	ข. 
ค. 	ง. 

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

หน่วยเรขาคณิต

เรื่องแรงลัพธ์

เวลา 3 คาบ

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

แรงลัพธ์ หมายถึง ผลรวมของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุชิ้นเดียวกัน ถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวเดียวกัน และมีทิศทางเดียวกัน การหาแรงลัพธ์ให้นำขนาดของแรงทั้งสองมารวมกัน แรงลัพธ์จะมีทิศทางไปทางทิศของแรงทั้งสอง ถ้าแรงมีทิศทางตรงกันข้ามการหาแรงลัพธ์ให้นำขนาดของแรงทั้งสองมาลบกัน แรงลัพธ์จะมีทิศทางไปในทางทิศของแรงที่มีขนาดมากกว่าถ้าแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวทำมุมกัน แรงลัพธ์หาได้จากการสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน เส้นทแยงมุมคือแรงลัพธ์

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน(ว 4.1-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองหาแรงลัพธ์ และอธิบายแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกันและในแนวทำมุมกัน
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรง

กิจกรรมการเรียนรู้ (การทดลอง)

1. นักเรียนร่วมกันอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้
 - 1.1 การดึงตุ้มน้ำหนัก 1 ถัง ใช้แรงกี่นิวตัน
 - 1.2 ถ้าดึงตุ้มน้ำหนัก 1 ถัง ด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน แรงรวมที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงทั้งสองจะมีค่าเท่ากับเมื่อดึงโดยใช้เครื่องชั่งสปริง 1 อันหรือไม่
2. นักเรียนศึกษาเรื่องแรงลัพธ์จากใบความรู้ที่ 2 ครูอธิบายการหาแรงลัพธ์เมื่อแรง 2 แรงอยู่ในแนวเดียวกัน และเมื่อแรง 2 แรงทำมุมกัน
3. นักเรียนศึกษาวิธีทดลองเรื่องแรงลัพธ์จากใบกิจกรรมที่ 2 วางแผนการทดลอง ทำการทดลอง สังเกตบันทึกผล และนำเสนอผลการทดลอง

4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง
5. ครูนำนักเรียนอภิปรายสรุปเกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2 เรื่องแรงลัพธ์

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 2 อัน
2. ดугทราย กลุ่มละ 1 ดุง
3. ใบความรู้ที่ 2 เรื่องแรงลัพธ์
4. ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่องแรงลัพธ์
5. แบบฝึกหัดที่ 2 เรื่องแรงลัพธ์

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องการหาแรงลัพธ์	แบบประเมินการทดลอง	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตจิตวิทยาศาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 2

เรื่องแรงลัพธ์

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แรงลัพธ์ หมายถึง แรงรวมซึ่งเป็นผลรวมของแรงย่อยที่กระทำต่อวัตถุ การหาแรงลัพธ์กระทำได้นี้

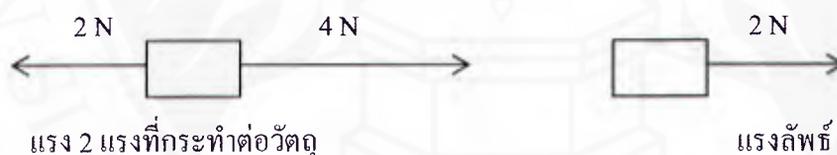
1. เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวเดียวกัน

1.1 เมื่อมีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกันแรงลัพธ์หาได้จากการนำขนาดของแรงทั้งสองมารวมกัน แรงลัพธ์จะมีทิศไปทางทิศของแรงทั้งสอง ดังภาพ



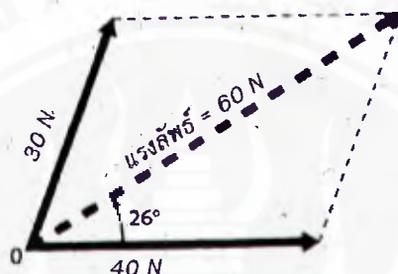
ภาพที่ 2.1 แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศเดียวกัน

1.2 เมื่อมีแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้าม แรงลัพธ์หาได้จากการนำขนาดของแรงทั้งสองมาลบกัน แรงลัพธ์จะมีทิศไปในทางทิศของแรงที่มีขนาดมากกว่า ดังภาพ



ภาพที่ 2.2 แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศตรงกันข้าม

2. เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวทำมุมกันแรงลัพธ์หาได้จากการสร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังนี้



ภาพที่ 2.3 แรงลัพธ์ที่เกิดจากแรง 2 แรงกระทำต่อวัตถุในแนวที่ทำมุมกัน
ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 78)

2.1 กำหนดจุด O บนกระดาษ โดยให้จุด O เป็นจุดที่เวกเตอร์ของแรง F_1 และ F_2 กระทำร่วมกันต่อวัตถุชิ้นหนึ่ง กำหนดให้เวกเตอร์ของแรง F_1 มีขนาดเท่ากับ 30 นิวตันและมีทิศทางด้านภาพ และเวกเตอร์ของแรง F_2 มีขนาดเท่ากับ 40 นิวตัน และมีทิศทางด้านภาพ

2.2 จากเวกเตอร์ของแรงทั้งสองแรง เขียนเส้นจากปลายลูกศรของทั้งสอง ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

2.3 ลากเส้นทแยงมุมจากจุด O ไปยังจุดตรงกันข้าม วัดความยาวของเส้นทแยงมุม เส้นทแยงมุมแทนแรงลัพธ์ของแรง 2 แรงที่กระทำต่อกัน จากภาพพบว่าแรงลัพธ์มีขนาด 60 นิวตัน

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง แรงลัพธ์

วิชา ว33101วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทดลองและอธิบายการรวมแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ใช้เครื่องชั่งสปริง 1 อัน ลากถุงทรายให้เคลื่อนที่อย่างช้าๆ ในแนวราบ สังเกตและบันทึกขนาดและทิศทางของแรง
2. ใช้เครื่องชั่งสปริง 2 อัน ลากถุงทรายให้เคลื่อนที่อย่างช้าๆ ในแนวราบ โดยดึงเครื่องชั่งสปริงในแนวขนานกัน สังเกตและบันทึกขนาดและทิศทางของแรง
3. ทำซ้ำข้อ 2 แต่ให้เครื่องชั่งสปริงทำมุมกัน 30 องศา

ผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. ค่าของแรงที่ใช้ลากถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง 1 อัน กับผลรวมของแรงเมื่อลากถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน ในแนวขนานกัน มีขนาดและทิศทางเหมือนกันหรือไม่ อย่างไร.....
2. ผลรวมของแรงเมื่อลากถุงทรายด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน ในแนวขนานและไม่ขนานกัน มีขนาดเท่ากันหรือไม่ และมีทิศทางเป็นอย่างไร.....
3. ถ้าดึงถุงทราย 1 ถุง ด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อันที่ขนานกัน จะได้ผลเป็นอย่างไร.....

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 2

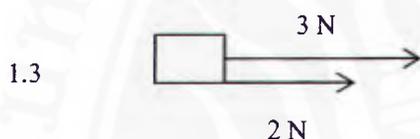
เรื่องแรงลัพธ์

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

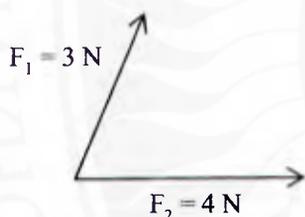
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. มีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุดังภาพ แรงลัพธ์ที่มีค่าเท่าใด มีทิศทางอย่างไร ให้เขียนภาพ



2. จากภาพ มีแรง 2 แรง กระทำต่อวัตถุที่จุดจุดหนึ่งให้สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน และลากเส้นทแยงมุม เพื่อหาแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุ



ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. จากภาพ แรงลัพธ์มีค่าเท่าใดมีทิศไปทางใด



ก. 1 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ข. 1 นิวตัน มีทิศไปทางซ้าย

ค. 3 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ง. 5 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

2. จากภาพ แรงลัพธ์มีค่าเท่าใดมีทิศไปทางใด



ก. 2 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ข. 2 นิวตัน มีทิศไปทางซ้าย

ค. 4 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

ง. 6 นิวตัน มีทิศไปทางขวา

3. แรงขนาด 72 N และ 108 N มากระทำร่วมกันเป็นมุมฉาก จงหาขนาดของแรงลัพธ์

ก. 36 นิวตัน

ข. 130 นิวตัน

ค. 156 นิวตัน

ง. 174 นิวตัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

หน่วยเรขาคณิต

เรื่องสมมูลของแรง

เวลา 2 คาบ

วิชา ว33101วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

เมื่อแรงที่กระทำต่อวัตถุอยู่ในแนวที่ทำมุมกัน แรงลัพธ์หาได้จากการใช้กฎสี่เหลี่ยมคางหมู เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุอยู่ในสภาพนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ พบว่าผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าเป็นศูนย์แสดงว่าแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ ซึ่งกล่าวได้ว่าขณะนั้นวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในระนาบเดียวกัน (ว 4.1-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในทิศทางต่างกัน
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. อธิบายแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน
4. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล
ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุที่หยุดนิ่งหรือวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว

กิจกรรมการเรียนรู้ (การทดลอง)

1. นักเรียนทบทวนการรวมแรง 2 แรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวเดียวกัน แนวทำมุมกันและแสดงความคิดเห็นว่าถ้ามีแรง 3 แรงกระทำต่อวัตถุในทิศทางต่างกัน แรงลัพธ์จะเป็นอย่างไร
2. ครูอธิบายการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน โดยใช้ใบความรู้ที่ 3 เรื่องสมมูลของแรง
3. นักเรียนศึกษาวิธีทดลองเรื่องสมมูลของแรง จากใบกิจกรรมที่ 3 วางแผนการทดลองทำการทดลอง สังเกตบันทึกผล และนำเสนอผลการทดลอง
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง
5. ครูนำนักเรียนอภิปราย สรุป เกี่ยวกับการหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมกัน

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 3 อัน
2. วงแหวน กลุ่มละ 1 อัน
3. ใบความรู้ที่ 3 เรื่องสมดุลของแรง
4. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่องสมดุลของแรง
5. หนังสือเรียนแรงและการเคลื่อนที่ พลังงาน ของ สสวท.

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องสมดุลของแรง	แบบประเมินการทดลอง	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตจิตวิทยาศาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 3

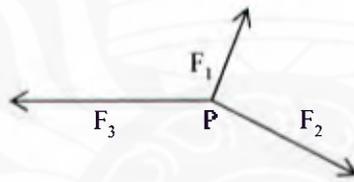
เรื่องสมดุลของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุอยู่ในสภาพนิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ พบว่าผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุนั้นมีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์ ซึ่งกล่าวได้ว่าขณะนั้นวัตถุอยู่ในสภาพสมดุล ดังตัวอย่าง

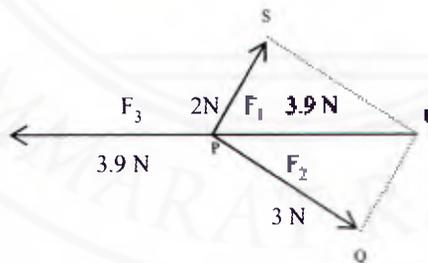
เมื่อดึงวงแหวนด้วยแรง 3 แรง จนวงแหวนอยู่นิ่งและลากเส้นแทนแนวแรง พบว่าแนวแรงทั้ง 3 แรง จะตัดกันที่จุดจุดหนึ่ง ดังภาพที่ 3.1 ซึ่งในที่นี้ F_1 , F_2 และ F_3 คือแรงดึงจากเครื่องชั่งสปริงอันที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ



ภาพที่ 3.1 แนวแรง 3 แรงพบกันที่จุด P

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 22)

จากภาพที่ 3.1 เมื่อเขียนเวกเตอร์ของแรงทั้ง 3 แรง โดยให้ความยาวของเวกเตอร์เป็นสัดส่วนกับขนาดของแรง สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนาน PQRS โดยให้ขนาดของแรง F_1 และ F_2 เป็นด้านของสี่เหลี่ยมด้านขนาน ดังภาพที่ 3.2 พบว่าความยาวเส้นทแยงมุม PR ของสี่เหลี่ยมด้านขนานจะมีขนาดเท่ากับขนาดของเวกเตอร์ F_3 และอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน จึงกล่าวได้ว่าเมื่อวงแหวนอยู่นิ่ง ขนาดของ F_3 เท่ากับผลรวมของ F_1 และ F_2 แต่ทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นผลรวมของ F_1 และ F_2 จะเท่ากับ PR ด้วย จึงสรุปได้ว่า PR เป็นผลรวมของ F_1 และ F_2



ภาพที่ 3.2 สี่เหลี่ยมด้านขนาน PQRS

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 22)

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง สมดุลของแรง

วิชา ว33101วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

ทดลองและอธิบายการรวมแรงหลายแรงที่กระทำต่อวัตถุในแนวทำมุมต่อกัน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ผู้กเชือก 2 เส้นเข้ากั้บวงแหวน แล้วนำปลายเชือกด้านที่เหลือแต่ละด้านผูกกับขอเกี่ยวของเครื่องชั่งสปริงด้านละเครื่อง แล้วออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงในทิศทางต่างๆจนทำให้วงแหวนอยู่นิ่ง บันทึกค่าแรงและแนวแรงบนกระดาษที่สอดคอยู่ใ้วงแหวน

2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่ดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อัน บันทึกขนาดและทิศทางของแรงพร้อมทั้งเขียนแนวแรงบนกระดาษ

3. เขียนเวกเตอร์ของแรง 3 แรง ที่กระทำวงแหวนบนกระดาษจากข้อ 2 โดยให้ความยาวของเวกเตอร์เป็นสัดส่วนกับขนาดของแรง สร้างสี่เหลี่ยมด้านขนานโดยใช้เวกเตอร์ 2 เวกเตอร์ที่เขียนขึ้น เป็นด้าน 2 ด้านของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ผลการทำกิจกรรม

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. ดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน จนวนวงแหวนอยู่หนึ่ง ค่าแรงและแนวแรงเป็นอย่างไร.....

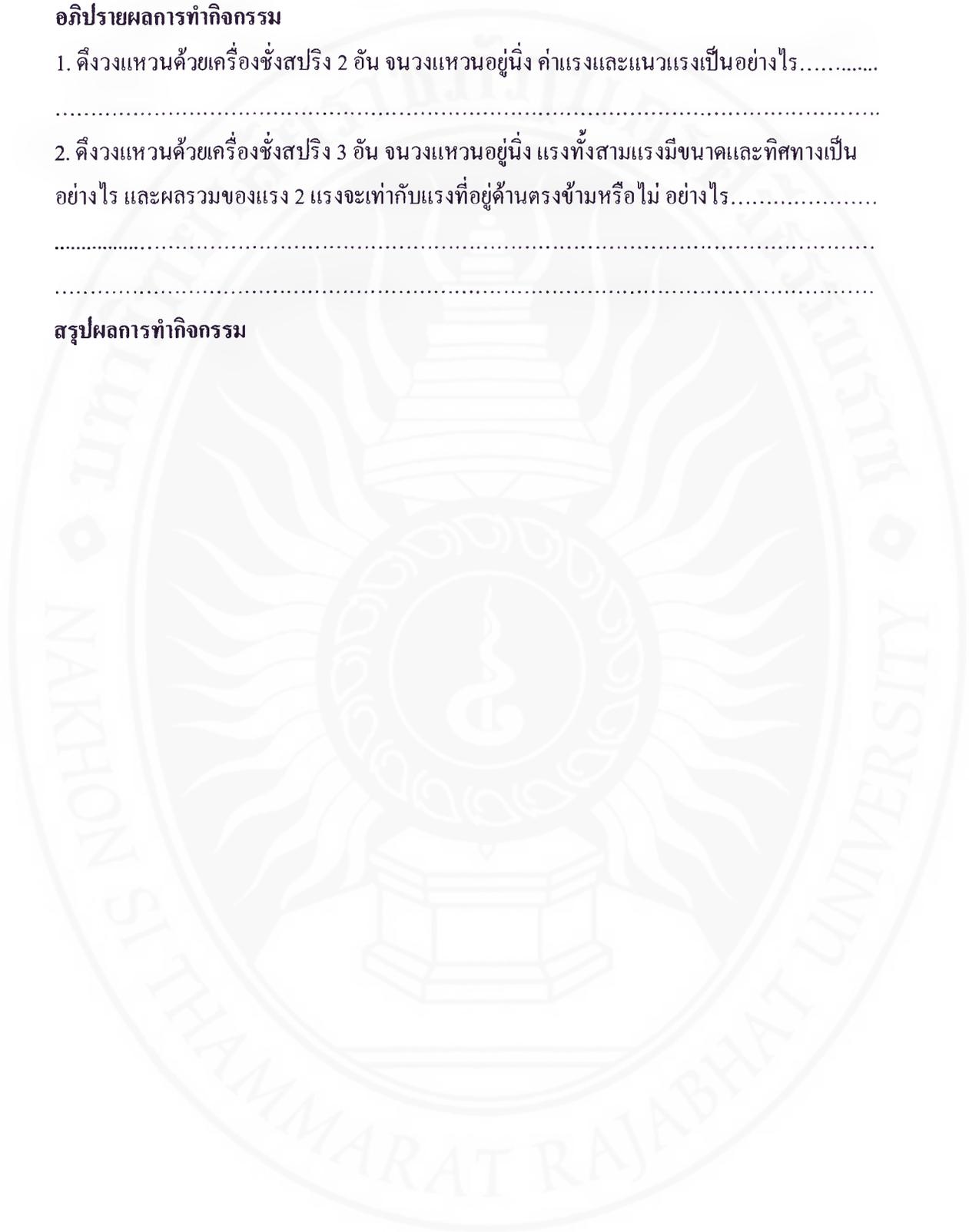
.....

2. ดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อัน จนวนวงแหวนอยู่หนึ่ง แรงทั้งสามแรงมีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไร และผลรวมของแรง 2 แรงจะเท่ากับแรงที่อยู่ด้านตรงข้ามหรือไม่ อย่างไร.....

.....

.....

สรุปผลการทำกิจกรรม



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

หน่วยเรข

เรื่องแรงเสียดทาน

เวลา 3 คาบ

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ แรงเสียดทานเกิดขึ้น ได้ทั้งวัตถุที่ไม่เคลื่อนที่และวัตถุที่เคลื่อนที่ มีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุแรงเสียดทานมี 2 ประเภทคือแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ แรงเสียดทานมีค่าขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและลักษณะผิวสัมผัสของวัตถุ

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายหลักการของแรงเสียดทาน (ว 4.2-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองเรื่องแรงเสียดทานและอธิบายปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อแรงเสียดทาน
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล
ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลองและการอภิปรายเกี่ยวกับแรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ ในเชิง

คุณภาพ

กิจกรรมการเรียนรู้(การทดลอง)

1. นักเรียนวางไม้บรรทัดบนนิ้วชี้ของมือทั้งสองข้าง แล้วเลื่อนนิ้วชี้ทั้งสองเข้าหากัน และร่วมกันอภิปรายเหตุผลที่นิ้วเลื่อนทีละข้าง ไม่ได้เลื่อนพร้อมกัน
2. นักเรียนศึกษาวิธีทดลองเรื่องแรงเสียดทานจากใบกิจกรรมที่ 4 วางแผนการทดลองทำการทดลองสังเกตบันทึกผล และนำเสนอผลการทดลอง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง
4. นักเรียนศึกษาเรื่องแรงเสียดทานจากใบความรู้ที่ 4 ครูอธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องแรงเสียดทาน

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องช่างสปริง กลุ่มละ 1 อัน
2. ถูทราย กลุ่มละ 3 ถู
3. ถูพลาสติก กลุ่มละ 1 ถู
4. ใบกิจกรรมที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน
5. ใบความรู้ที่ 4 เรื่องแรงเสียดทาน
6. แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่องแรงเสียดทาน
7. ไม้บรรทัดพลาสติกยาว 12 นิ้ว คนละ 1 อัน

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องแรงเสียดทาน	แบบประเมินการทดลอง	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตจิตวิทยาาสตร์	แบบประเมินจิตวิทยาาสตร์	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

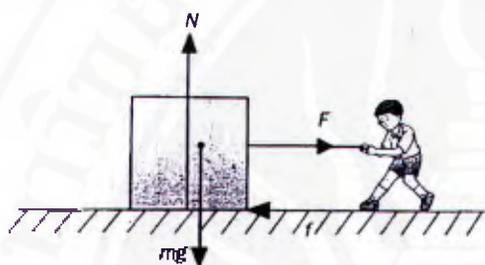
ใบความรู้ที่ 4

เรื่องแรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุสองชิ้น มีทิศตรงกันข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุ



N คือแรงที่พื้นดันวัตถุ

Mg คือ น้ำหนักของวัตถุที่กดลงบนพื้น

F คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุ

f คือ แรงเสียดทาน

ภาพที่ 4.1 แรงเสียดทาน

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 82)

แรงเสียดทานแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. แรงเสียดทานสถิต คือแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในสถานะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วอยู่นิ่ง แรงเสียดทานสถิตมีได้หลายค่าและมีค่าสูงสุดเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
2. แรงเสียดทานจลน์ คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในสถานะที่วัตถุได้รับแรงกระทำแล้วเกิดการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน ได้แก่ มวลของวัตถุหรือน้ำหนักของวัตถุที่กดพื้นและลักษณะผิวสัมผัสของวัตถุ แรงเสียดทานจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อวัตถุมีมวลเพิ่มขึ้นหรือวัตถุมีผิวสัมผัสเป็นผิวหยาบหรือขรุขระ

การเคลื่อนที่ของวัตถุบนผิวสัมผัสใด ๆ จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นเสมอ บางครั้งจำเป็นต้องมีแรงเสียดทานมากจึงจะทำให้การเคลื่อนที่สะดวกขึ้น เช่น การเดิน การวิ่ง จึงมีการทำลวดลายที่พื้นรองเท้า ทำดอกยางที่ล้อรถ เพื่อเพิ่มแรงเสียดทาน บางครั้งจำเป็นต้องลดแรงเสียดทาน เพื่อให้วัตถุบางชนิดเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น เช่น การใช้น้ำมันหล่อลื่น จาระบี ตลับลูกปืน เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนของเครื่องยนต์ อวัยวะในร่างกาย เช่น กระดูกข้อพับ ข้อต่อ จะมีน้ำไขข้อระหว่างกระดูก ทำให้กระดูกระหว่างข้อต่อเคลื่อนไหวได้สะดวกและลดแรงเสียดทาน



ภาพที่ 4.2 ดอกยางที่ล้อรถและตลับลูกปืน

ที่มา: ศรีลักษณ์ ผลวิมานะ และคณะ

(2546: 53-54)



ใบกิจกรรมที่ 4

เรื่อง แรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทดลองและอธิบายแรงเสียดทาน
2. สรุปปัจจัยที่มีผลต่อแรงเสียดทาน

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. ตากถ่วงทราย 1 ถุง ด้วยเครื่องชั่งสปริง จนถ่วงทรายเคลื่อนที่ บนที่กค่าแรงที่อ่านได้เมื่อถ่วงทรายเริ่มเคลื่อนที่ และเมื่อเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่
2. ทำซ้ำข้อ 1 แต่วางถ่วงทรายทับลงไปจำนวน 1 และ 2 ถุง ตามลำดับ
3. ทำซ้ำข้อ 1 และ ข้อ 2 แต่หุ้มถ่วงทรายล่างสุดด้วยพลาสติก

ผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. ขณะออกแรงดึงถ่วงทราย มีแรงใดกระทำต่อถ่วงทรายบ้าง อย่างไร.....
 2. ในการออกแรงดึงถ่วงทรายแต่ละครั้ง แรงลัพธ์ที่กระทำต่อถ่วงทรายมีค่าเท่าใด.....
-
-

สรุปผลการทำกิจกรรม

แบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง แรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. แรงเสียดทาน หมายถึง.....
2. แรงเสียดทาน เกิดขึ้นเมื่อ.....
3. แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ.....
4. วัตถุวางอยู่บนพื้นผิวขรุขระ มีแรงเสียดทานสถิตพอดีเคลื่อนที่ 10 นิวตัน จงหาแรงเสียดทานเมื่อ



- วัตถุวางนิ่งอยู่เฉยๆ.....
- ออกแรงดึง $F = 5$ นิวตัน
- วัตถุเริ่มเคลื่อนที่.....

ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกที่สุด

1. ข้อใดกล่าวถึงแรงเสียดทานไม่ถูกต้อง

- | | |
|----------------------------------|--|
| ก. เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัส | ข. ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ผิวสัมผัส |
| ค. ขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส | ง. ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุที่กดลงบนพื้น |

2. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- | |
|---|
| ก. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ |
| ข. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางขนานกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ |
| ค. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ |
| ง. แรงเสียดทานเกิดในทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ |

3. ข้อใดยังไม่เกิดแรงเสียดทาน

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| ก. รถเล่นบนถนน | ข. นกบินอยู่ในอากาศ |
| ค. ปลาว่ายอยู่ในน้ำ | ง. หนังสือวางอยู่บนโต๊ะ |

4. ถ้าไม่มีแรงเสียดทานระหว่างมือกับแก้วน้ำ การหยิบแก้วน้ำจะเป็นอย่างไร

- | | |
|------------------|----------------------|
| ก. ออกแรงน้อย | ข. ออกแรงมาก |
| ค. ไม่ต้องออกแรง | ง. หยิบแก้วน้ำไม่ได้ |

5. การใช้น้ำมันหล่อลื่นในเครื่องยนต์เพื่ออะไร

- | | |
|------------------|-------------------------------|
| ก. ป้องกันสนิม | ข. ลดความร้อน |
| ค. ลดแรงเสียดทาน | ง. เพิ่มพลังงานของเครื่องยนต์ |

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

หน่วยเรขาคณิต	เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33101วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวันบางสถานการณ์มีการลดแรงเสียดทาน เพื่อลดการสึกหรอของเครื่องยนต์ ลดการสูญเสียพลังงานหรือเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ได้สะดวก แต่ในบางสถานการณ์มีการเพิ่มแรงเสียดทาน เพื่อความปลอดภัยในการเคลื่อนที่ หรือเพื่อให้ทำกิจกรรมบางอย่างที่ต้องการแรงเสียดทานได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

วิเคราะห์แรงเสียดทานที่เกิดจากสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งเสนอแนวคิดที่จะเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อให้เกิดประโยชน์ในสถานการณ์ต่าง ๆ (ว 4.2-1)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ยกตัวอย่างสถานการณ์ที่จำเป็นต้องเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันได้
2. กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการศึกษการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันได้
3. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้

การทดลองเกี่ยวกับการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน เพื่อการใช้ประโยชน์ในสถานการณ์ต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้ (วิธีสอนแบบวิทยาศาสตร์)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำขวดที่เป็นฝาเกลียวและเปิดออกได้ยากมาให้นักเรียนลองเปิด และให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายว่าทำไมจึงเปิดฝาขวดได้ยาก
2. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ร่วมกันสำรวจตรวจสอบหรือออกแบบการทดลองเพื่อหาวิธีเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันโดย
 - 2.1 ตั้งคำถามที่กำหนดประเด็นหรือตัวแปรที่สำคัญในการสำรวจตรวจสอบ
 - 2.2 สร้างสมมติฐานที่สามารถตรวจสอบได้และวางแผนการสำรวจตรวจสอบหลายวิธี
 - 2.3 เลือกเทคนิควิธีสำรวจตรวจสอบที่ได้ผลเที่ยงตรงและปลอดภัย โดยใช้วัสดุและเครื่องมือที่เหมาะสม
 - 2.4 เก็บข้อมูล จัดกระทำข้อมูล

2.5 นำเสนอผลงาน

3. ครุมนำนักเรียนอภิปรายและสรุปวิธีการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน นักเรียนจัดบันทึก

การเตรียมการล่วงหน้า

มอบหมายนักเรียนศึกษาเรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน ล่วงหน้า 2 สัปดาห์

สื่อการเรียนรู้

1. ขวดฝาเกลียว 10 ใบ
2. ยางวงหรือหนังสติก 50 เส้น
3. ใบกิจกรรมที่ 5 เรื่องการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน
4. สื่อที่นักเรียนจัดหาหรือสร้างขึ้นเพื่อศึกษาการเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการนำเสนอผลงาน การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน	แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
4. ประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

กำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการศึกษา
การเพิ่มหรือลดแรงเสียดทานในชีวิตประจำวันได้

ปัญหา

สมมติฐาน

การกำหนดตัวแปร

ตัวแปรต้น.....

ตัวแปรตาม.....

ตัวแปรควบคุม.....

การรวบรวมข้อมูลหรือการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์

วิธีการทดลอง

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

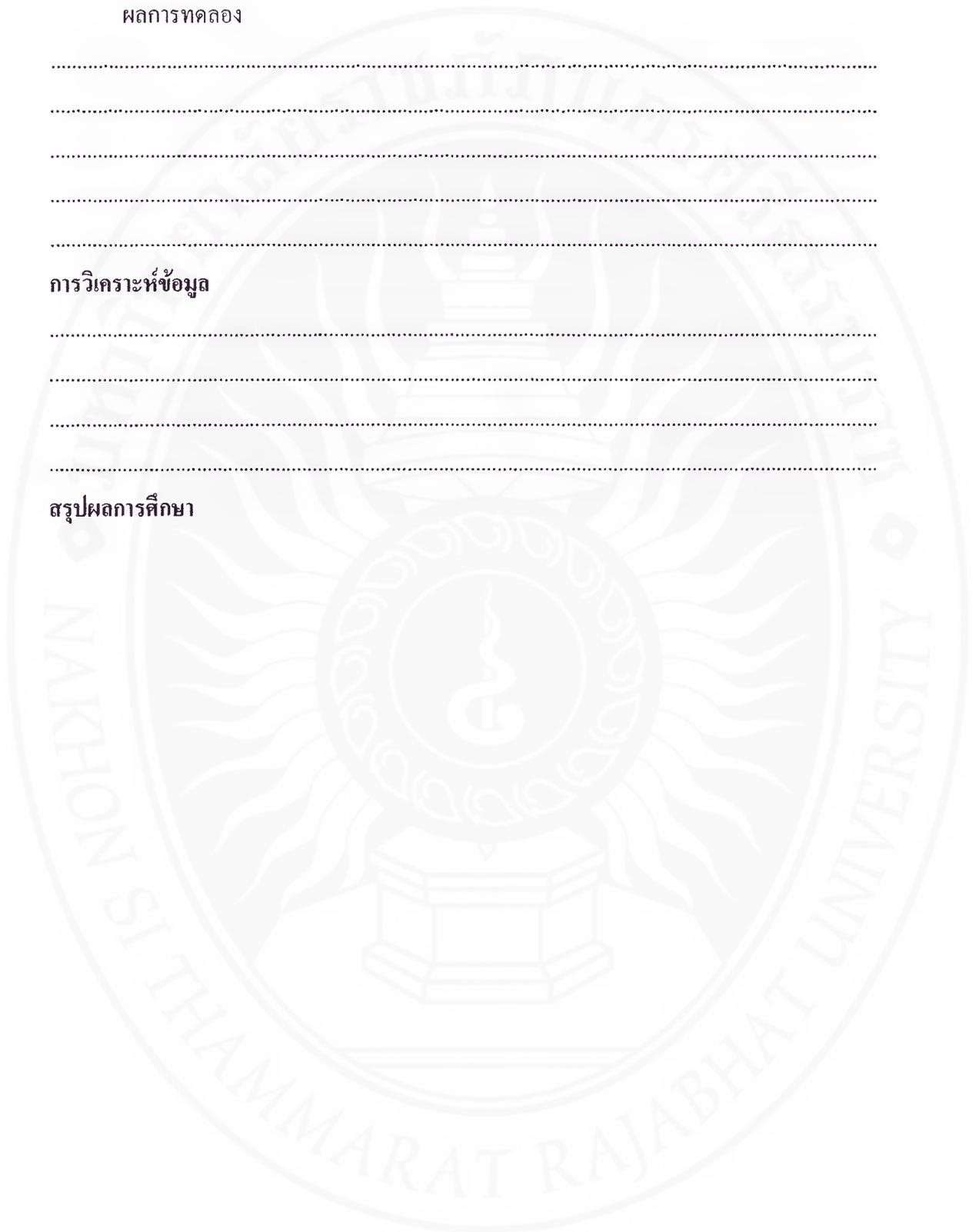
การวิเคราะห์ข้อมูล

.....

.....

.....

สรุปผลการศึกษา



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6

หน่วยเรขาคณิต	เรื่อง โมเมนต์ของแรง	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33103 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

โมเมนต์ของแรง หมายถึง ผลคูณของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง มีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร (N-m) เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุนั้นอยู่ในภาวะสมดุล จะได้ว่าผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่หมุนตามเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่หมุนทวนเข็มนาฬิกา

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ทดลองและอธิบายหลักการของโมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ (ว 4.2-2)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทดลองและอธิบายหลักการของ โมเมนต์ของแรง ในเชิงปริมาณ
2. มีทักษะในการทำการทดลอง อภิปรายผลและสรุปผลการทดลอง
3. มีจิตวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ความรับผิดชอบ ความอยากรู้อยากเห็น ความมีเหตุผล ความมีระเบียบและรอบคอบ ความซื่อสัตย์ ความใจกว้าง

สาระการเรียนรู้

การทดลอง การอภิปรายเกี่ยวกับหลักการของโมเมนต์ของแรงในเชิงปริมาณ

กิจกรรมการเรียนรู้(การทดลอง)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. ครูนำอภิปรายว่าเมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ บางกรณีจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งไป แต่บางกรณีจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบหมุน
2. นักเรียนนำไม้บรรทัดวางบนโต๊ะ ใช้นิ้วผลักไม้บรรทัด โดยให้แรงอยู่ในแนวเดียวกับไม้บรรทัด สังเกตว่าไม้บรรทัดหมุนหรือไม่ให้นักเรียนลองคิดว่าต้องออกแรงกระทำต่อไม้บรรทัดอย่างไรจึงจะทำให้ไม้บรรทัดหมุน ซึ่งควรจะได้ข้อสรุปว่าเมื่อออกแรงกระทำในแนวตั้งฉาก หรือ ออกแรงทำมุมใด ๆ โดยแรงนั้นต้อง ไม่อยู่ในแนวเดียวกับไม้บรรทัด จะทำให้ไม้บรรทัดหมุน หลังจากนั้นใช้นิ้วผลักที่ปลายด้านขวา สังเกตไม้บรรทัดหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา ผลักปลายด้านซ้าย สังเกตทำนองเดียวกัน เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าการหมุนของวัตถุมี 2 แบบ คือ การหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา
3. ครูให้ความรู้ว่าการที่มีแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนเรียกว่าเกิดโมเมนต์ของแรง

4. ครูอธิบายหลักการของโมเมนต์ การคำนวณโมเมนต์ โดยใช้ใบความรู้ที่ 5

5. นักเรียนศึกษาวิธีทดลองเรื่องสมดุลของคานจากใบกิจกรรมที่ 5 วางแผนการทดลอง
ทำการทดลองสังเกตบัน บันทึกผล และนำเสนอผลการทดลอง

6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง

7. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 5 เรื่อง โมเมนต์ของแรง

สื่อการเรียนรู้

1. เครื่องชั่งสปริง กลุ่มละ 1 อัน

2. ดู่ทราย กลุ่มละ 1 ดู่

3. คานอะลูมิเนียมยาว 60 เซนติเมตรกลุ่มละ 1 อัน

4. ไม้บรรทัดพลาสติกยาว 30 เซนติเมตรคนละ 1 อัน

5. ใบความรู้ที่ 5 เรื่อง โมเมนต์ของแรง

6. ใบกิจกรรมที่ 6 เรื่อง สมดุลของคาน

7. แบบฝึกหัดที่ 4 เรื่อง โมเมนต์ของแรง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการทำการทดลอง เรื่องสมดุลของคาน	แบบประเมินการทดลอง	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตจิตวิทยาาสตร์	แบบประเมินวิทยาศาสตร์	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 5

เรื่อง โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุ ในบางกรณีจะทำให้วัตถุเคลื่อนที่แบบหมุน เนื่องจากแนวแรงที่กระทำต่อวัตถุไม่ผ่านจุดศูนย์กลางมวล จึงทำให้วัตถุนั้นหมุนรอบจุดศูนย์กลางมวล หรือถ้าวัตถุถูกยึดติดกับแกนหมุนโดยแกนนั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ที่จุดศูนย์กลางมวล วัตถุก็จะหมุนรอบแกนนั้นซึ่งเรียกว่าจุดหมุน เมื่อออกแรงกระทำต่อวัตถุโดยทิศทางของแรงที่กระทำตั้งฉากกับระยะทางจากจุดหมุนถึงแนวแรง ผลที่เกิดขึ้นเรียกว่าโมเมนต์ของแรง ซึ่งมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างขนาดของแรงกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

โมเมนต์ของแรง = แรง \times ระยะทางจากจุดหมุน ไปตั้งฉากกับแนวแรง

หรือ $M = F \times d$

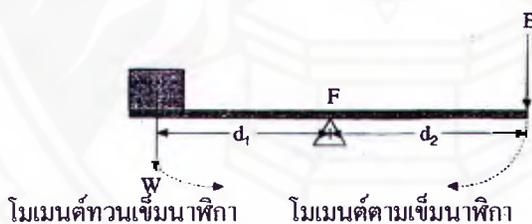
เมื่อกำหนดให้ M = โมเมนต์ของแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร (N-m)

F = แรงที่กระทำ มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

d = ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรงมีหน่วยเป็นเมตร (m)

โมเมนต์ของแรงแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา เป็น โมเมนต์ที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนไปในทิศทางเข็มนาฬิกา จากภาพที่ 5.1 โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับ $E \times d_2$
2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา เป็น โมเมนต์ที่เกิดจากแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้วัตถุหมุนไปในทิศทวนเข็มนาฬิกา จากภาพที่ 5.1 โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับ $W \times d_1$



ภาพที่ 5.1 ชนิดของโมเมนต์

ที่มา: ศรีลักษณ์ ผลวัฒน์ และคณะ (2546: 60)

เมื่อมีแรงหลายแรงกระทำต่อวัตถุและวัตถุนั้นอยู่ในภาวะสมดุลจะได้ว่าผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่หมุนทวนเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ของแรงที่หมุนตามเข็มนาฬิกา เขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

ผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

หรือ $W \times d_1 = E \times d_2$

ใบกิจกรรมที่ 6

เรื่องสมดุลของคาน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

1. ทำการทดลองหาค่าโมเมนต์ของแรงได้
2. เปรียบเทียบผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาและโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเมื่อคานอยู่ในภาวะสมดุล

ขั้นตอนการทำกิจกรรม

1. แขนคานให้สมดุลในแนวระดับ
2. ชั่งน้ำหนักของถ่วงทรายโดยใช้เครื่องชั่งสปริง อ่านค่าในหน่วยนิวตัน
3. แขนถ่วงทรายมวล 500 กรัม ทางขวาของคานห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร ใช้เครื่องชั่งสปริง คึงทางซ้ายของคานห่างจากจุดหมุน 15 เซนติเมตร ให้คานอยู่ในแนวระดับ บันทึกค่าแรงคึง
4. ทำซ้ำข้อ 3 โดยให้ถ่วงทรายห่างจากจุดหมุน 15 เซนติเมตร เครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 20 เซนติเมตร
5. ทำซ้ำข้อ 3 โดยให้ถ่วงทรายห่างจากจุดหมุน 10 เซนติเมตร เครื่องชั่งสปริงห่างจากจุดหมุน 25 เซนติเมตร

ผลการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

.....

.....

อภิปรายผลการทำกิจกรรม

1. โมเมนต์ของแรงทางขวาของจุดหมุน และ โมเมนต์ของแรงทางซ้ายของจุดหมุน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร.....
2. ถ้าออกแรงคึงคานทางขวาของจุดหมุน คานจะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา..... เรียกโมเมนต์ของแรงทางขวาของจุดหมุนว่า.....
3. ถ้าออกแรงคึงคานทางซ้ายของจุดหมุน คานจะหมุนตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา..... เรียกโมเมนต์ของแรงทางซ้ายของจุดหมุนว่า.....

4. ถ้าเขวนอุทราลัยที่ตำแหน่ง 5 เซนติเมตร ทางซ้ายของจุดหมุน และออกแรงดึงคานทางขวาของจุดหมุน ที่ตำแหน่ง 5,10,15 เซนติเมตร ค่าแรงดึงจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร.....

.....
สรุปผลการทำกิจกรรม



แบบฝึกหัดที่ 4

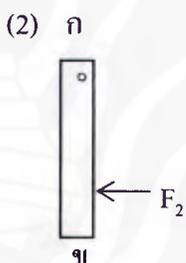
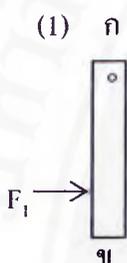
เรื่อง โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตอนที่ 1 เขียนตอบให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. จากภาพ กข เป็นวัตถุท่อนหนึ่งวางอยู่บนพื้นราบ ที่ปลาย ก เจาะเป็นรูกลมและมีตะปูตอกไว้อย่างหลวมๆ ถ้ามีแรง F_1 มากระทำที่ปลาย ข ดังภาพ (1) วัตถุท่อนนี้จะหมุนอย่างไร ถ้ามีแรง F_2 มากระทำที่ปลาย ข ดังภาพ (2) วัตถุท่อนนี้จะหมุนอย่างไร วาดภาพประกอบ

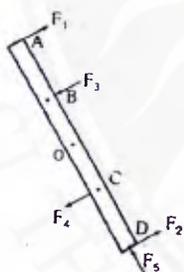


2. โมเมนต์ของแรง หมายถึง.....

3. โมเมนต์ของแรงมีค่าเท่ากับ.....

4. โมเมนต์ของแรง แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ.....

5. วัตถุท่อนหนึ่งหมุนรอบจุด O อยู่บนพื้น วัตถุท่อนนี้มีแรงกระทำ 5 แรง คือ F_1, F_2, F_3, F_4 และ F_5 โดยมีจุดที่กระทำและทิศทาง ดังภาพ



โมเมนต์ของ F_1 เป็น..... =.....

โมเมนต์ของ F_2 เป็น..... =.....

โมเมนต์ของ F_3 เป็น..... =.....

โมเมนต์ของ F_4 เป็น..... =.....

โมเมนต์ของ F_5 =..... เพราะ.....

6. หลักการของโมเมนต์กล่าวว่า.....

ตอนที่ 2 วงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดผิดเมื่อกล่าวถึงโมเมนต์ของแรง

- ก. ขึ้นอยู่กับขนาดของแรง
- ข. เป็นต้นเหตุทำให้เกิดการหมุน
- ค. ขึ้นอยู่กับระยะทางการเคลื่อนที่โดยแรง
- ง. ขึ้นอยู่กับระยะทางจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง

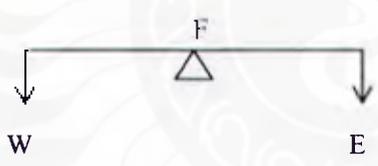
2. เมื่อทิศทางของแรงผ่านจุดหมุน ค่าโมเมนต์ของแรงนั้นจะมีค่าเท่าใด

- ก. เท่ากับศูนย์
- ข. น้อยที่สุด
- ค. มากที่สุด
- ง. ไม่แน่นอน

3. คานจะอยู่ในภาวะสมดุลเมื่อใด

- ก. จุดหมุนอยู่กลางคานพอดี
- ข. คานโตสมำเสมอและเบามาก
- ค. น้ำหนักที่แขวนทางซ้ายและทางขวาของจุดหมุนเท่ากัน
- ง. โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

4. กำหนดให้ E = แรงพยายาม, W = แรงต้านทาน , F = จุดหมุน จากภาพข้อใดถูกต้อง



- ก. E น้อยกว่า W
- ข. E เท่ากับ W
- ค. E มากกว่า W
- ง. ไม่แน่นอน

5. จากภาพ คาน AB จะอยู่ในลักษณะใด



- ก. วางตัวในแนวตั้ง
- ข. วางตัวในแนวระดับ
- ค. เอียงทางซ้าย
- ง. เอียงทางขวา

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

หน่วยเรง	เรื่องการวิเคราะห์และคำนวณ โมเมนต์	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33103 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

โมเมนต์ของแรงสามารถคำนวณ โดยนำขนาดของแรงคูณกับระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง หรือ $M = F \times d$

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

วิเคราะห์และคำนวณ โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ (ว 4.2-2)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. วิเคราะห์โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
2. คำนวณโมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

สาระการเรียนรู้

การวิเคราะห์และการคำนวณโมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ

กิจกรรมการเรียนรู้ (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)

1. นักเรียนดูภาพการหาของ การยกยอ และร่วมกันอภิปรายว่ากิจกรรมแต่ละภาพใช้หลักการของโมเมนต์หรือไม่ อย่างไร
2. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ร่วมกันศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำกิจกรรมที่ 7 เรื่องการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายภาพการทำกิจกรรมต่าง ๆ จากใบกิจกรรมที่ 7 มีการใช้หลักของโมเมนต์ของแรงอย่างไร
4. ครูอธิบายการคำนวณโมเมนต์ของแรง โดยใช้ใบความรู้ที่ 6
5. นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องการคำนวณโมเมนต์ของแรง

สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 6 เรื่องการคำนวณโมเมนต์ของแรง
2. ใบกิจกรรมที่ 7 เรื่องการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง
3. แบบฝึกหัดที่ 5 เรื่องการคำนวณโมเมนต์ของแรง

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการวิเคราะห์ โมเมนต์ของแรง	แบบประเมินการอภิปราย	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบกิจกรรมที่ 7

เรื่องการวิเคราะห์โมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

จุดประสงค์ของกิจกรรม

วิเคราะห์โมเมนต์ของแรงในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

คำสั่ง

นักเรียนดูภาพกิจกรรมต่าง ๆ แล้วร่วมกันอภิปรายในกลุ่มว่ากิจกรรมเหล่านี้ใช้หลักการโมเมนต์ของแรงหรือไม่ อย่างไร

1. การเปิดฝาขวด



.....

.....

.....

2. การใช้ตะเกียบคีบอาหาร



.....

.....

.....

3. การคีน้าแข็ง



.....

.....

.....

4. การถอนตะปู

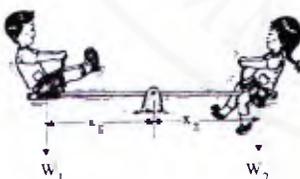


.....

.....

.....

5. การเล่นกระดานหก



6. การขันนอต



ใบความรู้ที่ 6

เรื่องการคำนวณโมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การคำนวณ โมเมนต์ของแรง ใช้สูตร

1. โมเมนต์ของแรง = แรง \times ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง

หรือ $M = F \times d$

2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

ตัวอย่างการคำนวณ โมเมนต์ของแรง

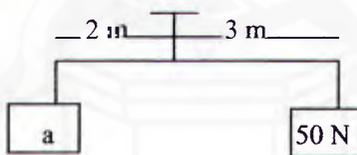
ตัวอย่างที่ 1 จงหาโมเมนต์ของแรงที่เกิดจากเด็กชายนั่งบนไม้กระดานหก



$$\begin{aligned} \text{โมเมนต์ของแรง} &= \text{แรง} \times \text{ระยะทางจากจุดหมุนไปตั้งฉากกับแนวแรง} \\ &= 300 \text{ N} \times 1.5 \text{ m} \\ &= 450 \text{ N-m} \end{aligned}$$

โมเมนต์ของแรงขนาด 450 นิวตัน-เมตร หมุนในทิศทวนเข็มนาฬิกา

ตัวอย่างที่ 2 จากภาพ a มีค่าเท่าใดคานจึงจะสมดุล



โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

$$a \text{ N} \times 2 \text{ m} = 50 \text{ N} \times 3 \text{ m}$$

$$a = \frac{150 \text{ N-m}}{2 \text{ m}}$$

$$= 75 \text{ N}$$

a มีค่าเท่ากับ 75 นิวตัน คานจึงจะสมดุล

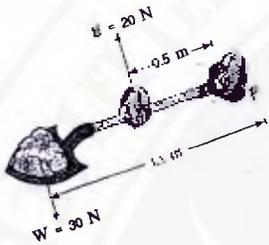
แบบฝึกหัดที่ 5

เรื่องการคำนวณโมเมนต์ของแรง

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. จากภาพ จงหาโมเมนต์ของแรง E และ W



.....

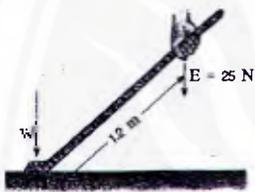
.....

.....

.....

.....

2. จากภาพ จงหาโมเมนต์ของแรง E



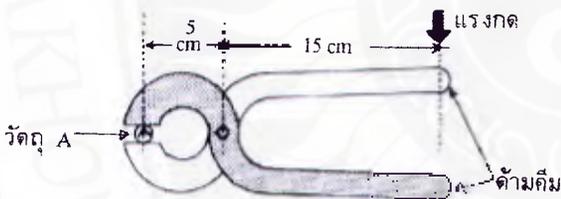
.....

.....

.....

.....

3. เมื่อใช้คีมตัดวัตถุ A ดังภาพ ถ้าวัตถุ A ทนแรงตัดได้ 75 นิวตัน จะต้องออกแรงกดที่ปลายด้ามคีมเท่าใด จึงจะตัดวัตถุ A ได้



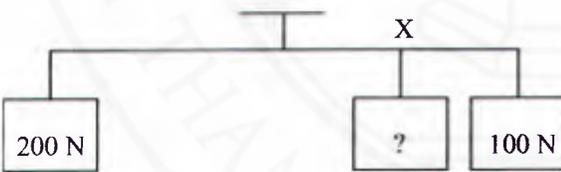
.....

.....

.....

.....

4. คานยาว 2 เมตร มีน้ำหนักถ่วงที่ปลายทั้ง 2 ข้าง ดังภาพ จะต้องใช้น้ำหนักถ่วงที่จุด X ซึ่งห่างจากจุดหมุน 0.5 เมตร เท่าใดจึงจะทำให้คานสมดุล



.....

.....

.....

5. ถ้าออกแรงพยายาม 40 นิวตัน กระทำห่างจากจุดหมุน 5 เมตร เพื่อยกวัตถุซึ่งวางอยู่ห่างจากจุดหมุนออกไปอีกข้างหนึ่ง 0.8 เมตร จะยกวัตถุได้หนักที่สุดเท่าใด (เมื่อไม่คติน้ำหนักของคาน)

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8

หน่วยเรง	เรื่อง โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน	เวลา 2 คาบ
วิชา ว33103 วิทยาศาสตร์	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	ภาคเรียนที่ 1

สาระสำคัญ

ในชีวิตประจำวัน เครื่องใช้หลายชนิดอาศัยหลักการของโมเมนต์ในการทำงาน เช่น คาน คานจำแนกเป็น 3 อันดับ โดยใช้ระยะสัมพัทธ์ของตำแหน่งจุดหมุน แรงพยายาม แรงต้านทาน เป็นเกณฑ์ในการจำแนก คานบางชนิดจะช่วยผ่อนแรง

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างการนำหลักการของโมเมนต์ของแรงไปใช้ประโยชน์ (ว 4.2-2)

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. สืบค้นข้อมูลเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการ โมเมนต์ของแรง
2. อธิบายและยกตัวอย่างการนำหลักการของโมเมนต์ของแรงไปใช้ประโยชน์
3. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นของตนเองและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระการเรียนรู้

การสืบค้นข้อมูลและการอภิปรายการใช้ประโยชน์โมเมนต์ของแรงในชีวิตประจำวัน

กิจกรรมการเรียนรู้ (กระบวนการสืบเสาะหาความรู้)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

1. นักเรียนดูกรรไกรตัดกระดาษ ที่เปิดขวด เครื่องเย็บกระดาษ กรุณาอภิปรายว่าเครื่องใช้ที่มีลักษณะเป็นแท่งยาวและอาศัยหลักการของ โมเมนต์ในการทำงานเรียกว่า คาน คานจำแนกเป็น 3 อันดับ จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม
 - 1.1 กรรไกรตัดกระดาษ ที่เปิดขวด เครื่องเย็บกระดาษ เป็นคานประเภทเดียวกันหรือไม่
 - 1.2 คานทั้งสามชนิดนี้ผ่อนแรงได้หรือไม่
2. นักเรียนศึกษาเรื่อง โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน จากใบความรู้ที่ 7 ร่วมกันอภิปรายในกลุ่ม และเขียนแผนภาพแสดงองค์ประกอบของคาน
3. นักเรียนสืบค้นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการของโมเมนต์ กลุ่มละ 1 ชนิด ประกอบด้วยหัวข้อ ชื่อเครื่องใช้ อันดับของคาน องค์ประกอบของคาน และประโยชน์ จัดเตรียมสื่อ ถ้าเครื่องใช้ไม่ใหญ่มากให้ใช้สื่อของจริง แต่ถ้าใหญ่มากให้ใช้ภาพหรือแบบจำลอง

4. นักเรียนนำเสนอผลการสืบค้นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการของโมเมนต์

5. นักเรียนจับบันทึกชื่อคาน ประเภท การนำมาใช้ประโยชน์

การเตรียมการล่วงหน้า

มอบหมายนักเรียนสืบค้นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้หลักการของ โมเมนต์ ล่วงหน้า 2 สัปดาห์ โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชน ผู้ปกครองของนักเรียน ปราชญ์ชาวบ้าน สื่อการเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 7 เรื่อง โมเมนต์ในชีวิตประจำวัน
2. ตัวอย่างเครื่องใช้ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้หลักการของโมเมนต์

การวัดและประเมินผล

วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ทดสอบผลสัมฤทธิ์	แบบทดสอบ	ร้อยละ 50 ขึ้นไป
2. สังเกตการนำเสนอผลงาน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่ใช้ หลักการของโมเมนต์	แบบประเมินการนำเสนอผลงาน	ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สังเกตพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	แบบประเมินพฤติกรรม การทำงานกลุ่ม	ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ใบความรู้ที่ 7

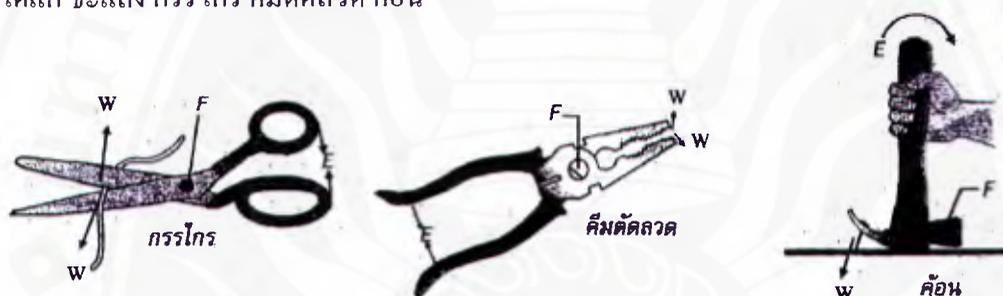
เรื่องโมเมนต์ในชีวิตประจำวัน

วิชา ว33101 วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เครื่องใช้หลายชนิดอาศัยหลักการของโมเมนต์ในการทำงาน เช่น คาน คานมีลักษณะเป็นแท่งยาว อาจจะตรงหรือโค้งงอก็ได้ มีองค์ประกอบในการทำงาน 3 ส่วน คือ แรงต้านทาน (W) แรงพยายาม (E) และจุดหมุน (F) คานจำแนกเป็น 3 อันดับ ดังนี้

1. คานอันดับ 1 มีจุดหมุนอยู่ระหว่างแรงพยายามและแรงต้านทาน ตัวอย่างคานอันดับ 1 ได้แก่ ฆะแลง กรรไกร คีมตัดลวด ค้อน



ภาพที่ 7.1 คานอันดับ 1

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 102)

คานอันดับ 1 จะผ่อนแรงได้ก็ต่อเมื่อระยะจาก $E - F$ มากกว่า $W - F$

2. คานอันดับ 2 มีแรงต้านทานอยู่ระหว่างแรงพยายามและจุดหมุน ตัวอย่างคานอันดับ 2 ได้แก่ รถเข็นดิน ที่เปิดขวด ที่ตัดกระดาษ ที่หนีบกล้วย



ภาพที่ 7.2 คานอันดับ 2

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 103)

คานอันดับ 2 จะผ่อนแรงได้ทุกชนิด เพราะจากระยะ $E - F$ มากกว่า $W - F$

3. คานอันดับ 3 มีแรงพยายามอยู่ระหว่างแรงต้านทานและจุดหมุนตัวอย่างคานอันดับ 3 ได้แก่ เหน็บ ตะเกียบ พั่ว คีมคิบน้ำแข็ง ปากกา ไม้กวาด เครื่องเย็บกระดาษ



ภาพที่ 7.3 คานอันดับ 3

ที่มา: บัญชา แสนทวี (2546: 103)

คานอันดับ 3 จะไม่ผ่อนแรง เพราะระยะจาก E - F น้อยกว่า W - F

ประวัติผู้วิจัย

- ชื่อ - นามสกุล นางสาวประณีต เจริญวาสน์
- วัน เดือน ปี เกิด 28 ตุลาคม 2503
- สถานที่เกิด อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช
- สถานที่อยู่ปัจจุบัน 90 หมู่ที่ 12 ตำบลขุนทะเล อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราช 80230
- ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนพระพรหมพิทยานุสรณ์ อำเภอพระพรหม จังหวัดนครศรีธรรมราช
- ประวัติการศึกษา
- พ.ศ.2522 มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมราชูทิศ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
- พ.ศ.2524 ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) วิทยาลัยครูนครศรีธรรมราชอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช
- พ.ศ.2527 ศึกษาศาสตรบัณฑิต(วิทยาศาสตร์ทั่วไป) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี