



การพัฒนามโนมติของนักเรียน เรื่อง สมดุลกลโดยใช้การทดลองอย่างง่าย

จงเจตน์ ปิตาทะลังข์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**DEVELOPING STUDENT'S CONCEPTS OF MECHANICAL
EQUILIBRIUM USING SIMPLE EXPERIMENTS**

JONGJAT PITATASUNG

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN SCIENCE EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2014
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY**



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนามโนมติของนักเรียน เรื่อง สมคุกคอกโดยใช้การทดลองอย่างง่าย

ผู้วิจัย นางจงเจตน์ ปิตาทวงศ์

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราษ

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม

กรรมการ

ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
ดร.สุระ วุฒิพรหม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม)

.....
ดร.อุดม ทิพราษ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพราษ)
คณะศึกษาศาสตร์

.....
ดร.จุฑามาศ ทรงทอง
(ดร.จุฑามาศ ทรงทอง)
รักษาการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์ และความช่วยเหลือ อย่างดีเยี่ยมจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม พิพราช และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรัส วุฒิพรหม ได้ให้ คำปรึกษา ข้อซึ่งแนะนำ ตรวจทานความถูกต้อง แก้ไขข้อบกพร่องเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ท่านได้ให้ ความอนุเคราะห์ ชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ยิ่งในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนช่วยให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี่ด้วย ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ประทิธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ตลอดจนเจ้าหน้าที่ ประสานงานหลักสูตรทุกท่านที่กรุณาให้ความห่วงใย ข้อคิดเห็น ให้คำปรึกษา และนำปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่อง อนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ ในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณ นายเลิศชาย สุขประเสริฐ ผู้อำนวยการ โรงเรียนสูรุวิทยาคาร นายธีรภพ วานิตร รองผู้อำนวยการกลุ่ม บริหารงานวิชาการ ที่สนับสนุนและเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้พัฒนาตนเองทางการศึกษาเป็นอย่างดี ขอบคุณ ครูอรอนุมา สำรวมจิตรา ครูชำนาญการพิเศษ ที่ช่วยให้คำปรึกษาและชี้แนะ และคณาจารย์และ นักเรียน โรงเรียนสูรุวิทยาคาร ที่มีส่วนช่วยเหลือ แนะนำ และให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เอื้อเพื่อสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการทำวิจัย ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) ที่ได้สนับสนุน ค่าใช้จ่ายในการทำวิจัย

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ ครอบครัวเชาว์ขอบ และครอบครัวปิตาทั้งสองท่านที่มอบ ความรัก ช่วยเหลือดูแลเป็นกำลังใจและส่งเสริมให้โอกาสทางการศึกษาด้วยดีมาตลอด

จุจกน์ มนากะลัง^๑
(นางจุจกน์ ปิตาทั้งสองที่)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาโภนติของนักเรียน เรื่อง สมดุลกลโ Dixon ใช้การทดลองอย่างง่าย

โดย : จงเจตน์ ปิตาทะสังข์

ชื่อบริษัท : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตรศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม

หัวข้อสำคัญ : สมดุลกล การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โนเมนต์

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน ที่ได้รับการสอนโดยการออกแบบ และสร้างกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมดุลกล การบูรณาการแนวคิดทางฟิสิกส์ และวิธีทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ร่วมกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ตามวัญจกร การสืบเสาะหาความรู้ ท้าทาย แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความพึงพอใจ และชุดกิจกรรมการทดลอง โดยประกอบด้วย 3 ชุด คือ แรงกับสภาพสมดุล สมดุลต่อการหมุน (โนเมนต์) และจุดศูนย์ถ่วง ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง มีค่า $<g>$ เท่ากับ 0.48 และมีความพึงพอใจต่อการเรียนเรื่องสมดุลกลในระดับค่อนข้าง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ใช้ชุดกิจกรรมการทดลองอย่างง่าย เรื่องสมดุลกลร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เนื่องจากเป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมและปฏิบัติการทดลองเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING STUDENT'S CONCEPTS OF MECHANICAL
EQUILIBRIUM USING SIMPLE EXPERIMENTS
BY : JONGJAT PITATASUNG
DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
CHAIR : ASST. PROF. SURA WUTIPROM, Ph.D.

KEYWORDS : MACHANICAL EQUILIBRIUM / INQUIRY CECLE 5E / MOMENT

The objective of this research was to improve the students' learning achievement and students' satisfaction using simple experiments. The simple experiments were designed and constructed learning activities on mechanical equilibrium to build up students' scientific skills using simple experiments. The integration of physical concepts and mathematical methods was used in conjunction with 5E inquiry cycle. One-group pretest-posttest was used in this research. The research tools consisted of learning plans, achievement tests, satisfaction questionnaire and experiment sets. The experiment sets were composed of 3 experiments: equilibrium of forces, equilibrium of torques (moments), and the center of mass. The results showed that the students' learning achievement on the post-instruction was significantly higher than that on the pre-instruction at alpha level .05. The average normalized gain was in a medium gain ($\langle\langle g \rangle\rangle = 0.48$). It also found that the learning activities drew student's satisfaction in good levels. The learning activities on mechanical equilibrium can be used to develop students' learning achievement because students were emphasized to do the active experiments caused efficient own learning.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัจจุบัน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	6
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้	9
2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจ	13
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	18
3.2 แบบแผนการวิจัย	18
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	19
3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	23

สารบัญ

หน้า

4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล	
4.1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	26
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากชุดพฤติกรรมการปฏิบัติการ ทดลอง	30
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่อง สมคุลกิต	35
5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	37
5.2 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมคุลกิต	38
5.3 ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	
ก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	47
ข เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้)	58
ค คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	114
ง ภาพประกอบการทำกิจกรรม	118
ประวัติผู้วิจัย	124

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ข้อสอบเบ่งตามเนื้อหาที่ใช้ในการวัดผลแต่ละด้าน	19
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	26
4.2 คะแนนทดสอบ เรื่อง สมคุลกต โดยแยกตามเนื้อหาของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	27
4.9 ผลร้อยละและแปลความหมายของระดับความพึงพอใจ	34
ก.1 ผลคะแนนร้อยละและแปลความหมายของระดับความคิดเห็นนักเรียน	56
ค.1 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพสมคุลกต	115
ค.2 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพสมคุลกต ของนักเรียนเป็นรายบุคคล	116

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.2 การทดลองในกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1	20
3.3 การทดลองในกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2	21
3.4 การทดลองในกิจกรรมที่ 2	21
3.5 การทดลองในกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 1	22
3.6 การทดลองในกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 2	22
4.3 พัฒนาการทางการเรียนรายข้อ (single test item normalized gain)	28
4.4 ร้อยละของจำนวนนักเรียนพัฒนาการทางการเรียนรายบุคคล (single student normalized gain)	29
4.5 ผลรวมแรงลัพธ์ที่ถูกต้องโดยการเขียนเวกเตอร์แบบเรขาคณิต	29
4.6 ผลรวมแรงลัพธ์ที่ไม่ถูกต้องโดยการเขียนเวกเตอร์แบบเรขาคณิต	30
4.7 การคำนวณแรงลัพธ์ที่ถูกต้องโดยวิเคราะห์แบบรูปแบ่งองค์ประกอบของเวกเตอร์	31
4.8 การคำนวณแรงลัพธ์ที่ถูกต้องโดยไม่วิเคราะห์แบบรูปองค์ประกอบของเวกเตอร์	31
4.9 การคำนวณหาโมเมนต์ที่ถูกต้อง	32
4.10 การคำนวณหาโมเมนต์ที่ไม่ถูกต้อง	33
4.11 การหาจุดศูนย์ถ่วงของไม้เบวนเสื้อ	34
4.1 อุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้นักเรียนเพื่อใช้ในการทดลอง	119
4.2 ติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง เรื่อง สมดุลต่อการหมุนให้นักเรียนเป็นตัวอย่าง	119
4.3 นักเรียนร่วมกันดึงเครื่องชั้งสปริงตามกิจกรรมที่ 1	120
4.4 นักเรียนช่วยกันเขียนแนวเส้นแรงดึงตามกิจกรรมที่ 1	120
4.5 นักเรียนช่วยกันติดตั้งอุปกรณ์เรื่อง โมเมนต์ของแรงตามกิจกรรมที่ 2	121
4.6 นักเรียนอ่านวิเคราะห์ทดลองร่วมกันตามขั้นตอนของกิจกรรมที่ 2	121
4.7 นักเรียนช่วยกันหาจุดศูนย์ถ่วงของไม้เบวนเสื้อตามกิจกรรมที่ 3	122
4.8 นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง	122
4.9 บรรยายกาศการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลกล	123

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบต่อสภาพสังคมและการดำเนินชีวิตของคนอย่างมากการเตรียมคนให้พร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงจึงต้องอาศัยการจัดการศึกษาที่มีความหลากหลายและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงกล่าวคือ ความหลากหลายทั้งระบบการจัดและหลากหลายในวิธีการเรียนการสอนที่เหมาะสม กับนักเรียนแต่ละคน โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญโดยคาดหวังว่าผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยการลงมือปฏิบัติจริง นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การจัดการศึกษาจึงต้องยึดหลักว่า้นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ มีการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมจากความสนใจ และแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้เป็นผู้คิด ลงมือปฏิบัติศึกษาค้นคว้าอย่างมีระบบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งการทำกิจกรรมภาคสนาม การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลองในห้องปฏิบัติการ การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลปัจจุบันภูมิและทุคณภูมิในการทำกิจกรรมเหล่านี้ จึงมีความสามารถในการสืบเสาะหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทำงานวิทยาศาสตร์ ได้พัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหา และคาดหวังว่ากระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาเขตติทางวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรมในการใช้วิทยาศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ มีเจตคดีและค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสามารถสื่อสารและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) ครุพลีน พฤติกรรมการสอน จากการถ่ายทอดความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ โดยนักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ซึ่งกระบวนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาหาสำหรับตรวจสอบและค้นคว้าด้วยวิธีต่างๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองอันยาวนาน การที่นักเรียนจะสร้างองค์ความรู้ได้ต้องผ่านกระบวนการ ที่หลากหลายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry

process) โดยรูปแบบการสอนนี้ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป เนื่องจากนักเรียนเกิดความเขื่อมโยงความรู้ มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ๆ รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนี้ทำให้นักเรียนมีความสนุกสนาน กระตือรือร้นและสนใจเรียนมากขึ้น (ยุพา กุมภาว์, 2550) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทางดังกล่าววิธีหนึ่งคือการเรียนรู้จากกิจกรรมการสอนตามรูปแบบการสอน 5E ที่เรียกว่า 5E Instructional Model มีวิธีการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน การจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ 5E เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีกระบวนการให้นักเรียนเรียนรู้กันอย่างอิสระ ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แสวงหาความรู้ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย จึงจะสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง และเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองอย่างยาวนาน ทำให้มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญระดับ .01 (เยาวลักษณ์ ชื่นอารමย์, 2549) เช่นเดียวกับที่ พิมพ์มาดา มงคลแสน (2553) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ BSCS 5E สามารถมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 77.27 อีกทั้งนักเรียนสามารถให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย

การจัดการเรียนการสอนรู้ของครูกุลสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุรุวิทยาการ ที่พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่จะทำแบบทดสอบที่เป็นลักษณะการคิดวิเคราะห์ไม่ได้ และผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่อง สมดุลกล เนื่องจาก เป็นเรื่องที่เน้นการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนทำความเข้าใจได้ยากขึ้น และ เมื่อนักเรียนปฏิบัติการทดลองจึงไม่สามารถทำตามขั้นตอนการทดลองและลำดับเนื้อหาได้เนื่องจากยังไม่เข้าใจส่องผลให้ผู้เรียนได้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่อนข้างต่ำ โดยศึกษาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ในวิชาฟิสิกส์ 1 โรงเรียนสุรุวิทยาการ ที่ผู้วิจัยรับผิดชอบสอนพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนปีการศึกษา 2553 มีเกรดเฉลี่ย 2.57 อยู่ในระดับพอใช้ ปีการศึกษา 2554 มีเกรดเฉลี่ย 3.19 อยู่ในระดับดี และปีการศึกษา 2555 มีเกรดเฉลี่ย 2.59 อยู่ในระดับพอใช้ จึงเห็นควรต้องพัฒนาให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนให้ดียิ่งในระดับเดิมมากต่อไป

จากเอกสารรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 วิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสุรุวิทยาการ ปีการศึกษา 2555 พบว่าผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบสูงกว่าค่าเฉลี่ยขั้นต่ำที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) กำหนดไว้ กล่าวคือ ผู้เรียนมีผลการทดสอบเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับร้อยละ 38.08 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยของระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) คือร้อยละ 33.10 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2555) เนื่องจากว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีระดับผลการเรียนที่ดี แต่เนื่องด้วยนโยบายของโรงเรียนสุรุวิทยาการ ที่มีเป้าหมายให้ผลการทดสอบเฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 40 และเมื่อ

ตรวจสอบผลการทดสอบเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ข้อนหลังตั้งแต่ปีการศึกษา 2553 ถึงปีการศึกษา 2554 ยังพบว่าคะแนนผลการทดสอบเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) แต่ยังไม่ถึงร้อยละ 40 เช่นกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นควรได้รับการพัฒนาในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้นถึงร้อยละ 40 ต่อไป

ผู้วิจัยเห็นควรจะศึกษาและวิจัยในเรื่องนี้ เพราะเหตุว่าในเนื้อหาของสภาพสมดุลกล所在 รายวิชาที่สามารถจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลอง โดยชุดปฏิบัติการอย่างง่ายได้ อีกทั้งในเนื้อหารี่องของสภาพสมดุลกล所在 เป็นเนื้อหาที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนมากที่สุด นักเรียนเกิดในภาพได้ และมีสื่ออุปกรณ์พอกที่จะสามารถใช้เป็นชุดปฏิบัติการเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเด็นสำคัญอีกอย่างคือในเนื้อหารี่องของสภาพสมดุลกล所在 ผู้วิจัยคิดว่า น่าจะเป็นเนื้อหาที่จะพัฒนาให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ได้ด้วยตนเอง เมื่อทำแบบทดสอบนักเรียนที่เรียนปานกลางและเรียนอ่อนน่าจะทำแบบทดสอบได้ซึ่งจะส่งผลต่อกำหนดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่อไป

รูปแบบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ คือ การทำความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี และ การวิเคราะห์ และแก้ไขที่ปัญหาทางฟิสิกส์ที่อาสาศักดิ์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ การทดลอง หรือการปฏิบัติ เป็นสิ่งที่จะแก้ปัญหาในความไม่เข้าใจในหลักการหรือทฤษฎีได้ เนื่องจากนักเรียนได้ทดลอง และหาเหตุผลด้วยตนเอง นักเรียนจะได้องค์ความรู้ด้วยตัวเองและจะทำให้นักเรียนจำได้ตลอด มีเครื่องมือ หรืออวัตกรรมที่จะทำให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในหลักการทฤษฎีขึ้น และจะส่งผลต่อกำหนด ผลสัมฤทธิ์นั้น ชุดการทดลองหรือชุดปฏิบัติการ เป็นตัวเลือกหนึ่งที่มีประสิทธิภาพที่จะแก้ปัญหา ดังกล่าวไว้ได้ ดังได้มีผู้วิจัยหลายท่านได้ศึกษา ชุดปฏิบัติการสามารถพัฒนาค่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คะแนนสอบวัดความคงทนทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ที่นัยสำคัญ ทางสถิติระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนได้ทดลอง ลงมือปฏิบัติเอง สิ่งใดที่นักเรียนได้ทดลองลงมือปฏิบัติและได้คำตอบ ด้วยตนเองจะทำให้นักเรียนมีความจำ ความเข้าใจอันยาวนาน (ศักดิ์ชัย สิงห์ทอง, 2554) ซึ่ง สอดคล้องกับ ชาเร이나 พลสา (2553) พบว่าการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงเสนอทำวิจัย เรื่อง การพัฒนามโนมติของนักเรียน เรื่องสมดุล ก所在 โดยใช้การทดลองอย่างง่าย โดยใช้ชุดกิจกรรมที่มีการปฏิบัติการทดลองที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ท้าทาย เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนมติที่ถูกต้องเกี่ยวกับสมดุลก所在 และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลก所在ของนักเรียน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมดุลกลสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้จริง

1.2.2 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สมดุลกล สามารถเสริมสร้างความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ระดับคีม่าก

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมดุลกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นก่อนเรียนสูงกว่าหลังเรียน

1.3.2 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนเรื่องสมดุลกลอยู่ระดับคีม่าก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุริทยาคาร ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 3 ห้อง จำนวน 144 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสุริทยาคาร ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ 1 ห้อง จำนวน 48 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมดุลกล โดยวิธีการสืบเสาะ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวแปรตาม คือ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ได้จากการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้เรื่องสมดุลกล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมดุลกล หรือเนื้อหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนสามารถเป็นแนวทางในการสอนที่เน้นการสืบเสาะและกระบวนการลงมือปฏิบัติมากขึ้น

1.6. นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เป็นรูปแบบหนึ่งของการสืบเสาะหาความรู้ คือ การสร้างความสนใจ (Engagement) การสำรวจและค้นหา (Exploration) การอธิบาย (Explanation) การขยายความรู้ (Elaboration) และการประเมินผล (Evaluation) ซึ่งทั้ง 5 ขั้นตอนเป็นกระบวนการเรียนรู้ ที่ครุจะต้องส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิด มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสสนับสนุน ได้ใช้ความคิดของตนเองได้มากที่สุด ทั้งนี้กิจกรรมที่จะให้นักเรียนสำรวจตรวจสอบ จะต้องเชื่อมโยง กับความคิดเดิม และนำไปสู่การแสวงหาความรู้ใหม่ และได้ใช้กระบวนการและทักษะต่างๆ ทาง วิทยาศาสตร์และการสืบเสาะหาความรู้

1.6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้วิชาพิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสมดุลกล โดยพิจานจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบที่ผู้จัดสร้างขึ้น

1.6.3 ความพึงพอใจทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อความคิด การ กระทำการเห็นคุณค่า ประโยชน์ และ การตัดสินใจในการแสวงหาความรู้แสดงออกเป็นพฤติกรรม ซึ่งวัดจากคะแนนที่นักเรียนตอบแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่ผู้จัดสร้างขึ้น

1.6.4 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง ชุดกิจกรรมที่สร้างขึ้น โดยมีชุดปฏิการทดลอง รีองสภาพสมดุล ประกอบด้วย

1.6.4.1 ชุดปฏิการทดลอง แรงกับสภาพสมดุล

1.6.4.2 ชุดปฏิการทดลอง โมเมนต์ของแรง

1.6.4.3 ชุดปฏิการทดลองจุดศูนย์ถ่วง

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนานโนมดิของนักเรียน เรื่องสมดุลกลโดยใช้การทดลองอย่างง่าย ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

- (1) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน
- (2) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้
- (3) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดเจตคติ
- (4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นยุทธวิธีในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน และประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง และได้ผลในการเรียนการสอนแบบวิทยาศาสตร์ (ชาเรนา พลสา, 2553)

2.1.1 รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีหลายวิธี แต่ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา วิทยาศาสตร์ และตามมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (2545) กล่าวว่า วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวิธีการที่นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีครุเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก เพื่อสอดคล้องกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ที่เน้นทั้ง ความรู้และกระบวนการทางความรู้ด้วยตนเอง จากการศึกษาวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ทั้งในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาพบว่า มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น แต่ในระดับประถมศึกษา พนงานที่ใช้วิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E น้อยกว่าระดับมัธยมศึกษา

กระบวนการการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นวิธีหนึ่งที่ถูกใช้กันอย่างแพร่หลาย และประสบผลสำเร็จ พิมพ์มาดา มงคลแสน (2553) ได้ศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อน และครูดีมาก การเรียนรู้ส่วนมากจะเกิดขึ้นหลังจากที่นักเรียนได้สัมทนากับเพื่อนและครู ซึ่ง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความชัดเจนในบทบาทมากขึ้น ครอบคลุมมากขึ้น โดยการให้โอกาสสนับสนุนได้เกี่ยวข้องกับปัญหาใหม่ สถานการณ์ใหม่ เพื่อเสริมความเข้าใจที่ได้จากการสำรวจ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนข้อคิด ข้อมูลกับเพื่อน เพื่อปรับขยายถ่ายโยงความคิด จนได้เห็นความคิดที่ชัดเจน ครอบคลุม สอดคล้องกับผลการศึกษาของ บุพชา กุมภาว (2550) พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเปิดโอกาสสนับสนุนให้สร้างประสบการณ์ที่มีความหมายด้วยตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติตัวอย่างตนเองได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยแผนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิม โดยนักเรียนมีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะแสวงหาความรู้ใหม่ และสร้างเสริมประสบการณ์ มีความกระตือรือร้นและสนใจเรียนสั่งผลต่อคะแนนสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำให้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์เป้าหมายร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 83.33

สุวัฒน์ นิยมค้า (2551) กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ว่าเป็นการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหา หรือสืบเสาะหาความรู้เกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ไม่เคยรู้มาก่อนโดยใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เยาวลักษณ์ ชั้นอารมย์ (2549) ได้การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเขตติดต่อทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิม โดยนักเรียนมีความรู้และทักษะมากขึ้น และส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกถึงลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ โดยมีเจตคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

รัชฎา ศิลปััน (2552 ; อ้างอิงจาก Sun and Trowbridge, 1973) ได้สรุปลักษณะของการสอนด้วยวัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5 E ดังนี้

- (1) เป็นการสอนที่มีนักเรียนเป็นศูนย์กลาง
- (2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการสร้าง nonlinear โดยตัวผู้เรียน
- (3) ระดับความคาดหวังของนักเรียนเพิ่มสูงขึ้น หลังจากที่ได้ประสบผลสำเร็จในการเสาะหาความรู้ในระดับหนึ่ง
- (4) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นการพัฒนาความสามารถด้านต่างๆ ของนักเรียน เช่น ความสามารถทางวิชาการ ทางสังคม ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ ซึ่งต้องอาศัยความเป็นอิสระและให้นักเรียนมีโอกาสคิด
- (5) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะหลีกเลี่ยงการเรียนรู้ระดับว่างๆ หรือการบรรยายแต่เน้นการทดลองเพื่อให้นักเรียนค้นพบตัวเอง
- (6) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E จะกำหนดเวลาสำหรับการเรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมนักเรียนให้สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปได้รับใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิมได้ ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ พัฒนาความคิดโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.1.2 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

2.1.2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัยหรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเอง หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลาหนึ่ง หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้สึกเดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่ศึกษาในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นใดน่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาสื่อต่างๆ หรืออาจกระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อนแต่ไม่ควรบังคับนักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่ครูจะใช้ในการศึกษาเมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อาจรวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิมหรือความรู้จากแหล่งต่างๆ ที่จะช่วยนำไปสู่ความเข้าใจเรื่อง หรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการสำรวจตรวจสอบอย่างหลากหลาย

2.1.2.2 ขั้นสำรวจและค้นหาความรู้ (Exploration)

เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่น่าสนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้ และมีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมุติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลข้อสนเท็จ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง การศึกษาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่เพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

2.1.2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

เมื่อได้ข้อมูลที่เพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูลข้อสนเท็จ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ เช่น บรรยายสรุปสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือวาระป สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ให้แข็งกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

2.1.2.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลอง หรือข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการอธิบายสถานการณ์ หรือเหตุผลอื่นๆ ใช้อธิบายเรื่องต่างๆ ได้มากก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อยซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่างๆ ทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

2.1.2.5 ขั้นประเมิน (Evaluation)

เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง และมากน้อยเพียงใดจากขึ้นนี้จะนำสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่นๆ

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2.2.1 ความหมายของชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม มีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น ชุดการสอน ชุดการเรียนดำเนินรูป ชุดการสอนรายบุคคล ชุดการเรียนด้วยตนเอง ชุดกิจกรรม ซึ่งเป็นชุดของสื่อประสานที่จัดทำขึ้นสำหรับหน่วยการเรียน สำหรับคำกล่าวเรียกชื่อต่างๆ ในที่นี้จะหมายถึง ชุดกิจกรรม โดยมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

อร์ม โพธิ์พัฒน์ (2550) ได้ให้ความหมายของชุดกิจกรรมว่า ชุดกิจกรรม คือ สื่อการสอนชนิดหนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ สามารถแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างนักเรียน หรือบุคคล ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เต็มความสามารถ และเกิดพฤติกรรมตามเป้าหมายของการเรียนรู้ โดยครูเป็นผู้จัดให้และแนะนำท่านนั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รุ่งอรุณ เอียรประกอบ (2549) ว่า ชุดกิจกรรมคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำเสนอสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ และนวัตกรรมต่างๆ มาให้นักเรียนได้ศึกษา ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองแล้วเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและส่งเสริมให้นักเรียนมีผลการเรียนที่มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น

ชาเรีนา พลสา (2553) ชุดกิจกรรม คือชุดของสื่อประสานที่มีการนำสื่อ และกิจกรรม หลากหลาย อย่างมาประกอบกัน เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมีจุดประสงค์การเรียนรู้ ที่ชัดเจน มีความสมบูรณ์ในตนเองทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมมีการเตรียมความพร้อมก่อนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ประสบความสำเร็จในการสอน

จากการที่นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายชุดกิจกรรมที่กล่าวมานี้ สรุปได้ว่า ชุดกิจกรรม เป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนที่เป็นสื่อการเรียนสำเร็จรูปที่มีลักษณะที่เป็นชุดบทเรียนที่มีการจัดเป็นระบบมีขั้นตอนต่างๆ ผู้เรียนสามารถศึกษา ได้ด้วยตนเองตามความสามารถ ตาม

ความแตกต่างระหว่างบุคคล หรือเรียนแบบร่วมมือเป็นกระบวนการกลุ่ม มีสื่อที่ประกอบการใช้ชุดกิจกรรมขณะเรียน มีการให้ข้อมูลข้อนอกลับ และการเสริมแรงการเรียนจะเสริจสมบูรณ์ในตัวพระมีการประเมินผลการเรียนภายในชุด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดทักษะในการเรียนรู้ การแสดงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.2.2 ประเภทของชุดกิจกรรม

ในการที่ผู้สร้างจะตัดสินใจว่า จะสร้างชุดกิจกรรมในรูปแบบใดนั้น จะต้องศึกษา รูปแบบ และประเภทของชุดกิจกรรมว่ามีอยู่กี่ประเภท ในแต่ละประเภทมีจุดมุ่งหมายในการใช้แตกต่างกัน ตามแต่ละประเภทของชุดกิจกรรมนั้น มีนักการศึกษาหลายท่านได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตภัณฑ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) ได้แบ่งประเภทของชุดกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภทคือ

(1) ชุดกิจกรรมสำหรับครู เป็นชุดกิจกรรมสำหรับจัดให้ครูโดยเฉพาะ มีคุณภาพ และเครื่องมือสำหรับครู ซึ่งพร้อมที่จะนำไปใช้สอนให้นักเรียนเกิดพฤติกรรมที่คาดหวัง ครูเป็นผู้ดำเนินการควบคุมกิจกรรมทั้งหมด นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมโดยครูเป็นผู้ดูแล

(2) ชุดกิจกรรมสำหรับนักเรียน เป็นชุดกิจกรรมสำหรับจัดให้นักเรียน เรียนด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่เพียงจัดอุปกรณ์ และมอบชุดกิจกรรมให้แล้วอยปรับรายงานเป็นระยะๆ ให้คำแนะนำเมื่อมีปัญหา และประเมินผลชุดกิจกรรมนี้ จะฝึกการเรียนด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนจากการศึกษาจากโรงเรียนไปแล้วก็สามารถเรียนรู้หรือศึกษาสิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง

(3) ชุดกิจกรรมที่ครูและนักเรียนใช้ร่วมกัน ชุดนี้มีลักษณะผสมระหว่างชุดแบบที่ 1 และชุดแบบที่ 2 ครูเป็นผู้ดูแล และกิจกรรมบางอย่างครูต้องเป็นผู้แสดงนำให้นักเรียนดูแล กิจกรรมบางอย่างนักเรียนต้องทำด้วยตนเอง ชุดกิจกรรมแบบนี้เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะใช้กับนักเรียน มัธยมศึกษา ซึ่งเริ่มฝึกให้รู้จักการเรียนด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ดูแล

บุญเกื้อ ควรหาเวลา (2542) ได้แบ่งชุดกิจกรรมที่ใช้อยู่เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

(1) ชุดกิจกรรมประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนสำหรับผู้สอนจะใช้สอนผู้เรียนเป็นกลุ่มใหญ่ หรือเป็นการสอนที่ต้องการปูพื้นฐานให้นักเรียนส่วนใหญ่รู้และเข้าใจ ในเวลาเดียวกัน นุ่งในการขยายเนื้อหาสาระให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

(2) ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนสำหรับให้นักเรียน เรียนร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ประมาณ 5-7 คน โดยใช้สื่อการสอนที่บรรจุไว้ในชุดกิจกรรมแต่ละชุด นุ่งที่จะฝึกทักษะในเนื้อหาวิชาที่เรียน และให้นักเรียนมีโอกาสทำงานร่วมกัน

(3) ชุดการสอนแบบรายบุคคล หรือชุดการสอนตามเอกตภาพเป็นชุดการสอนสำหรับเรียนด้วยตนเอง เป็นรายบุคคล คือ ผู้เรียนจะต้องศึกษาหาความรู้ ตามความสามารถและความ

สนใจของตนเอง ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนเพิ่มเติม ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนด้วยตนเองได้ด้วย

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ชุดกิจกรรมในแต่ละประเภทนั้น จะเป็นตัวกำหนดบทบาทหน้าที่ของครูและนักเรียนแตกต่างกันออกไป การจะเลือกผลิตชุดกิจกรรมชุดใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของครูหรือผู้ผลิตเอง ดังนั้น ใน การสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ ผู้จัดฯ จึงยึดบทบาทให้นักเรียนเป็นผู้ทำการศึกษาเนื้อหาและปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง ในรูปแบบของชุดกิจกรรมแบบกิจกรรมกลุ่ม ครุผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะแนวทางหรือคอยให้คำปรึกษามื่อนักเรียนพบปัญหาหรือข้อสงสัยที่เกิดจากการเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่ผู้จัดฯ สร้างขึ้น

2.2.3 องค์ประกอบของชุดกิจกรรม

บัญชี ควรหาเวลา (2542) ได้จำแนกองค์ประกอบที่สำคัญๆ ภายใต้ ชุดกิจกรรมไว้ 4 ส่วน คือ

(1) คู่มือ เป็นคู่มือและแผนการสอนสำหรับผู้สอน หรือผู้เรียนตามชนิดของชุดกิจกรรมภายในคู่มือจะชี้แจงถึงวิธีการใช้ชุดกิจกรรมเอาไว้อย่างละเอียด ทำเป็นเล่มหรือแผ่นพับ

(2) บัตรคำสั่งหรือคำแนะนำ จะเป็นส่วนที่บอกให้ผู้เรียนดำเนินการเรียน หรือประกอบกิจกรรมแต่ละอย่าง ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ บัตรจะมีอยู่ในชุดกิจกรรมแบบกลุ่ม และรายละเอียด ซึ่งจะประกอบไปด้วย

(2.1) คำอธิบายในเรื่องที่จะศึกษา

(2.2) คำสั่งให้ผู้เรียนดำเนินการ

(2.3) การสรุปบทเรียน

(3) เนื้อหาสาระและสื่อ จะบรรจุไว้ในรูปของสื่อการสอนต่างๆ ประกอบด้วย บทเรียนโปรแกรม สไลด์ เทปบันทึกเสียง ตัวอย่างจริง รูปภาพ เป็นต้น ผู้เรียนจะศึกษาจากสื่อการสอนต่างๆ ที่บรรจุอยู่ในชุดการสอนตามบัตรที่กำหนดให้

(4) แบบประเมินผล ผู้เรียนจะทำการประเมินผลที่อยู่ในชุดกิจกรรม อาจจะเป็นแบบฝึกหัด ให้เดิมคำในช่องว่าง เลือกคำตอบที่ถูกจับถูก คุณลักษณะจากการทดลอง หรือให้ทำกิจกรรม เป็นต้น

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตภัณฑ์การสอนวิทยาศาสตร์ (2525) ได้จัด องค์ประกอบของชุดกิจกรรมคือ

(1) คู่มือครูมีรายละเอียดเกี่ยวกับชุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม เนื้อหา ผลงานที่คาดหวังจากนักเรียน สื่อการสอน หนังสือประกอบการค้นคว้าสำหรับครู แนวการประเมินผล ขั้นการดำเนินการสอน

(2) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

(3) บัตรต่างๆ ที่ใช้ในการประกบกิจกรรม ได้แก่ บัตรคำสั่ง บัตรเนื้อหา บัตรกิจกรรม บัตรคำถ่าน บัตรเฉลย

(4) สื่อการเรียนการสอนที่เลือกไว้

2.2.4 ประโยชน์ของชุดกิจกรรม

ในการใช้ชุดกิจกรรมเพื่อช่วยในการจัดการเรียนรู้นั้น นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมไว้ดังนี้

charina พลสา (2553) กล่าวว่า ประโยชน์ของชุดกิจกรรมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการสอนของครู และส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้โดยการศึกษา และปฏิบัติกรรมจากชุดกิจกรรมด้วยตนเอง เป็นการแสวงหาและค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมต่างๆ ด้วยตนเองทั้งสิ้น ทำให้ไม่เกิดการเบื่อหน่ายการเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะค้นหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อความมั่นใจและภาคภูมิใจในความสามารถของตนเอง ได้รับประสบการณ์ตรง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและส่วนรวม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542) ได้กล่าวโดยสรุป ถึงประโยชน์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

(1) ส่งเสริมการเรียนแบบรายบุคคล ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถ ความสนใจ ตามเวลา และโอกาสที่เหมาะสมของแต่ละคน

(2) ช่วยขัดปัญหาการขาดแคลนครู เพราะชุดกิจกรรมช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้ด้วยตนเอง หรือต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอนเพียงเล็กน้อย

(3) ช่วยในการศึกษาระบบทั่วไป สามารถนำเข้าชุดกิจกรรมไปใช้ได้ทุกสถานที่ และทุกเวลา

(4) ช่วยลดภาระและช่วยสร้างความพึงพอใจให้แก่ครู เพราะชุดกิจกรรมผลิตไว้เป็นหมวดหมู่ สามารถนำไปใช้ได้ทันที

(5) เป็นประโยชน์ในการสอนแบบศูนย์การเรียน

(6) ช่วยให้ครูวัดผลผู้เรียนได้ตรงตามความมุ่งหมาย

(7) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม

(8) ช่วยให้ผู้เรียนจำนวนมากได้รับความรู้แนวเดียวกันอย่างมีประสิทธิภาพ

(9) ช่วยฝึกให้ผู้เรียนรู้จักการพนับถือ ความคิดเห็นของผู้อื่น

พรทิพย์ แก้วใจดี (2545) ประโภชน์ชุดกิจกรรมเป็น ดังนี้

- (1) ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามจุดประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง
- (2) ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ตามความสามารถของแต่ละบุคคล

(3) ผู้เรียนทราบผลการปฏิบัติกิจกรรมนั้นๆ อย่างรวดเร็ว

- (4) ทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายหรือเกิดความท้อถอยในการเรียนรู้ เพราะผู้เรียน มีสิทธิ์ที่จะกลับไปศึกษาเรื่องที่ตนเองไม่เข้าใจใหม่ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นพอสรุปได้ว่า ประโภชน์ของชุดกิจกรรม ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามอัตภาพ ตามความสามารถของแต่ละบุคคลในทุกๆ ด้าน มีอิสระในการเรียนรู้ สามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ที่พบด้วยตนเอง และฝึกทักษะกระบวนการคิดด้านต่างๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ ไม่เกิดความเบื่อหน่าย สามารถเรียนรู้และเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ซึ่งเป็นการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวัดความพึงพอใจ

การวัดความพึงพอใจเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อน เป็นความรู้สึกของบุคคลในทางบวก ความชอบ ความสนับสนุน ความสุขต่อสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ บรรลุถึงความต้องการ ต้องอาศัยการตอบสนองของคนเป็นถ้อยคำ ภาษาหรือ พฤติกรรมภายนอก การวัดความพึงพอใจมีหลายด้านรวมกัน เช่น การสังเกต หรือด้วยแบบทดสอบ

สมจิต สวนไพบูลย์ (2526) ให้ข้อเสนอว่า ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องใช้เวลา คงไม่สามารถดำเนินการให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ในช่วงระยะเวลาอันสั้น หรือเพียงบทเรียน ควบบทเรียนหนึ่งเท่านั้น แต่จะต้องดำเนินการให้นักเรียนคิดค้นแก้ปัญหา เพื่อให้ได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยในการเสาะแสวงหาความรู้ เหล่านั้น จัดโอกาสให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ปรึกษาหารือกันเป็นประจำอยู่ตลอดเวลา จึงพожะช่วยให้นักเรียนบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดได้

สาโรช ไสยสมบัติ (2534) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจ อาจกระทำได้หลาย วิธี ดังต่อไปนี้

- (1) การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมกันอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง โดยการขอร้องหรือขอความร่วมมือจากบุคคลที่ต้องการวัด แสดงความคิดเห็นลงในแบบฟอร์มที่กำหนดคำตอบไว้ให้

เลือกตอบหรือเป็นคำตอบอิสระ โดยคำตอบที่ถูกต้องจะแสดงถึงความพึงพอใจในด้านต่างๆ ที่หน่วยงานกำลังให้บริการอยู่ เช่น ลักษณะของการให้บริการ สถานที่ให้บริการระยะเวลาในการให้บริการบุคลากร ที่ให้บริการ

(2) การสัมภาษณ์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้ทราบถึงระดับความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการซึ่งเป็นวิธีการที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามให้ตรงกับข้อเท็จจริง การวัดความพึงพอใจโดยวิธีสัมภาษณ์นับเป็นวิธีการที่ประยุกต์และมีประสิทธิภาพมากอีกวิธีหนึ่ง

(3) การสังเกต เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะทำให้ทราบถึงระดับความพึงพอใจ ผู้มาใช้บริการได้โดยวิธีการสังเกตจากพฤติกรรม ทั้งก่อนมารับบริการ ขณะรอรับบริการ และหลังจาก การได้รับการบริการแล้ว เช่น การสังเกตกริยาท่าทาง การพูด สีหน้า และความถี่ของการมาขอรับบริการ เป็นต้น การวัดความพึงพอใจโดยวิธีนี้ผู้วัดจะต้องกระทำอย่างจริงจัง และมีแบบแผนที่แน่นอน จึงจะสามารถประเมินถึงระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการได้อย่างถูกต้อง

มาตรฐานการวัดจิตวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับความนิยมนิมนานาใช้ในการศึกษาและวิจัย คือ มาตราวัดจิตวิทยาศาสตร์ ของลิเคริท ผู้สร้างคือ เรนิส ลิเคริท (Renis Likert) มาตราวัดแบบนี้ ประกอบด้วย ข้อความที่เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหลายๆ ข้อความ มีทั้งข้อความที่กล่าวถึง สิ่งนั้นทั้งในทางที่ดี (ทางบวก) และทางที่ไม่ดี (ทางลบ) เมื่อผู้ตอบได้อ่านข้อความนั้นแล้ว ให้นึกว่า ตนเองมีความรู้สึกต่อสิ่งนั้นเหมือนหรือไม่

หลักในการสร้างมาตราวัดจิตวิทยาศาสตร์ ของลิเคริท โดยสรุป คือ

(1) จัดช่วงความเห็นออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เห็นด้วยกับส่วนที่ไม่เห็นด้วย

(1.1) ส่วนที่เห็นด้วย แบ่งเป็น เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย

(1.2) ส่วนที่ไม่เห็นด้วย แบ่งเป็น ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

(2) เนื่องจากบางเรื่องรา万人เราไม่อาจตัดสินได้ หรือมีความไม่แน่ใจว่าเห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วย ดังนั้นจึงได้กำหนดช่วงกลางระหว่างเห็นด้วยกับไม่เห็นด้วย อีกช่วงหนึ่ง รวมเป็น 5 ช่วง ดังนี้ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

(3) การออกแบบความเห็น ใช้วิธีการให้น้ำหนัก (Weight) ตามความเหมาะสมและ กำหนดคะแนนให้ในแต่ละช่วงเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 หรือ 4, 3, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.4.1 งานวิจัยในประเทศ

กนกวรรณ เหลืองทอง (2549) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

กนกวนี แสงวิจิตรประชา (2550) ได้ทำการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตาม กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและชีวิตพืช สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 ชุด พบว่า มีความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของชุดกิจกรรมในระดับมาก โดยมี ประสิทธิภาพเท่ากับ $76.67/77.92$ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการ เรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีเจตคติ ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01

ชาเร이나 พลสา (2553) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ชุดกิจกรรม วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอน ด้วยการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่ มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

พิมพ์มาดา มงคลแสน (2553) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องไฟฟ้าโดยใช้รูปแบบการสอน BSCS 5E ร่วมกับยุทธศาสตร์การสอนสแครฟ โฟลเดิ่ง พบว่า นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 เท่ากับ 17 คน จากนักเรียน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 77.27 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน มีคะแนนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียนที่เรียน เรื่อง ไฟฟ้า โดย

ใช้รูปแบบการสอน BSCS 5E ร่วมกับยุทธศาสตร์การสอนสแครฟโฟลдинมีความคงทนในการเรียนรู้ และนักเรียนจะแน่ใจถูกติททางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

เยาวลักษณ์ ชื่นอารมณ์ (2549) "ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมวิจัยจากการเรียนรู้ 5E พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมชุดกิจกรรมวิจัยจากการเรียนรู้ 5E มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยนักเรียนมีความรู้และทักษะดีขึ้น และมีเจตคติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สร่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกถึงลักษณะของผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์"

2.4.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Farkas (2002) "ได้ศึกษาผลของวิธีการสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้ชุดการสอน ที่มีต่อการเรียนรู้ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ การเอาใจใส่ในการเรียนและความสามารถในการแปลความหมายของนักเรียนชั้นปีที่เจ็ด ผลการศึกษาพบว่า ในด้านผลสัมฤทธิ์ชุดการสอนที่มีสื่อหลากหลาย ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแปลความหมายดีขึ้น"

Ladd and Anderson (1970) "ได้ศึกษาการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จากการตั้งคำถามของครู เพื่อศึกษาผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ครูจำนวน 40 คน ทำการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยถามคำถามในระดับสูงและระดับต่ำ โดยทำการสอนนักเรียน 40 ห้อง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนจากครูที่สอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยครูที่มีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ใช้คำถามในระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ"

Kevin Pyatt and Rod Sims (2011) "ได้ศึกษาลักษณะการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ของนักเรียนชั้นปีที่ 1 ในวิชาเคมีโดยแยกเป็น 2 กลุ่มการเรียน โดยสร้างชุดการทดลองเสมอเมื่อนำร่อง และการทดลองจากการใช้ชุดการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ผู้ทดลองได้เบริ่งเทิบการสอนทั้งสองกลุ่มนี้โดยใช้แบบคำถามการทดลองที่ได้พัฒนาขึ้น พบว่า นักเรียนทั้งสองกลุ่มให้ผลสัมฤทธิ์ที่ดีเหมือนกัน และ แสดงให้เห็นว่า เจตคติของนักเรียนทั้งสองกลุ่มอยู่ระดับดี การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สำหรับชุดการทดลองเสมอเมื่อนำร่องหรือชุดทดลองในห้องปฏิบัติการทำให้นักเรียนมีทักษะการใช้เครื่องมืออยู่ในระดับดีมากเท่ากัน"

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศ และภายในประเทศไทย ได้รู้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรม ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างหลากหลาย ซึ่งผู้เรียนมีโอกาสได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีการฝึกทักษะกระบวนการคิดด้านต่างๆ และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนของผู้เรียนได้ทำให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพทางการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เพื่อให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง ในรูปแบบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ นักเรียนมีความรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจะสามารถนำไปใช้ในการ แสวงหาความรู้ และนำกระบวนการที่ได้รับการฝึกฝนไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้เป็น อย่างดี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาโน้มดิของนักเรียน เรื่องสมดุลกล โดยใช้การทดลองอย่างง่าย โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 แบบแผนการวิจัย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 144 คน ประจำปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 จากโรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ประจำปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์ 1 ห้องเรียน จำนวน 48 คน โดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง

3.2 แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยที่มีการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน (One group Pretest Posttest Design)

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T ₁	X	T ₂

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว (One group Pretest Posttest Design) เนื้อหาที่ทำการสอนคือเรื่อง สมดุลกล แบ่งออกเป็น 3 เรื่อง เรื่องละ 4 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง โดยใช้เทคนิคการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ในแต่ละเรื่องได้ทำการทดลอง 2 ชั่วโมง และเนื้อหา 2 ชั่วโมง ทำการสอนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 การเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง สมดุลกล จำนวน 15 ข้อ และแบบวัดเจตคติต่อเรื่อง สมดุลกล จำนวน 12 ข้อ

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่เรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน เรื่อง สมดุลกล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน รวมทั้งหมด 12 คาบ สามารถถูคลำดับขั้นตอนการสอนได้ที่ภาคผนวก ฯ. โดยแผนที่ 1 เรื่อง แรงกับสภาพสมดุล แผนที่ 2 เรื่อง สภาพสมดุลต่อการหมุน (ไมเมนต์ของแรง) และแผนที่ 3 เรื่อง จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาแผนการจัดการเรียนรู้จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

3.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมดุลกล จำนวน 15 ข้อ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.39 ถึง 0.97 ดูจากตารางในภาคผนวก ค.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน หลังจากนั้นใช้เวลาทำ 40 นาที เมื่อคำนวณผลการสอนเสร็จและคำนวณการทำกิจกรรมชุดกิจกรรมการทดลองเรียบร้อยแล้ว จึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วนำผลคะแนนที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สมดุลกล สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผู้วิจัยได้กำหนดกรอบที่วางไว้แล้วนำเสนออาจารย์ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขข้อสอบตามคำแนะนำโดยจำแนกเนื้อหาจำนวน 15 ข้อโดยแบ่งเป็นเนื้อหาได้ดังนี้

3.3.2.1 แรงกับสภาพสมดุล

3.3.2.2 สมดุลต่อการหมุน (ไมเมนต์ของแรง)

3.3.2.3 จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ สำหรับข้อสอบได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วนคือ ด้านความรู้ความเข้าใจ และด้านการคำนวณ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อสอบแบ่งตามเนื้อหาที่ใช้ในการวัดผลแต่ละด้าน

เนื้อหา	ด้านความรู้ ความเข้าใจ	การคำนวณ
แรงกับสภาพสมดุล	3 4	1 2
สมดุลต่อการหมุน(ไมเมนต์ของแรง)	11	5 6 7 8 9 10
การล้มและไถลของวัตถุ	12 13	14 15

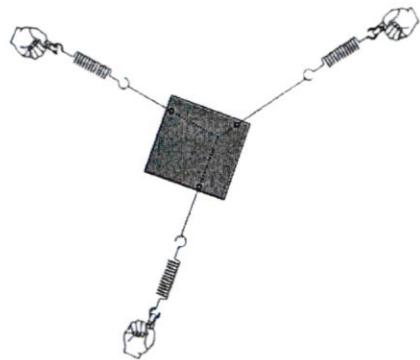
ผู้วิจัยนำผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน เรื่อง สมดุลกล ทำการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยนำคะแนนก่อนและหลังเรียน เปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test แบบ dependent และวิเคราะห์ระดับการพัฒนาความรู้ในการเรียนโดยใช้ normalized gain <math><g></math>

3.3.3 แบบวัดความพึงพอใจการเรียนเรื่อง สมดุลกล จำนวน 12 ข้อ มีระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ตั้งแต่ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งจนถึงเห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังนี้

- 5 ระดับความคิดเห็นเห็นด้วยอย่างยิ่ง
- 4 ระดับความคิดเห็นเห็นด้วย
- 3 ระดับความคิดเห็นไม่แน่ใจ
- 2 ระดับความคิดเห็นไม่เห็นด้วย
- 1 ระดับความคิดเห็นไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

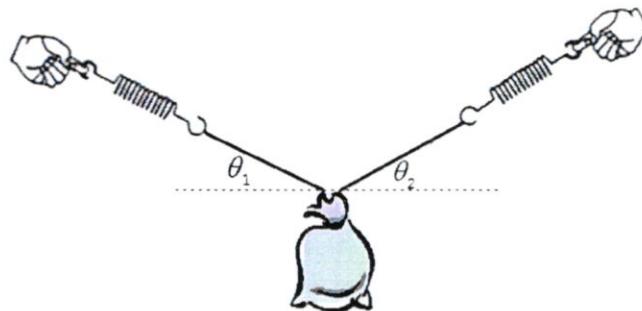
3.3.4 ชุดปฏิบัติการอย่างง่าย เรื่องสภาพสมดุลกล มีทั้งหมด 3 ชุด ดังนี้ แรงกับสภาพสมดุล สภาพสมดุลต่อการหมุน (โมเมนต์ของแรง) และ จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ

3.3.4.1 ชุดปฏิบัติการที่ 1 : แรงกับสภาพสมดุล เป็นกิจกรรมการทดลองที่พัฒนาขึ้นโดยมุ่งหวังให้นักเรียนมีความเข้าใจ และอธิบายเกี่ยวกับแรงแบบต่างๆ ที่อยู่ในสภาพสมดุลโดยผลรวมของแรงมีค่าเป็นศูนย์ มีทักษะในการทดลองและสรุปว่าสถานการณ์ใดเกิดสมดุลของแรงได้อย่างถูกต้อง โดยแบ่งกิจกรรมในชุดปฏิบัติการนี้เป็น 2 ตอน คือตอนที่ 1 เป็นการศึกษาสมดุลของแรง 3 แรงที่มีจุดร่วมจุดเดียวกัน และตอนที่ 2 เป็นการศึกษาสมดุลของแรง 3 แรงเช่นเดียวกัน โดยนักเรียนใช้ความรู้จากตอนที่ 1 โดยรวมแรงจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ให้ผลรวมของแรงลับซึ่งในแนวราบและแนวตั้งมีค่าเป็นศูนย์



ภาพที่ 3.2 การทดลองในกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 1

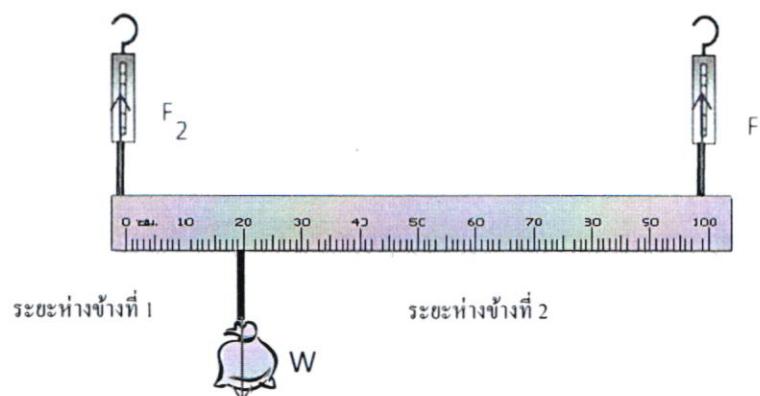
จากภาพที่ 3.2 ใช้เครื่องชั่งสปริงดึงแผ่นฟิวเจอร์บอร์ด อ่านค่าของแรงดึงทั้งสามแรงและบันทึกผล เขียนเส้นแนวแรงโดยมีจุดร่วมจุดเดียวกันลงบนฟิวเจอร์บอร์ด นำแรงทั้งสามมารวมกันแบบเวกเตอร์โดยวิธีการสร้างรูป ผลลัพธ์ของผลรวมแรงทั้งสามมีค่าเป็นศูนย์ การทดลองตอนนี้ยังสามารถฝึกให้นักเรียนเขียนรูปการรวมเวกเตอร์ได้



ภาพที่ 3.3 การทดลองในกิจกรรมที่ 1 ตอนที่ 2

จากภาพที่ 3.3 ใช้เครื่องชั่งสปริงมาผูกกับจุดที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน อ่านค่าของแรงดึงทั้งสองแรง ให้ขับเลื่อนมุน θ_1 และ θ_2 ทำมุมต่างๆ กับแนวระดับ จดบันทึกค่าแรงดึงในเส้นเชือกจากเครื่องชั่งสปริงที่อ่านໄດ້ นำแรงทั้งสามมารวมกันโดยการคำนวณ ผลลัพธ์ผลรวมของแรงลัพธ์เป็นศูนย์ โดย $\sum F_x = 0$ และ $\sum F_y = 0$

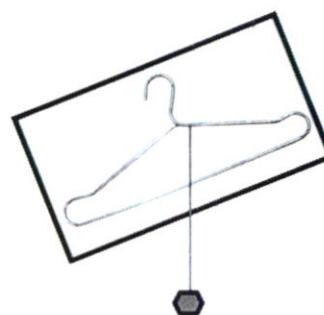
3.3.4.2 ชุดปฏิบัติการที่ 2 : สภาพสมดุลต่อการหมุน (โมเมนต์ของแรง) เป็นกิจกรรม การทดลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้นักเรียนเข้าใจ และอธิบายเกี่ยวกับสมดุลต่อการหมุน (ผลรวมโมเมนต์ของแรงเป็นศูนย์) และมีทักษะการทดลองและคำนวณหาปริมาณต่างๆ ตามหลักสมดุล โมเมนต์ໄດ້อย่างถูกต้องโดยมีการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์



ภาพที่ 3.4 การทดลองในกิจกรรมที่ 2

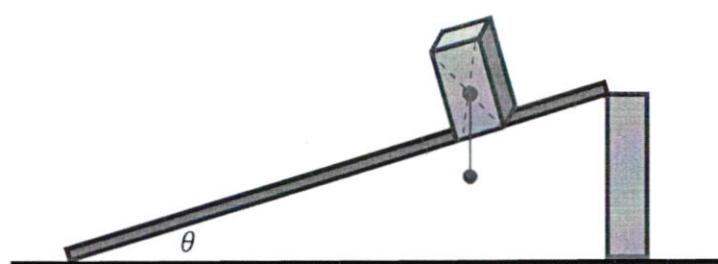
จากภาพที่ 3.4 การทดลองใช้เครื่องชั่งสปริงแขวนไม้เมตรในแนวระดับ นำถุงทรายมาแขวนคล้องไม้เมตร เลื่อนถุงทรายที่ตำแหน่งต่างๆ อ่านค่าแรงดึงสปริงแต่ละข้าง การทดลองนี้นักเรียนสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ของโมเมนต์โดยมีผลรวมโมเมนต์เป็นศูนย์ คือ โมเมนต์ทิศทางเข็มนาฬิกามีค่าเท่ากับโมเมนต์ทิศทางเข็มนาฬิกาและนำผลที่ได้ไปเรียงเทียบกับทฤษฎีและสรุปผล

3.3.4.3 ชุดปฏิบัติการที่ 3 : จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ เป็นกิจกรรมการทดลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้นักเรียนอธิบายจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุและประโยชน์ของการนำเรื่องสมดุลกลไกใช้ในชีวิตประจำวัน และ มีทักษะการทดลอง สามารถคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วง และยังสามารถอธิบายได้ว่า เมื่อออกรถเร่งผลักในลักษณะใดวัตถุจะล้มก่อนหรือไถก่อนได้



ภาพที่ 3.5 การทดลองในกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 1

ชุดปฏิบัติการนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือตอนที่ 1 จากภาพที่ 3.5 ให้นักเรียนฝึกการหาจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุโดยใช้ไม้แขวนเส้นอ้างบนกระดานนำเสนอต่อกันเชือกห้อยไว้ เขียนเส้นแนวแรงลงบนกระดาน จากนั้นเปลี่ยนตำแหน่งของเชือกแขวนไปที่ตำแหน่งอื่นๆ ทำซ้ำเดิม เมื่อมีจุดตัดกันเกิน 3 จุดสามารถระบุได้ว่า ตำแหน่งนั้นเป็นจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ สามารถหาจุดศูนย์ถ่วงได้โดยวัตถุที่มีรูปร่างเรขาคณิต และรูปร่างไม่แน่นอนในแบบต่างๆ ได้ โดยให้นักเรียนหาจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุจากไม้แขวนเส้นและวัตถุในรูปร่างต่างๆ ด้วย



ภาพที่ 3.6 การทดลองในกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 2

จากภาพที่ 3.6 การทดลองในกิจกรรมที่ 3 ตอนที่ 2 นักเรียนฝึกสังเกตการณ์ การล้มของวัตถุเมื่อวัตถุอ่อนไหวมุ่งต่างๆ กับแนวระดับ โดยใช้ไม้รูปร่างสีเหลืองวางบนพื้นอ่อนไหวรับระดับได้ คือหากพื้นอ่อนไหวขึ้นที่ลงน้ำอย่างสังเกตจากเส้นแนวแรงโน้มถ่วงของโลกที่จะบังคับอยู่ที่ฐานของวัตถุ หากเส้นแนวแรงของเชือกบังคับอยู่ที่ฐานของไม้จะบังไม่ล้ม แต่เมื่อใดก็ตามที่เส้นแนวแรงของเชือกอยู่พื้นขอบฐานไปจะวัตถุจะล้ม โดยการทดลองตอนนี้บังฝึกให้นักเรียนมีทักษะการสังเกตด้วย

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้โดยวิธีหาค่า normalized gain $\langle g \rangle$ เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในงานวิจัยทางฟิสิกส์ที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่ง Richard R. Hake นักฟิสิกส์แห่ง University of Indiana ได้เสนอวิธีการประเมินผลการเรียนรู้โดยคำนึงถึง floor and ceiling effect เพราะเนื่องจากการสอบครั้งหนึ่งๆ มีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุด (minimum or floor effect) ที่ทุกคนมีโอกาสได้คะแนนต่ำสุดไม่น้อยกว่าร้อยละ 0 และโอกาสที่จะได้คะแนนสูงสุด (maximum or ceiling effect) ที่ไม่เกินร้อยละ 100 โดยหากจากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงต่อผลการเรียนสูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้ (Richard R. Hake, 1998)

$$\langle g \rangle = \frac{(\%posttest) - (\%pretest)}{(100\%) - (\%pretest)}$$

โดยที่ $\langle g \rangle$ คือ ค่า normalized gain

% posttest คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% pretest คือ ค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

สำหรับค่า normalized gain เป็นการวัดผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของผู้เรียนว่าคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0–1.0 ซึ่งการประเมิน เช่นนี้ทำให้สามารถแก้ปัญหา floor and ceiling effect ได้ เพราะเป็นการปรับค่าผลการเรียนรู้ให้เป็นมาตรฐาน โดยแบ่งระดับผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นต่อผลการเรียนที่มีโอกาสเพิ่มขึ้น ได้ ออกเป็น 3 ระดับ คือ

High gain คือ $\langle g \rangle$ มีค่า $0.7 \leq \langle g \rangle \leq 1.0$

Medium gain คือ $\langle g \rangle$ มีค่า $0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7$

Low gain คือ $\langle g \rangle$ มีค่า $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

การวิเคราะห์หาค่า normalized gain สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท โดยมีรายละเอียดดังนี้ (อกกสิทชี ธงไชย และคณะ, 2550)

(1) แบบแต่ละชั้นเรียน (Class normalized gain) หมายถึง การพิจารณาความเข้าใจโดยจากคะแนนเฉลี่ยของทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนทั้งชั้น ค่าที่ได้จากการคำนวณเป็นการบอกภาพรวมของทั้งชั้นว่ามีผลการเรียนดีขึ้นมากน้อยเพียงใด แต่หากต้องการคุ่าว่าผู้เรียนแต่ละคนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอย่างไร ไม่อาจสรุปได้ด้วยวิธีการนี้ เพราะไม่ได้พิจารณาถึงคะแนนของผู้เรียนแต่ละคน ดูแต่คะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้นเรียนเท่านั้น

(2) แบบแต่ละรายบุคคล (Single student normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่าผู้เรียนแต่ละคนมีพัฒนาการอย่างไร โดยพิจารณาจากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของแต่ละคนมาคำนวณหาค่า normalized gain ข้อดีของการพิจารณาแบบแต่ละรายบุคคลนี้ ผู้สอนสามารถดูพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน ได้เป็นอย่างดี และเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ ได้ แต่หากผู้เรียนมีจำนวนมากการพิจารณารายบุคคลอาจต้องใช้เวลามาก

(3) แบบแต่ละรายข้อ (Single test item normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่าจำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกสำหรับข้อหนึ่งๆ เพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดในการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ทำให้นำไปปรับปรุงการเรียนการสอนที่เกี่ยวกับหัวข้อนั้นๆ ได้ และยังสามารถบอกได้ว่าวิธีการสอนนั้นทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาในหัวข้อนั้นๆ ได้มากขึ้นจากเดิมมากน้อยเพียงใด ซึ่งใช้ในการประเมินคุณภาพของการสอนด้วย

(4) แบบแต่ละความคิดรวบยอด (Conceptual dimensional normalized gain) หมายถึง เป็นการพิจารณาว่าพัฒนาการหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนที่มีต่อความคิดรวบยอดหนึ่งๆ เป็นอย่างไรสำหรับข้อสอบชุดหนึ่งๆ โดยเฉพาะข้อสอบวัดความคิดรวบยอด โดยมักใช้กันอย่างแพร่หลายในวิชาฟิสิกส์ศึกษาซึ่งมีความคิดรวบยอดอยู่ในข้อสอบชุดเดียวกันซึ่งการพิจารณาเฉพาะคะแนนรวม จึงไม่อาจบอกได้ว่าผู้เรียนมีความเข้าใจ ในแต่ละแนวความคิดรวบยอดนั้นมากน้อยเพียงใด หากใช้การวัดแบบแต่ละความคิดรวบยอด จึงเป็นอีกแนวทางในการพัฒนาการสอนได้ตรงกับแนวความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนมีความเข้าใจผิดในทางฟิสิกส์ได้

การวิเคราะห์แบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนเรื่อง สมดุลกกล จำนวน 12 ข้อ มีระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ตั้งแต่ไม่เห็นด้วยขอย่างถึงเห็นด้วยอย่างยิ่ง ทำการวิเคราะห์โดยนำผลแบบสำรวจหลังเรียน มาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนนของลิเคริคท โดยพิจารณาค่าเฉลี่ยดังนี้

4.50 – 5.00 หมายถึง อยู่ในระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง อยู่ในระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง อยู่ในระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง อุบัติในระดับน้อย
ต่ำกว่า 1.50 หมายถึง อุบัติในระดับน้อยที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนามโนมติของนักเรียน เรื่องสมดุลกல โดยใช้การทดลองอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนสุริวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์ ซึ่งผู้วิจัยกล่าวถึงการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ในหัวข้อต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต่อการเรียนเรื่องสภาพสมดุลกгал

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ให้นักเรียนก้าวสู่การเรียนอย่างตัวอย่าง ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพสมดุลกгал แล้วจัดกิจกรรมในรูปแบบของการปฏิบัติการทดลอง 3 กิจกรรม คือ แรงกับสภาพสมดุล สภาพสมดุลต่อการหมุน (โมเมนต์ของแรง) และ จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ หลังจากการเรียนเสร็จสิ้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกครั้ง นำผลการทำทดสอบมาวิเคราะห์พัฒนาการทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งได้แสดงผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	\bar{X} (ร้อยละ)	SD	t**	normalized gain <g>
ก่อนเรียน	48	5.54 (36.93%)	1.52		
หลังเรียน	48	10.10 (67.36%)	1.74	14.35	0.48

* t (.05,47) = 1.6779

จากตารางที่ 4.1 ค่า t - test เท่ากับ 14.35 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้กิจกรรมที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้เรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ โดยชุดปฏิบัติการ

ทดสอบเรื่อง สมดุลกล ที่พัฒนาขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และจากตารางพบว่า ค่า normalized gain $<g>$ มีค่า 0.48 ซึ่งอยู่ในระดับ medium gain แสดงว่าなくเรียนมีการพัฒนาการทำงานทางการเรียนโดยภาพรวมอยู่ระดับปานกลาง

เมื่อพิจารณาพัฒนาการของนักเรียนในแต่ละเรื่อง เป็นการคุณว่าพัฒนาการ หรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนในเรื่องหนึ่งเป็นอย่างไร ซึ่งในแบบทดสอบนี้ ประกอบด้วย เรื่อง แรงกับสภาพสมดุล สมดุลต่อการหมุน (ไมemenต์ของแรง) และ จุดศูนย์ถ่วง ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.2

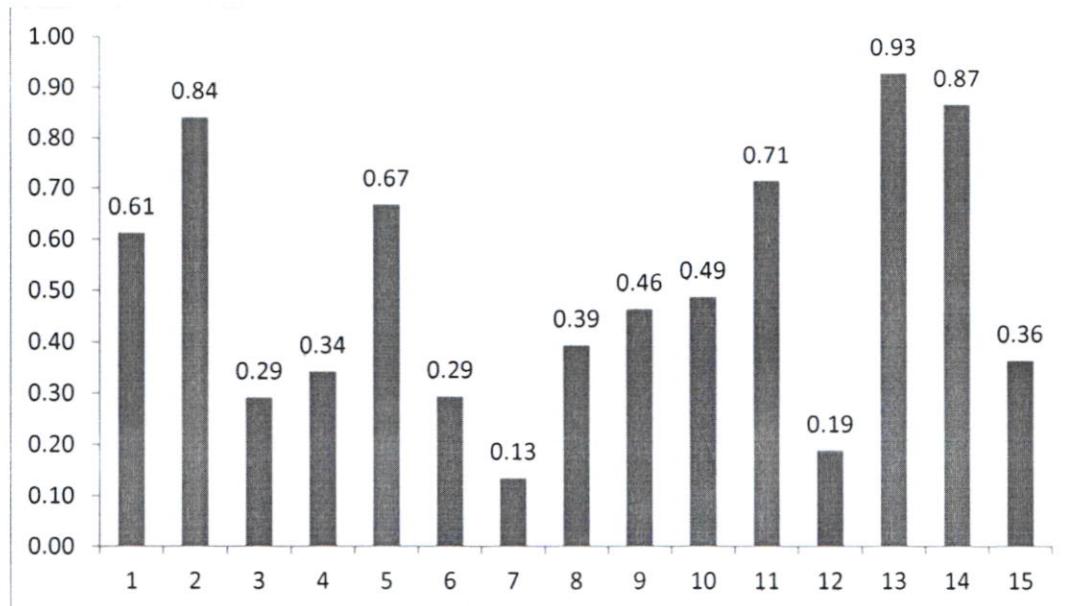
ตารางที่ 4.2 คะแนนทดสอบเรื่อง สมดุลกลโดยแยกตามเนื้อหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 48 คน

ทดสอบ	ร้อยละของคะแนนในแต่ละเนื้อหา		
	แรงกับสภาพสมดุล	สมดุลต่อการหมุน (ไมemenต์ของแรง)	จุดศูนย์ถ่วง
ก่อนเรียน	38.02	33.04	43.23
หลังเรียน	67.71	63.69	72.92
normalized gain	0.48	0.46	0.52
ระดับ	medium gain	medium gain	medium gain

จากตารางที่ 4.2 เนื้อหาเรื่องจุดศูนย์ถ่วง นักเรียนมีพัฒนาการทำงานทางการเรียนมากที่สุด โดยผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียนคิดเป็น 0.52 เท่า ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ และเนื้อหาที่นักเรียนมีพัฒนาการทำงานทางการเรียนน้อยที่สุด ก็คือ สมดุลต่อการหมุน (ไมemenต์ของแรง) โดยมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียนคิดเป็น 0.46 เท่า ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ โดยรวมแล้วทั้งสามเนื้อหาการเรียนนักเรียนมีพัฒนาการทำงานทางการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อพิจารณาการพัฒนาการทำงานทางการเรียนรายข้อ (single test item normalized gain) ว่า จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกสำหรับข้อสอบข้อนี้ๆ เพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแสดงผลดังภาพ 4.3

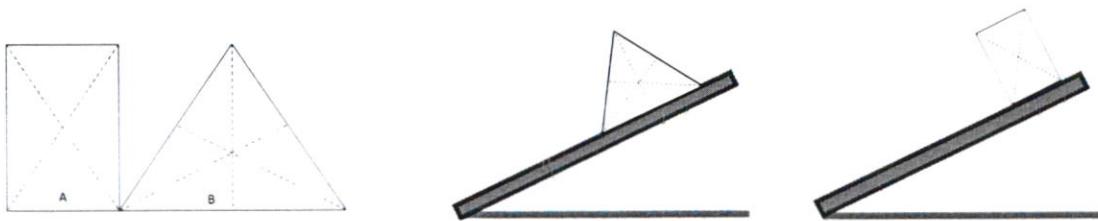


ภาพที่ 4.3 พัฒนาการทางการเรียนรายข้อ (single test item normalized gain)

จากภาพที่ 4.3 ข้อสอบที่แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางการเรียนรายข้อที่อยู่ระดับ high gain จำนวน 4 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 26.67 และระดับ medium gain จำนวน 7 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 46.67 และระดับ low gain จำนวน 4 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 26.67 ได้แก่ ข้อ 3, 6, 7 และ 11

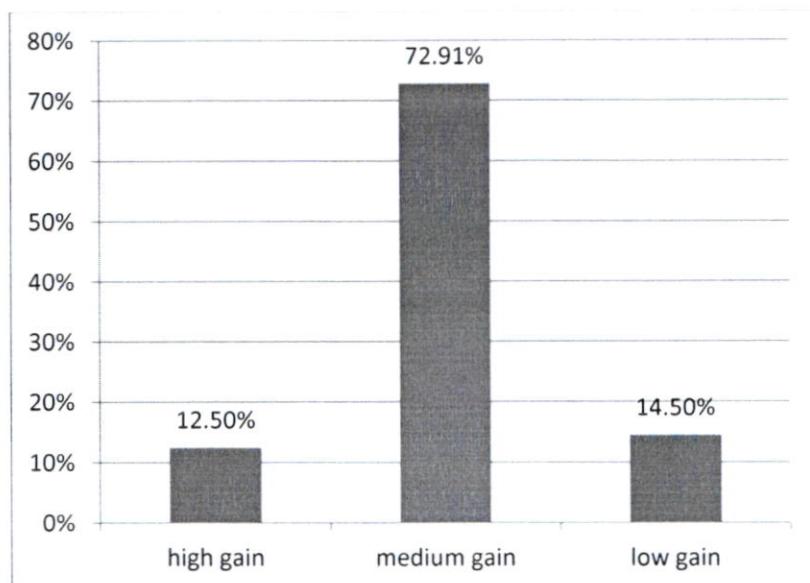
และจากภาพที่ 4.3 ข้อสอบข้อที่ 7 นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนน้อยที่สุดโดยมีค่า normalized gain เท่ากับ 0.13 เมื่อพิจารณาข้อสอบแล้วพบว่า เป็นข้อสอบที่ไม่มีความซับซ้อนแต่ต้องอาศัยความเข้าใจ นักเรียนที่ตอบข้อนี้ถูกก่อนเรียนมีจำนวน 33 คน และหลังเรียน มีจำนวน 35 คน โดยข้อสอบข้อนี้ถามว่า “แม่ค้าขายไข่ปีกคนหนึ่งแบกไข่ค้านที่มีมวลน้อยมากขาย 1.5 เมตร ไว้บนบ่า โดยตะกร้าด้านหน้าหันหลัง 8 กิโลกรัม และตะกร้าหลังหัน 12 กิโลกรัม แม่ค้าควรวางไข่ค้านที่บ่าห่างจากตะกร้าด้านหลังกี่เมตร จึงจะแบกໄດ้โดยไม่ต้องใช้มือจับไข่ค้านนี้” โดยนักเรียนต้องพิจารณาให้บ่าของแม่ค้าเป็นจุดหมุน จึงใช้หลักการสมดุลโมเมนต์มาคำนวณ โดยให้โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา เท่ากับโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเพื่อหาคำตอบ ซึ่งเป็นโจทย์ที่ประยุกต์สถานการณ์ในชีวิตประจำวันมาใช้กับหลักสมดุลโมเมนต์

และข้อสอบข้อที่ 13 มีพัฒนาการทางการเรียนมากที่สุดโดยมีค่า normalized gain เท่ากับ 0.93 พบว่า ข้อสอบเป็นเนื้อหาเรื่องจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ โดยข้อสอบถามว่า “วัตถุ A และ B มีมวลเท่ากัน มีความหนาแน่นสมำเสมอ ถ้านำมาร่วงบนพื้นอิ่งแล้วที่มีแรงเสียดทานมากพอไม่ทำให้วัตถุไอลดลง แล้ววัตถุใดจะล้มก่อน เพราะเหตุใด” และมีรูปประกอบดังรูปข้างล่างนี้



เมื่อพิจารณาคำตอบพนับว่าก่อนเรียนนักเรียนสวนใหญ่เลือกตอบว่า “วัตถุ A และ B ล้มพร้อมกัน เพราะมีมวลเท่ากัน และมีความหนาแน่นสม่ำเสมอ” ซึ่งนักเรียนยังไม่เข้าใจเรื่องตำแหน่ง จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุนั้นเอง แต่เมื่อสอบหลังเรียนนักเรียนร้อยละ 97.9 ตอบข้อนี้ถูกโดยเลือกตอบว่า “วัตถุ A ล้มก่อน เพราะจุดศูนย์ถ่วงอยู่สูงกว่า B” ซึ่งเป็นข้อสอบที่คล้ายกับกิจกรรมปฏิบัติการทดลองที่ 3 และคำถามท้ายการทดลอง

เมื่อพิจารณาการพัฒนาการทางการเรียนรายบุคคล (Single student normalized gain) ว่า ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกมีพัฒนาการทางการเรียนเป็นเท่าใดในการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน โดยแสดงผลดังภาพที่ 4.4



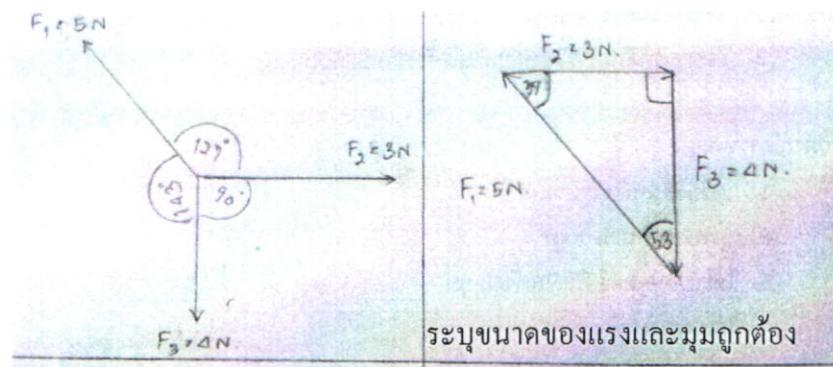
ภาพที่ 4.4 ร้อยละของจำนวนนักเรียนพัฒนาการทางการเรียนรายบุคคล (Single student normalized gain)

จากการที่ 4.4 จำนวนนักเรียนที่มีการพัฒนาทางการเรียนอยู่ระดับ high gain มีจำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 12.5 นักเรียนที่มีการพัฒนาทางการเรียนอยู่ระดับ medium gain มีจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 72.9 และนักเรียนมีการพัฒนาทางการเรียนอยู่ระดับ low gain มีจำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 14.5 จากการดูข้อมูลนักเรียนที่อยู่ระดับ high gain มีนักเรียนพัฒนาการทางการเรียนมากที่สุด

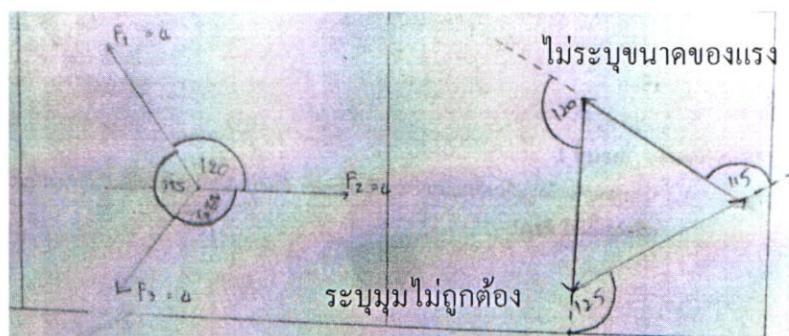
โดยมีค่า normalized gain เท่ากับ 0.91 ซึ่งมีค่าสูงมาก และเมื่อพิจานานักเรียนในระดับ low gain พบว่า นักเรียนจะมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเพียงเล็กน้อย โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้น 1-2 คะแนนเท่านั้น โดยมีค่า normalized gain น้อยที่สุดเท่ากับ 0.10

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากชุดกิจกรรมการปฏิบัติการทดลอง

เมื่อพิจารณาผลการทำการทดลองทั้ง 3 ชุด คือ ปฏิบัติการทดลองที่ 1 เรื่องแรงกับสภาพสมดุล ปฏิบัติการทดลองที่ 2 เรื่องสมดุลต่อการหมุน (โมเมนต์ของแรง) และปฏิบัติการทดลองที่ 3 เรื่องจุดศูนย์ถ่วง พบว่า ปฏิบัติการทดลองที่ 1 เรื่องแรงกับสภาพสมดุลตอนที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแสดงเส้นแนวแรงที่ใช้ดึงฟิวเจอร์ร์คพร้อมระบุมุมที่แต่ละแรงกระทำต่อกันได้เมื่อนำแนวแรงดังกล่าวมาเขียนรวมไว้แบบสร้างรูปเรขาคณิตพบว่า นักเรียนสามารถเข้าใจในมิติ เรื่องผลรวมของแรงต้องรวมกันแล้วมีผลลัพธ์เป็นศูนย์ตามหลักสมดุลของแรงได้เป็นอย่างดีแต่ นักเรียนบางส่วนไม่สามารถเขียนผลรวมเวกเตอร์ให้ถูกต้องชัดเจนตามหลักการเขียนเวกเตอร์ แสดงดังภาพที่ 4.5



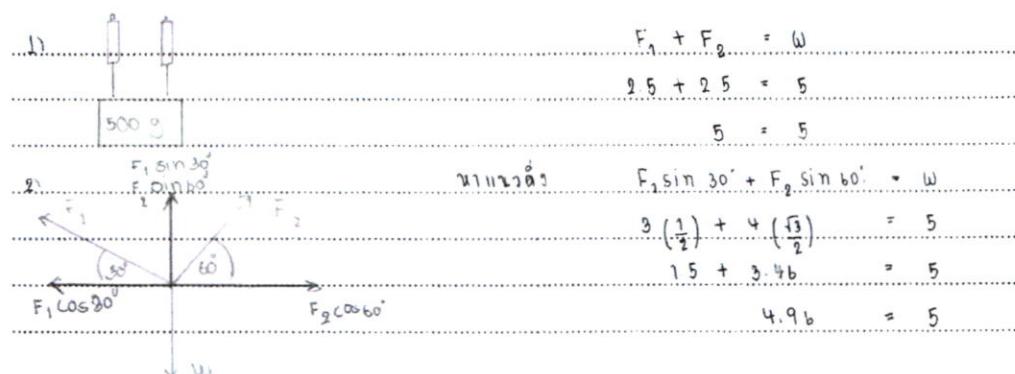
ภาพที่ 4.5 ผลรวมแรงลัพธ์ที่ถูกต้องโดยการเขียนเวกเตอร์แบบเรขาคณิต



ภาพที่ 4.6 ผลรวมแรงลัพธ์ที่ไม่ถูกต้องโดยการเขียนเวกเตอร์แบบเรขาคณิต

จากภาพที่ 4.5 ผู้วิจัยแสดงตัวอย่างการทดลองของนักเรียนบางกลุ่มมาแสดงเท่านั้นพบว่า นักเรียนเขียนภาพโดยสามารถระบุมุมที่แนวแรงกระทำต่อ กัน และขนาดของแนวแรงนั้น อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นถึงการเข้าใจเรื่องหลักสมดุลของแรงอย่างถูกต้อง และเชื่อมโยงกับ เรื่องเวกเตอร์เชิง คณิตศาสตร์ได้ และจากภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่านักเรียนบางส่วนยังเข้าใจผิดเรื่องผลการรวมแรง ลักษณะของการเขียนเวกเตอร์แบบเรขาคณิต โดยพยายามเขียนให้ผลรวมของแรง เป็นศูนย์ตามหลัก สมดุลของแรงแต่ผิดหลักการเขียนเวกเตอร์

ปฏิบัติการทดลองที่ 1 เรื่องแรงกับสภาพสมดุลตอนที่ 2 พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถ รวมแรงโดยวิธีการคำนวณ ได้อย่างถูกต้อง โดยแยกองค์ประกอบของเวกเตอร์ ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ คือระบุมุมและแสดงทิศทางของแรง ได้อย่างถูกต้อง มีเพียงนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่ไม่แสดงวิธีการ แยกองค์ประกอบของเวกเตอร์แต่สามารถคำนวณโดยใช้หลักสมดุลของแรง ได้ถูกต้อง ได้ภาพรวม พบว่านักเรียนสามารถเข้าใจในมิติเรื่องสมดุลของแรง ได้ถูกต้อง แสดงดังภาพที่ 4.7 และ 4.8



ภาพที่ 4.7 การคำนวณแรงลักษณะที่ถูกต้องโดยวิเคราะห์แบบองค์ประกอบของเวกเตอร์

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum F_y &= 0 \\ F_2 \cos 30^\circ - F_1 \cos 30^\circ &= \sum F_x & F_1 \sin 30^\circ + F_2 \sin 60^\circ - W &= \sum F_y \\ 2.3\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) - 2.3\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) &= \sum F_x & 2.3\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 3.3\left(\frac{4}{2}\right) - 5 &= \sum F_y \\ \therefore \sum F_x &= 0.14 & \therefore \sum F_y &= 0.98 \\ \Theta_1 &= 45^\circ \quad \Theta_2 = 45^\circ \end{aligned}$$

ภาพที่ 4.8 การคำนวณแรงลักษณะที่ถูกต้องโดยไม่วิเคราะห์แบบองค์ประกอบของเวกเตอร์

จากภาพที่ 4.7 นักเรียนส่วนใหญ่ฯว่าครูปแสงคงการแยกองค์ประกอบของเวกเตอร์ได้อย่างถูกต้อง และแสดงการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์ของแรงในแนวคิ่ง Jamie สมดุลของแรง และผลการคำนวณที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน เช่นแรงทิศขึ้นมีค่า 4.96 นิวตัน และแรงในทิศลงมีค่า 5 นิวตัน ซึ่งเป็นไปตามหลักสมดุลของแรง ($\sum F = 0$) ส่วนภาพที่ 4.8 พบว่านักเรียนที่ไม่แสดงการแยกองค์ประกอบของเวกเตอร์ สามารถนำข้อมูลจากตารางบันทึกผลมาคำนวณหาแรงลัพธ์ โดยคำนวณแตกต่างจากภาพที่ 4.7 คือ นักเรียนคำนวณหาผลลัพธ์ โดยให้แรงรวมทั้งแรงในทิศขึ้น และแรงในทิศลง มีผลรวมเท่ากับศูนย์ ผลจากการคำนวณนักเรียนได้ค่า 0.98 และแรงในทิศข้ามและแรงในทิศขวางมีผลรวมเท่ากับศูนย์ ผลจากการคำนวณนักเรียนได้ค่า 0.14 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับศูนย์ ภาพรวมพบว่านักเรียนทุกคนเข้าใจในมิติเรื่องสมดุลของแรงได้ชัดเจนจากการคำนวณและการวิเคราะห์การแยกองค์ประกอบของเวกเตอร์

จากปฏิบัติการทดลองที่ 2 เรื่องสมดุลต่อการหมุน (โมเมนต์ของแรง) โดยใช้เครื่องชั่งสปริงแขวนไม้เมตรในแนวระดับ นำถุงทรายมาแขวนคล้องไม้เมตร เส้นถุงทรายที่ติดแหงงต่างๆ อ่านค่าแรงดึงสปริงแต่ละข้าง การทดลองนี้นักเรียนสามารถคำนวณหาผลลัพธ์ของโมเมนต์ โดยมีผลรวมโมเมนต์เป็นศูนย์ พบร่วมนักเรียนสามารถทดลองหาค่าโมเมนต์ทิศทางเข็มนาฬิกา มีค่าใกล้เคียงกับโมเมนต์ทิศทางเข็มนาฬิกาได้ทุกกลุ่ม จำนวนให้นักเรียนคำนวณหาค่าโมเมนต์ทิศทางเข็มนาฬิกากับโมเมนต์ทิศทางเข็มนาฬิกาใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ โดยประยุกต์สมดุลของแรง กับสมดุลโมเมนต์ในการคำนวณ สามารถดูหลักการคำนวณได้จากกิจกรรมที่ 2 ที่ภาคผนวก ข. พบร่วมนักเรียนส่วนใหญ่สามารถคำนวณได้อย่างถูกต้อง มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่สามารถอธิบายหลักสมดุลโมเมนต์ได้แต่ยังคำนวณผิด เนื่องจากการคิดทางคณิตศาสตร์แสดงดังภาพที่ 4.9

<u>จากตารางบันทึกการทดลอง เมื่อแขวนถุงทรายไว้ที่ตำแหน่งที่ 2</u>			
จงคำนวณหาแรงดึงสปริงทั้งสองข้าง เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณ และ ค่าที่ได้จากการอ่าน			
ผลลัพธ์ F_1	$F_1 + F_2 = 0$	$F_1 = \frac{4}{5}F_2 \quad \text{---} ②$	$F_1 + F_2 = 5 \text{ N}$
$F_1 + F_2 = 5 \text{ N} \quad \text{---} ①$	$\text{แทน } ② \text{ ลง } ①$	$F_1 + \frac{4}{5}F_2 = 5 \text{ N}$	$F_1 + 3 = 5 \text{ N}$
$F_1 = 2 \text{ N}$	$\frac{4}{5}F_2 = 5 - 2 \text{ N}$	$F_2 = 3 \text{ N}$	$F_2 = 3 \text{ N}$
$F_1 \times 0.6 = F_2 \times 0.4$	$\frac{10}{6}F_2 = 5 \text{ N}$	$\therefore F_1 = 2 \text{ N}$	
$F_1 = \frac{F_2 \times 0.4}{0.6}$	$F_2 = 3 \text{ N}$		

ภาพที่ 4.9 การคำนวณหาโมเมนต์ที่ถูกต้อง

จากการบันทึกผลการทดลอง เมื่อแขนงทุกทราบไว้ที่ตำแหน่งที่ 3

จะคำนวณหาแรงดึงสปริงทั้งสองข้าง เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณ และ ค่าที่ได้จากการอ่าน

$$\therefore \Sigma F = 0$$

ทาง ①

$$F_1 + F_2 - 5 = 0 \quad \text{---} ①$$

$$0.34 F_2 + F_1 - 5 = 0$$

จาก จุดนี้ทุกอย่างเป็นตัวเดียวกัน

$$0.61 F_1 + F_2 - 5 = 0$$

จาก จุดนี้ทุกอย่างเป็นตัวเดียวกัน

$$0.61 F_1 = 0.39 F_2$$

$$2F_2 = 5 \times \frac{0.61}{0.34} F_1$$

$$F_2 = 0.39 F_1 \quad \text{---} ②$$

$$F_2 = 3.91 N$$

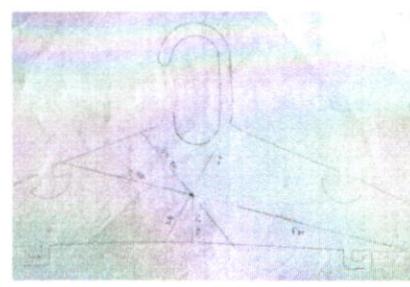
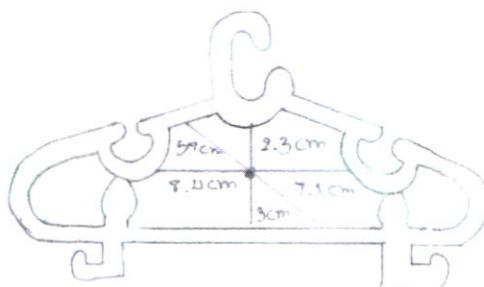
$$F_1 = 2.49 N$$

$$F_1 = 2.49 N$$

ภาพที่ 4.10 การคำนวณหาโน้มเม้นต์ที่ไม่ถูกต้อง

จากภาพที่ 4.9 นักเรียนส่วนมากแสดงการคำนวณตามหลักสมดุลของแรงร่วมกับหลักสมดุลโน้มเม้นต์ได้อย่างถูกต้อง โดยผู้รวมโน้มเม้นต์ค่าเท่ากับศูนย์ และจากภาพที่ 4.10 มีนักเรียนบางส่วนเข้าใจหลักการสมดุลของแรงแต่เมื่อคำนวณไปแล้วนักเรียนแก้สมการทางคณิตศาสตร์ผิด โดยรวมพบว่านักเรียนสามารถเข้าใจในมิติ เรื่องสมดุลต่อการหมุนได้ดี แต่ยังแก้สมการคณิตศาสตร์ผิด

จากปฏิบัติการทดลองที่ 3 เรื่องจุดศูนย์ถ่วงเป็นกิจกรรมการทดลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุและประโยชน์ของการนำเรื่องสมดุลกลไปใช้ในชีวิตประจำวัน พิจารณาปฏิบัติการทดลองที่ 3 ตอนที่ 1 ให้นักเรียนฝึกการหาจุดศูนย์ถ่วงของไม้แขวนเสือ และวัตถุรูปร่างอื่นๆ จากการทดลองพบว่านักเรียนส่วนมากสามารถหาจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุได้ทุกกลุ่ม แต่จุดศูนย์ถ่วงที่หาได้คลาดเคลื่อน เนื่องจากการวัดและการเขียนเส้นแนวแรงคลาดเคลื่อน แสดงดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 การหาจุดศูนย์ถ่วงของไม้แขวนเสือ

จากภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่านักเรียนหาจุดศูนย์ต่อไปได้คนละตำแหน่งโดยวัดระดับห่างที่แตกต่างกันดังนั้นครูและนักเรียนจึงร่วมกันอภิปรายถึงเหตุผลที่แต่ละกลุ่มจึงได้จุดศูนย์ต่อไปคนละจุดแตกต่างกันและถูกต้องรออยู่ที่ตำแหน่งนี้

และจากปฏิบัติการทดลองที่ 3 ตอนที่ 2 โดยใช้มีรูปร่างสี่เหลี่ยมวงบันพื้นอิงรับระดับได้ค่อยๆปรับยกพื้นอิงขึ้นทีละน้อยสังเกตจากเส้นแนวตรงโน้มถ่วงของโลกว่าอยู่ที่ตำแหน่งใดเมื่อวัตถุยังไม่ล้มและกำลังจะล้ม พนวณนักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายได้ว่าวัตถุจะล้มได้เมื่อใดและเชื่อมโยงกับตำแหน่งของจุดศูนย์ต่อของวัตถุที่มีผลต่อการล้มและการ照料ของวัตถุด้วย

สรุปจากการทำกิจกรรมทั้ง 3 ชุดปฏิบัติการทดลอง แสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในมโนมติเรื่องสมดุลกต สามารถอธิบายและคำนวนหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมดุลกต ตามหลักคณิตศาสตร์ได้

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต่อการเรียนเรื่อง สมดุลกต

หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้โดยกระบวนการสืบเสาะ และทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องสมดุลกต มีชุดปฏิบัติการการทดลอง 3 ชุด กือ แรงกับสภาพสมดุล สมดุลต่อการหมุน (โมเมนต์ของแรง) และจุดศูนย์ต่อ ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความพึงพอใจที่มีต่อเรื่องสมดุลกต จำนวน 12 ข้อ มีระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ตั้งแต่ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งจนถึงเห็นด้วยอย่างยิ่ง ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์โดยนำผลแบบสำรวจหลังเรียน มาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายคะแนน ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลร้อยละและแปลความหมายของระดับความพึงพอใจ

ข้อ ที่	รายการประเมิน	จำนวน/ร้อยละ นักเรียนแต่ละระดับ ความคิด					ค่าเฉลี่ย ของ ระดับ ความ คิดเห็น	ร้อยละ	แปล ความหมาย
		5	4	3	2	1			
1	การจัดลำดับเนื้อหาเรื่อง สมดุลได้เป็นลำดับ ขั้นตอน ชัดเจน และทำ ให้เข้าใจง่าย	7	19	18	4	0	3.60	72.1	มาก

ตารางที่ 4.9 ผลร้อยละและแปลความหมายของระดับความพึงพอใจ (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	จำนวน/ร้อยละ นักเรียนแต่ละระดับ ความคิด					ค่าเฉลี่ย ของระดับ ความ คิดเห็น	ร้อยละ	แปล ความหมาย
		5	4	3	2	1			
2	เนื้อหาสอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ และ กิจกรรม	9	20	29	0	0	3.79	75.8	มาก
3	เนื้อหาที่ใช้สอน เหมาะสมกับ ความสามารถของ ผู้เรียน	5	20	18	5	0	3.52	70.4	มาก
4	กิจกรรมการเรียนการ สอนสร้างความสนใจ อย่างรู้趣หากเห็น เพื่อ ทำคำตอบ	4	14	22	5	3	3.23	64.6	ปานกลาง
5	บทเรียนช่วย เสริมสร้างทักษะใน การแสวงหาความรู้	7	21	14	6	0	3.60	72.1	มาก
6	กิจกรรมช่วยส่งเสริม ทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	10	21	14	3	0	3.79	75.8	มาก
7	กระตุ้นความคิด สร้างสรรค์จินตนาการ สามารถมองเห็นเรื่อง ที่เป็นนามธรรมได้	8	17	18	4	1	3.56	71.3	มาก
8	ในแต่ละกิจกรรมได้ กำหนดเวลาได้อย่าง เหมาะสม	8	11	19	6	4	3.27	65.4	ปานกลาง

ตารางที่ 4.9 ผลร้อยละและแปลความหมายของระดับความพึงพอใจ (ต่อ)

ข้อ ที่	รายการประเมิน	จำนวน/ร้อยละ นักเรียนแต่ละระดับ ความคิด					ค่าเฉลี่ย ของระดับ ความ คิดเห็น	ร้อยละ	แปล ความหมาย
		5	4	3	2	1			
9	กิจกรรมช่วยการฝึกคิด วิเคราะห์ และสรุป ความคิดรวบยอดได้	7	16	16	8	1	3.42	68.3	ปานกลาง
10	นักเรียนมีส่วนร่วมในการ ทำกิจกรรมทุกขั้นตอน	15	16	11	5	1	3.81	76.3	มาก
11	มีเกณฑ์การประเมินผลที่ ชัดเจน เห็นได้ชัด และ เป็นธรรม	11	17	11	8	1	3.60	72.1	มาก
12	เรื่องสมดุลกลมเป็นเนื้อหา ที่น่าสนใจ สามารถ ประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้จริง	13	10	13	9	3	3.44	68.8	ปานกลาง
	เฉลี่ยรวม						3.55	71.07	มาก

(n = 48)

จากตาราง 4.9 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมเรื่อง สมดุลกลม โดยภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.55$) เมื่อพิจารณารายข้อที่ได้คะแนน สูงสุด 3 อันดับแรกคือ ข้อที่ 10 นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน ($\bar{X} = 3.81$) และข้อ 2 เนื้อหาสดคอดล้องกับวัตถุประสงค์ และกิจกรรม และ ข้อ 6 กิจกรรมช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีค่าคะแนนเท่ากันคือ ($\bar{X} = 3.79$) และจำนวนข้อที่ได้คะแนนในระดับมากมีจำนวน 8 ข้อ และข้อที่อยู่ในระดับปานกลางมีจำนวน 4 ข้อ

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนา กิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมคุลอก ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ และศึกษาความพึงพอใจต่อการทำเรียน การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมสมคุลอก คือ มีชุดปฏิบัติการ ทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 จาก โรงเรียนสุรวิทยาคาร จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 48 คน ซึ่งได้มามาโดยการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังต่อไปนี้

5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สมคุลอก ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็น กิจกรรมในรูปแบบของปฏิบัติการ 3 กิจกรรม คือ แรงกับสภาพสมคุล สมคุลการหมุน (ไม่มีแม่ต้อง แรง) และ จุดศูนย์ถ่วง พบร้า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อตรวจสอบพัฒนาการทางการเรียนของนักเรียน โดยใช้ class normalized gain g พบร้ามีค่าเท่ากับ 0.48 จัดว่ามีพัฒนาการทางการเรียนระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาพัฒนาการของนักเรียนในแต่ละเนื้อหา หรือ conceptual dimensional class normalized gain เป็นการคูณพัฒนาการหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่ มีต่อเนื้อหานั้นๆ เป็นอย่างไร พบร้า เนื้อหาเรื่อง จุดศูนย์ถ่วง นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนมาก ที่สุด โดยผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียนคิดเป็น 0.52 เท่าคิดเป็นร้อยละ 52 ของผลการเรียน สูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้น ไปได้ และเนื้อหาที่นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนน้อยที่สุด คือ สมคุล ต่อการหมุน(ไม่มีแม่ต้องแรง) โดยมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียนคิดเป็น 0.46 เท่าคิดเป็น ร้อยละ 46 ของผลการเรียนสูงสุดที่จะมีโอกาสเพิ่มขึ้น ไปได้ โดยรวมแล้วทั้งสามเนื้อหาการเรียน นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง นอกจากรายบัญชีพิจารณาพัฒนาการทางการเรียนรายข้อ (single test item normalized gain) ว่า จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกสำหรับข้อสอบข้อนั้นๆ เพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดในการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบร้า ข้อสอบที่แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการทางการเรียนรายข้อที่อยู่ระดับ high gain จำนวน 4 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 26.67 และระดับ medium gain จำนวน 7 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 46.67 และระดับ low gain จำนวน 4 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 26.67 ได้แก่ ข้อ

3, 6, 7 และ 11 ซึ่งข้อสอบที่อยู่ในระดับ low gain นี้ เป็นข้อสอบที่เน้นความรู้ความเข้าใจ และ การคำนวณที่ต้องอาศัยหลักความเข้าใจหลักการพื้นฐาน ของเป็นการคำนวณที่ไม่ยากนัก

พิจารณาการพัฒนาการทางการเรียนรายบุคคล (Single student normalized gain) ร้อยละ ของจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกพบว่า จำนวนนักเรียนที่มีการพัฒนาทางการเรียนอยู่ระดับ high gain กิตเป็นร้อยละ 12.5 นักเรียนที่มีการพัฒนาทางการเรียนอยู่ระดับ medium gain กิตเป็นร้อยละ 72.9 และนักเรียนมีการพัฒนาทางการเรียนอยู่ระดับ low gain กิตเป็นร้อยละ 14.5 จากการดูข้อมูล นักเรียนที่อยู่ระดับ high gain มีนักเรียนพัฒนาการทางการเรียนมากที่สุด โดยมีค่า normalized gain เท่ากับ 0.91 ซึ่งมีค่าสูงมาก และเมื่อพิจารณานักเรียนในระดับ low gain พบร่วมีค่า normalized gain น้อยที่สุด เท่ากับ 0.10

พิจารณาความเข้าใจในมิติเรื่องสมดุลกกล โดยวิเคราะห์จากข้อมูลการทำกิจกรรมการปฏิบัติการทดลองทั้ง 3 ชุด สรุปเป็นภาพรวมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจในมิติ เรื่อง สมดุลกกล สามารถแสดงผลการทดลองและการคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสมดุลกกล ได้อย่างถูกต้อง ประยุกต์กับการคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ สามารถอภิปรายเชื่อมโยงกับ ชีวิตประจำวันของนักเรียนได้ เช่น การที่ร้อนขึ้นอุ่น ข้าวสาร หิน เป็นต้น ซึ่งที่มีมากใน จังหวัด สุรินทร์มักจะเกิดอุบัติเหตุพลิกคว่ำได้ง่ายกว่ารถเก็บส่วนบุคคล หรือรถระบบเพรอะเหตุได อีก ตัวอย่างเช่น การยกของหนักขึ้นบันได หากนักเรียนเป็นคนยกของดังกล่าว นักเรียนจะเลือกเป็นคน อยู่ข้างหน้าหรืออยู่ข้างหลังตอนขณะยก เพราะเหตุใด ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบและอธิบาย เชื่อมโยงตามหลักการสมดุลกกลได้ เป็นต้น

5.2 ความพึงพอใจต่อ กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สมดุลกกล

หลังจากการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สมดุลกกล ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ กับ กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 48 คน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อ กิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง สมดุลกกล พบร่วม นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรม เรื่อง สมดุลกกล โดย ภาพรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ มีจำนวน 8 ข้อที่ได้ระดับมาก และ 4 ข้อ อยู่ในระดับปานกลาง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การจัดการเรียนรู้โดยกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลกอ ด้วยการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการปฏิบัติทดลอง 3 ชุด ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเป็นประเด็นดังนี้

5.3.1.1 ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ในวิชา วิทยาศาสตร์อีนๆด้วย

5.3.1.2 ควรทำการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร่วมกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพราะทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะกระบวนการแก้ปัญหาที่มีประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

5.3.1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการปฏิบัติทดลอง 3 ชุด นักเรียนเป็นผู้คิดและลงมือปฏิบัติเอง ซึ่งก่อให้เกิดผลดีต่อตัวนักเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนากระบวนการคิดแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พิมพ์มาดา มงคลเสน (2553) ที่แสดงให้เห็นว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความชัดเจนในทักษะมากขึ้น ครอบคลุมมากขึ้น โดยการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เก็บข้อมูลกับปัญหาใหม่ สถานการณ์ใหม่ เพื่อก้าวกระโดดด้วยตนเอง

5.3.1.4 ควรทำการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยประเมินจากการปฏิบัติจริงของนักเรียน

5.3.1.5 เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงควรต้องปูพื้นฐานความรู้เรื่อง การแยกองค์ประกอบของเวกเตอร์ของแรง และตรีโภณมิติ ให้กับนักเรียนด้วยเนื่องจากชุดปฏิบัติการทดลองส่วนใหญ่ต้องอาศัยการแยกเวกเตอร์ และคำนวณทางคณิตศาสตร์ และบางกิจกรรมควรปรับใช้กระชับมากขึ้น ปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับเวลาในการเรียนการสอนของโรงเรียนด้วย

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรนำวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในเนื้อหาอื่นๆ ในวิชาฟิสิกส์ด้วย

5.3.2.2 ควรศึกษาตัวแปรอื่นที่มีอิทธิพลต่อการเรียน เช่น ความคงทนทางการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์

5.3.2.3 ควรทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบกับกลุ่มประชากรอื่น เพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

5.3.2.4 จากการทำวิจัยในครั้งนี้การขัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการปฏิบัติทดลอง 3 ชุด พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นควรทำวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมที่มุ่งพัฒนากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น หักษะทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. คู่มือแนวทางขัดแผลการสอนพัฒนาศักยภาพโครงการทศกอง

พัฒนาศักยภาพของเด็กไทย. กรุงเทพฯ : กองวิชาการศึกษา, 2542.

_____ . พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ปรับปรุง) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์ครุสภากาดพร้าว, 2546.

กนกวรรณ เหลืองทอง. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุด
กิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์. ปริญญา ni พนธ์การศึกษา
มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์, 2549.

กนกวนี แสงวิตรประชา. การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง หน่วยของสิ่งมีชีวิตและชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2550.

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์. ชุดการเรียนการสอน
สำหรับครุวิทยาศาสตร์เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : บก. บก. มหาวิทยาลัย, 2525.

ชูศรี วงศ์ตันตะ. เทคนิคการใช้สกิตเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 12. นนทบุรี : ไทนรัมิตกิจ อินเตอร์
โปรดักส์ชัฟ จำกัด, 2553.

ชาเรีนา พลสา. การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการใช้ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหา
ความรู้ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์, 2553.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์, 2542.

พรทิพย์ แก้วใจดี. การพัฒนาชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์ที่ใช้ห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริม
คุณลักษณะอันพึงประสงค์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์, 2545.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พิมพ์มาด มงคลแสน. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องไฟฟ้าโดยใช้รูปแบบการสอน BSCS 5E ร่วมกับยุทธศาสตร์การสอนสแครฟไฟล์ดิจ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- พิมพันธ์ เดชะคุปต์. วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป 2544. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.), 2554(ก).
- . การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (พว.), 2554(ข).
- บุพฯ กุมภาว. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle).
- วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- เยาวลักษณ์ ชื่นอารමย์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนโดยชุดกิจกรรมวัฏจักรการเรียนรู้ 5E.
- วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์, 2549.
- รุ่งอรุณ เอียรประกอบ. การศึกษาการใช้ชุดกิจกรรมฝึกทักษะการสื่อสารวิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
- วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์, 2549.
- รัชฎา ศิลปมั่น. การประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เพื่อพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนไทรรูวิทยา 69 (คลองหลวง) จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์, 2552.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวิชาสาส์น, 2538.
- ศักดิ์ชัย สิงห์ทอง. การใช้ชุดปฏิบัติการของไอลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.
- _____ . รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle หรือ 5Es) เพื่อพัฒนา ความคิดระดับสูง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2548.
- สุวัตถ์ นิยมค้า. ทฤษฎีและทางปฏิบัติในการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้. กรุงเทพฯ : เจเนอรัลบุ๊คเซ็นเตอร์, 2551.
- สุรัสกัด เมาเทือก. ผลการใช้ชุดกิจกรรมการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพฤติกรรมด้านกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542.
- สมจิต สาวนไพบูลย์. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตร และการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์, 2526.
- สถาโนน ไสยสมบัติ. ความพึงพอใจในการทำงานของครูของครูอาจารย์โรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัด กรมสามัญศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด. ปริญนานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทร์, 2534.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). “รายงานผลการทดสอบระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET)”, ระบบประกาศและรายงานผลสอบโอลีมปิก.
<http://www.niets.or.th>, 2555.
- อภิสิทธิ์ ชงไชย และคณะ. “การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลการสอนก่อนเรียน และหลังเรียน”, วารสาร มหาวิชาการ, 11(21) : 86-94, 2550.
- อาร์ม โพธิ์พัฒน์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนแผนผัง โน้มติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์, 2550.
- Akar, E. Effectiveness of 5E Learning Cycle Model on Student' Understanding of Acid-Base Concept. Master's Thesis: Middle East Technical University, 2005.
- Farkas, R.D. “Effect(s) of Traditional Versus Learning-Styles Instructional Methods On Seventh-Grade Students Achievement, Attitudes, Empathy, and Transfer of Skills Through a Study of the Holocaust”, Dissertation Abstracts International, 63(4): 1243-A, 2002.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Kevin Pyatt . Rod Sims. “Virtual and Physical Experimentation in inquiry-Based Science Labs: Attitudes, Performance and Access”, Science Education Technology. 15(7):15-18, 2011.

Ladd, GeorgeT.,and Hans O. Anderson. “Question and Earth Science Teaching : Using in fluence Effectively”, Journal of Geological Education. 1(5): 8-10, 1970.

Richard R. Hake. “Interactive – engagement versus traditional method : A six thousand – student survey of mechanics test data for introductory physics courses”, American Journal of Physics. 66(1): 65, 1998.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

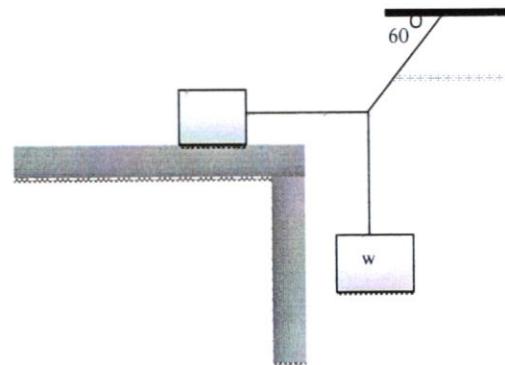
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ข.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สภาพสมดุล จำนวน 15 ข้อ

แบบทดสอบเรื่อง สภาพสมดุล

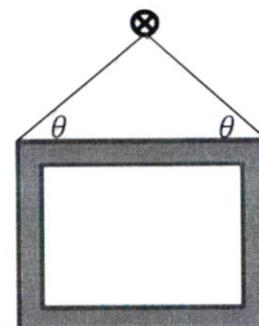
- 1) วัตถุหนัก 30 นิวตัน และวัตถุหนัก W ผูกไว้ด้วยเชือกและอยู่ในสมดุลในลักษณะดังรูป ถ้า
สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างวัตถุกับพื้นเท่ากับ 0.6 จงหาหน้าหัก W ที่มากที่สุดที่จะทำให้วัตถุ
ทั้งสองข้างคงสมดุลอยู่นิ่ง เช่นเดิม

1. 18 นิวตัน
2. $18\sqrt{3}$ นิวตัน
3. 15 นิวตัน
4. $15\sqrt{3}$ นิวตัน



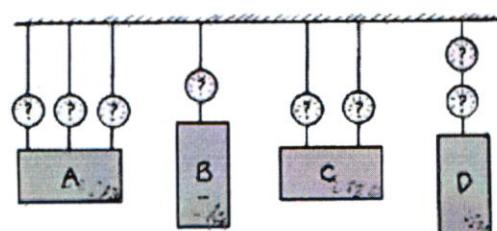
- 2) กรอบรูปอันหนึ่งมีน้ำหนัก W ใช้เชือกคล้องที่มุมสองด้านเอาไว้ ดังรูป นำไปแขวนตะปุ๊ดที่
ผนังห้อง จงหาความตึงเชือกที่ยาวนี้

1. $\frac{W}{\sin\theta}$
2. $\frac{W}{2\sin\theta}$
3. $\frac{W}{2\cos\theta}$
4. $2W\sin\theta$

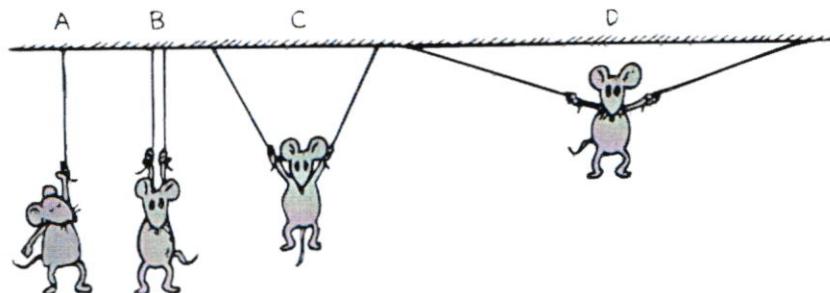


- 3) จากรูปข้างล่างนี้ ให้วิเคราะห์ว่า กล่องมีมวลเท่ากันก่อไรเมื่อวัดแรงดึงเชือกแล้ว อ่านค่าแรงดึง[?]
เชือกได้เรียงลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด

1. A C D B
2. B=D C A
3. B C=D A
4. A C=D B



4) หนูนาโนหินเชือกเบาดังรูป โดย A หนูนาโนหินใช้เชือกเส้นเดียว และ B, C และ D มีเชือกสองเส้น จงเรียงลำดับค่าแรงดึงเชือกจาก มากที่สุด ไปน้อยที่สุด



1. A B C D
2. D C A B
3. A B D C
4. D A C B

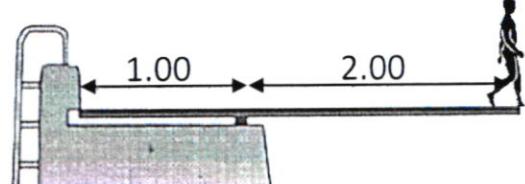
5) นิตยสารรถยนต์เล่มหนึ่ง รายงานว่า “รถ mini ดังรูป มี 53% ของน้ำหนักรถอยู่ที่ล้อหน้าของรถ และ 47% อยู่ที่ล้อหลังของรถ โดยมีฐานล้อกว้าง 2.46 เมตร” นี่หมายความว่า แรงแนวราบทั้งหมดที่ทำต่อล้อหน้าคือ $0.53W$ และที่ทำต่อล้อหลัง $0.43W$ โดย W คือ น้ำหนักทั้งหมดของรถ ฐานล้อคือ ระยะระหว่างเพลาล้อหน้า และเพลาล้อหลัง จุดศูนย์ถ่วงของรถอยู่หน้าเพลาหลังเท่าไร

1. 1.16 เมตร
2. 1.23 เมตร
3. 1.30 เมตร
4. 1.46 เมตร



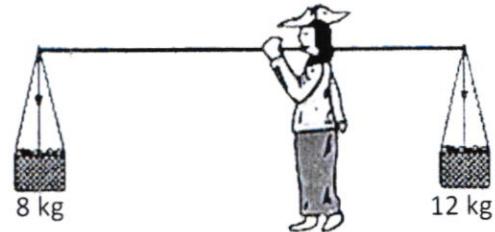
6) กระดานกระโดคน้ำยา 3.00 เมตร มีที่รับน้ำที่บุคช่องห่าง 1.00 เมตร จากปลาย และนักกระโดคน้ำซึ่งหนัก 500 นิวตัน ยืนอยู่ที่ปลายอิสระ ดังรูป แผ่นไม้กระดานมีพื้นที่ตัดวางสม่ำเสมอและหนัก 280 นิวตัน จงหาแรงที่คำแนะนำรับน้ำหนัก

1. 1000 นิวตัน
2. 1140 นิวตัน
3. 1500 นิวตัน
4. 1920 นิวตัน



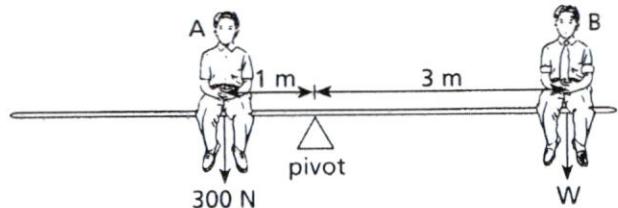
7) เมื่อค้าขายไปปี๊กคนหนึ่งแบกไม้คานที่มีมวลน้อยมากข่าว 1.5 เมตร ไว้บนบ่า โดยตะกร้าด้านหน้าหนัก 8 กิโลกรัม และตะกร้าหลังหนัก 12 กิโลกรัม แม่ค้าควรวางไม้คานที่บ่าห่างจากตะกร้าด้านหลังกี่เมตร จึงจะแบกได้โดยไม่ต้องใช้มือจับไม้คานนี้

1. 0.9 เมตร
2. 0.8 เมตร
3. 0.7 เมตร
4. 0.6 เมตร



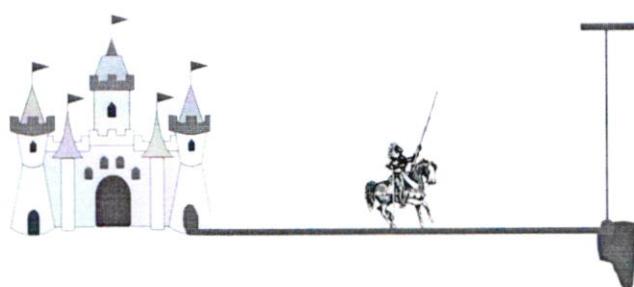
8) เด็กชาย A และ B นั่งอยู่บนไม้กระดานหาก โดยมีจุดหมุนอยู่ระหว่างเด็กชายสองคนนี้ ดังแสดงในรูป ถ้าหัวหนักของเด็กชาย A เป็น 300 นิวตัน จงหาหัวหนักของเด็กชาย B

1. 100 นิวตัน ทิศหมุนตามเข็มนาฬิกา
2. 100 นิวตัน ทิศหมุนวนเข็มนาฬิกา
3. 150 นิวตัน ทิศหมุนตามเข็มนาฬิกา
4. 150 นิวตัน ทิศหมุนวนเข็มนาฬิกา

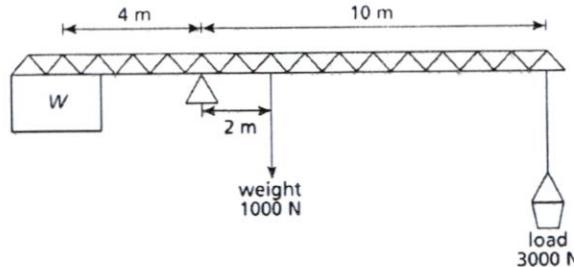


9) Sir Lancelot ขึ้นมาอย่างช้า ออกจากปราสาทที่ Camelot และขึ้นไปบนสะพานชักยาว 12 m ซึ่งทอดข้ามคลองรูป เขาไม่รู้ว่าศัตรูของเขายังได้ตัดสายเคเบิลแนวคิ่งบางส่วนซึ่งใช้รับน้ำหนักด้านหน้าของสะพานและทำให้สายเคเบิลขาดภายในตัวความตึง 5.8×10^3 N สะพานมีมวล 200 kg และจุดศูนย์ถ่วงของสะพานอยู่ที่จุดกึ่งกลางของสะพาน Lancelot พร้อมด้วยทวนคันธง เสื้อเกราะ และม้ามีมวลรวมกันทั้งหมด 600 kg สายเคเบิลจะขาดก่อนที่ Lancelot ถึงปลายสะพาน ให้หาว่า Lancelot ไปได้ห่างจากด้านปราสาทเท่าไรเมื่อสายเคเบิลขาด

1. 9.6 เมตร
2. 8.0 เมตร
3. 6.6 เมตร
4. 10 เมตร

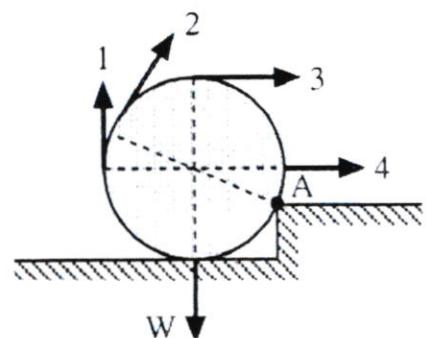


- 10) จากรูปข้างล่างนี้ บันไดยกของเด่นถูกใช้ในการสร้างตึกแห่งหนึ่ง บันไดยกหนัก 1000 นิวตัน กระทำห่างจากจุดหมุน 2 เมตร มีวัตถุหนึ่งหนัก 3000 นิวตัน ถูกถ่วงเพื่อให้สมดุลกับบันล็อกคอนกรีต (W) ดังรูป



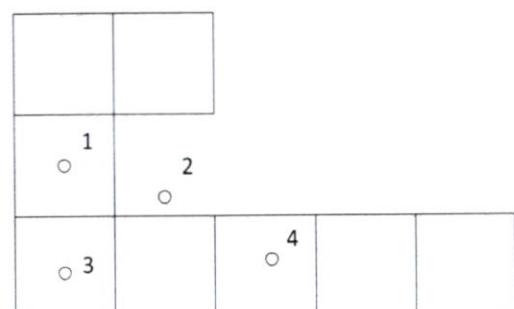
คำนวณหนาน้ำหนัก W ของบันล็อก ถ้ารัฐเครนยังคงสมดุลอยู่ได้

1. 1250 นิวตัน
 2. 2250 นิวตัน
 3. 4000 นิวตัน
 4. 8000 นิวตัน
- 11) ช่างก่อสร้างต้องการลากถังทรงกระบอกขึ้นจากพื้นด้วยระดับดังรูป ช่างก่อสร้างต้องออกแบบดึงแนวใด จึงจะใช้แรงน้อยที่สุด
1. ดึงตามแรงแนวที่ 1
 2. ดึงตามแรงแนวที่ 2
 3. ดึงตามแรงแนวที่ 3
 4. ดึงตามแรงแนวที่ 4

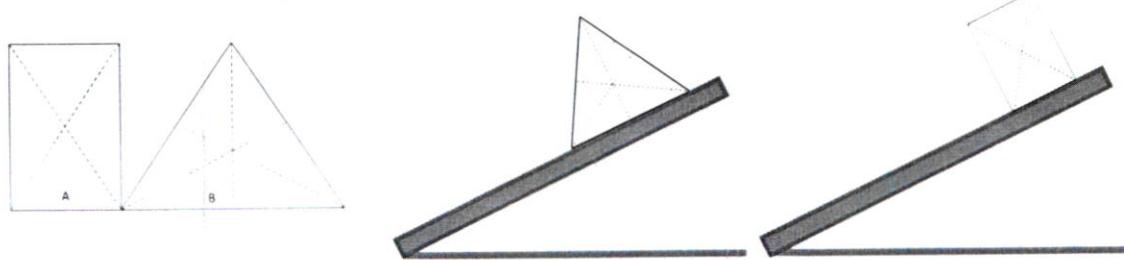


- 12) ช่างไม้ใช้มีเบรคทัดมุมจากรูปด้านล่าง ดังแสดงในภาพ โดยล็อกแต่ละอันยาว 1 หน่วย จงหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวล จะอยู่ที่ใด เพราะเหตุใด

1. ตำแหน่งที่ 1
2. ตำแหน่งที่ 2
3. ตำแหน่งที่ 3
4. ตำแหน่งที่ 4



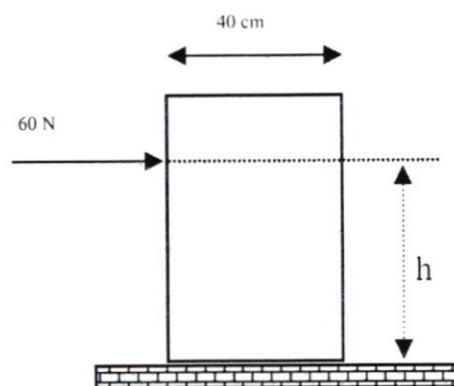
- 13) วัตถุ A และ B มีมวลเท่ากัน มีความหนาแน่นสมำเสมอ ถ้านำมาวางบนพื้นเอียงแล้วที่ มีแรงเสียดทานมากพอไม่ทำให้วัตถุไถลลง แล้ววัตถุใดจะล้มก่อนเพราเหตุใด



1. วัตถุ A ล้มก่อน เพราจุดศูนย์ถ่วงอยู่สูงกว่า B
2. วัตถุ B ล้มก่อน เพราจุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำกว่า A
3. วัตถุ B ล้มก่อน เพราฐานรองรับของ B กว้างกว่า
4. วัตถุ A และ B ล้มพร้อมกัน เพรามีมวลเท่ากัน และมีความหนาแน่นสมำเสมอ

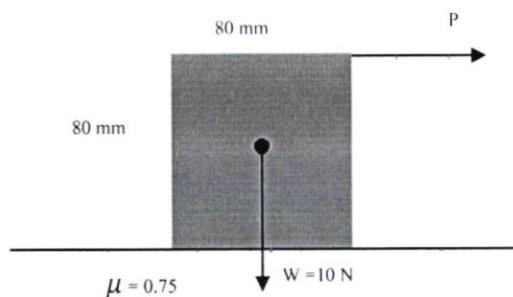
- 14) กล่องสี่เหลี่ยมกว้าง 40 ซม. สูง 75 ซม. หนัก 120 นิวตัน วางบนพื้นที่มีแรงเสียดทาน ถูกแรงกระทำ 60 นิวตัน ณ. จุดสูงเท่ากับ h จงหาว่าความสูง h มีค่าเท่าใด จึงจะทำให้กล่องนี้เริ่มล้มพอดี

1. 37.5 cm
2. 40.0 cm
3. 60.0 cm
4. 80.0 cm



- 15) แท่งรูป平行บานสก์ ยาวด้านละ 80 มิลลิเมตร หนัก 10 นิวตัน วางบนพื้นที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน 0.75 ถ้า P เท่ากับ 7 นิวตัน กระทำดังรูป แท่งวัตถุจะเป็นอย่างไร

1. เริ่มไถล
2. คัมกว่า
3. ยังคงสมดุล
4. เอียงขึ้นและหยุดนิ่ง



เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสภาพสมดุลก่อ จำนวน 15 ข้อ
เฉลยแบบทดสอบ ก่อนเรียน – หลังเรียน เรื่องสภาพสมดุล

ข้อที่	คำตอบ
1	2
2	2
3	2
4	4
5	3
6	4
7	4
8	1
9	1
10	4
11	2
12	2
13	1
14	2
15	2

แบบสอบถามวัดความพึงพอใจต่อการเรียนเรื่องสภาพสมดุลต่อ

วัดความพึงพอใจของผู้เรียนต่อวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมดุลกล

เป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ กำหนดค่าคะแนนน้ำหนัก 5 ระดับ ซึ่งมีความหมายดังนี้

มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้คะแนน 5 คะแนน

มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วย ให้คะแนน 4 คะแนน

มีความคิดเห็นในระดับไม่แน่ใจ ให้คะแนน 3 คะแนน

มีความคิดเห็นในระดับไม่เห็นด้วย ให้คะแนน 2 คะแนน

มีความคิดเห็นในระดับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ให้คะแนน 1 คะแนน

ผู้ประเมิน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ เลขที่

คำชี้แจง นักเรียนเลือกข้อความแล้วทำเครื่อง ✓ ตรงกับความรู้สึกมากที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
1	การจัดลำดับเนื้อหาเรื่องสมดุลได้เป็นลำดับ ขั้นตอน ชัดเจน และทำให้เข้าใจง่าย					
2	เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และกิจกรรม					
3	เนื้อหาที่ใช้สอนเหมาะสมกับความสามารถของ ผู้เรียน					
4	กิจกรรมการเรียนการสอนสร้างความสนใจ อย่างรู้ขากเห็น เพื่อหาคำตอบ					
5	บทเรียนช่วยเสริมสร้างทักษะในการแสวงหา ความรู้					
6	กิจกรรมช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์					

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		1	2	3	4	5
7	กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ในการทำงาน มองเห็นเรื่องที่เป็นนามธรรมได้					
8	ในแต่ละกิจกรรมได้กำหนดเวลาได้อย่าง เหมาะสม					
9	กิจกรรมช่วยการฝึกคิดวิเคราะห์ และสรุป ความคิดรวบยอดได้					
10	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุก ขั้นตอน					
11	มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน เหมาะสม และ เป็นธรรม					
12	เรื่องสมดุลกลมเป็นเนื้อหาที่น่าสนใจ สามารถ ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ตารางที่ ก.1 ผลคะแนนร้อยละและแปลความหมายของระดับความคิดเห็นนักเรียน

ข้อที่	รายการประเมิน	จำนวนร้อยละ นักเรียนแต่ละระดับ ความคิด					ค่าเฉลี่ย ของระดับ ความ คิดเห็น	ร้อยละ	แปล ความหมาย
		5	4	3	2	1			
1	การจัดทำคำแนะนำให้กับ สมุดได้เป็นลำดับขั้นตอน ชัดเจน และทำให้เข้าใจง่าย	7	19	18	4	0	3.60	72.1	มาก
2	เนื้อหาสอนคัดลอกกับ วัสดุประสงค์ และกิจกรรม	9	20	29	0	0	3.79	75.8	มาก
3	เนื้อหาที่ใช้สอนเหมาะสมกับ ความสามารถของผู้เรียน	5	20	18	5	0	3.52	70.4	มาก
4	กิจกรรมการเรียนการสอน สร้างความสนใจ อย่างรู้趣อย่าง เห็น เพื่อหาคำตอบ	4	14	22	5	3	3.23	64.6	ปานกลาง
5	บทเรียนช่วยเสริมสร้างทักษะ ในการตรวจสอบความรู้	7	21	14	6	0	3.60	72.1	มาก
6	กิจกรรมช่วยส่งเสริมทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	10	21	14	3	0	3.79	75.8	มาก
7	กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการสามารถมองเห็น เรื่องที่เป็นนามธรรมได้	8	17	18	4	1	3.56	71.3	มาก
8	ในแต่ละกิจกรรมได้ กำหนดเวลาได้อย่าง เหมาะสม	8	11	19	6	4	3.27	65.4	ปานกลาง
9	กิจกรรมช่วยการฝึกคิด วิเคราะห์ และสรุปความคิด รวมยอดได้	7	16	16	8	1	3.42	68.3	ปานกลาง

ตารางที่ ก.1 ผลคะแนนร้อยละและแปลความหมายของระดับความคิดเห็นนักเรียน (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	จำนวนร้อยละ นักเรียนแต่ละระดับ ความคิด					ค่าเฉลี่ย ของระดับ ความ คิดเห็น	ร้อยละ	แปล ความหมาย
		5	4	3	2	1			
10	นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกขั้นตอน	15	16	11	5	1	3.81	76.3	มาก
11	มีเกณฑ์การประเมินผลที่ชัดเจน เหมาะสม และเป็นธรรม	11	17	11	8	1	3.60	72.1	มาก
12	เรื่องสนคุ้มก็เป็นเนื้อหาที่น่าสนใจ สามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้จริง	13	10	13	9	3	3.44	68.8	ปานกลาง
	เฉลี่ยรวม						3.55	71.07	มาก

(n = 48)

ภาคผนวก X

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง (แผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

เรื่อง แรงกับสภาพสมดุล

รายวิชาฟิสิกส์ 1

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รหัสวิชา ว 31201

จำนวน 4 ชั่วโมง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 : แรง และ การเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้ : สำรวจตรวจสอบ ข้อมูล อธิบาย ทดลอง วิเคราะห์และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง กับสภาพสมดุลกต แรงเสียดทาน โนเมนต์ จุดศูนย์ถ่วง จุดศูนย์กลางมวลและประสิทธิภาพเครื่องกล พร้อมทั้งนำไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA)

3.1 เข้าใจ ตรวจสอบ และ คำนวณ เกี่ยวกับลักษณะของแรงกับสภาพการสมดุลของวัตถุ ได้

3.2 ทำการทดลองหาเงื่อนไขของแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุสมดุลต่อการเลื่อน ดำเนิน

3.3 วิเคราะห์และ สามารถนำความรู้รื่องสมดุลของแรงไปใช้ประโยชน์

4. สาระสำคัญ

4.1 สมดุลต่อการเลื่อนดำเนิน คือ สภาพการอยู่นิ่งของวัตถุหรือการเคลื่อนที่ของวัตถุ ด้วยความเร็วคงที่ การสมดุลทั้งสองกรณีจะอยู่ภายใต้เงื่อนไขแรงดึงดูดเป็นศูนย์

4.2 กรณีวัตถุอยู่นิ่ง เรียก สภาพสมดุลสถิต ได้แก่ การสมดุลของแรงตัดกันที่จุดเดียวกัน

4.3 กรณีวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ เรียก สภาพสมดุลจลน์ เช่น รถยกตัววิ่งด้วยความเร็วคงที่ ลิฟต์ขึ้นด้วยความเร็วคงที่ เป็นต้น

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

5.1.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแรงตามกฎของนิวตัน และผลของแรงอย่างไรที่ทำให้เกิดสภาพสมดุลได้ ($\sum F = 0$) เพื่อเชื่อมโยงไปสู่เรื่องสภาพสมดุลนั้นมีแบบใดได้บ้าง เพื่อนำไปสู่ “ประเภทของสมดุล เช่น สมดุลสถิต สมดุลจลน์ สมดุลต่อการหมุน และสมดุลสัมบูรณ์” เป็นอย่างไร เมื่อไอน์ หรือแตกต่างกันอย่างไร”

5.1.2 เมื่อนักเรียนเริ่มนึกความเข้าใจเรื่องสภาพสมดุลพอสังเขป และยังคงมีข้อสงสัย ครู เปิดวีดีทัศน์เรื่อง แรงกับสภาพสมดุล ให้นักเรียนดู ประมาณ 3 นาที จากนั้นร่วมกันอภิปรายจากวีดีทัศน์ “ทำไมข้อนี้มีจึงสามารถดึงดูดอยู่บนแก้วได้” ให้วางนักเรียนคิด โดยไม่เน้นถูกหรือผิด

5.1.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน 15 ข้อ ใช้เวลา 30 นาที

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

5.2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4–5 คน ครูแจกใบความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงกับสภาพสมดุลให้นักเรียนศึกษาจากเนื้อหาและ map ในใบความรู้นี้ ให้ตัวแทนกลุ่มโดยการสุ่มออกมาอธิบายเกี่ยวกับสมดุลของแรงสองแรง สามแรง และหลายแรงตามลำดับ

5.2.2 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกไปทดลองตามกลุ่มโดยมีใบกิจกรรมการที่ 1 เรื่อง แรงกับสภาพสมดุลให้ ครูได้จัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองไว้ที่โต๊ะแล้ว นักเรียนร่วมกับอ่านและทำการทดลองตามกิจกรรมที่กำหนดให้โดยทั้งหมดมี 2 ตอน ให้เวลาทดลอง 40 นาที จากนั้นให้นักเรียนมาเข้ากลุ่มตามเดิม ร่วมกันเขียนรายงานการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองและ ร่วมกันสรุปผลการทดลองทั้ง 2 ตอน

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นสำรวจและค้นหา เรื่องการทดลองที่ 1 มาร่วมกันอภิปรายสรุปผลที่ได้และตอบคำถามท้ายการทดลอง โดยการวิเคราะห์และอภิปรายครุยวามารถใช้ถามคำถามว่า

- เมื่อออกแรงคงในตอนที่ 1 แล้วนำมาเขียนเวกเตอร์ของแรง และวัสดุใดจึงเป็นเช่นนั้น

- จากการทดลองในตอนที่ 2 เมื่อนักเรียนคำนวณหาแรงลักษณ์ในแนวตั้งแล้วมีค่าเท่าใดบ้าง และแรงลักษณ์ดังกล่าวมีค่าเท่าใด หากการทดลองเป็นไปตามสมดุลของแรง ($\sum F_y = 0$)

3.2 ตัวแทนกลุ่มอภิบายนำเสนอผลการทดลองและสรุปผลที่ได้จากกลุ่ม หน้าชั้นเรียน โดยให้เพื่อนกลุ่มอื่นฟัง และสุ่มนักเรียนมาแสดงวิธีทำและอธิบายคำถามท้ายการทดลองพร้อมร่วมกันตอบคำถามข้อสงสัย

3.3 ครูช่วยแทรกความรู้เพิ่มเติมที่เกี่ยวกับเรื่องแรงกับสภาพสมดุลให้นักเรียน เพื่อให้นักเรียนสรุปสาระ ลงในใบกิจกรรมได้

5.4 ขั้นขยายความรู้

5.4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการทดลองและการนำเสนอเรื่องสภาพสมดุลไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5.4.2 นักเรียนรับในงานที่ 1 เรื่อง แรงและสภาพสมดุล นักเรียนแบ่งกลุ่มตามเดิมเพื่อร่วมกันทำแบบฝึกหัดและแสดงวิธีทำ

5.4.3 ให้เวลา_nักเรียนในการทำแบบฝึก ครุเดินคุณ_nักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อให้คำปรึกษาในแต่ละข้อ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

5.4.3 ครุสู่ตัวแทนนักเรียนในกลุ่มออกแบบน้ำหนัก และแสดงวิธีทำในบางข้อที่น่าสนใจจากใบงานที่ 1 นี้ และ สั่งข้อที่เหลือเป็นการบ้านเพื่อส่งในชั่วโมงต่อไป

5.5 ประเมิน

ครุทดสอบความเข้าใจนักเรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้ได้

- การเกิดสภาพสมดุล มีกี่ประเภทอะไรบ้าง
- วัตถุอยู่ในสภาพสมดุลนั้น ต้องมีเงื่อนไขอะไรบ้าง
- สถานการณ์ใดบ้างในชีวิตประจำวันที่เรียกได้ว่าอยู่ในสภาพสมดุล ให้นักเรียน

อธิบาย พิจารณาตัวอย่าง เช่น การสร้างสะพาน หอเอนปีชา การวางตัวของหินเป็นต้น

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- ในความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงและสภาพสมดุล
- ในงานที่ 1 เรื่อง แรงและสภาพสมดุล
- ในกิจกรรมการทดลองที่ 1 เรื่อง แรงและสภาพสมดุล
- ชุดการทดลอง เรื่อง แรงและสภาพสมดุล

7. กระบวนการวัดผลประเมินผล

- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
- การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- การตรวจใบงาน

ในความรู้ที่ 1 เรื่อง แรงกับสภาพสมดุล

1. สมดุลกล (Mechanical Equilibrium)

สมดุลกล หรือ สมดุล (Equilibrium) คือ การที่มีแรงลัพธ์มาระทำกับวัตถุแล้ววัตถุคงสภาพการเคลื่อนที่หรือพุดอิกอย่างว่าไม่มีการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ กล่าวคือ ถ้าวัตถุอยู่นิ่งก็ยังคงสภาพนิ่งหรือ ถ้าเคลื่อนที่ก็จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงเดิม ซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ข้อที่ 1 ซึ่งแบ่งแยกการพิจารณาออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

1.1 สมดุลต่อการเลื่อนที่ (Translational Equilibrium) คือการที่วัตถุหยุดอยู่นิ่งๆ หรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1. สมดุลสถิต (Static Equilibrium) เป็นสมดุลของวัตถุขณะอยู่ในสภาพอยู่นิ่ง เช่น วางสมุดไว้บนโต๊ะแล้วสมุดไม่ล้ม ขวน้ำที่วางไว้หลังตู้เย็นแล้วไม่ตกลงมาจากตู้เย็น หรือกล่าวได้ว่าวัตถุใดๆ ก็ตามที่อยู่ในสภาพอยู่นิ่งเมื่อมีแรงลัพธ์มาระทำแล้ววัตถุยังคงสภาพอยู่นิ่งไว้ได้ถือว่าเป็นสมดุลสถิต

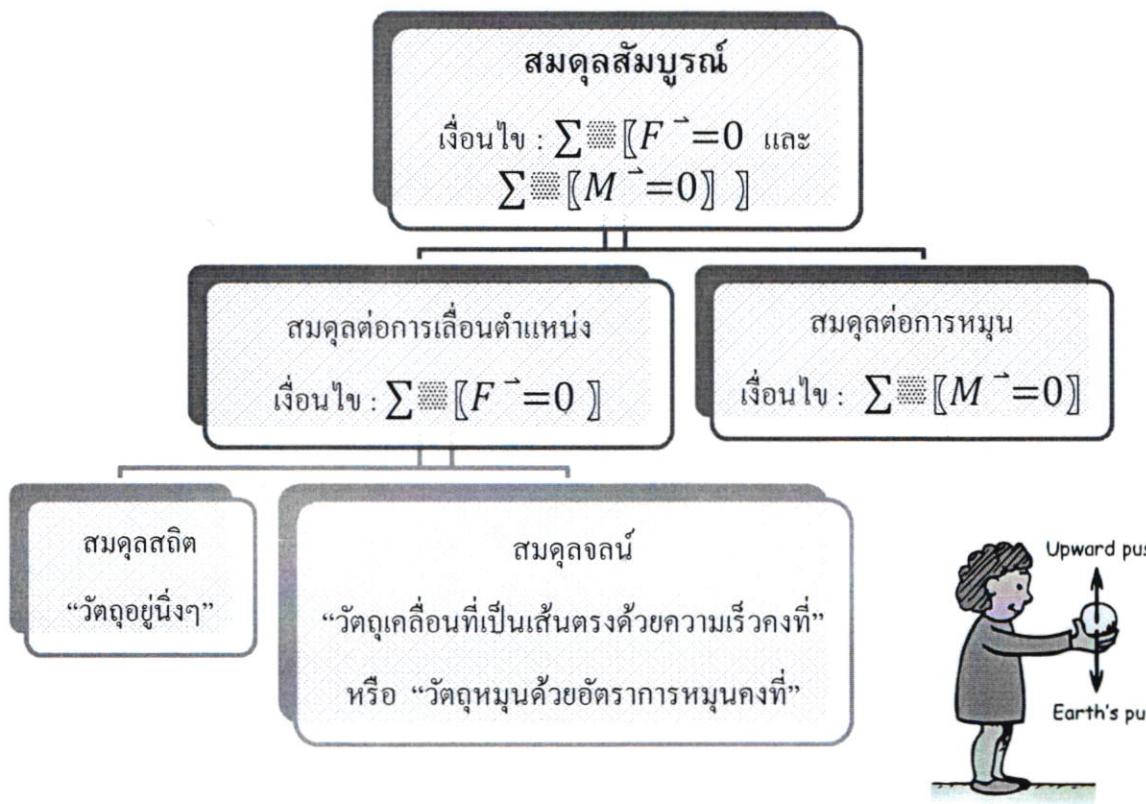
2. สมดุลจลน์ (Kinetic Equilibrium) เป็นสมดุลของวัตถุขณะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เช่น รถยนต์วิ่งไปตามถนนด้วยความเร็วคงตัว กล่องลังไม้ไกอลงไปตามพื้นเรียบด้วยความเร็วคงตัว หรือกล่าวได้ว่า วัตถุใดๆ ก็ตามที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว เมื่อมีแรงลัพธ์มาระทำกับแล้ววัตถุก็ยังคงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงเดิมถือว่าเป็นสมดุลจลน์ นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการเคลื่อนที่ของ รถ ก ว า น ล ้อและเพลาที่หมุนรอบแกนซึ่งวางอยู่ในสภาพเดิมด้วยอัตราการหมุนคงตัวด้วย

1.2 สมดุลต่อการหมุน (Rotational Equilibrium) คือ วัตถุจะต้องไม่มีการหมุน หรือมีการหมุนรอบแกนหมุนด้วยอัตราการหมุน คงที่

1.3 สมดุลสัมบูรณ์ สภาพที่วัตถุนั้นเกิดสมดุลต่อการเลื่อนที่ (อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่) และ สมดุลต่อการหมุน (ไม่หมุน) ไปพร้อมๆ กัน แรงต่างๆ ที่กระทำต่อวัตถุเป็นไปตามเงื่อนไข 2 ประการ

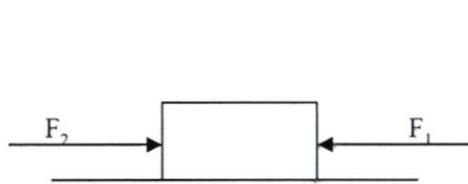
1.3.1 แรงลัพธ์เป็นศูนย์ หรือผลรวมของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์
 $(\sum F = 0)$

1.3.2 ผลรวมของโมเมนต์ของแรงทุกแรงที่กระทำต่อวัตถุเป็นศูนย์ $(\sum M = 0)$

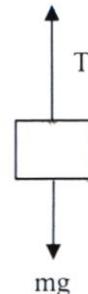


สมดุลที่เกิดจากแรง 2 แรง

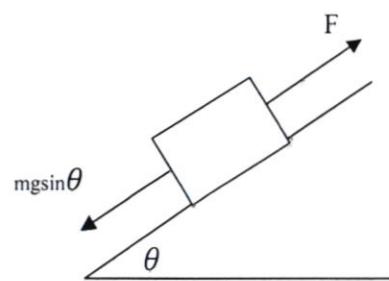
เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ 2 แรงแล้ววัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่ (อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว) ดังรูป



ก.



ข.



ค.

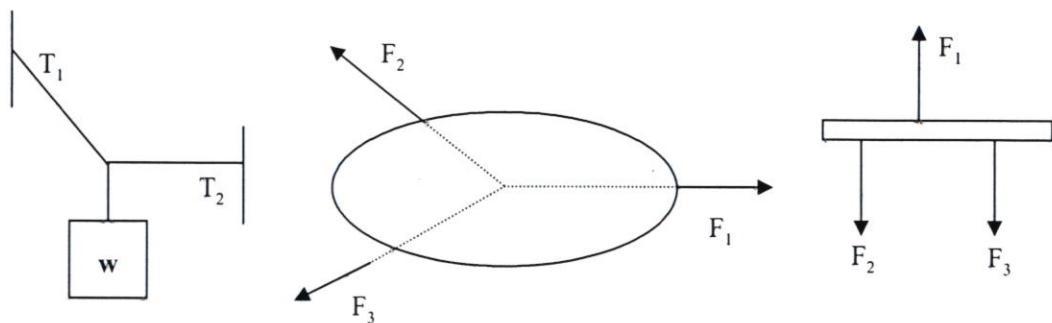
จากรูป ได้ว่าแรงทั้งสองต้องมีความสัมพันธ์กันดังนี้

- แรงทั้งสองต้องมีขนาดเท่ากัน จากรูป (ก.) $F_1 = F_2$ รูป (ข.) $T = mg$ และ รูป (ค.) $F = mgsin\theta$
- แรงทั้งสองต้องมีทิศทางตรงกันข้าม และอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน
- แรงลักษณะ ($\sum F = 0$) ของแรงทั้งสองเท่ากับศูนย์

สมดุลของแรง 3 แรง

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ 3 แรง แล้ววัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่ (อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว)

ดังรูป



จากรูปได้ว่าแรงทั้งสามต้องมีความสัมพันธ์กันดังนี้

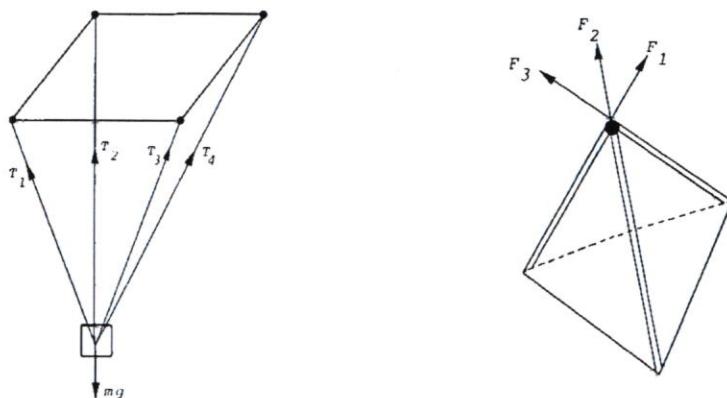
1. แรงทั้งสามต้องพบกันที่จุดหนึ่งเท่านั้น หรือแรงทั้งสามขนานกันหมด
2. แรงทั้งสามต้องอยู่ในระนาบเดียวกันเท่านั้น
3. ผลรวมของแรงๆ ใดๆหนึ่งต้องมีขนาดเท่ากับแรงที่สาม แต่มีทิศทางตรงกันข้าม
4. ถ้าเขียนผลรวมแรงทั้งสามจะได้ว่า

$$F_1 + F_2 + F_3 = 0 \text{ หรือ } F_1 + F_2 = -F_3$$

สมดุลของแรงหลายแรง

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุหลายแรง และวัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่(อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว) พนว่า

1. แรงเหล่านั้นไม่จำเป็นต้องพบกันที่จุดเดียวกัน เช่นดังรูป
2. แรงเหล่านั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ในระนาบเดียวกันเท่านั้น เช่น

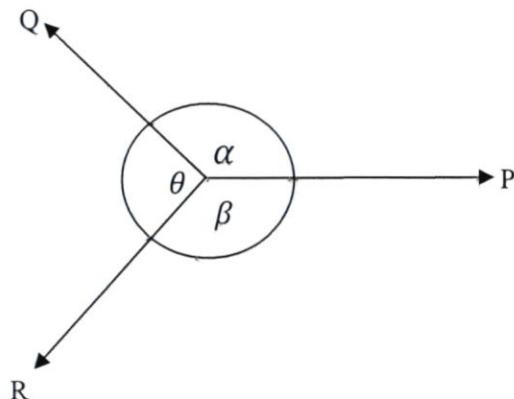


ข้อควรรู้

ไม่ว่าแรงที่กระทำจะมีกี่แรง หรือมากระทำในลักษณะใดก็ตาม วัตถุจะอยู่ในสภาพ สมดุลต่อการเลื่อนที่ได้ ก็ต่อเมื่อผลรวมของแรงที่มากระทำมีค่าเป็นศูนย์เท่านั้น

ใช้กฎ sin หรือ ทฤษฎีลามิ (Lami Theorem)

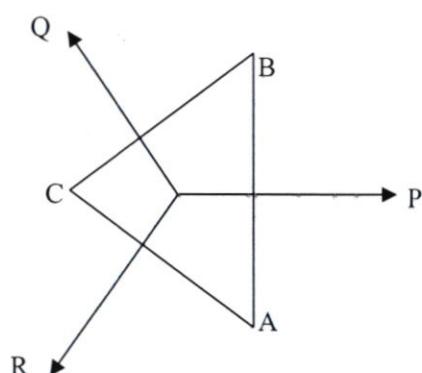
เมื่อมีแรงสามแรงมากระทำต่อวัตถุร่วมกันที่จุด ฯหนึ่ง และอยู่ในสภาวะสมดุล จะได้ว่า อัตราส่วนของแรงต่อ sine มุมตรงข้ามบ่อมเท่ากัน



ตามรูปแรง P, Q, R อยู่ในสภาวะสมดุล จากทฤษฎีของลามิ จะได้ว่า

$$\frac{P}{\sin \theta} = \frac{Q}{\sin \beta} = \frac{R}{\sin \alpha}$$

บทแทรกของทฤษฎีของลามิ กล่าวว่า เมื่อมี 3 แรงมากระทำร่วมกันที่วัตถุหนึ่งแล้วทำให้วัตถุอยู่ในสภาวะสมดุล รูปสามเหลี่ยมใดก็ตามที่มีด้านทั้งสามตั้งฉากกับแนวของแรงทั้งสามนั้น ตามลำดับแล้วด้านทั้งสาม ของรูปสามเหลี่ยมนั้น บ่อมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงซึ่งมีแนวตั้งจากกัน ด้านนั้นตามลำดับ

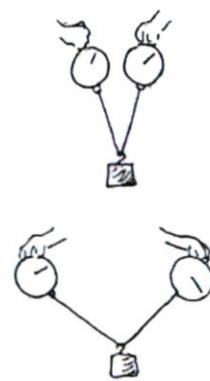


จากรูปได้ว่า

$$\frac{P}{AB} = \frac{Q}{BC} = \frac{R}{CA}$$

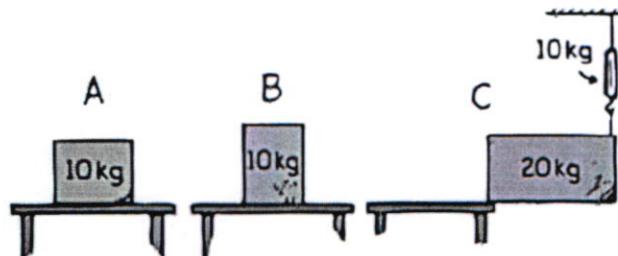
Demonstration

Set up a pair of scales that support a heavy weight as shown (a 1-kg mass is fine). Show that as the supporting angle increases, the tension also increases.



ใบงานที่ 1 เรื่อง แรงกับสภาพสมดุล

1. กล่อง A และ B วางไว้บนโต๊ะ โดยกล่อง C มีบางส่วนที่วางอยู่บนโต๊ะ และ ถูกดึงด้วยเชือก จงเรียงลำดับแรงที่ต้องกระทำกับกล่องทั้งสามใบนี้จากมากที่สุดที่น้อยที่สุด



จงเรียงลำดับ

เพราะ.....

2. จากรูปข้างล่างนี้ จงอธิบายว่า เพราะเหตุใดการซิงเชือกในแนวอนจึงทำให้เชือกขาดได้ง่ายกว่าการซิงเชือกในแนวคิ่นนี้



เพราะเหตุใด

.....

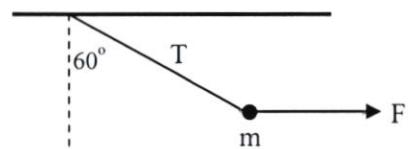
.....

.....

.....

3. มวล m แขวนไว้ดังรูป และถูกตรึงไว้ด้วยแรง F ในแนวระดับ เมื่อ $\theta = 60^\circ$ องศา ความตึงของเส้น เชือกจะเป็นเท่าใด

1. $\frac{1}{2}mg$
2. $\frac{\sqrt{3}}{2}mg$
3. $\sqrt{3}mg$
4. $2mg$



แสดงวิธีทำ

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

4. โคมไฟมวล 8.5 กิโลกรัม ห้อยอยู่ด้วยลวดเบาสองเส้นดังรูป จงหาความตึงในเส้นลวดทั้งสอง กำหนดให้ $\sin 10^\circ = 0.17$, $\cos 10^\circ = 0.98$

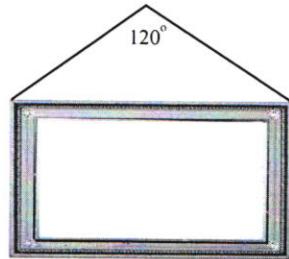
1. 250 นิวตัน
2. 500 นิวตัน
3. 600 นิวตัน
4. 850 นิวตัน



แสดงวิธีทำ

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

5. กรอบรูปหนัก 5 กิโลกรัม ใช้เชือกผูกที่มุมบนของกรอบรูป
แล้วแขวนตะปุตรงจุดกึ่งกลางเชือก ถ้าเชือกเส้นน้ำนม 120 ต่อ กัน
ดังรูป จงหาความตึงเชือกแต่ละเส้น

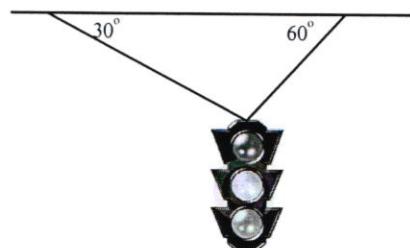


แสดงวิธีทำ

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

6. จากรูป ไฟสัญญาณจราจรหนัก 500 นิวตัน

แขวนค้ำยลาด AC และ BC
จงหาแรงตึงในเส้นลาดทั้งสอง

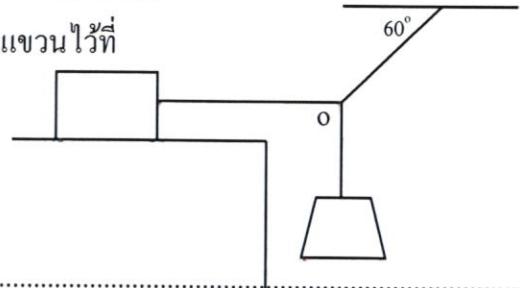


แสดงวิธีทำ

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

7. ถ้าสัมประสิทธิ์ความเสียทานสติตระหว่างน้ำหนัก 400 นิวตัน

กับ โถะราน เป็น 0.25 จงหาค่า W ที่มากที่สุดซึ่งเมื่อแขวนไว้ที่
จุด O แล้วระบบบั้งพอกสมดุลอยู่ได้



แสดงวิธีทำ

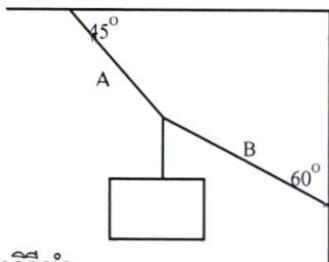
.....
.....
.....
.....

8. ท่อนไม้หนัก 40 นิวตัน ยาวนัดด้วยเชือก 2 เส้นดังรูป จงหาแรงตึงในเส้นเชือกทั้งสอง



แสดงวิธีทำ

9. จงหาแรงดึงเชือก A และ B เมื่อมี น้ำหนัก 420 นิวตัน ยาวอยู่ดังรูป



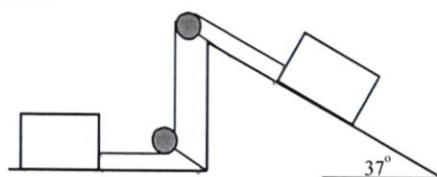
แสดงวิธีทำ

10. จากรูป พื้นเอียงและพื้นราบมีสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน

เท่ากับ μ pragajuwan 40 กิโลกรัม เคลื่อนที่ลงตาม

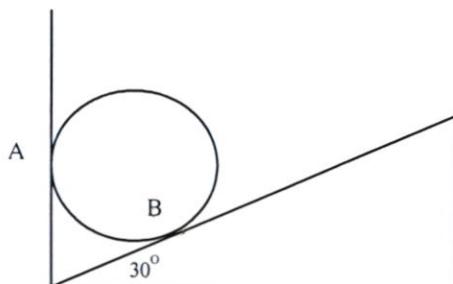
พื้นเอียงด้วยอัตราเร็วคงที่ จงหาค่า μ

แสดงวิธีทำ

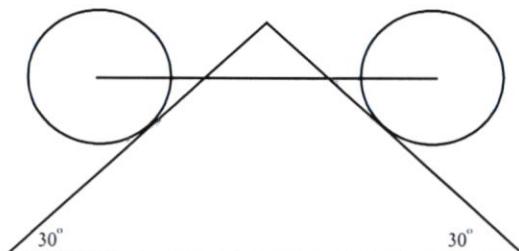


11. จากรูป พื้นเรียบทำมุม 30° กับแนวราบ วางติดกันกับกำแพงเกลี้ยง
งหาว่าแรงปฏิกิริยาที่กำแพงและพื้นที่เอียงกระทำต่อวัตถุมวล m
วัตถุติดกำแพงที่ A ติดพื้นเอียงที่ B

แสดงวิธีทำ



12. ทรงกลมมวล $10\sqrt{3}$ กิโลกรัม สองลูกมีมวลเท่ากัน วางบนแท่งไม้สามเหลี่ยมลิ่นดังรูป ทรงกลม
ทั้งสองผูกกันด้วยเชือกเบา จงคำนวณหาค่าแรงดึงดันเชือก



แสดงวิธีทำ

กิจกรรมการทดลองที่ 1

เรื่อง แรงกับสภาพสมดุล



ชื่อกลุ่ม.....

- | | | | |
|--------------|------------|-------------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | ชั้น | เลขที่..... | ผู้ทดลอง |
| 2. ชื่อ..... | ชั้น | เลขที่..... | สมาชิกกลุ่ม |
| 3. ชื่อ..... | ชั้น | เลขที่..... | สมาชิกกลุ่ม |
| 4. ชื่อ..... | ชั้น | เลขที่..... | สมาชิกกลุ่ม |

จุดประสงค์การทดลอง

- ให้นักเรียนเข้าใจ และอธิบายเกี่ยวกับแรงแบบต่างๆ ที่อยู่ในสภาพสมดุล
- มีทักษะในการทดลองและสรุปว่าสถานการณ์ใดคือสมดุลของแรงได้อย่างถูกต้อง
- มีเจตคติที่ดีในการวิชาฟิสิกส์และการร่วมมือกันในกลุ่ม

อุปกรณ์การทดลอง

- เครื่องซั่งสปริงจำนวน 3 อัน
- ถุงทรายจำนวน 1 ถุง
- ไม้ไผ่เจกเตอร์ (ใช้สำหรับวัดน้ำ)
- ไม้เมตร
- แผ่นพลาสติก 2 แผ่น
- กระดาษ A4 2 แผ่น
- เชือก

วิธีการทดลอง ตอนที่ 1

- นำกระดาษแข็งรูปสี่เหลี่ยมมาเจาะรูเว้น空 จำนวน 3 รูป (บริเวณใดก็ได้) จากนั้นใช้เชือก คล้องรูนั้นไว้ ดังรูป



- นำเครื่องซั่งสปริง 3 อันคล้องเชือก แล้วออกแรงดึงพร้อมกันทั้ง 3 อัน
- ใช้ดินสอถากแนวเส้นแรงทั้งสามเส้นลงบนแผ่นพลาสติก
- อ่านค่าแรงดึงจากเครื่องซั่งทั้ง 3 อัน จดบันทึกลงในตารางบันทึกผล

5. ทำซ้ำจากข้อที่ 1 โดยเปลี่ยนตำแหน่งที่เจาะรูใหม่
6. วิเคราะห์ผลการทดลอง โดยวัดรูปเป็นเวกเตอร์แทนแรงดึงในสันเชือก
7. สรุปผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

เปลี่ยนตำแหน่งเจาะรู	ขนาดของแรงอันที่ 1 (N)	ขนาดของแรงอันที่ 2 (N)	ขนาดของแรงอันที่ 3 (N)
แผ่นที่ 1			
แผ่นที่ 2			

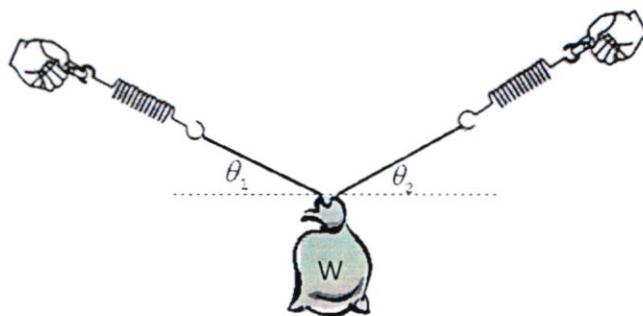
วิเคราะห์ผลการทดลอง

	วัดรูปเวกเตอร์แทนแรงดึงในสัน เชือก	การบวกเวกเตอร์ของแรงดึงในสันเชือก โดยการเขียนทางต่อหัวเวกเตอร์
แผ่นที่ 1		
แผ่นที่ 2		

สรุปผลการทดลอง จากตอนที่ 1

วิธีการทดลอง ตอนที่ 2

- นำเครื่องชั่งสปริง 2 อันคล้องด้วยเชือก จากนั้นนำผูกกับถุงทรายที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว ดังแสดงในรูป



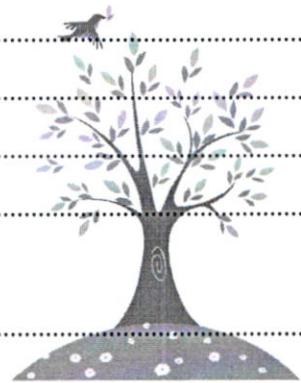
- ให้ขับเลื่อนมุม θ_1 และ θ_2 ทำมุมต่างๆ กับแนวระดับ จดบันทึกค่าแรงดึงในเส้นเชือกจากเครื่องชั่งสปริงที่อ่านได้ลงในตารางบันทึกผล
- วิเคราะห์ผลการทดลอง โดยให้นักเรียนลองคำนวณดูว่า ผลรวมของแรงลัพธ์เป็นศูนย์ โดย $\sum F_x = 0$ และ $\sum F_y = 0$
- สรุปผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

มุม θ_1	มุม θ_2	แรงดึงสปริงอันที่ 1 (N)	แรงดึงสปริงอันที่ 2 (N)	รวมแรงล้ำฟื้นอันที่ 1 และ 2 (N) ในแนวตั้ง ($\sum F_y$)	น้ำหนักถุงราย (N)
90	90				
30	60				
37	53				
45	45				

วิเคราะห์ผลการทดลอง

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

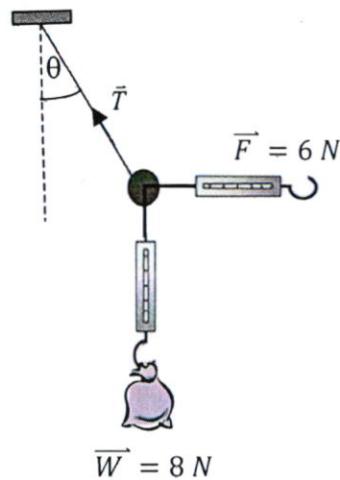


สรุปผลการทดลอง จากตอนที่ 2

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

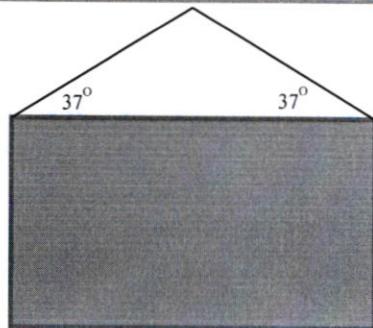
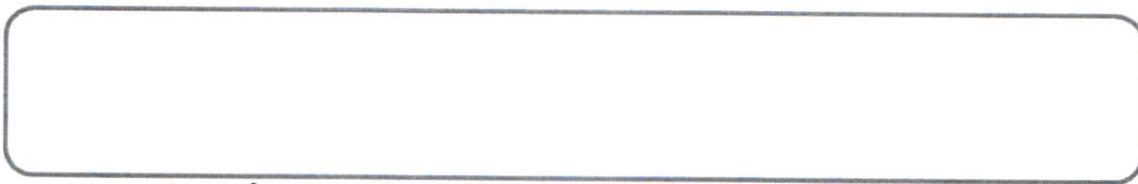


คำานวณทัยการทดลอง



จงใช้หลักสมดุลในการคำนวนหา นุ่มที่แนวเส้นเชือกทำกับแนวดึง

จงใช้หลักสมดุลในการคำนวนหา แรงดึงในเส้นเชือก



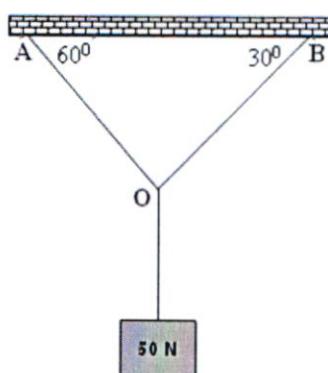
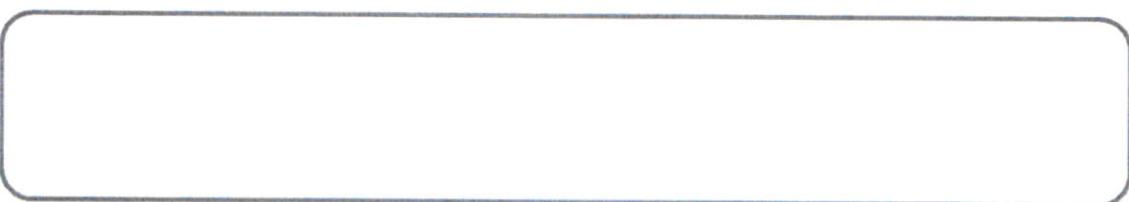
จงใช้หลักสมดุลในการคำนวณหา แรงตึงในเส้นเชือกนี้

.....

.....

.....

.....



จงใช้หลักสมดุลในการคำนวณหา แรงตึงในเส้นเชือกทั้งสาม
เส้นนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

เรื่อง สมดุลต่อการหมุน

รายวิชาพิสิกส์ 1

รหัสวิชา ว 31201

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จำนวน 4 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 : แรง และ การเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจถักยணะการเคลื่อนที่แบบต่างๆของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

2. ผลการเรียนรู้ : สำรวจตรวจสอบ ข้อมูล อธิบาย ทดลอง วิเคราะห์และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสภาพสมดุลกต แรงเสียดทาน โนเมนต์ จุดศูนย์ถ่วง จุดศูนย์กลางมวลและประสิทธิภาพเครื่องกล พร้อมทั้งนำไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA)

3.1 เข้าใจ ตรวจสอบ และ คำนวณ ปริมาณที่เกี่ยวข้องกับสมดุลต่อการหมุนได้

3.2 ทำการทดลองหาเงื่อนไขของการเกิดและแรงที่กระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุสมดุลต่อการหมุน

3.3 วิเคราะห์และ สามารถนำความรู้เรื่องสมดุลต่อการหมุนไปใช้ประโยชน์ได้

4. สาระสำคัญ

เมื่อมีแรงกระทำต่อวัตถุ โดยแนวแรงไม่ผ่านศูนย์กลางมวล จะทำให้วัตถุเกิดการหมุน

สภาพสมดุลต่อการหมุน คือ สภาพสมดุลที่เกิดขึ้น เมื่อมีแรงหลายแรงมากระทำต่อวัตถุแล้ววัตถุหยุดนิ่งไม่เกิดการหมุน หรือถ้าเดินวัตถุหมุนอยู่ก่อนแล้ว เมื่อมีแรงหลายแรงมากระทำกับวัตถุแล้ววัตถุนั้น ยังหมุนตัวอยู่ต่อไปเรื่อยๆที่อย่างเดิม

วัตถุจะอยู่ในสภาวะสมดุลที่สมบูรณ์ได้ต่อเมื่อเงื่อนไขของแรงและโนเมนต์จะเป็นศูนย์

$(\sum F = 0, \sum M = 0)$

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

5.1.1 ครูสาธิตการทดลองอย่างง่ายให้นักเรียนดู โดยนำไม้บรรทัดเจาะรูตรงกลางผูกเชือกให้นักเรียนสังเกตว่าไม้บรรทัดนั้นสามารถถ่วงตัวในแนวราบระดับใด และจากที่เรียนเรื่องสมดุลของแรงในหัวข้อที่ผ่านมาให้ตอบว่า มีแรงใดกระทำบ้างจึงสมดุลและถ่วงตัวในแนวระดับใด

5.1.2 ให้นำถุงทรายไปแขวนไว้ปลายข้างหนึ่งของไม้เมตร แล้วให้นักเรียนสังเกตเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นและอธิบายว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนี้ และ ทำเช่นไร ไม้เมตรจึงจะสามารถถ่วงตัวในแนวระดับได้เหมือนเดิม โดยนักเรียนจะได้ศึกษาในหัวข้อนี้

5.2 ขั้นสำรวจและค้นหา

5.2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4 – 5 คน ครูแจกใบความรู้ที่ 2 สมดุลต่อการหมุน (โนเมนต์ของแรง) ให้นักเรียนศึกษาจากเนื้อหาในใบความรู้นี้ ให้ตัวแทนกลุ่มโดยการสุ่มออกมาอธิบายว่า “เงื่อนไขใดที่ทำให้เกิดสภาพสมดุลต่อการหมุน หรือ เรียกว่า สมดุล โนเมนต์ นั้นเอง”

5.2.2 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกไปทดลองตามกลุ่ม โดยมีใบกิจกรรมการที่ 2 เรื่อง โนเมนต์ของแรง โดยอุปกรณ์การทดลองไว้ที่โต๊ะแล้ว นักเรียนร่วมกับอ่านทำความเข้าใจขั้นตอนการทดลอง และ ทดลองตามขั้นตอนดังกล่าว ให้เวลาทดลอง 40 นาที จากนั้นให้นักเรียนมาเข้ากลุ่มตามเดิม ร่วมกันเขียนรายงานการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองและ ร่วมกันสรุปผลการทดลอง ทั้ง 2 ตอน

5.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

5.3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นสำรวจและค้นหาจากการทดลองที่ 2 มาร่วมกันอภิปราย สรุปผลที่ได้และตอบคำถามท้ายการทดลอง

5.3.2 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอผลการทดลอง และ สรุปผลการทดลองที่ได้นี้ เพื่อนในชั้นร่วมกันอภิปราย และ สรุปร่วมกัน

5.3.3 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลองร่วมกันทั้งชั้น ครูใช้ประเด็นคำถามที่น่าสนใจตามนักเรียน เช่น

- จากตารางการทดลองของนักเรียน เมื่อหามโนเมนต์ของแรงด้านขวา และ ด้านซ้ายพบว่ามีค่าเท่ากัน หรือ ต่างกัน อย่างไรบ้าง “ควรหาโนเมนต์ด้านขวา (ตามเข็มนาฬิกา) เท่ากับ โนเมนต์ด้านซ้าย (ทวนเข็มนาฬิกา)”

- จากตารางการคำนวณหาค่าโนเมนต์ของแรงด้านขวา และ ด้านซ้ายนั้น ค่าเท่ากัน หรือ ต่างกัน อย่างไรบ้าง “การคำนวณหาค่าโนเมนต์ควรจะมีค่าเท่ากันเท่านั้น เพราะเกิดจาก การคำนวณ”

- นักเรียนคิดว่าจากการทดลอง หากเกิดสภาพสมดุลไม่менต์ของแรง ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขใด ($\sum M = 0$)

5.4 ขั้นขยายความรู้

5.4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการทดลอง และการนำเรื่องสภาพสมดุลไม่menต์ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5.4.2 นักเรียนรับในงานที่ 2 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน(ไม่menต์ของแรง) นักเรียนแบ่งกลุ่มตามเดิมเพื่อร่วมกันทำแบบฝึกหัดและแสดงวิธีทำลงในงานเพื่อเตรียมตัวนำเสนอ

5.4.3 ให้เวลา_nักเรียนในการทำแบบฝึก ครุเดินดูนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อให้คำปรึกษา ในแต่ละข้อ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

5.4.3 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนในกลุ่มออกแบบนำเสนอและแสดงวิธีทำในบางข้อที่น่าสนใจจากใบงานที่ 2 นี้ และให้นักเรียนไปทำข้อที่เหลือเป็นการบ้านเพื่อส่งในชั่วโมงต่อไป

5.5 ขั้นประเมิน

ครูทดสอบความเข้าใจนักเรียนโดยใช้คำถามต่อไปนี้ได้

- การเกิดสภาพสมดุลไม่menต์ของแรงได้กรณีใด
- สถานการณ์ใดบ้างในชีวิตประจำวันที่เรียกว่าอยู่ในสภาพสมดุลไม่menต์ ให้นักเรียนอธิบาย พิจารณาตัวอย่าง เช่น แม่ค้าขาย ไฟปั่งขาย การเล่นชิงช้าโยก การนำไปใช้ครัติดล่ำ การกระโดดน้ำหนาไม่มีระดาน เป็นต้น

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง แรงและสภาพสมดุล
- ใบงานที่ 2 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน(ไม่menต์ของแรง)
- ใบกิจกรรมการทดลองที่ 2 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน(ไม่menต์ของแรง)
- ชุดการทดลอง เรื่อง สมดุลต่อการหมุน(ไม่menต์ของแรง)

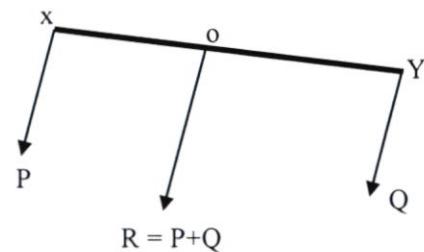
7. กระบวนการวัดผลประเมินผล

- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
- การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- การตรวจใบงาน

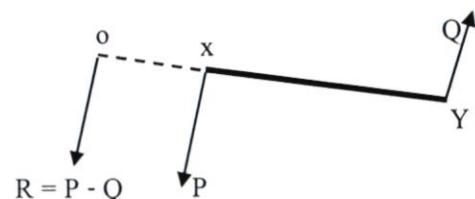
ในความรู้ที่ 2 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน (โมเมนต์ของแรง)

แรงนาน คือ แรงที่มีพิสูจน์กันโดยทิศทางเดียวกันหรือตรงกันข้ามกันก็ได้จะแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- แรงนานพวกร่วมกัน คือแรงนานที่มีทิศไปทางเดียวกันจะได้ว่า ตำแหน่งของแรงลักษณะอยู่ระหว่างแรงทั้งสองโดย แรงลักษณะ $R = P + Q$ และ แรงลักษณะอยู่ใกล้แรงมากกว่า

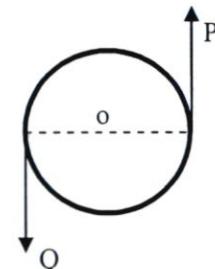


- แรงนานต่างพวกร่วม คือ แรงนานที่มีทิศเดียวกัน จะได้ว่า ตำแหน่งของแรงลักษณะจะอยู่ภายนอกของแรงลักษณะทั้งสอง และแรงอยู่ภายนอกทางแรงที่มีค่ามากกว่า โดย แรงลักษณะ $R = P - Q$ และ แรงลักษณะมีทิศเดียวกับแรงที่มากกว่า

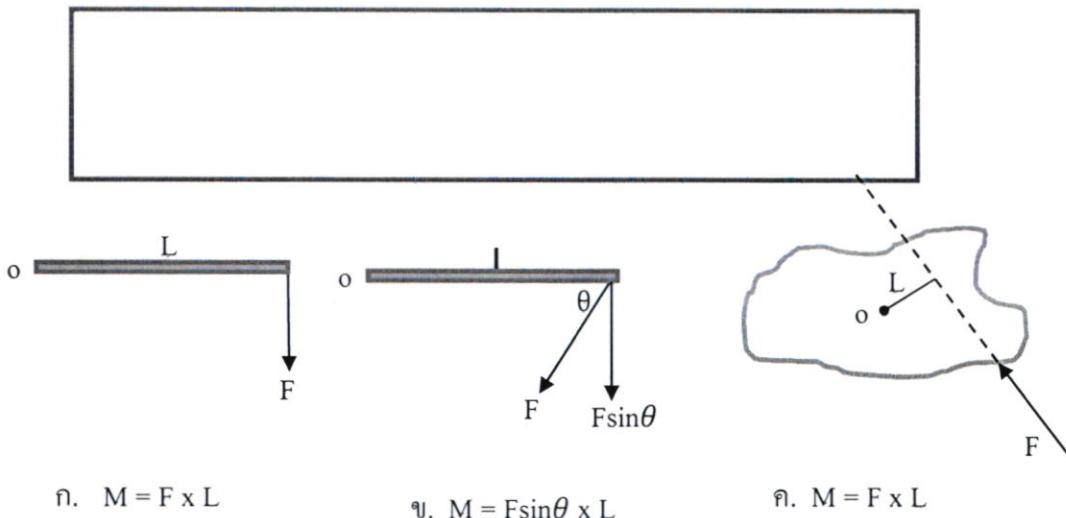


แรงคู่ควน คือ แรงนานสองแรงที่มีขนาดเท่ากันกระทำ ณ ตำแหน่งต่างกันบนวัตถุก้อนหนึ่งในทิศทางตรงกันข้าม แรงคู่ควนจะประกอบด้วยลักษณะ 3 ลักษณะ จะขาดอย่างใดอย่างหนึ่งไม่ได้ คือ

- มีพิสูจน์กัน
- มีทิศทางตรงกันข้ามกัน
- มีขนาดเท่ากัน



โนเมนต์ คือ ผลหมุนของวัตถุ มีขนาดเท่ากับ ผลคูณของแรงกับการกระจัดจากจุดหมุนตั้งฉากกับแนวแรง เป็นปริมาณเวกเตอร์ มีทิศทั้งขนาดทิศทาง หน่วยของโนเมนต์ คือ นิวตันเมตร เรียนจุดที่ตรึงไว้กับที่ว่าจุดหมุน (Fulcum) ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้



เมื่อวัตถุถูกแรงกระทำในแนวไม่ผ่านจุดหมุนของวัตถุ พบว่าวัตถุจะเกิดการหมุนโดยทิศทางการหมุนของวัตถุ มีด้วยกัน 2 ทิศทาง จึงแบ่งประเภทของโนเมนต์ของแรงเป็น 2 ประเภท

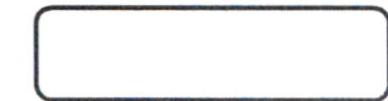
1. โนเมนต์ตามเข็มนาฬิกา

2. โนเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

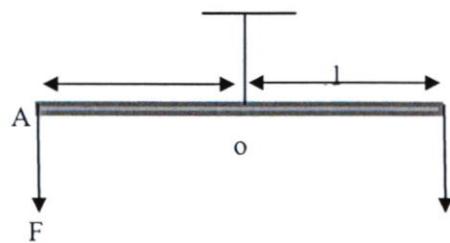
หมายเหตุ เครื่องหมายบวก และ ลบ แสดงทิศทางของการหมุนโดย

(+) แทนทิศทางการหมุนตามเข็มนาฬิกา

(-) แทนทิศทางการหมุนทวนเข็มนาฬิกา



เป็นสภาพเมื่อวัตถุไม่มีการหมุน แต่สภาพการเคลื่อนที่จะอยู่นิ่งหรือเป็นการหมุนที่มีอัตราเร็วคงที่ เช่น วัตถุหมุนอยู่บนพื้นที่ไม่มีแรงเสียดทาน โดยออกแรงกระตุนครั้งแรกวัตถุก็หมุนอยู่กับที่ด้วยอัตราเร็วคงที่ แต่บานี้เราจะเรียนกรณีที่วัตถุไม่หมุนเท่านั้น



$$\text{โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเกิดจากแรง ณ จุด B } (M_1) = F \times l$$

$$\text{โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกาเกิดจากแรง ณ จุด A } (M_2) = F \times l$$

$$\therefore \text{โมเมนต์รวม} \quad \sum M = M_1 + M_2$$

$$\sum M = (F \times l) - (F \times l)$$

$$\text{ดังนั้น โมเมนต์รวม} \quad \sum M = 0$$

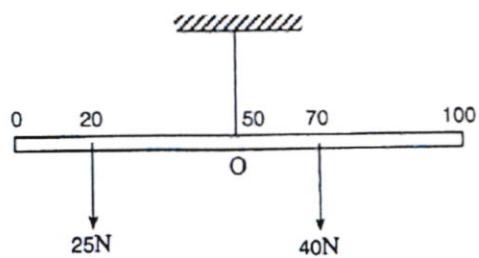


สภาพสมดุลที่สมบูรณ์ คือ สภาพที่วัตถุสมดุลต่อการเคลื่อนที่ (อยู่นิ่งหรือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่) และวัตถุสมดุลต่อการหมุน (ไม่หมุน) พร้อมๆ กัน พบว่า $\sum F = 0$ และ $\sum M = 0$ ด้วย การหาค่าโมเมนต์รวมรอบจุดใดๆ ผลที่ได้มีค่าเหมือนกัน คือ ผลรวมของโมเมนต์ตามเข็มนาฬิกาเท่ากับผลรวมของโมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา

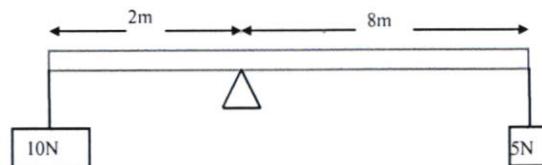
ใบงานที่ 2 เรื่อง สมดุลต่อการหมุน

(โจทย์มnenต์ของแรง)

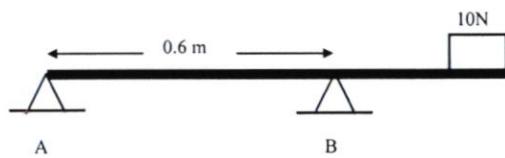
1. ไม้เมตรมีน้ำหนักเบาเวนด้วยเชือกไว้ในสเกล 50 เซนติเมตร ปรากฏว่าไม้เมตรวางตัวอยู่ได้ในแนวราบ มีแรง 25 นิวตัน กระทำที่สเกล 20 เซนติเมตร และมีแรง 40 นิวตัน กระทำที่สเกล 70 เซนติเมตร โดยแรงทั้งสอง มีพิษทางลงในแนวเดิ่ง จงหาโน้มnenต์ของแรงที่กระทำต่อไม้เมตร



2. คานเบายาว 10 เมตร วางบนท่อรองรับ มีน้ำหนัก 10 นิวตัน แนวทางปลายด้านหนึ่งห่างจากที่รองรับ 2 เมตร ถ้านำน้ำหนัก 5 นิวตัน มาแบนวนตรงปลายอีกด้านหนึ่ง คานจะอยู่ในสภาพใด

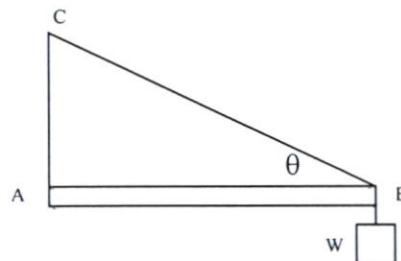


3. คานตรงยาว 1 เมตร หนัก 100 นิวตัน วางบนที่รองรับ A กับ B มีน้ำหนัก 10 นิวตันวางที่อีกปลายหนึ่ง ถ้าคานสมดุลจะต้องมีแรงขนาดและทิศทางใดกระทำที่ A



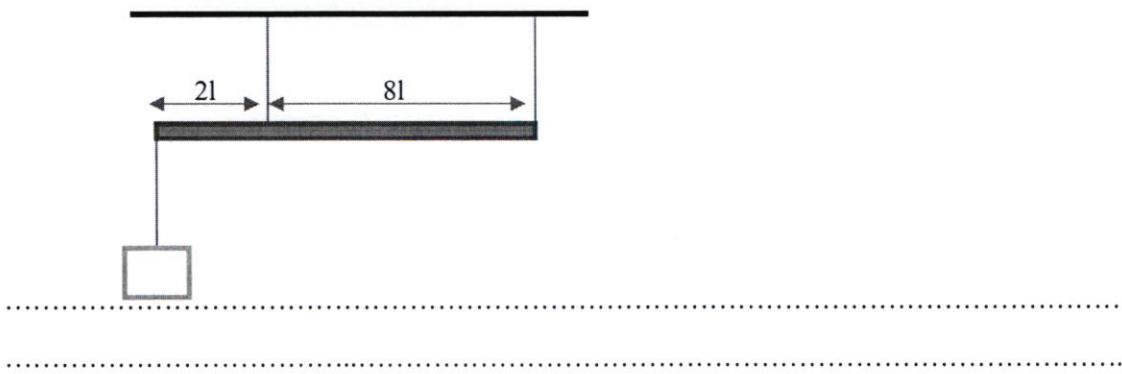
4. จงหาแรงในคานไม้ AB ที่มีน้ำหนัก W แขวนจากเชือกเบา BC และคานไม้เบาดังรูป

- ก. $W \sin \theta$
- ข. $W \tan \theta$
- ค. $W \cos \theta$
- ง. $W \cot \theta$

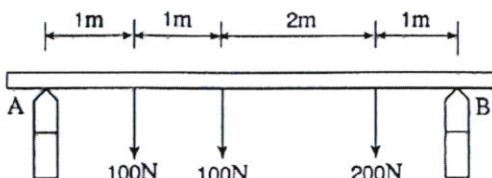


5. ชายสองคนแบกมอเตอร์ไว้โดยวางบนไม้กระดานยาว 2 เมตร ชายคนหนึ่งแบกไปข้างหนึ่งของใช้แรง 600 นิวตัน ส่วนอีกคนหนึ่งยกปลายด้านตรงข้ามด้วยแรง 400 นิวตันจงหาว่า น้ำหนักของมอเตอร์ใช้ดีเป็นเท่าใด

6. คานสม่ำเสมอหนัก 20 นิวตัน จงหาค่าหนัก W ที่มากที่สุดที่ทำให้ระบบยังสมดุลอยู่ได้พอดี



7. คานเบาสม่ำเสมอของพาดเส้า A และ B มีน้ำหนักถ่วงที่ตำแหน่งต่างๆ ดังรูป จงหาอัตราส่วนของแรงที่เส้า A ต่อที่เส้า B



8. คานสม่ำเสมอ AB ยาว 4 เมตร มีมวล 50 กิโลกรัม วางพาดอยู่บนเส้า A และ เสา C ซึ่งอยู่ห่างกัน 3 เมตร ชายคนหนึ่งมีมวล 70 กิโลกรัม เดินจาก A ไป B ดังรูป จงหาว่าเขาจะเดินได้ไกลจาก A มากที่สุดเท่าไร คานจึงสมดุลอยู่ได้

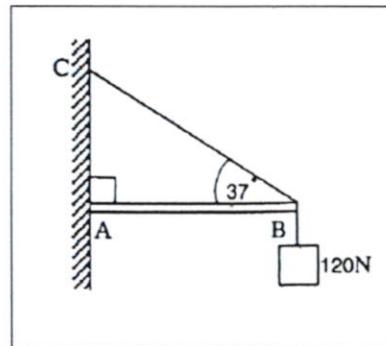
9. บันไดหนัก 50 กิโลกรัม ยาว 10 เมตร วางพิงกำแพงเกลี้ยงและพื้นชานระดับโดยปลายล่างห่างจากกำแพง 8 เมตร ประกายว่าบันไดพอดีจะไถก

9.1 จงหาแรงปฏิกิริยาที่กำแพง

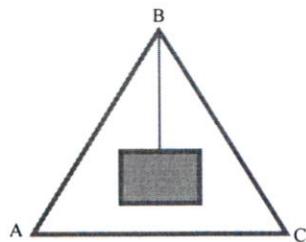
9.2 จงหาแรงปฏิกิริยาที่พื้น

9.3 สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานระหว่างบันไดกับพื้น

10. คานเบาสามเหลี่ยม AB มีเชือกผูกโยงเข้ากับกำแพงที่ C ดังรูป ที่ปลาย B มีน้ำหนัก 120 นิวตัน แนวไว้ จงหาแรงที่กระทำคานที่ B เมื่อคานอยู่นั่ง



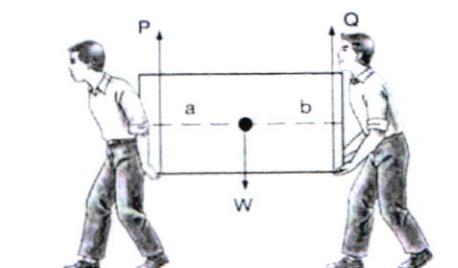
11. กรอบไม้สามเหลี่ยมด้านเท่า ABC ขวางด้านละ 2 เมตร แขวนรูปภาพไว้ภายในตั้งรูป รูปภาพหนัก 20 นิวตัน จงหาแรงที่กระทำด้าน AB หรือ BC เนื่องจากรูปที่แขวน



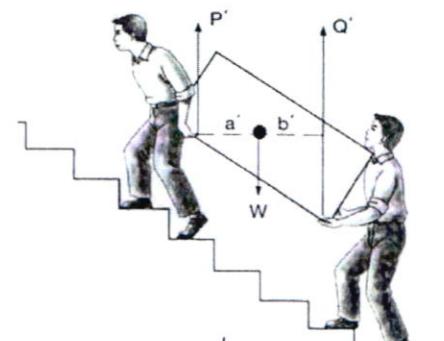
12. พิจารณารูปต่อไปนี้ จงอธิบายว่าคนด้านหน้า หรือ ด้านหลังที่แบกกล่องด้วยแรงยกที่มากกว่ากัน เพราะเหตุใด

กรณี ก. คนทั้งสองยกกล่องแล้วเคลื่อนที่ไปบนพื้นราบ

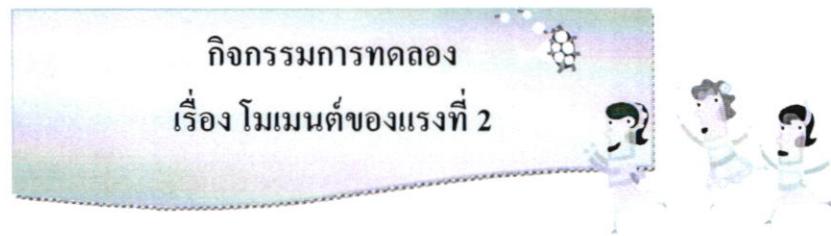
กรณี ข. คนสองคนกำลังยกของขึ้นบันได



รูป ก



รูป ข



ชื่อกลุ่ม.....

1. ชื่อ..... ขั้น เลขที่..... ผู้ทดลอง
2. ชื่อ..... ขั้น เลขที่..... สมาชิกกลุ่ม
3. ชื่อ..... ขั้น เลขที่..... สมาชิกกลุ่ม
4. ชื่อ..... ขั้น เลขที่..... สมาชิกกลุ่ม

จุดประสงค์การทดลอง

1. ให้นักเรียนเข้าใจ และอธิบายเกี่ยวกับสมดุลต่อการหมุน (ผลรวมโมเมนต์ของแรงเป็นศูนย์)
2. มีทักษะการทดลองและคำนวณหาปริมาณต่างๆตามหลักสมดุล โมเมนต์ได้อย่างถูกต้อง
3. เจตคติที่ดีในการวิชาฟิสิกส์และการร่วมมือกันในกลุ่ม

อุปกรณ์การทดลอง

1. เครื่องชั่งสปริงจำนวน 2 อัน
2. ถุงทรายจำนวน 1 ถุง
3. ไม้เมตร
4. เชือก

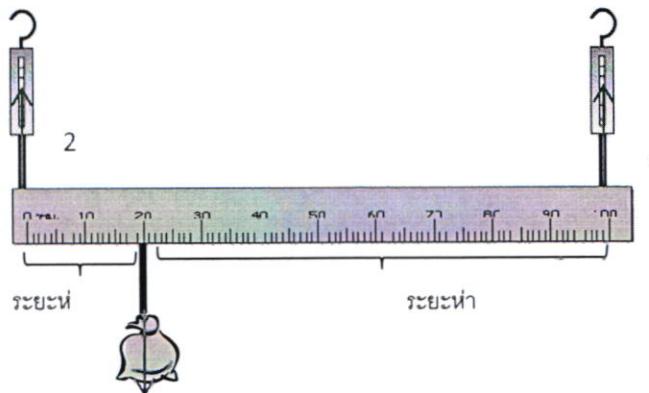
วิธีการทดลอง

1. นำเครื่องชั่งสปริง 2 อัน ผูกด้วยเชือก จากนั้นแบ่ง ไม้เมตรกับเครื่องชั่งสปริงดังรูป



2. อ่านค่าเครื่องชั่งสปริงแต่ละข้างจากบันทึกไว้ (โดยค่าที่อ่านได้เป็นค่าน้ำหนักของไม้เมตร)
3. แขนงถุงทรายบน ไม้เมตร โดยสามารถเลื่อนไปมาได้ เลื่อนถุงทรายไปที่ตำแหน่งใดๆ บน ไม้เมตร จนบันทึกระยะห่างจากตำแหน่งไปยังแต่ละข้างของเครื่องชั่งสปริง

4. อ่านค่าน้ำหนักของเครื่องชั่งสปริงแต่ละข้าง (โดยลบค่าน้ำหนักของไม้เมมต์ที่อ่านได้ในข้อ 2 ก่อน) จดบันทึกลงในตาราง



5. ทำซ้ำจากข้อที่ 3 โดยเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่งถุงรายไปยังตำแหน่งอื่นๆ จดบันทึกผลลงตาราง
6. วิเคราะห์ผลการทดลอง โดยใช้หลักสมดุลของแรง และสมดุลโน้มนต์
7. สรุปผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

อ่านค่าน้ำหนักของไม้เมมต์จากเครื่องชั่งสปริงแต่ละข้าง คือ

ข้างที่ 1 อ่านได้ นิวตัน

ข้างที่ 2 อ่านได้ นิวตัน

วัดน้ำหนักถุงรายที่ใช้ทดลอง (W) ได้ค่า นิวตัน

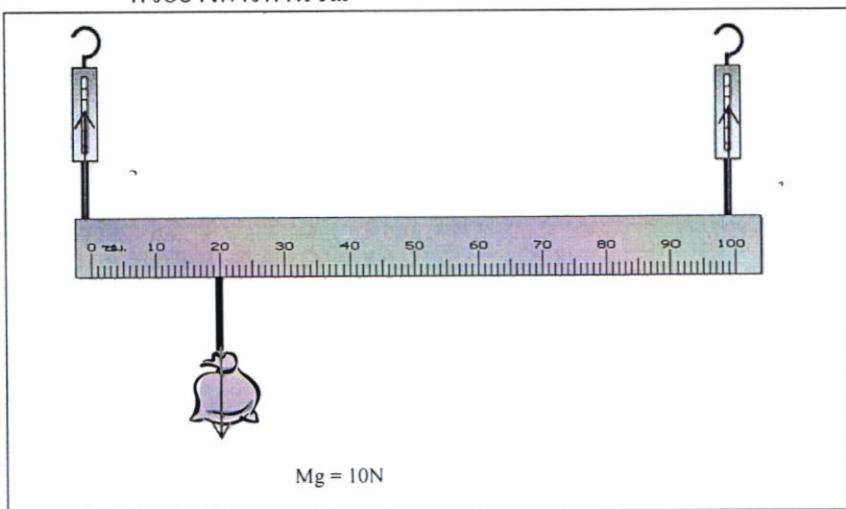
ผลการทดลองจากการทดลองจริง

	ข้างที่ 1 (ด้านขวาเมือ)			ข้างที่ 2 (ด้านซ้ายเมือ)		
	ระยะห่าง (L1)	แรงดึง (F1) (ให้ลับค่า น.น.ของไม้ เมตร)	หาค่า โอมเมนต์ ตามเข็ม (F1 x L1)	ระยะห่าง (L2)	แรงดึง (F2) (ให้ลับค่า น.น.ของ ไม้เมตร)	หาค่า โอมเมนต์ ทวนเข็ม (F2 x L2)
เตือนถุงทรายไป ยังตำแหน่งต่างๆ						
ตำแหน่งที่ 1						
ตำแหน่งที่ 2						
ตำแหน่งที่ 3						
ตำแหน่งที่ 4						

ผลจากการคำนวณ

	ข้างที่ 1 (ด้านขวาเมือ)			ข้างที่ 2 (ด้านซ้ายเมือ)		
	ระยะห่าง (L1)	แรงดึง (F1)	หาค่า โอมเมนต์ ตาม เข็ม (F1 x L1)	ระยะห่าง (L2)	แรงดึง (F2)	หาค่า โอมเมนต์ ทวนเข็ม (F2 x L2)
เตือนถุงทรายไป ยังตำแหน่งต่างๆ						
ตำแหน่งที่ 1						
ตำแหน่งที่ 2						
ตำแหน่งที่ 3						
ตำแหน่งที่ 4						

ตัวอย่างการคำนวณ



ตามหลักการสมดุล

ของแรง

$$\begin{aligned}\sum \vec{F}_y &= 0 \\ F_1 + F_2 - W &= 0 \\ F_1 + F_2 - 10 &= 0 \quad \dots(1)\end{aligned}$$

ตามหลักการสมดุล

โนเมนต์

โนเมนต์ตาม =

โนเมนต์หวาน

$$\begin{aligned}20F_1 &= 80F_2 \\ F_1 &= \frac{8}{2}F_2 \quad \dots(2) \\ \text{แทน (2) ลงใน (1)} \\ \frac{8}{2}F_2 + F_2 - 10 &= 0 \\ \text{จะได้ว่า } F_2 &= 2 \text{ N} \\ F_1 &= 8 \text{ N}\end{aligned}$$

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากตารางบันทึกผลการทดลอง เมื่อแขนงถุงทรายไว้ที่ ตำแหน่งที่ 1

จงคำนวณหาแรงดึงสปริงทั้งสองข้าง เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณ และ ค่าที่ได้จากการอ่าน

จากตารางบันทึกผลการทดลอง เมื่อแขนงถุงทรายไว้ที่ ตำแหน่งที่ 2

จงคำนวณหาแรงดึงสปริงทั้งสองข้าง เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณ และ ค่าที่ได้จากการอ่าน

จากตารางบันทึกผลการทดลอง เมื่อแขนงถุงทรายไว้ที่ ตำแหน่งที่ 3

จงคำนวณหาแรงดึงสปริงทั้งสองข้าง เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณ และ ค่าที่ได้จากการอ่าน

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

จากตารางบันทึกผลการทดลอง เมื่อแขนงถุงทรายไว้ที่ ตำแหน่งที่ 4

จงคำนวณหาแรงดึงสปริงทั้งสองข้าง เพื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณ และ ค่าที่ได้จากการอ่าน

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

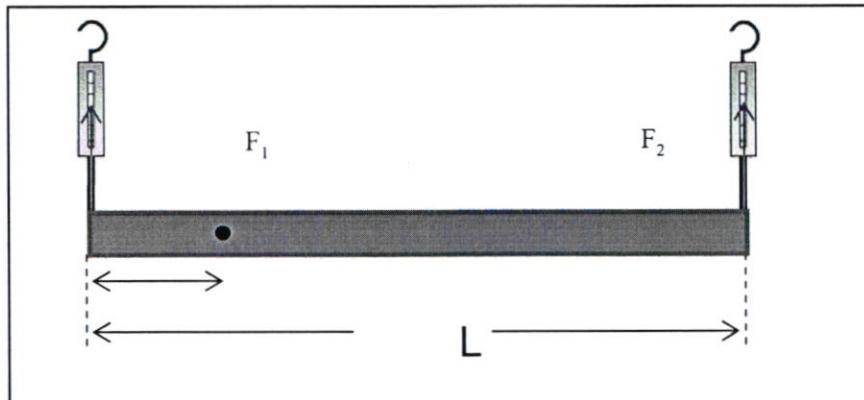
สรุปผลการทดลอง

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



คำานวณทายการทดลอง

แท่งวัตถุขนาดไม่สม่ำเสมอยาว $L = 1.4$ เมตร ถูกแขวนอยู่ในสมดุลด้วยสปริงเบาที่ปลายทั้งสองของแท่งวัตถุ คั่งรูป ถ้าแรงดึงสปริง $F_1 = 60$ นิวตัน และ $F_2 = 20$ นิวตัน จงหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางมวลวัดจากปลาย A ของแท่งวัตถุในหน่วยเมตร



จงแสดงวิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
เรื่อง จุดศูนย์ต่อของวัตถุ
รายวิชาฟิสิกส์ 1 **รหัสวิชา ว 31201** **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 **จำนวน 4 ชั่วโมง**

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 : แรง และ การเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ต่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

2. ผลการเรียนรู้ : สำรวจตรวจสอบ ข้อมูล อธิบาย ทดลอง วิเคราะห์และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง กับสภาพสมดุลกต แรงเสียดทาน โนเมนต์ จุดศูนย์ต่อ จุดศูนย์กลางมวลและประสิทธิภาพเครื่องกล พร้อมทั้งนำไปใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้ (KPA)

- 3.1 เข้าใจ อธิบายลักษณะของสมดุลแบบต่างๆ และหาจุดศูนย์ต่อของวัตถุได้
- 3.2 ทำการทดลองเพื่อหาจุดศูนย์ต่อและหาเงื่อนไขของการล้มของวัตถุได้
- 3.3 วิเคราะห์และ สามารถนำความรู้เรื่องการล้มและการถอดของวัตถุไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

4. สาระสำคัญ

- 4.1 สมดุลแบบเสถียร (Stable Equilibrium) คือ การสมดุลของวัตถุซึ่งรองรับอย่างมั่นคง เมื่อได้รับผลกระทบกระเทือนให้ออี้งเช้าไปเล็กน้อยก็ไม่ล้ม คงกลับสู่สภาพเดิมได้
- 4.2 สมดุลแบบไม่เสถียร (Unstable Equilibrium) คือ การสมดุลของวัตถุ ซึ่งเมื่อได้รับผลกระทบกระเทือนเล็กน้อยวัตถุนั้นก็จะอ้อในตำแหน่งอื่นๆ ไม่กลับมาอ้อในตำแหน่ง
- 4.3 สมดุลแบบสะเทิน (Neutral Equilibrium) คือ การสมดุลของวัตถุ ซึ่งเมื่อถูกแรงกระทำจะเปลี่ยนตำแหน่งไป แต่เมื่อหยุดออกแรงกระทำจะอ้อในลักษณะการล้มและการถอดของวัตถุ เมื่อออกรแรงผลักวัตถุ อาจทำให้วัตถุเลื่อนไถลไปตามแนวแรงที่ผลัก หรือบางครั้งอาจทำให้วัตถุล้มลง การพิจารณาว่าเมื่อใดออกแรงกระทำต่อวัตถุแล้วทำให้เกิดเหตุการณ์ใดขึ้นก่อน จะมีหลักการ

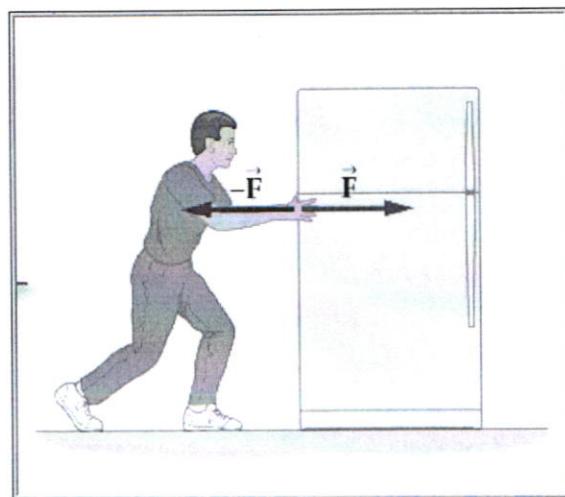
พิจารณาคือ ให้คำนวนหาเงื่อนไขของการที่จะทำให้เลื่อนໄกคลและทำให้วัตถุล้มมาก่อน ถ้าเงื่อนไขใด มีค่าน้อยกว่าจะเกิดตุการณ์นั้นก่อนขึ้นมาก่อน

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 ขั้นสร้างความสนใจ

ครูนำขวดน้ำมาวางไว้แนวตั้งออกแรงผลักเล็กน้อย วางคว่ำออกแรงผลักเล็กน้อย และวางแนวนอนออกแรงผลักเล็กน้อย ให้นักเรียนสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุ และ ครูแจกใบความรู้ที่ 3 เรื่องจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ พร้อมกับให้นักเรียนดูรูปจากตารางในใบความรู้ที่ 3

ครูแสดงรูปคนที่กำลังผลักดันไปหนึ่งไห้เคลื่อนที่ ตั้งคำถามตามนักเรียน “บางครั้งเมื่อเราต้องการจัดห้องนอนใหม่ เราจะต้องเปลี่ยนตำแหน่งของตู้เสื้อผ้าในห้อง เราจะออกแรงผลักดัน บางครั้งเมื่อลากแล้วตู้ไม่เคลื่อนที่ ต้องออกแรงมาก บางครั้งลากแล้วตู้จะเคลื่อนล้ม และบางครั้งตู้ก็เคลื่อนที่ได้ ปัจจัยใดที่ทำให้ตู้เสื้อผ้าของเรามีปีบอย่างนั้น และเงื่อนไขใดที่จะทำให้ตู้ໄก หรือล้มได้” โดยจะได้ศึกษาในหัวข้อเองนี้ด้วย



5.2. ขั้นสำรวจและค้นหา

5.2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 4 – 5 คน ให้นักเรียนศึกษาจากเนื้อหาในใบความรู้ที่ 3 เรื่องจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ และถามว่า “สภาพสมดุลนี้แบ่งออกได้เป็นอะไรบ้าง แต่ต่างกันอย่างไร”

5.2.2 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกไปทดลองตามกลุ่ม โดยมีใบกิจกรรมการที่ 3 จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ โดยอุปกรณ์การทดลองไว้ที่โต๊ะแล้ว นักเรียนร่วมกับอ่านทำความเข้าใจขั้นตอน การทดลอง และ ทดลองตามขั้นตอนดังกล่าว ให้เวลาทดลอง 40 นาที จากนั้นให้นักเรียนมาเข้ากลุ่ม

ตามเดิม ร่วมกันเขียนรายงานการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลองและ ร่วมกันสรุปผลการทดลอง ทั้ง 2 ตอน

5.3 ข้ออธิบายและลงข้อสรุป

5.3.1 นักเรียนนำข้อมูลจากขั้นสำรวจและค้นหาจากการทดลองที่ 3 มาร่วมกัน อภิปราย สรุปผลที่ได้และตอบคำถามท้ายการทดลอง

5.3.2 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบนำเสนอผลการทดลอง และ สรุปผล การทดลองที่ได้นี้ เพื่อนในชั้นร่วมกันอภิปราย และ สรุปร่วมกัน

5.3.3 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ผลการทดลองร่วมกันทั้งชั้น ครูใช้ประเด็นคำถามที่ น่าสนใจตามนักเรียน เช่น

- จากการทดลองเรารสามารถหาจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุที่มีรูปร่างต่างๆ กันได้ จากวิธีการใดบ้าง พิริ่อมกันนี้ให้นักเรียนแสดงผลการทดลองของกลุ่มด้วย

- การทดลองตอนที่ 2 ในการล้มของวัตถุ สามารถล้ม ได้เมื่อยื่นในกรณีใดได้ บ้าง และ ให้นักเรียนแสดงรูปที่ว่าพิริ่อมอธิบายให้เพื่อนในชั้นฟังด้วย

- ครูเปิดวีดีทัศน์เกี่ยวกับการล้มของวัตถุให้นักเรียนดู และร่วมกันอภิปราย

5.4 ข้ออธิบายความรู้

5.4.1 นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายผลจากการทดลองและเรื่องการล้ม และ ใจดีไป ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

5.4.2 นักเรียนรับในงานที่ 3 เรื่องจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ นักเรียนแบ่งกลุ่มตามเดิม เพื่อร่วมกันทำแบบฝึกหัดและแสดงวิธีทำลงในงานเพื่อเตรียมตัวนำเสนอ

5.4.3 ให้เวลา_nักเรียนในการแบบฝึก ครูเดินดูนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อให้คำปรึกษา ในแต่ละข้อ ใช้เวลาประมาณ 20 นาที

5.4.3 ครูสุ่มตัวแทนนักเรียนในกลุ่มออกแบบนำเสนอและแสดงวิธีทำในบางข้อที่ น่าสนใจในงานที่ 3 นี้ และให้นักเรียนไปทำข้อที่เหลือเป็นการบ้านเพื่อส่งในชั่วโมงต่อไป

5.5 ขั้นประเมิน

ครูทดสอบความเข้าใจนักเรียน โดยใช้คำถามต่อไปนี้ได้

- การล้มและไถลของวัตถุเกิด ได้เมื่อยื่น จงอธิบาย

- จากการเรียนเรื่อง สมดุลทั้งบញ្ជីนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

- ในความรู้ที่ 3 เรื่อง เรื่องจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ

- ใบงานที่ 3 เรื่อง เรื่องจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ
- ใบกิจกรรมการทดลองที่ 3 เรื่อง เรื่องจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ
- ชุดการทดลอง เรื่อง เรื่องจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ

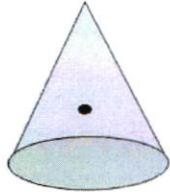
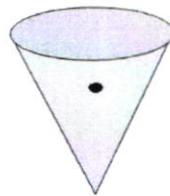
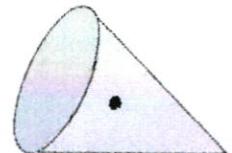
7. กระบวนการวัดผลประเมินผล

- การนำเสนอหน้าชั้นเรียน
- การสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม
- การตรวจใบงาน

ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ

เสถียรภาพของสมดุล

เสถียรภาพของวัตถุ คือ ความสามารถในการทรงตัวอยู่ได้ของวัตถุนั้น ๆ ตามแน่นหนึ่ง ลักษณะสมดุลของเทหะวัตถุ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท

สภาพสมดุลเสถียร	สภาพสมดุลไม่เสถียร	สภาพสมดุลสะเทิน
ขวดน้ำ 		
กรวย 		
ลูกบอล จุด C.G.อยู่ที่จุดกึ่งกลาง 		

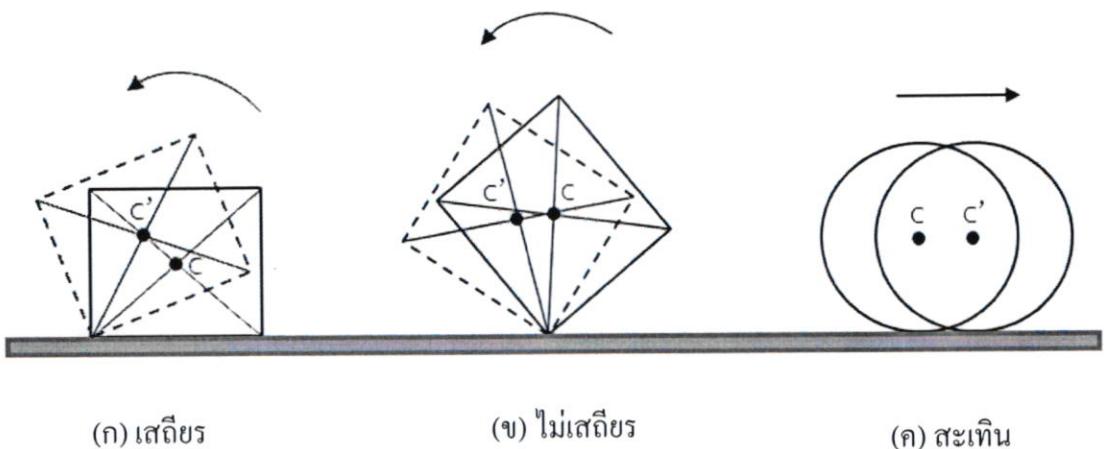
1. สมดุลแบบเสถียร (Stable Equilibrium) คือ การสมดุลของวัตถุซึ่งรองรับอย่างมั่นคง เมื่อได้รับความกระแทกกระเทือนให้ออปปิ้งเช้าไปเล็กน้อยก็ไม่ล้ม คงกลับสู่สภาพเดิมได้เมื่อแรงหักกระทำแล้ว เช่น รูปกรวยที่เจาะฐานตั้งกับพื้น ตุ๊กตาล้มลุก เป็นต้น

2. สมดุลแบบไม่เสถียร (Unstable Equilibrium) คือ การสมดุลของวัตถุ ซึ่งเมื่อได้รับความกระทบกระเทือนเล็กน้อยวัตถุนั้นก็จะอยู่ในตำแหน่งอื่นๆ ไม่กลับมาอยู่ในตำแหน่งสมดุล เช่น รูป gravy ที่เอายอดลง เหรียญที่เอากองตั้ง เป็นต้น
3. สมดุลแบบสะเทิน (Neutral Equilibrium) คือ การสมดุลของวัตถุ ซึ่งเมื่อถูกแรงกระทำจะเปลี่ยนตำแหน่งไป แต่เมื่อหุดออกแรงกระทำจะกลับมาอยู่ในลักษณะนั้น เช่นรูป gravy ที่เอายังลง ทรงกระบอกที่วางตามแนวโน้ม เป็นต้น

หมายเหตุ 1. เสถียรภาพของวัตถุจะมากขึ้น เมื่อ

- ก. จุด C.G. อยู่ต่ำ
- ข. น้ำหนักวัตถุมากขึ้น
- ค. ฐานกว้าง

2. ถ้าวัตถุสมดุล แล้วได้รับแรงกดชนอกกระทำเพื่อให้เปลี่ยนสมดุล
 - ก. ถ้าจุดศูนย์ถ่วง (จุด C.G.) สูงจากเดิม จะเป็นสมดุลแบบเสถียรภาพ
 - ข. ถ้าจุดศูนย์ถ่วง (จุด C.G.) ต่ำจากเดิม จะเป็นสมดุลแบบไม่เสถียรภาพ
 - ค. ถ้าจุดศูนย์ถ่วง (จุด C.G.) อยู่ในระดับเดิม จะเป็นสมดุลแบบสะเทิน

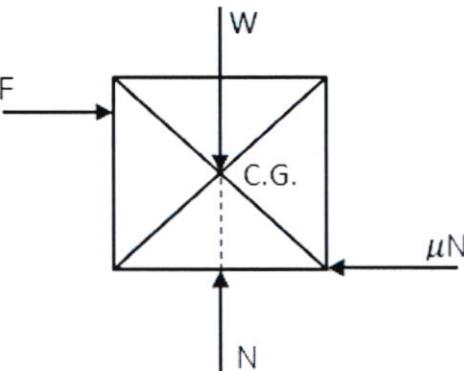
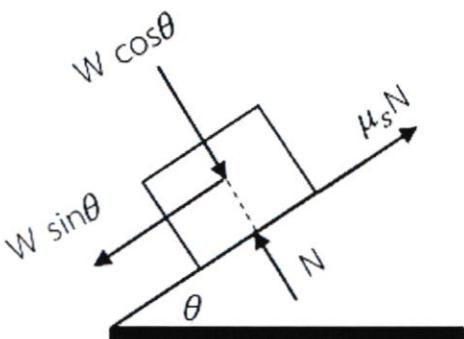


การสัมและไอลของวัตถุ

เมื่อออกร่างผลักวัตถุ อาจทำให้วัตถุเลื่อนไอลไปตามแนวแรงที่ผลัก หรือบังคับว่าอาจทำให้วัตถุล้มลง การพิจารณาว่าเมื่อออกร่างกระแสทำต่อวัตถุแล้ว จะทำให้เกิดเหตุการณ์ใดขึ้นก่อน (จะเลื่อนไอลหรือล้มก่อน) จะมีหลักการพิจารณาคือ ให้คำนวนหาเงื่อนไขของการที่จะทำให้เลื่อนไอลและทำให้วัตถุล้มมาก่อน ถ้าเงื่อนไขได้มีค่าน้อยกว่าจะเกิดเหตุการณ์นั้นก่อนขึ้นมาก่อน โดยเงื่อนไขการพิจารณาจะเป็นดังนี้

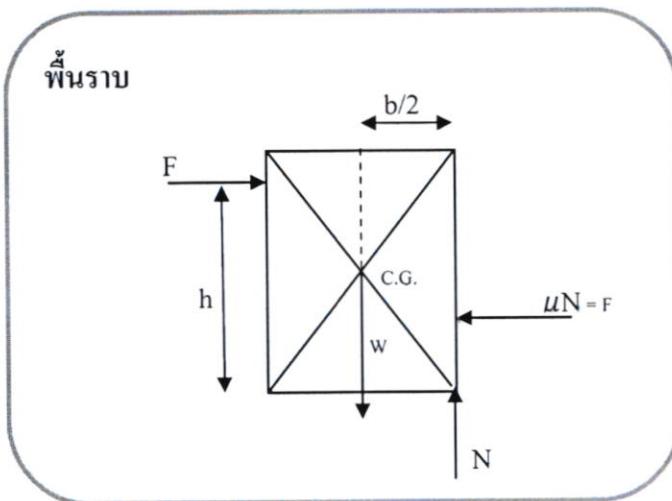
เงื่อนไขของการเลื่อนไอล ถ้าออกร่างกระแสทำแล้วทำให้วัตถุไอล ให้อ้างว่า

1. แรงที่ชุด = แรงที่ต้าน (มักใช้อ้างเมื่อออกร่างชุดในแนวราบ)
2. $\tan\theta = \mu_s$ (มักใช้อ้างเมื่อว่าวัตถุนั้นเอียง)

พื้นราบ	พื้นเอียง
 <p>กรณีวัตถุไอล ให้เขียนแรง N กระทำในแนวผ่านจุดศูนย์ถ่วง C.G.</p>	 <p>กรณีวัตถุไอลบนพื้นเอียงที่มีสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสกิด μ_s</p>
สมการ : $F = \mu N = \mu W$	สมการ : $\tan\theta = \mu_s$

เงื่อนไขของการล้ม ถ้าออกแบบกระทำให้ตัวเริ่มล้ม ให้อ้างว่า

1. แนวหน้าหักของตัวเริ่มที่ค่าผ่านของฐานล่างของตัวเริ่ม (ใช้อ้างเมื่อวัตถุบนพื้นเอียงหรือยกของตัวเริ่มพื้นราบ)
2. โมเมนต์ทวนเข็มนาฬิกา = โมเมนต์ตามเข็มนาฬิกา ($\sum \vec{M} = 0$) (ใช้อ้างเมื่อชุดตัวเริ่มพื้นราบ)



กรณีวัตถุล้มคว่ำพอดี ให้แรง N กระทำที่มุน กล่องด้านขวา จะเกิดโมเมนต์แรงคู่คว่ำ 2 จุด คือ Fh และ $\frac{Wb}{2}$

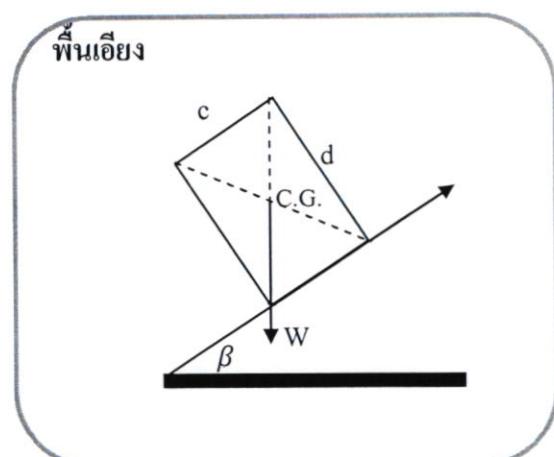
สมการ โมเมนต์แรงคู่คว่ำทำให้ล้มคว่ำ $= Fh$

โมเมนต์แรงคู่คว่ำด้านการล้มคว่ำ $= \frac{Wb}{2}$

ภายใต้ภาวะสมดุล :

โมเมนต์แรงคู่คว่ำทำให้ล้มคว่ำ = โมเมนต์แรงคู่คว่ำด้านการล้มคว่ำ

$$Fh = \frac{Wb}{2}$$



สมการ

วัตถุเริ่มล้มเมื่อ $\tan\beta = \frac{c}{d}$

กรณีเพิ่มเติม

ในการนีที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร่งนั้น วัตถุจะไม่อยู่ในสมดุล แต่ถ้าเราต้องการจะคำนวณโดยใช้สมการของสภาพสมดุลสามารถพิจารณาได้ 2 วิธี คือ

1. ต้องคิดโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลางมวล (C.M.) เท่านั้น
2. ถ้าต้องการจะคิดโมเมนต์รอบจุดอื่นๆ ให้เขียนแรง ma เพิ่มขึ้นมา แล้วเราจะเลือกจุดใดเป็นจุดหมุนก็ได้ในการคิดโมเมนต์

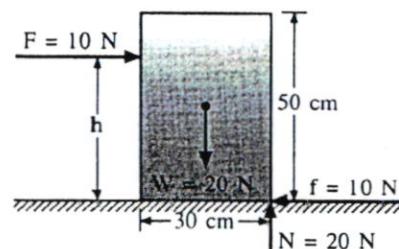
วางแผนที่วัตถุบนพื้น รถเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง a กล่องมวล m กว้าง a สูง h เคลื่อนที่ไปพร้อมกับรถ ได้ด้วยแรงเสียดทานสติติกที่พื้นรถกระทำต่อกล่อง

<p><u>กรณีโคล</u> เมื่อรถมีความเร่ง a ให้เขียนแรง ma ออกจากจุด C.M.</p> <p>เมื่อกล่องเริ่มโคล จาก $\sum F = ma$</p> $f = ma$ $\mu mg = ma$ <p>หรือ $a = \mu g$</p>	<p><u>กรณีล้ม</u> เมื่อกล่องเกือบจะล้ม แนวแรง N จะไปกระทำที่ขอบพืดี เมื่อให้ A เป็นจุดหมุน</p> <p>จาก โมเมนต์ทวน = โมเมนต์ตาม</p> <p>จะได้ $m\vec{a} \left(\frac{h}{2}\right) = mg \left(\frac{a}{2}\right)$</p> <p>หรือ $\vec{a} = \left(\frac{a}{h}\right) g$</p>

ใบงานที่ 3 เรื่อง จุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ

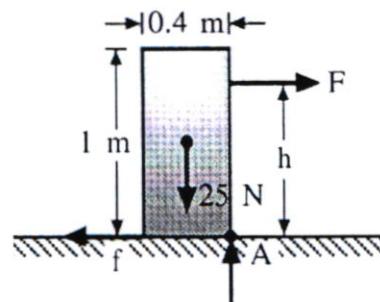
1. วัตถุหนัก 20 นิวตัน วางบนพื้นผืดที่มีค่า $\mu = 0.6$ ถ้าออกแรง 10 นิวตัน ดันวัตถุจะเริ่มล้ม จะต้องออกแรงสูงจากพื้นเท่าไร

1. 25 cm
2. 30 cm
3. 35 cm
4. 50 cm

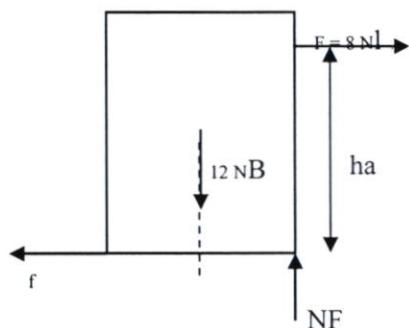


2. กล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าสามมุมเสมอ กว้าง 0.4 เมตร สูง 1 เมตร มีมวล 2.5 กิโลกรัม วางบนพื้นราบ ถ้าออกแรงกระทำตามแนวระดับ ณ จุดสูงจากพื้น h กล่องเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว กำหนด μ_k ระหว่างกล่องกับพื้น 0.4 จงหาค่า h ที่กล่องพอดีล้ม

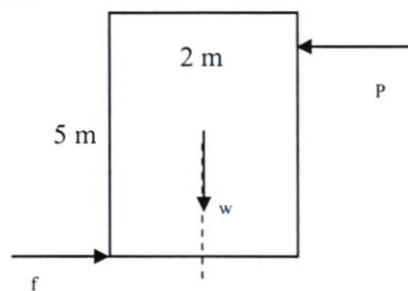
1. 0.5 เมตร
2. 0.625 เมตร
3. 1 เมตร
4. ข้อมูลไม่พอ



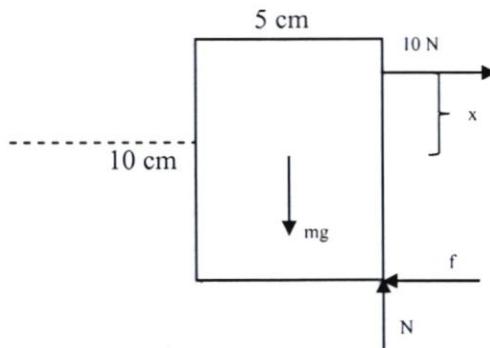
3. กล่องขนาดสมำเสมอหนัก 12 N มีฐานกว้าง 20 cm ถ้าออกแรงในแนวราบขนาด 8 N ที่สูงจากฐาน 10 cm ตำแหน่ง Normal force จะอยู่ที่ไหน กำหนดให้วัตถุสมดุล และถ้าออกแรง F สูงเท่าไรจึงควำพอดี



4. จากรูป ออกแรง P ดันวัตถุ หนัก W นิวตัน ถ้า $\mu_s = 0.3$, $\mu_k = 0.2$ จงพิจารณ่าว่าวัตถุจะล้มก่อน หรือไถกลก่อน

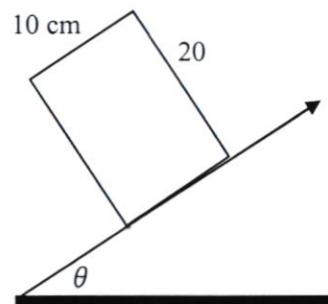


5. กล่องบรรจุของมวล 2 kg กว้าง และ ยาว 5 cm สูง 10 cm มีแรง 10 N กระทำที่ตัวหนาแน่นั่นบนกล่อง จงหาตำแหน่งสูงสุดจากพื้น ที่แรง 10 N กระทำให้กล่องเคลื่อนที่ไปบนพื้นหยาบด้วยความเร็ว 1 m/s^2 โดยไม่ล้ม



6. นำกล่องสมำเสมอหนัก 20 นิวตัน วางบนพื้นเอียง สามารถปรับมุมเอียงกับแนวระดับได้ดังรูป ถ้าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานระหว่างกล่องกับพื้นเป็น 0.4 ถ้าปรับมุม θ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะพบว่า

1. กล่องล้มลงก่อนลื่นไถล
2. กล่องลื่นไถลก่อนล้ม
3. กล่องเริ่มล้มลง พร้อมกับลื่นไถล
4. กล่องสมดุลตลอดเวลา





กิจกรรมการทดลองที่ 3

เรื่อง จุดศูนย์ถ่วง

ชื่อกลุ่ม.....

- | | | | |
|--------------|------------|-------------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | ชั้น | เลขที่..... | ผู้ทดลอง |
| 2. ชื่อ..... | ชั้น | เลขที่..... | สมาชิกกลุ่ม |
| 3. ชื่อ..... | ชั้น | เลขที่..... | สมาชิกกลุ่ม |
| 4. ชื่อ..... | ชั้น | เลขที่..... | สมาชิกกลุ่ม |

จุดประสงค์การทดลอง

1. ให้นักเรียนสามารถอธิบายศูนย์ถ่วงของวัตถุและประโยชน์ของการนำเรื่องสมดุลกลไปใช้ในชีวิตประจำวัน
2. มีทักษะการทดลองและคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วง และ เครื่องมือผ่อนแรงตามหลักสมดุลไม่เม่นต์ได้อย่างถูกต้อง
3. เจตคติที่ดีในการวิชาฟิสิกส์และการร่วมมือกันในกลุ่ม

ตอนที่ 2 การหาจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุ

อุปกรณ์การทดลองตอนที่ 1

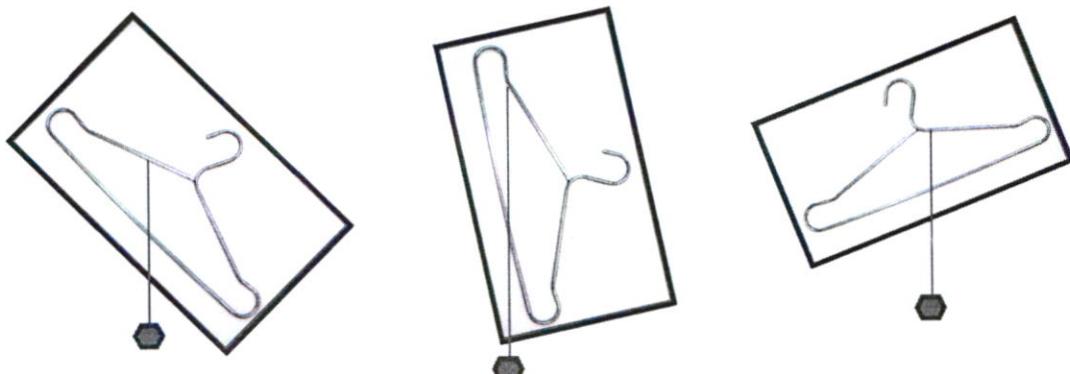
1. ไม้แขวนเสื้อ
2. เชือกผูกติดกับน็อต
3. เทปกาว
4. กระดาษ A4
5. ไม้บรรทัด

วิธีการทดลองตอนที่ 1

1. นำไม้แขวนเสื้อวางบนกระดาษ A4 ใช้ปากกาเขียนรูปร่างไม้แขวนเสื้อบนกระดาษและติดเทปกาวให้ไม้แขวนเสื้อติดกับกระดาษ



2. ใช้เชือกที่ผูกกับนิ้อตติดเข้ากับแขนเสื้อที่ตัวแหงน่ำใจก์ໄได້ เชือกนີ້จะห้อยลงในแนวตั้ง ให้ปຶດເສັ້ນຕາມຮອຍຂອງເສັ້ນເຊືອກນີ້ລົບນິກະຕາຍ ทำຍ່າງເດີວັກນີ້ ໂດຍເລືອກຈຸດທີ່ແຕກຕ່າງກັນ 3 ຈຸດ



3. ເມື່ອປຶດເສັ້ນເຊືອກຮັບທັງສາມເສັ້ນ ໄກສົງກະຕາຍອອກຈາກໄນ້ແບວນ ຈາກນັ້ນນຳກະຕາຍ A4 ທີ່ໄດ້ມາຫາຈຸດສູນຢັກລາງນວລຂອງໄນ້ແບວນເສື້ອນີ້ ໂດຍຈຸດທີ່ມີເສັ້ນຕຽບຕາກຝ່າຍ 3 ເສັ້ນຄື້ອງຈຸດສູນຢັກລາງນວລ ແລະນຳມາວິເກຣະໜີ້ພລ
4. ໃຫ້ນັກເຮັດວຽກເລືອກວັດຈຸດຈາກທີ່ກຽວເຕີຍມໃຫ້ເພື່ອຫາຈຸດສູນຢັກຕ່າງ ໂດຍເຮັມກຳເຊັ່ນເດີວັກນັ້ນກັບ ຊົ່ວໂມງ 3

ตารางບັນທຶກผลการทดสอบ ຕອນທີ່ 1

ໃຫ້ວັດຈຸປ ພຣ້ອມສເກລວັດຮະບະຈຸດສູນຢັກຕ່າງ

ວັດຈຸກໍ່ໃໝ່	ວັດຈຸປແສດງຈຸດສູນຢັກຕ່າງພຣ້ອມນອກສເກລວັດຮະບະຈຸດສູນຢັກຕ່າງ
ໄນ້ແບວນເສື້ອ	
.....	

วิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 1

สรุปผลการทดลองตอนที่ 1

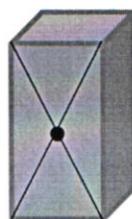
ตอนที่ 2 การล้มของวัตถุ

อุปกรณ์การทดลองตอนที่ 2

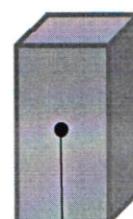
1. กระป๋องน้ำอัดลม
2. ไม้กระดาน
3. ไม้บรรทัดโปรเจกเตอร์
4. เครื่องชั่งสปริง

วิธีการทดลองตอนที่ 2

1. นำแท่งไม้มาหาขาจุดศูนย์ต่อว่าง และใช้ปากกาเขียนตำแหน่งไว้ดังรูปที่ 1
2. วางแท่งไม้ตั้งตรงกับพื้น ใช้ปากกาขีดเส้นตรงจากขาจุดศูนย์กลางลงที่ฐานแท่งดังรูปที่ 2

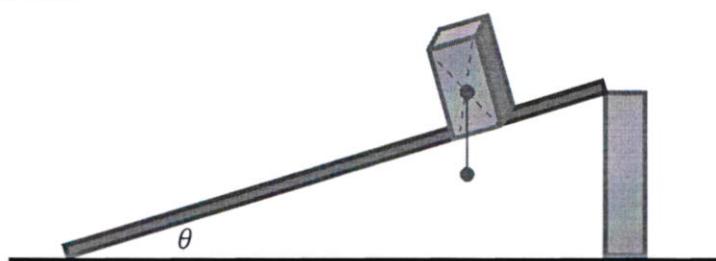


รูปที่ 1



รูปที่ 2

3. นำไม้กระดานวางพาดที่ต่ำระดับให้อิ่งทำมุมค่าหนึ่ง ดังรูป จากนั้นวางแท่งสี่เหลี่ยมบนไม้กระดานที่อิ่ง



4. ให้นักเรียนค่อยๆ กดพื้นกระดานให้อีียงทำมุมน้อย จนกว่างี้นี่เรื่อยๆ โดยเพิ่มทีละ 5 องศา สังเกตเท่าไรสีเหลี่ยม และ แนวแรงของเส้นเชือก ว่าเป็นอย่างไร บันทึกผลการสังเกตลงในตาราง
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง แท่งสีเหลี่ยมจะล้มได้ถ้าเป็นไปตามกรณีใดได้บ้าง โดยวารูปและเขียน free body diagram คำนวนหาแรงเสียดทาน
6. สรุปผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 2

น้ำหนักของแท่งสีเหลี่ยม คือ อ่านได้ นิวตัน

กระดานอีียงทำ มุม (องศา)	อธิบายสิ่งที่สังเกตจากแท่งสีเหลี่ยม และ เส้นแนวแรงของเชือก	วารูปแท่งสีเหลี่ยมที่สังเกตได้

วิเคราะห์ผลการทดลองตอนที่ 2

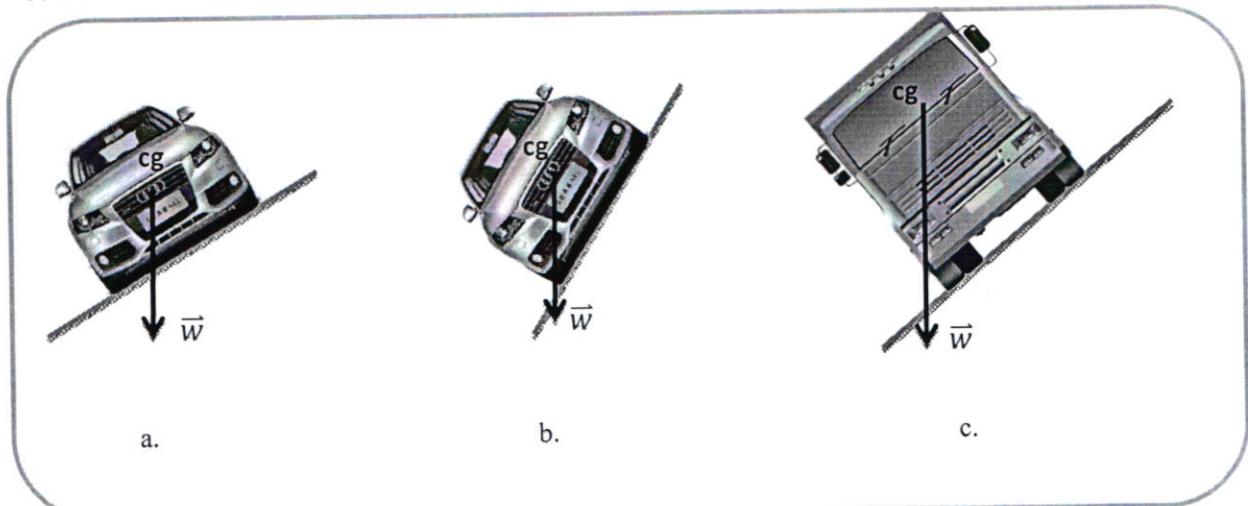
แท่งไม้สีเหลืองจะล้มเมื่อใด

สรุปผลการทดลองตอนที่ 2



คำถานท้ายการทดลอง

ข้อที่ 1



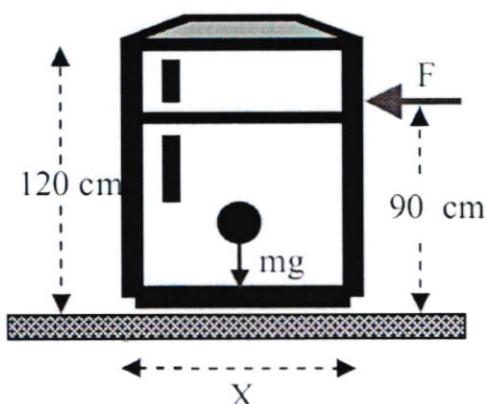
จากรูปข้างต้น รูปใดที่จะพลิกคว่ำบนทางหลวง ได้บ้าง อย่างไร เมื่อถนนเอียงทำมุมเอียงขนาดต่างๆ กันดังรูป

จากการเครื่อง ถูกและผิด

- 1) ถุกรูปจะพลิกคว่ำได้ แต่รูป a และ b มีโอกาสในการพลิกคว่ำได้เท่ากัน
 เพราะจุดศูนย์ถ่วงอยู่ที่ระดับเดียวกัน
- 2) รูป a และ b เท่านั้นที่พลิกคว่ำ เพราะแนวแรงของจุดศูนย์ถ่วง
 อยู่นอกฐานที่รองรับน้ำหนักของรถ
- 3) รูป a เท่านั้น ที่จะพลิกคว่ำ เพราะแนวแรงของจุดศูนย์ถ่วง
 อยู่ในฐานที่รองรับน้ำหนักของรถ
- 4) รถบรรทุก (c) มีโอกาสพลิกคว่ำได้มากที่สุด เพราะจุดศูนย์ถ่วงของรถ
 อยู่สูงกว่ารถยกต้นอื่น

ข้อที่ 2

ออกแรง $F = 160$ นิวตัน ผลักด้วยเงิน 40 กิโลกรัม บนพื้นผิดที่ความสูง 90 เซนติเมตร จากพื้น โดยด้วยเงินไม่ถึม จงหาความกว้างน้อยที่สุดของฐานด้วย (X) ในหน่วยเซนติเมตร กำหนดให้ความสูงของด้วย 120 เซนติเมตร และจุดศูนย์กลางมวลอยู่สูงจากพื้น 40 เซนติเมตร ดังรูป



ແສດງວິທໍາ

ภาคผนวก ค

คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ตารางที่ ค.1 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เป็นรายข้อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สภาพสมดุลกล

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.83	0.07
2	0.91	0.49
3	0.54	0.53
4	0.39	0.37
5	0.70	0.10
6	0.39	0.56
7	0.72	0.25
8	0.64	0.36
9	0.54	0.38
10	0.58	0.35
11	0.87	0.84
12	0.45	0.39
13	0.97	0.49
14	0.89	0.49
15	0.56	0.16

ตารางที่ ค.2 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สภาพสมดุลก่อ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
			คะแนน	ร้อยละ
1	5	7	2	13.33
2	6	12	6	40.00
3	4	10	6	40.00
4	4	11	7	46.67
5	8	11	3	20.00
6	7	14	7	46.67
7	5	9	4	26.67
8	3	10	7	46.67
9	9	11	2	13.33
10	6	12	6	40.00
11	6	11	5	33.33
12	2	11	9	60.00
13	3	7	4	26.67
14	6	8	2	13.33
15	7	12	5	33.33
16	7	9	2	13.33
17	5	11	6	40.00
18	5	11	6	40.00
19	4	8	4	26.67
20	6	10	4	26.67
21	5	9	4	26.67
22	4	8	4	26.67
23	4	11	7	46.67
24	5	11	6	40.00

ตารางที่ ค.2 คะแนนดิบจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง สภาพสมดุลก่อ ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ความก้าวหน้า	
			คะแนน	ร้อยละ
25	5	8	3	20.00
26	5	6	1	6.67
27	8	10	2	13.33
28	6	9	3	20.00
29	5	12	7	46.67
30	6	9	3	20.00
31	6	10	4	26.67
32	3	13	10	66.67
33	6	12	6	40.00
34	6	7	1	6.67
35	7	10	3	20.00
36	8	13	5	33.33
37	7	10	3	20.00
38	5	12	7	46.67
39	7	9	2	13.33
40	6	10	4	26.67
41	5	9	4	26.67
42	4	12	8	53.33
43	6	8	2	13.33
44	4	11	7	46.67
45	4	10	6	40.00
46	5	8	3	20.00
47	8	10	2	13.33
48	8	12	4	26.67
เฉลี่ยรวม	5.5.4	10.08	4.54	30.28

ภาคผนวก ง
ภาพประกอบการทำกิจกรรม

การจัดเตรียมอุปกรณ์ต่างสำหรับการทดลอง



ภาพที่ ๔.๑ อุปกรณ์ที่จัดเตรียมไว้ให้นักเรียนเพื่อใช้ในการทดลอง



ภาพที่ ๔.๒ ติดตั้งอุปกรณ์การทดลองเรื่องสมดุลต่อการหมุนให้นักเรียนเป็นตัวอย่าง

การทำกิจกรรมที่ 1 ชุดปฏิบัติการทดลอง เรื่อง แรงกับสภาพสมดุล



ภาพที่ ง.3 นักเรียนร่วมกันดึงเครื่องซั่งสปริงตามกิจกรรมที่ 1



ภาพที่ ง.4 นักเรียนช่วยกันเขียนเส้นแนวแรงดึงตามกิจกรรมที่ 1

การทำกิจกรรมที่ 2 ชุดปฏิบัติการทดลอง เรื่อง สภาพสมดุลต่อการหมุน (โน้มเนนต์ของแรง)



ภาพที่ ๔.๕ นักเรียนช่วยกันติดตั้งอุปกรณ์เรื่องโน้มเนนต์ของแรงตามกิจกรรมที่ 2



ภาพที่ ๔.๖ นักเรียนอ่านวิเคราะห์ทดลองร่วมกันตามขั้นตอนของกิจกรรมที่ 2

การทำกิจกรรมที่ 3 ชุดปฏิบัติการทดลอง เรื่อง จุดศูนย์ถ่วง



ภาพที่ ๔.๗ นักเรียนช่วยกันหาจุดศูนย์ถ่วงของไม้เบวนเดือตามกิจกรรมที่ ๓



ภาพที่ ๔.๘ นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง

จัดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สภาพสมดุลกล



ภาพที่ ๔.๙ บรรยายกาศการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลกล



ภาพที่ ๔.๙ บรรยายกาศการสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมดุลกล (ต่อ)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ

ประวัติการศึกษา

นางจงเจตน์ ปิตาภัสสังข์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ. 2546 – 2550

วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพิสิกส์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น, พ.ศ. 2551

ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ. 2553-2556

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

พ.ศ. 2552 – ปัจจุบัน

ครูโรงเรียนสุรวิทยาคาร

ตำแหน่ง ครู

โรงเรียนสุรวิทยาคาร

อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์

อีเมลล์ ann-dear@hotmail.com

ประวัติการทำงาน

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน