



การพัฒนาโมเดล เรื่อง แรงเสียดทานด้วยกิจกรรมการเรียนรู้
แบบทำนาย - สังเกต - อธิบาย

เอนก หงษ์ทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



DEVELOPING CONCEPT ON A FRICTIONAL FORCE BY USING
PREDICT – OBSERVE – EXPLAIN (POE) TECHNIQUE

ANEK HONGTHONG

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
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนามโนมติ เรื่อง แรงเสียดทานด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย

ผู้วิจัย นายเอนก หงส์ทอง

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพรราช

Dr.Christian Herbst

ดร.รุ่งทิวา จันทร์วัฒนวงษ์

ประธานกรรมการ

กรรมการ

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(Dr.Christian Herbst)

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของ Dr.Christian Herbst อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ที่ได้อำนวยความสะดวกสามารถสอบได้ทัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพรราช ที่ได้ให้ คำแนะนำปรึกษา ตรวจสอบเนื้อหา รูปเล่ม การเขียนภาษาอังกฤษขอขอบพระคุณ คณะครุกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล ที่ได้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ เอื้อเฟื้อสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพรราช และดร.รุ่งทิวา จันทน์วัฒนวงษ์ ที่กรุณา เป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม ที่ได้คำปรึกษาเป็นพิเศษทุก ๆ ด้าน ตลอดจนคณะอาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่ให้ความรู้ จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้ถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษา และ ค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยขอขอบคุณเพื่อน ๆ วิทยาศาสตร์ศึกษา สาขาฟิสิกส์ ที่ได้คำปรึกษา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่ให้การช่วยเหลือและ กำลังใจที่ดีเสมอมา คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดามารดา ครู อาจารย์ ตลอดจนผู้ให้ความช่วยเหลือทุกท่าน

เอนก
เอนก หงษ์ทอง
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนามโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย - สังเกต - อธิบาย
- ผู้วิจัย : เอนก หงษ์ทอง
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา
- อาจารย์ที่ปรึกษา : DR. CHRISTIAN HERBST
- คำสำคัญ : แรงเสียดทาน, ความเข้าใจคลาดเคลื่อน, การสอนแบบทำนาย - สังเกต - อธิบาย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจมโนคติทางวิทยาศาสตร์และเสริมสร้างความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล จังหวัดชัยภูมิ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนจำนวน 45 คนเลือกอย่างเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบ ทำนาย - สังเกต - อธิบาย ชุดทดลองอย่างง่าย และแบบวัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทานเป็นการวิจัยแบบกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนจำนวน 9 ข้อ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 ซึ่งอยู่ในระดับสูง

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING CONCEPT ON A FRICTIONAL FORCE BY USING PREDICT - OBSERVE - EXPLAIN (POE) TECHNIQUE
AUTHOR : ANEK HONGTHONG
DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
ADVISOR : CHRISTIAN HERBST, Ph.D.
KEYWORDS : MISCONCEPTION, FRICTIONAL FORCE, PREDICT - OBSERVE - EXPLAIN

The objectives of this work were to investigate scientific concept and enhance the students' understanding on the concept of a frictional force for grade 10 students of Chaiyaphumbhakdeechumphon school, Chaiyaphum province. The research tools consisted of the teaching plan with predict-observe-explain (POE) technique, experiment sets, and conceptual tests on the frictional force. This research was one group pretest posttest design. The result showed that the students misunderstood 9 concepts of frictional force. The average posttest score was higher than that of pretest with statistical significance of .05. Average normalized gain of learning achievement was 0.71 which was in high gain.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 มโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts)	5
2.2 การจัดการเรียนรู้แบบ POE	6
2.3 Normalized gain	7
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	12
3.2 แบบแผนการวิจัย	12
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	12
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล	16
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	16
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	17
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 ผลการสำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียน	18
4.2 ผลการพัฒนาความเข้าใจมโนคติ	20
4.3 การอภิปรายผลการทดลอง	36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	38
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัยครั้งนี้	39
5.3 ข้อเสนอแนะ	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	40
ภาคผนวก	
ก ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ POE	44
ข เครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูล	61
ค คะแนนและผลการคำนวณทางสถิติ	66
ประวัติผู้วิจัย	74

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้	13
3.2	ข้อสอบในแบบทดสอบวัดมโนมติ แยกตามมโนมติ	15
4.1	ผลการสำรวจมโนมติ เรื่อง แรงเสียดทาน ก่อนเรียน	19
4.2	มโนมติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงเสียดทาน	20
4.3	ผลการทดสอบความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ก่อนเรียน และหลังเรียน POE	20
4.4	สรุปผลการพัฒนาความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ก่อนเรียน และหลังเรียน	21
4.5	ผลการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 1	22
4.6	ผลการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 2	23
4.7	ผลการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 3	24
4.8	ผลการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 4	26
4.9	ผลการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 7	27
4.10	ร้อยละคะแนนก่อนเรียน หลังเรียนและค่า Normalized gain	28
4.11	ร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ	29
4.12	คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายมโนมติของนักเรียน	33
ค.1	คะแนนความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงเสียดทาน ก่อนเรียน วัดจากแบบวัดมโนมติ เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อ	67
ค.2	คะแนนความเข้าใจมโนมติ เรื่อง แรงเสียดทาน หลังเรียน วัดจากแบบวัดมโนมติ เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อ	69
ค.3	ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน รายบุคคล	71
ค.4	ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน รายข้อแบบทดสอบ	73

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้	14
3.2	คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาในข้อบกพร่องของแบบวัดมโนคติ	15
4.1	การเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 1	22
4.2	การเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 2	23
4.3	การเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 3	25
4.4	การเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 4	26
4.5	การเปรียบเทียบมโนติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 7	28
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่าง %Actual gain และ %pretest ของนักเรียนทั้งชั้นหลังจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE	29
4.7	ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ	30
4.8	แบบวัดมโนคติข้อที่ 3	31
4.9	แบบวัดมโนคติข้อที่ 1	32
4.10	ตัวอย่างการทำนายผลของนักเรียน	33
4.11	ตัวอย่างการอธิบายผลของนักเรียน	34
4.12	ตัวอย่างการทำนายของนักเรียน	34
4.13	ตัวอย่างการอธิบายของนักเรียน	35
4.14	ตัวอย่างการทำนายของนักเรียน	35
4.15	ตัวอย่างการอธิบายของนักเรียน	36

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันจะต้องใช้รูปแบบที่หลากหลายเพื่อให้ตรงกับระดับความสามารถของผู้เรียน และเน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โรงเรียนควรจัดให้มีบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายทั้งในและนอกสถานศึกษา แต่การศึกษาในยุคปัจจุบันยังก่อให้เกิดความวิตกกังวลใจแก่ผู้เรียน อันเนื่องมาจากระบบการแข่งขันมากขึ้น ปริมาณงานต่อคนน้อยลง อัตราการว่างงานสูงขึ้น หรือสาเหตุอื่น จากสภาพแวดล้อมทางครอบครัว สังคม และขนบธรรมเนียมประเพณี วัฒนธรรมที่อาศัยอยู่ (สุทิสดา บรรจง, 2551) จากสภาพปัญหาดังกล่าวส่งผลมาถึงการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ในการจัดการเรียนการสอนในหัวข้อเรื่องแรงเสียดทาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจที่หลากหลายทำให้การเรียนการสอนในเรื่องนี้ นักเรียนยังไม่สามารถนำความเข้าใจที่ถูกต้องไปอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ เนื่องจากว่านักเรียนชอบยึดติดกับความเข้าใจเดิมที่นักเรียนมีอยู่ เมื่อครูให้ความเข้าใจใหม่นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ไม่ประสบผลสำเร็จตามที่คาดหวัง

วิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล มีผลการเรียนต่ำที่สุด นักเรียนสอบตกมากที่สุด ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามจากนักเรียน นักเรียนส่วนใหญ่จะบอกว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่ยาก เรียนไม่เข้าใจ ใช้คณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหา และอีกสาเหตุหนึ่งที่ผู้วิจัยได้รับฟังจากนักเรียน ก็คือ ฟิสิกส์ไม่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งหัวข้อหนึ่งที่นักเรียนบอกว่าเรียนไม่เข้าใจ เรียนไม่รู้เรื่องก็คือเรื่อง แรงเสียดทาน ซึ่งจากประสบการณ์ในการสอนที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนมีผลการเรียนในหัวข้อนี้ที่ต่ำและนักเรียนยังมีความเข้าใจในโมโนมิติวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนอยู่หลายข้อ

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำวิธีการสอนแบบ ทำนาย - สังเกต - อธิบาย (Predict - Observe - Explain: POE) มาแก้ปัญหาในเรื่อง แรงเสียดทานวิธีการสอนแบบ POE เป็นการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนตัดสินใจโดยใช้ความรู้เดิม โดยครูจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยนักเรียนต้องลงมือทดลองเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น หลังจากนั้นนักเรียนต้องบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการทดลองและนักเรียนต้องบอกได้ว่าแตกต่างจากที่เราทำนายอย่างไร สรุปก็คือการจัดการเรียนการสอนแบบ POE ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทำนายเป็นขั้นตอนให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนหรือนำเสนอแนวคิดของตนก่อนเริ่มการทดลองลงในใบบันทึก (worksheet) โดยทำนายว่าผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไรในขั้นตอนนี้มีความสำคัญต่อทั้งผู้ สอนและผู้เรียน โดยผู้เรียนจะได้รวบรวมความคิดและเกิดความตระหนักในการคิด 2) ขั้นสังเกต การทดลองส่วนมากที่นำเสนอขึ้นจะเป็นการสาธิต หรือเป็นการทดลองให้ผู้เรียนลงมือเอง แต่หากเป็นการสาธิตก็ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้ามามี

ส่วนร่วม จากนั้นให้ผู้เรียนเขียนบันทึกการสังเกต 3) ชั้นอธิบาย ผู้เรียนมักปรับแต่งแนวคิดของตนผ่านการพูดคุยและเขียน และมักพบบ่อย ๆ ว่าผู้เรียนจะสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ ก่อนที่จะลงมือเขียนอธิบาย เมื่อผู้เรียนเขียนอธิบายเสร็จแล้ว ควรทำการอภิปรายทั้งห้องอีกครั้งหนึ่งจากการสอนแบบ POE ซึ่งเป็นการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มาแก้ปัญหาคือ เกิดข้อสงสัยแล้วเกิดการวางแผนการทดลอง ออกแบบการทดลองเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น เมื่อนักเรียนได้คำตอบแล้ว นักเรียนต้องสามารถอธิบายได้ว่าทำไมผลการทดลองถึงเป็นเช่นนั้น ที่เป็นเช่นนั้นเพราะอะไร

จากความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี POE และสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์เรื่อง แรงเสียดทานดังกล่าวผู้วิจัยได้เล็งเห็นประโยชน์จากรูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธี POE ว่าจะสามารถพัฒนามโนคติของนักเรียนได้ดีขึ้นเนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้รูปแบบการสอนแบบ POE ในการพัฒนามโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อสำรวจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
- 1.2.2 เพื่อเสริมสร้างมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทานของนักเรียน ก่อนและหลังใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทย์ - คณิต ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพลอำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 420 คน

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 จำนวน 45 คน ซึ่งถูกเลือกแบบเจาะจง จากห้องที่ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติการสอน

1.4.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและทดลองคือในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม (ว 30202) เรื่อง แรงเสียดทาน

1.4.5 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เรื่อง แรงเสียดทาน

ตัวแปรตาม: มโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.5.1 เพื่อเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอน สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ทำให้นักเรียนมี มโนคติตรงกับมโนคติวิทยาศาสตร์

1.5.2 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาองค์ความรู้ ด้วยตัวนักเรียนเอง

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict - Observe - Explain: POE) หมายถึงวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เกี่ยวกับการนำ ความรู้เดิมมาเป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตัวผู้เรียนเองประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

1.6.1.1 ขั้นการทำนายผล (Predict: P) เป็นขั้นตอนการทำนายผลจากสถานการณ์ปัญหา

1.6.1.2 ขั้นการหาคำตอบจากสถานการณ์ปัญหา (Observe: O) เป็นขั้นตอนการหาคำตอบโดยการทำการทดลองการสังเกตการทำกิจกรรมการสืบค้นข้อมูลและวิธีได้มาซึ่งคำตอบของ สถานการณ์ปัญหา

1.6.1.3 ขั้นตอนการอธิบาย (Explain: E) เป็นขั้นตอนการอธิบายผลจากขั้นตอนการทำนาย และการหาคำตอบว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

1.6.2 มโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) หมายถึงความคิด หรือความเข้าใจของ บุคคลต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการศึกษาค้นคว้า และเก็บรวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์การ รับรู้ เรื่อง แรงเสียดทาน แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปที่ตรงกับแนวคิดของ นักวิทยาศาสตร์

1.6.3 มโนคติที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน หมายถึง ความเข้าใจเดิมของนักเรียน เกี่ยวกับเรื่อง แรงเสียดทาน ที่แตกต่างจากแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ ก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้แบบ POE

1.6.4 ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง คะแนนระดับความเข้าใจของนักเรียนใน เรื่อง แรงเสียดทาน ซึ่งวัดจากแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อ โดยใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek (Mungsing, 1993: 210; อ้างอิงจาก Westbrook and Marek, 1991 และ 1992) ดังนี้

1.6.4.1 ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึงคำตอบของ นักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครอบคลุมประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิดให้ 3 คะแนน

1.6.4.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วนให้ 2 คะแนน

1.6.4.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกบางส่วนแต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนให้ 1 คะแนน

1.6.4.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึงคำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

1.6.4.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

1.6.5 ความเข้าใจคลาดเคลื่อน หมายถึง คะแนนความเข้าใจของนักเรียนที่ตอบแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ซึ่งคะแนนอยู่ในระดับ ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) และความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU)

1.6.6 นักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้าใจมโนคติเพิ่มขึ้น

1.6.7 แบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง แบบวัดความเข้าใจมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อ เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก แต่ละข้อนักเรียนจะต้องแสดงผลให้ถูกต้อง

บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

- (1) มโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts)
- (2) การจัดการเรียนรู้แบบ POE
- (3) Normalized gain
- (4) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concepts)

2.1.1 ความหมายของมโนคติ

คำว่ามโนคติแปลมาจากคำว่า concept ในภาษาอังกฤษ ซึ่งคำว่า concept ก็มีผู้แปลความหมายเป็นภาษาไทยไว้หลายความหมาย เช่น ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ มโนภาพ มโนคติซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า “มโนคติ” ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

สุวิทย์ มูลคำ (2547: 39) กล่าวว่า การคิดเชิงมโนทัศน์ หมายถึง ความสามารถทางสมองในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างชัดเจน โดยมีการจัดระบบ จัดลำดับความสำคัญของข้อมูล เพื่อสร้างความคิดรวบยอดของสิ่งนั้น

ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง (2551: 27-35) กล่าวว่า แนวคิด คือ กลุ่มของความคิดที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยใช้ภาษาเป็นเครื่องมือสื่อสารระหว่างบุคคลในสังคม โดยอาศัยความเข้าใจที่ตรงกันของคนในสังคม

Hurd (ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, 2551: 27-35; อ้างอิงจาก Hurd, 1970) กล่าวว่า แนวคิดมโนคติ หรือความคิดรวบยอดเป็นประเภทหนึ่งของการเรียนรู้ (Knowledge) ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของข้อเท็จจริงที่มีความหมาย โดยในแต่ละแนวคิดจะมีลักษณะสำคัญที่ทำให้แนวคิดนั้นแตกต่างจากแนวคิดอื่น ๆ

สรุปก็คือ มโนคติ จะหมายถึง ความเข้าใจของบุคคลใดบุคคลหนึ่งต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกิดจากประสบการณ์การรับรู้ แล้วจัดระบบความเข้าใจของตนเองแล้วสื่อสารออกมาในรูปของภาษา

2.1.2 ความหมายของมโนคติทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายคำว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

สุพิน จันทร์ลอย (2543: 4) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ โดยอาศัยเหตุผล ข้อเท็จจริง หลักการ เป็นขั้นตอน แล้วนำข้อมูลมาประมวลเป็นข้อสรุปเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ

สมควร ขนชัยภูมิ (2545: 8) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่งที่เกิดจากความคิดความเข้าใจของบุคคลที่จะสรุปต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในวิชาวิทยาศาสตร์

ไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์ (2550: 6) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Science Concept) หมายถึง ความคิด หรือความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปซึ่งนักวิทยาศาสตร์เห็นตรงกัน

Klopfer (ไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์, 2550: 9; อ้างอิงจาก Klopfer, 1971) กล่าวว่า มโนคติทางวิทยาศาสตร์หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่ามีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

สรุป มโนคติวิทยาศาสตร์ก็คือ ความคิด ความเข้าใจของบุคคลซึ่งเกิดจากประสบการณ์ การรับรู้ การค้นคว้า แล้วได้ข้อสรุปซึ่งตรงกับข้อสรุปของนักวิทยาศาสตร์

2.1.3 ความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจมโนคติ หมายถึง ระดับความเข้าใจของนักเรียน โดยใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek (Mungsing, 1993: 210; อ้างอิงจาก Westbrook and Marek, 1991 และ 1992) ซึ่งจัดการให้คะแนนเป็น 5 กลุ่ม ตามลำดับความเข้าใจ ดังนี้

2.1.3.1 ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้อง และการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิดให้ 3 คะแนน

2.1.3.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วนให้ 2 คะแนน

2.1.3.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้องบางส่วนแต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนให้ 1 คะแนน

2.1.3.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึงคำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

2.1.3.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

ระดับความเข้าใจมโนคติในการวิจัยนี้ จัดระดับจากผลคะแนนจากการทำแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ของนักเรียน ในการจัดระดับความเข้าใจมโนคติจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (NU+AC+PS) และความเข้าใจมโนคติ (PU+CU)

2.2 การจัดการเรียนรู้แบบ POE

กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยวิธี ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เป็นรูปแบบหนึ่งในวิธีการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม

White & Gunstone (วรารณ ภูเขา, 2545: 16; อ้างอิงจาก White & Gunstone, 1992) กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ Predict Observe Explain (POE) เป็นวิธีการที่สนับสนุนให้

นักเรียนตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานความเชื่อเดิม วิธีการ POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นตอนการ Predict เป็นการทำนายว่าผลที่เกิดจากการทดลอง กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไร พร้อมทั้งให้เหตุผล

(2) ขั้นตอนการ Observe เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง พิสูจน์ สังเกต หาคำตอบที่เกี่ยวกับการทดลอง

(3) ขั้นตอนการ Explain เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเกิดข้อขัดแย้งขึ้นจากการทำนายและผลจากการสังเกต นักเรียนต้องอธิบายได้ว่าเหตุใดคำตอบที่ได้จากการทดลองจึงไม่ตรงกับที่ทำนายไว้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้อธิบายเทคนิค POE มีขั้นตอน ดังนี้

(1) การทำนาย (Prediction) ก่อนลงมือทำกิจกรรม ให้ผู้เรียนทำนายว่า จะเกิดอะไรขึ้นในกิจกรรมที่สังเกต พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ เพราะเหตุใดจึงคิดเช่นนั้น (การเดาโดยไร้เหตุผลเป็นสิ่งที่ไม่มีความหมายหากจะใช้ POE)

(2) ขั้นสังเกต (Observation) ให้นักเรียนลงมือสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นโดยละเอียด และบันทึกผล (การสังเกตโดยไม่มีการบันทึกผล หรือใช้การจดจำเพียงอย่างเดียวไม่จัดว่าเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์)

(3) ขั้นอธิบายผล (Explanation) ให้ผู้เรียนอธิบายความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ทำนายไว้และสิ่งที่เกิดขึ้นจริง พร้อมทั้งให้เหตุผล

Wu & Tsai (วนิชา ประยูรพันธ์, 2553: 36; อ้างอิงจาก Wu & Tsai, 2005) สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการสอน POE เป็นยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวกับการทำนายผลการสาธิตและอภิปรายผลที่นักเรียนทำนายกับการสังเกตการสาธิตและอธิบายผลที่สอดคล้องตรงกันระหว่างการทำนายผลและสังเกต อาจจะทำให้เห็นความรู้เดิม และการแปลความหมายใหม่กับสิ่งที่นักเรียนได้สังเกต เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนและมีการเจรจาต่อรอง (Negotiate) ในการแปลความหมายใหม่ ของนักเรียน

สรุป รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) เป็นรูปแบบการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นรูปแบบการสอนที่ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาเป็นฐานในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตัวผู้เรียนเอง การสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ ขั้นทำนาย (Predict) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นอธิบาย (Explain)

2.3 Normalized gain

Normalized gain เป็นวิธีการประเมินที่พิจารณาจากผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสที่นักเรียนแต่ละคนจะสามารถเพิ่มขึ้นมาได้ (Hake, 1998) โดยมีวิธีการ ดังนี้

เนื่องจากในการสอบครั้งหนึ่ง ๆ มีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุด (minimum or floor effect) ที่ทุกคนจะมีโอกาสได้คะแนนต่ำสุดไม่น้อยกว่า 0 เปอร์เซนต์และโอกาสที่จะได้คะแนนสูงสุด

(maximum or ceiling effect) ไม่เกิน 100 เปอร์เซ็นต์หรือที่เรียกว่า floor and ceiling effect ด้วยปัญหาที่ Hake จึงได้เสนอวิธีการในการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเรียกว่า normalized gain (normalized เป็นค่าที่มาจากค่าศัพท์ทางควอนตัมฟิสิกส์ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่า ๆ กันโดยมีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน) โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

โดยที่ $\langle g \rangle$ คือ ค่า normalized gain
 % Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์
 % Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ข้อสังเกต: การคำนวณหา Normalized gain นี้ไม่จำเป็นต้องใส่เป็นเปอร์เซ็นต์ก็ได้โดยให้ใช้คะแนนสอบจริงแทนโดย Pre-test คือคะแนนสอบก่อนเรียน Post-test คือคะแนนสอบหลังเรียน และใช้คะแนนเต็มของข้อสอบชุดนั้นแทน 100%

$\langle g \rangle$ หรือ normalized gain แปลความได้ว่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual gain = (% post-test)-(% Pre-test)) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain = (100 %)-(% Pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 - 1.0 ด้วยวิธีการประเมินเช่นนี้ทำให้สามารถแก้ปัญหา floor and ceiling effect ได้เนื่องจากเราคิดผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (กล่าวอีกในหนึ่งคือ เราได้ normalized ให้มีโอกาสเป็นไปได้อยู่ในช่วง 0.0 - 1.0 เท่ากันด้วยการเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้) สามารถแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับคือ

“High gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $\langle g \rangle \geq 0.7$

“Medium gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.7 \leq \langle g \rangle < 0.3$

“Low gain” เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$

สำหรับการพิจารณา normalized gain เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างไร ทั้งในระดับชั้นเรียนระดับแต่ละแนวคิด (Concepts) แต่ละรายบุคคลหรือแม้กระทั่งรายข้อนั้นเราจะได้แยกแยะให้เห็นว่าสามารถทำได้อย่างไรแบ่งประเภทของ normalized gain ออกเป็นดังนี้

(1) แบบแต่ละชั้นเรียน (class normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งชั้นนั้นเพิ่มขึ้นคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยดูได้จากคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้นทั้งก่อนและหลังเรียน

การพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในลักษณะนี้ใช้เพื่อดูว่าผลการเรียนการสอนโดยภาพรวมของทั้งชั้นนั้นมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใดซึ่งโดยทั่วไปนักวิจัยจะอ้างถึงเนื่องจากสามารถบอกเป็นภาพรวมของทั้งชั้นอย่างไรก็ตามในการคิดคำนวณเพื่อหาค่า Normalized gain นี้อาจใช้การ

นับคะแนนหรือนับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องเพื่อมาเข้าสู่ตรรกการคำนวณผลการคำนวณที่ได้จะเป็นการบอกภาพรวมของทั้งชั้นว่ามีผลการเรียนดีขึ้นมากน้อยเพียงใด แต่ถ้าหากต้องการดูว่านักเรียนแต่ละคนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอย่างไรไม่อาจสรุปได้ด้วยวิธีการนี้

(2) แบบแต่ละรายบุคคล (single student normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการการเรียนรู้เป็นอย่างไรโดยดูได้จากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

สำหรับการหาค่า $\langle g \rangle$ ของนักเรียนแต่ละคนทั้งชั้นแล้วมาหาค่าเฉลี่ย (average of the single student normalized gain) หรืออาจจะเรียกว่าเป็นค่าเฉลี่ย $\langle g \rangle$ ของนักเรียนห้องนี้ซึ่งควรจะเป็นค่าเดียวกันกับ Class normalized gain แต่ค่าที่ได้จากวิธีนี้จะพบว่ามีค่าไม่เท่ากันโดยค่าที่ได้ด้วยวิธีนี้ จะมีค่าอยู่ในช่วง $\pm 5\%$ ของ Class normalized gain โดยที่จำนวนประกรที่ทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเราอาจจะทำได้ลำบากสำหรับการที่จะดู $\langle g \rangle$ ของนักเรียนแต่ละคนเนื่องจากต้องใช้เวลามากถ้านักเรียนมีจำนวนมากแต่สำหรับชั้นเรียนที่มีนักเรียนจำนวนน้อยเราสามารถดูได้และจะเป็นการดีเนื่องจากทำให้ครูสามารถดูพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดีอันจะเป็นแนวทางในการช่วยเสริมให้กับนักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ต่ำได้หรืออาจให้นักเรียนที่ผลการเรียนที่ดีอยู่แล้วมาช่วยเหลือเพื่อนได้

(3) แบบแต่ละรายข้อ (single test item normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดของข้อสอบข้อที่เรากำลังพิจารณาในการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การพิจารณาในลักษณะนี้มีข้อดีคือ ทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อข้อสอบข้อนั้นเป็นอย่างไรซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดีสำหรับข้อสอบชุดหนึ่ง ๆ โดยเฉพาะข้อสอบที่เป็น Conceptual test จะมีการแบ่งหมวดหมู่ของข้อสอบออกเป็นกลุ่มตามแนวความคิดรวบยอด (concept) ที่ผู้สร้างแบบทดสอบได้ตั้งไว้ตั้งแต่ตอนแรกดังนั้นจึงนิยมที่จะพิจารณาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนต่อกลุ่มข้อสอบกลุ่มนั้น ๆ อันจะทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อแนวความคิดรวบยอดนั้นเป็นอย่างไร

(4) แบบแต่ละความคิดรวบยอด (conceptual dimensional normalized gain) เป็นการดูว่าพัฒนาการหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่มีต่อ Concept หนึ่ง ๆ เป็นอย่างไร

การพิจารณาผลการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะใช้ในกรณีที่ต้องการดูว่านักเรียนมีผลการเรียนหรือมีพัฒนาการต่อการเรียนในหัวข้อนั้น ๆ เป็นอย่างไรเนื่องจากการสอบครั้งหนึ่ง ๆ จะมีการสอบรวบยอดเพื่อที่จะดูผลการเรียนที่นักเรียนสอบได้ต่อข้อสอบชุดนั้น ๆ ซึ่งข้อสอบมาตรฐานทั่วไปจะมีการวัดความเข้าใจหลาย ๆ Concepts อยู่ในข้อสอบชุดเดียวกัน ดังนั้นหากเราดูเฉพาะคะแนนรวมไม่อาจบอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวความคิดรวบยอดนั้นมากน้อยเพียงใดจึงเป็นการดีที่เราจะดูได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจผิดในเรื่องใดมากหรือน้อยเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนได้ตรงประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดกันมากส่วนประเด็นที่นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีอยู่แล้วเราก็สามารถนำไปพัฒนาต่อให้ดีขึ้นไปอีกได้เช่นกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำวิธี normalized gain มาใช้ในการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะพิจารณาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างไร 3 แบบ คือ ระดับรายชั้นเรียนรายแนวคิดและรายข้อ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมบูรณ์ สุวรรณหงส์ (2546: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติพิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 28 คน โดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse ซึ่งได้มาจากการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัยบุรีรัมย์ อำเภอสตึก จังหวัดบุรีรัมย์ ที่เคยเรียนเกี่ยวกับมโนคติเรื่องงานและพลังงานผ่านมาแล้ว ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนโดยรวมมีความไม่เข้าใจ มีความเข้าใจบางส่วนและแนวคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับมโนคติงานและพลังงาน หลังจากทดลองสอนโดยใช้เทคนิคการสอนของ Hesse นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงแนวคิดไปสู่ความเข้าใจสมบูรณ์ และเข้าใจเพียงบางส่วนเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปคือ เทคนิคการสอนของ Hesse สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนที่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับมโนคติวิทยาศาสตร์ มีแนวคิดที่ถูกต้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

น้ำค้าง จันเสริม (2551: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง งานและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธี Predict - Observe - Explain (POE) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 ได้พัฒนา มโนคติทางเลือกไปสู่มโนคติวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เกียรติมณี บำรุงไร่ (2553: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict - Observe - Explain (POE) ผลการพัฒนามโนคติพบว่า หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE นักเรียนได้พัฒนามโนคติทางเลือกไปสู่มโนคติวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 70

พินิตานันท์ วิเศษแก้ว (2553: บทคัดย่อ) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ POE ใช้รูปแบบการวิจัยแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผลการวิจัยพบว่าหลังเรียนโดยใช้การสอนแบบ POE นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นและมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนน้อยลง ก่อนเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 13.81 คะแนนความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 8.44 หลังเรียนมีคะแนนความเข้าใจมโนคติคิดเป็นร้อยละ 70.31 และคะแนนความเข้าใจมโนคติที่คลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 3.23

รุจิระ การ์ิสุข (2554: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาความเข้าใจเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ผลการพัฒนาความเข้าใจพบว่าหลังจากการใช้ชุดกิจกรรม POE ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น

ยศธร บันเทิง (2556: บทคัดย่อ) ได้ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE เพื่อพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการทดสอบด้วยสถิติค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน และ Normalized gain พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบ POE มีมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 จัดอยู่ใน ระดับสูง และจากการวิเคราะห์ความคาดหวังทางการเรียนพบว่า นักเรียนมีความคาดหวังทางการ เรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความก้าวหน้าของความคาดหวังที่ตรง กับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้นในระดับน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.24

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ

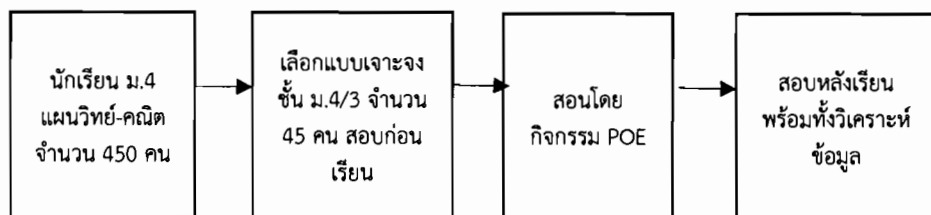
การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาโมเดล เรื่อง แรงเสียดทาน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพลผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างจากกลุ่มประชากรคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 30 โดยเป็นการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) จากห้องที่ผู้วิจัยได้รับผิดชอบทำการสอนจากทางโรงเรียน กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 45 คน นักเรียนชาย 28 คน นักเรียนหญิง 17 คน

3.2 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design เป็นการวิจัยที่ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว



3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

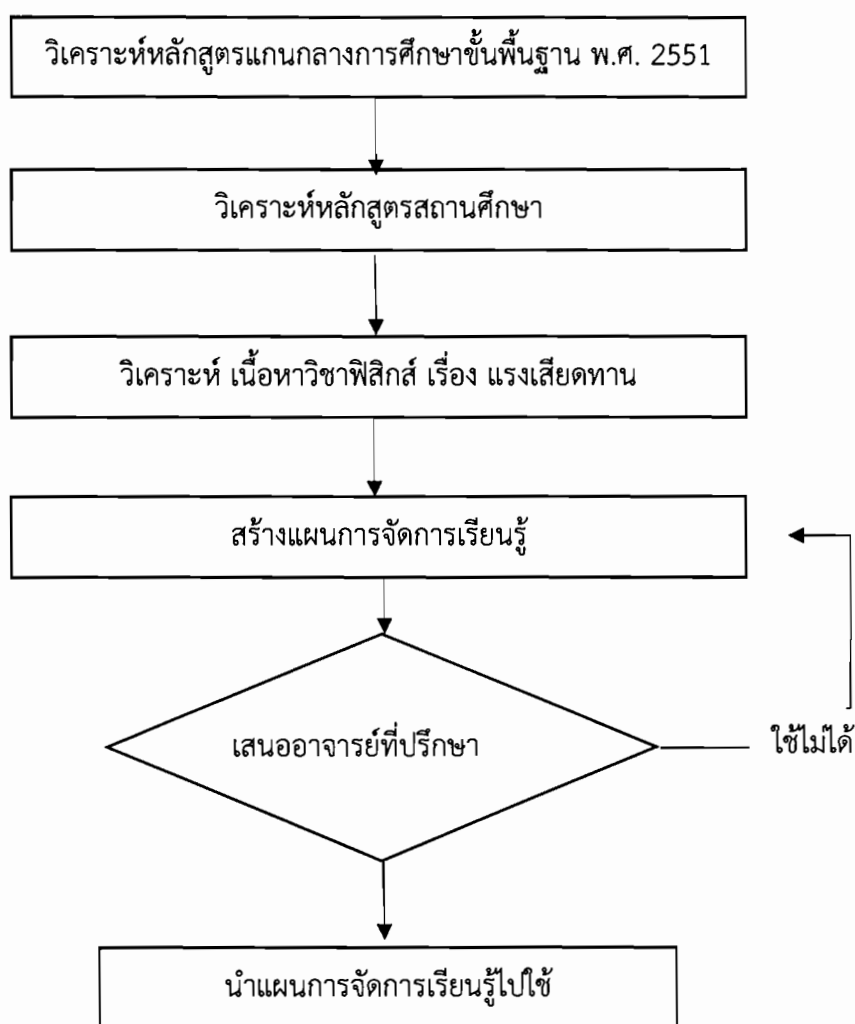
3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงเสียดทาน ผู้วิจัยได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ 3 แผน ตามมโนทัศน์ เรื่อง แรงเสียดทาน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยรูปแบบของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 แผน จะมีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดแผนการจัดการเรียนรู้

รายการ	เวลา (นาที)
<p>ขั้นทำนาย (Predict)</p> <p>ขั้นทำนายในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ จะมีสถานการณ์ให้ผู้เรียนทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากเหตุการณ์นั้น โดยสรุปเป็นคำทำนายของกลุ่มลงในใบกิจกรรมที่ผู้สอนเตรียมให้</p>	30
<p>ขั้นสังเกต (Observe)</p> <p>ขั้นสังเกตนี้ จะมีการทดลองเพื่อให้ผู้เรียนหาคำตอบว่าคำทำนายของกลุ่มตนเองถูกต้องหรือไม่</p>	40
<p>ขั้นอธิบาย (Explain)</p> <p>ผู้เรียนจะต้องเปรียบเทียบผลการทดลองในขั้นสังเกตกับขั้นทำนายของกลุ่มตนเอง ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร แล้วทั้งสองสรุปร่วมกัน เพื่อนำไปสู่สมมติทางวิทยาศาสตร์ของเรื่องนั้น ๆ</p>	30

ซึ่งขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ขอนำเสนอในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

3.3.1.2 ใบกิจกรรม POE

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบใบกิจกรรม POE ไว้จำนวน 3 กิจกรรม ซึ่งทั้ง 3 กิจกรรมก็แบ่งหัวข้อออกตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งในการออกแบบใบกิจกรรม POE นั้น ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ศึกษาโครงสร้างวิชา คำอธิบายรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงเสียดทาน ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรม POE หลังจากนั้นออกแบบใบกิจกรรม POE เรื่องแรงเสียดทาน จำนวน 3 กิจกรรม เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญเพื่อปรับปรุงแก้ไขส่วนที่บกพร่อง หลังจากนั้นผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะและดำเนินการจัดทำใบกิจกรรม POE เรื่องแรงเสียดทาน ใบกิจกรรมละ 9 ชุดตามจำนวนกลุ่มนักเรียน

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.2.1 แบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน

แบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก แบบให้เหตุผลประกอบ จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุมเรื่อง แรงเสียดทาน ตามมโนคติคือ


ตารางที่ 3.2 ข้อสอบในแบบทดสอบวัดมโนคติ แยกตามมโนคติ

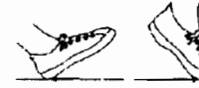
มโนคติ	ข้อที่
แรงเสียดทานสถิตย์	1, 2, 3, 5 และ 10
แรงเสียดทานจลน์	4, 6 และ 9
ทิศของแรงเสียดทาน	7 และ 8

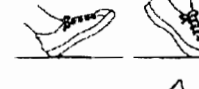
การจัดทำแบบทดสอบวัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทานครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ขอคำปรึกษาจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาเกี่ยวกับแบบวัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน เนื่องจากในหัวข้อ เรื่อง แรงเสียดทานนี้ยังไม่มีแบบวัดที่เป็นแบบวัดมาตรฐาน ดังนั้นแบบวัดมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทานที่อยู่ในงานวิจัยครั้งนี้ได้มาจาก งานวิจัยของต่างประเทศ ซึ่งเป็นงานวิจัยที่สำรวจมโนคติที่คลาดเคลื่อนของนักศึกษาเกี่ยวกับแรงเสียดทานและจากแบบทดสอบระดับชาติ (O-Net) ซึ่งถือว่าเป็นข้อสอบที่ได้มาตรฐานดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงไม่ได้ทำการหาค่ามาตรฐานของแบบทดสอบ แต่ข้อสอบได้ผ่านความเห็นจากที่ปรึกษาเรียบร้อยแล้ว

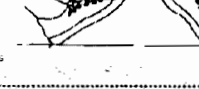
หลังจากนั้นส่งแบบวัดมโนคติให้อาจารย์ที่ปรึกษาได้ปรับแก้ในส่วนที่บกพร่องแล้วดำเนินการปรับแก้ตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ เมื่อปรับแก้ตามคำแนะนำเรียบร้อยแล้วขั้นต่อไปคือดำเนินการจัดทำแบบวัดมโนคติเพื่อทำการทดสอบก่อนเรียนต่อไป ในที่นี้ขอยกตัวอย่างแบบทดสอบที่อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้คำแนะนำ

7. รูปใดที่แสดงทิศทางของแรงเสียดทานที่กระทำบนเท้าของชายคนหนึ่ง ขณะที่เขากำลังเดิน

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

เหตุผล.....

๒ - wphy
18/1/2558 16:44:37

ปลูกศรตรงทางให้ชัดเจนกว่านี้ ไม่จำเป็นต้องติดกับเส้นแนวระดับ อาจเส้นลงมาเล็กน้อย เพื่อให้ดูชัดเจนขึ้น



ภาพที่ 3.2 คำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาในข้อบกพร่องของแบบวัดมโนคติ

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดมโนคติเรื่อง แรงเสียดทานซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบ จำนวน 10 ข้อ

3.4.2 ครูแนะนำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ว่านักเรียนแต่ละคนต้องมีหน้าที่อะไรบ้าง ในกลุ่มของตนเอง

3.4.3 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามใบกิจกรรม เรื่อง แรงเสียดทานที่กำหนดไว้ ให้ครบ ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้ (3 ใบกิจกรรม)

3.4.4 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดมโนคติเรื่องแรงเสียดทานซึ่งเป็นข้อสอบชุดเดียวกับ ทดสอบก่อนเรียน

3.4.5 ตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดมโนคติเรื่อง แรงเสียดทานโดยจัดทำตาราง ตามเกณฑ์การแบ่งระดับความเข้าใจมโนคติของ Westbrook and Marek (Mungsing, 1993; อ้างอิง จาก Westbrook and Marek, 1991 และ 1992) ดังนี้

3.4.5.1 ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึงคำตอบ ของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิดให้ 3 คะแนน

3.4.5.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วนให้ 2 คะแนน

3.4.5.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกต้องบางส่วนแต่บางส่วนแสดง ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนให้ 1 คะแนน

3.4.5.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึงคำตอบ ของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

3.4.5.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนไม่ ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

3.4.5.6 จัดกลุ่มนักเรียนก่อนเรียนตามระดับความเข้าใจมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน ในทุกข้อแบบวัดมโนคติ

3.4.5.7 วิเคราะห์ผลการทดลอง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดมโนติก่อนเรียนเรื่อง แรงเสียดทาน มาวิเคราะห์เพื่อจัดระดับความ เข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียน และให้คะแนนคำตอบของนักเรียนเพื่อเป็น ตัวเลขในการนำไปวิเคราะห์ในเชิงสถิติ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE และทดสอบแบบวัด มโนคติ เรื่อง แรงเสียดทานฉบับเดิม จัดระดับความเข้าใจมโนคติเช่นเดิม และให้คะแนนคำตอบของ นักเรียนพร้อมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติ แล้วเปรียบเทียบการพัฒนาระดับความเข้าใจมโนคติทาง วิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทานของนักเรียน

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้การทดสอบค่า t (t-test) สำหรับข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน คือผู้วิจัยต้องการทดสอบนักเรียนกลุ่มหนึ่งโดยการทดสอบก่อนเรียนเทียบกับการทดสอบหลังเรียน โดยเทียบผลการพัฒนาโมเดลทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน โดยทดสอบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 2010 โดยเลือกข้อมูล > data analysis > t – test: Paired Two Sampling for Means

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัย เรื่องการพัฒนามโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลความเข้าใจมโนติก่อนเรียนและ หลังเรียน โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ดังนั้นผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลตาม ประเด็นดังนี้

- (1) ผลสำรวจมโนติก่อนเรียน
- (2) ผลการพัฒนาความเข้าใจมโนติ
 - (2.1) ผลการทดสอบความเข้าใจมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน
 - (2.2) ผลการพัฒนามโนติรายข้อ
 - (2.3) ค่าความก้าวหน้าทางการเรียน (Normalized Gains)
 - (2.4) กิจกรรมการเรียนรู้ POE
- (3) การอภิปรายผลการทดลอง

4.1 ผลการสำรวจมโนติที่คลาดเคลื่อนก่อนเรียน

จากวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 เพื่อสำรวจมโนติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทานของ นักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความเข้าใจมโนติเรื่อง แรงเสียดทาน โดยใช้แบบวัดมโนติแบบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบ จำนวน 10 ข้อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการ สสำรวจเป็นดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ซึ่งสัญลักษณ์ในตารางที่ 1 มีความหมาย คือ

4.1.1 ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึงคำตอบของนักเรียน ถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด

4.1.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึงคำตอบของ นักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน

4.1.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึงคำตอบของนักเรียนถูกบางส่วนแต่บางส่วนแสดง ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

4.1.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึงคำตอบของนักเรียน แสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด

4.1.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึงคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถาม หรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

ในการจัดกลุ่มระดับความเข้าใจในมโนคติจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (NU+AC+PS) และความเข้าใจในมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (PU+CU) ดังนั้น มโนคติของนักเรียนก่อนเรียนสรุปได้ดังตารางที่ 4.1 ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการสำรวจมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน ก่อนเรียน

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (คน)			จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (คน)	
	NU	AC	PS	PU	CU
1	0	1	17	27	0
2	4	14	14	13	0
3	6	29	8	2	0
4	2	19	22	2	0
5	1	22	22	0	0
6	5	17	21	2	0
7	3	28	13	1	0
8	6	39	0	0	0
9	6	20	12	7	0
10	4	22	19	0	0

จากตารางที่ 4.1 พบว่าก่อนเรียน นักเรียนมีความเข้าใจมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน อยู่ในระดับตั้งแต่ความไม่เข้าใจ (NU) จนถึงระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) จะพบว่าก่อนเรียนไม่มีนักเรียนที่เข้าใจในมโนคติอย่างสมบูรณ์

ตารางที่ 4.2 มโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง แรงเสียดทาน

ที่	มโนคติที่คลาดเคลื่อน
1	วัตถุอยู่นิ่ง จะไม่เกิดแรงเสียดทาน
2	ออกแรงดึงวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่ขนาดของแรงเสียดทานเป็นศูนย์
3	ออกแรงดึงวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่แสดงว่าขนาดของแรงเสียดทานมีค่ามากกว่าขนาดของแรงดึง
4	ขนาดแรงเสียดทานสถิตมีค่าเดียวและขนาดของแรงเสียดทานจลน์มีหลายค่าขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดึง
5	ถ้าขนาดของแรงดึงน้อยกว่าขนาดน้ำหนักของวัตถุ ก้อนจะไม่เคลื่อนที่
6	ขนาดของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นบนพื้นราบกับพื้นเอียงมีขนาดเท่ากันเสมอ
7	วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (ความเร่งเป็นศูนย์) ขนาดของแรงเสียดทานเป็นศูนย์
8	ทิศทางของแรงเสียดทานจะตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ
9	ขนาดของแรงเสียดทานมีค่าเท่ากับขนาดน้ำหนักของวัตถุ

4.2 ผลการพัฒนาความเข้าใจมโนคติ

4.2.1 ผลการทดสอบความเข้าใจมโนติก่อนเรียนและหลังเรียน

หลังจากที่ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ POE ครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับก่อนเรียน ในการทดสอบความเข้าใจมโนคติหลังเรียนโดยผลการวิจัยมีดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ก่อนเรียน และหลังเรียน POE

ผลการทดสอบ	คะแนนเต็ม	ผลการทดสอบความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์			
		\bar{X}	SD	t	Sig.
ก่อนเรียน	30	5.91	2.02	55.13*	<.05
หลังเรียน	30	23.04	1.38		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่าหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนที่ทำแบบวัดมโนคติมีคะแนนสูงขึ้น โดยก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 5.91 หลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 23.04 ส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จะมีค่าลดลงจากก่อนเรียน 2.02 เป็น 1.38 จะเห็นว่านักเรียนมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการพัฒนาความเข้าใจโมดิต่างวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน ก่อนเรียน และหลังเรียน

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจโมดิตคลาดเคลื่อน (คน)						จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจโมดิต่างวิทยาศาสตร์ (คน)			
	NU		AC		PS		PU		CU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	0	0	1	0	17	0	27	36	0	9
2	4	0	14	0	14	0	13	16	0	29
3	6	0	29	0	8	0	2	14	0	31
4	2	0	19	0	22	0	2	26	0	19
5	1	0	22	0	22	0	0	40	0	5
6	5	0	17	0	21	4	2	37	0	4
7	3	0	28	0	13	0	1	28	0	17
8	6	0	39	0	0	2	0	43	0	0
9	6	0	20	0	12	0	7	29	0	16
10	4	0	22	0	19	0	0	31	0	14

จากตารางที่ 4.4 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีระดับความเข้าใจโมดิต่างวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับตั้งแต่ ความไม่เข้าใจ (NU) จนถึงระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหา เรื่อง แรงเสียดทาน โดยวิธี POE พบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจโมดิตเพิ่มขึ้น และจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจโมดิตคลาดเคลื่อน มีจำนวนลดลง

4.2.2 ผลการพัฒนามโนดิตรายข้อ

ผู้วิจัยจะขอนำเสนอ ตัวอย่างผลการพัฒนามโนดิตรายข้อ ตามมโนดิต ดังนี้
มโนดิตข้อที่ 1 แรงเสียดทานสถิตย์

ข้อที่ 1 กล่องมวล 10 กิโลกรัม วางนิ่งอยู่บนพื้นราบฝืด แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับกล่องมีค่าเท่าไร

ก. 10 นิวตัน มีทิศด้านขวา

ข. 10 นิวตัน มีทิศด้านซ้าย

ค. 5 นิวตันมีทิศด้านซ้าย

ง. 0 นิวตัน

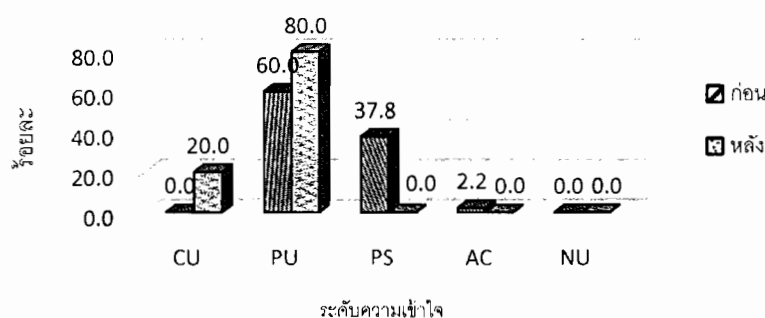
เหตุผล.....

มโนมติที่สมบูรณ์: ง. เพราะ ถ้าวัตถุอยู่นิ่งบนพื้นผิวด แล้วไม่มีแรงภายนอกที่มีทิศขนานกับผิวสัมผัสมากระทำกับวัตถุ ขนาดของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสเป็นศูนย์

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 1

ผลการทดสอบ	จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติคลาดเคลื่อน (คน)						จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (คน)			
	NU		AC		PS		PU		CU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความถี่	0	0	1	0	17	0	27	36	0	9
ร้อยละ	0.0	0.0	2.2	0.0	37.8	0.0	60.0	80.0	0.0	20.0

กราฟเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 1



ภาพที่ 4.1 การเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 1

จากตารางที่ 4.5 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนมติอยู่ในระดับ ความเข้าใจคลาดเคลื่อน (AC) จนถึงระดับ ความเข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะไม่พบระดับความเข้าใจความไม่เข้าใจ (NU) และระดับความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU)

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่า มีนักเรียนจำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 20 มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) และมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจำนวน 27 คนคิดเป็นร้อยละ 60 เพิ่มขึ้นเป็น 36 คน คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งหลังเรียนจะพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในมโนมติเรื่องแรงเสียดทาน (NU+AC+PS)

ข้อที่ 2 ออกแรงดึง 5 นิวตัน ดึงกล่องไปทางขวา โดยกล่องยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร



- ก. 10 นิวตัน มีทิศทางขวา
- ข. 10 นิวตัน มีทิศทางซ้าย
- ค. 5 นิวตันมีทิศด้านซ้าย
- ง. 0 นิวตัน

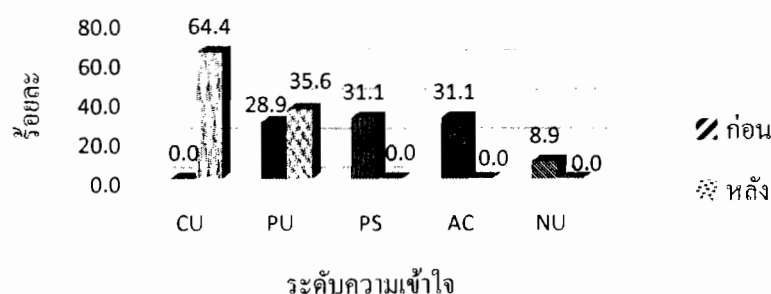
เหตุผล.....

มโนมติที่สมบูรณ์: ค. เพราะ ขนาดของแรงเสียดทานสถิตมีค่าเท่ากับขนาดของแรงดึงในทิศขนานผิวสัมผัส มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์มโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 2

ผลการทดสอบ	จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติคลาดเคลื่อน (คน)						จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์(คน)			
	NU		AC		PS		PU		CU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความถี่	4	0	14	0	14	0	13	16	0	29
ร้อยละ	8.9	0.0	31.1	0.0	31.1	0.0	28.9	35.6	0.0	64.4

กราฟเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 2



ภาพที่ 4.2 การเปรียบเทียบมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 2

จากตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์หมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 2 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจหมโนมตอยู่ในระดับความไม่เข้าใจ (NU) จนถึงระดับ ความเข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจสมบูรณ์ (CU)

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่า มีนักเรียนจำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 64.4 มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) และมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจำนวน 13 คนคิดเป็นร้อยละ 28.9 เพิ่มขึ้นเป็น 16 คน คิดเป็นร้อยละ 35.6 ซึ่งหลังเรียนจะพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในหมโนมตเรื่องแรงเสียดทาน (NU+AC+PS)

ข้อที่ 3 ออกแรงดึง 10 นิวตัน ดึงกล่องไปทางขวา ปรากฏว่ากล่องเริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร



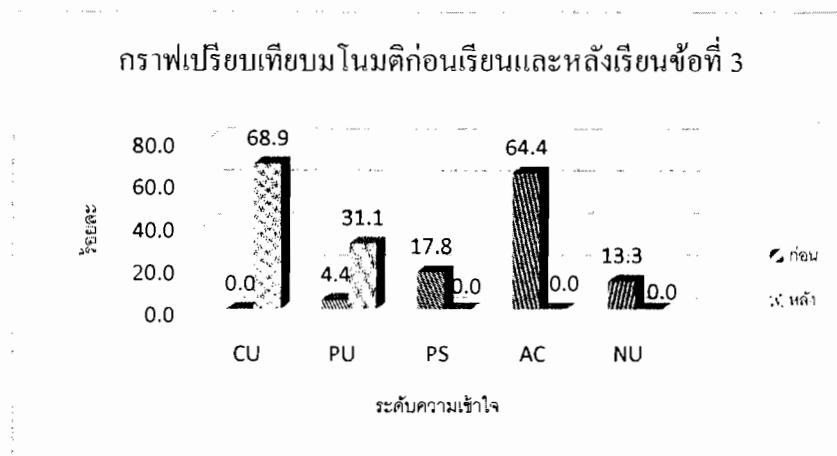
- ก. 10 นิวตัน มีทิศทางขวา
- ข. 10 นิวตัน มีทิศทางซ้าย
- ค. 5 นิวตันมีทิศด้านซ้าย
- ง. 0 นิวตัน

เหตุผล.....

หมโนมตที่สมบูรณ์: ค. เพราะ ขนาดของแรงเสียดทานสถิตมีค่าเท่ากับขนาดของแรงดึงในทิศขนานผิวสัมผัส มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์หมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 3

ผลการทดสอบ	จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจหมโนมตคลาดเคลื่อน (คน)						จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจหมโนมตทางวิทยาศาสตร์ (คน)			
	NU		AC		PS		PU		CU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความถี่	6	0	29	0	8	0	2	14	0	31
ร้อยละ	13.3	0.0	64.4	0.0	17.8	0.0	4.4	31.1	0.0	68.9



ภาพที่ 4.3 การเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 3

จากตารางที่ 4.7 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนคติอยู่ในระดับความไม่เข้าใจ (NU) จนถึงระดับ ความเข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจสมบูรณ์ (CU)

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่า มีนักเรียนจำนวน 31 คน คิดเป็นร้อยละ 68.9 มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) และมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจำนวน 2 คนคิดเป็นร้อยละ 4.4 เพิ่มขึ้นเป็น 14 คน คิดเป็นร้อยละ 31.1 ซึ่งหลังเรียนจะพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในมโนคติเรื่องแรงเสียดทาน (NU+AC+PS)

มโนคติข้อที่ 2 แรงเสียดทานจลน์

ข้อที่ 4 ออกแรงดึง 20 นิวตัน ดึงกล่องไปทางขวา ปรากฏว่ากล่องเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร



- ก. 10 นิวตัน มีทิศทางขวา
- ข. 20 นิวตัน มีทิศทางซ้าย
- ค. น้อยกว่า 10 นิวตัน มีทิศทางซ้าย
- ง. 0 นิวตัน

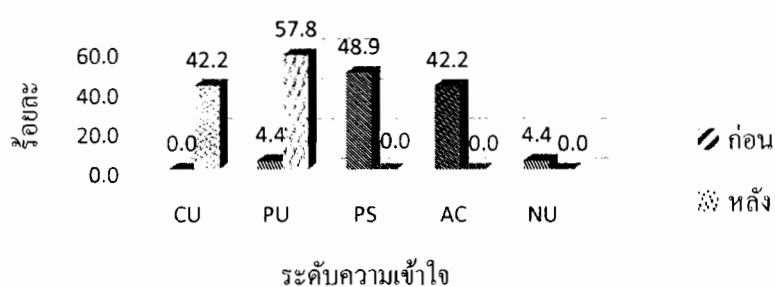
เหตุผล.....

มโนคติที่สมบูรณ์: ค. เพราะ ผิวสัมผัสคู่หนึ่ง ขนาดแรงเสียดทานจลน์จะมีค่าน้อยกว่าแรงเสียดทานสถิตย์สูงสุดเสมอ

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์หมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 4

ผลการทดสอบ	จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจหมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 4						จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจหมโนมติทางวิทยาศาสตร์ (คน)			
	NU		AC		PS		PU		CU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความถี่	2	0	19	0	22	0	2	26	0	19
ร้อยละ	4.4	0.0	42.2	0.0	48.9	0.0	4.4	57.8	0.0	42.2

กราฟเปรียบเทียบหมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 4



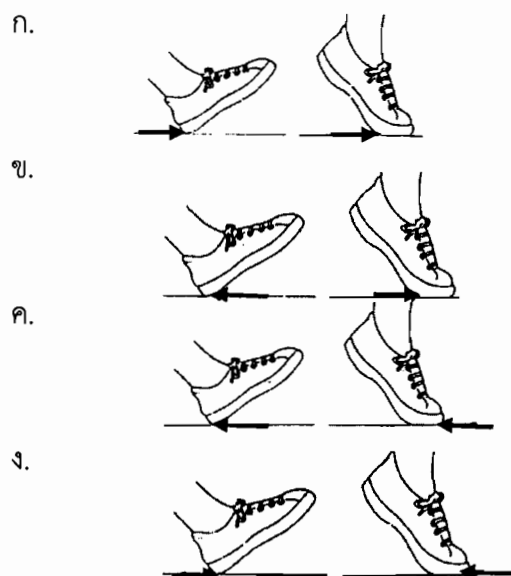
ภาพที่ 4.4 การเปรียบเทียบหมโนมติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 4

จากตารางที่ 4.8 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจหมโนมติอยู่ในระดับความไม่เข้าใจ (NU) จนถึงระดับ ความเข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจสมบูรณ์ (CU)

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่า มีนักเรียนจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 42.2 มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) และมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจำนวน 2 คนคิดเป็นร้อยละ 4.4 เพิ่มขึ้นเป็น 26 คน คิดเป็นร้อยละ 57.8 ซึ่งหลังเรียนจะพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในหมโนมติเรื่องแรงเสียดทาน (NU+AC+PS)

มโนคติข้อที่ 3 ทิศของแรงเสียดทาน

ข้อที่ 7 รูปใดที่แสดงทิศทางของแรงเสียดทานที่กระทำบนเท้าของชายคนหนึ่ง ขณะที่เขากำลังเดิน

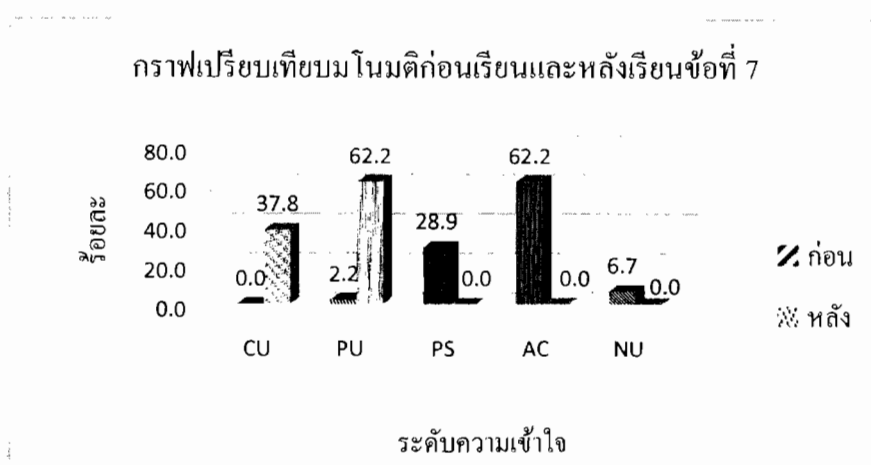


เหตุผล.....

มโนคติที่สมบูรณ์: ข. เพราะ ทิศของแรงเสียดทาน มีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุกับผิวสัมผัส
ทิศของแรงเสียดทานที่ส้นเท้าจึงสวนไปด้านหลัง และแรงเสียดทานที่ปลายเท้าจึงมีทิศดันไปข้างหน้า

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์มโนติก่อนเรียนและหลังเรียน ข้อที่ 7

ผลการทดสอบ	จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติคลาดเคลื่อน (คน)						จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (คน)			
	NU		AC		PS		PU		CU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความถี่	3	0	28	0	13	0	1	28	0	17
ร้อยละ	6.7	0.0	62.2	0.0	28.9	0.0	2.2	62.2	0.0	37.8



ภาพที่ 4.5 การเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 7

จากตารางที่ 4.9 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจมโนคติอยู่ในระดับความไม่เข้าใจ (NU) จนถึงระดับ ความเข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) และไม่พบนักเรียนที่มีความเข้าใจสมบูรณ์ (CU)

หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE พบว่า มีนักเรียนจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 37.8 มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) และมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจระดับ ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) เพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนจำนวน 1 คนคิดเป็นร้อยละ 2.2 เพิ่มขึ้นเป็น 28 คน คิดเป็นร้อยละ 62.2 ซึ่งหลังเรียนจะพบว่า ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในมโนคติเรื่องแรงเสียดทาน (NU+AC+PS)

4.2.3 ความก้าวหน้าทางการเรียน

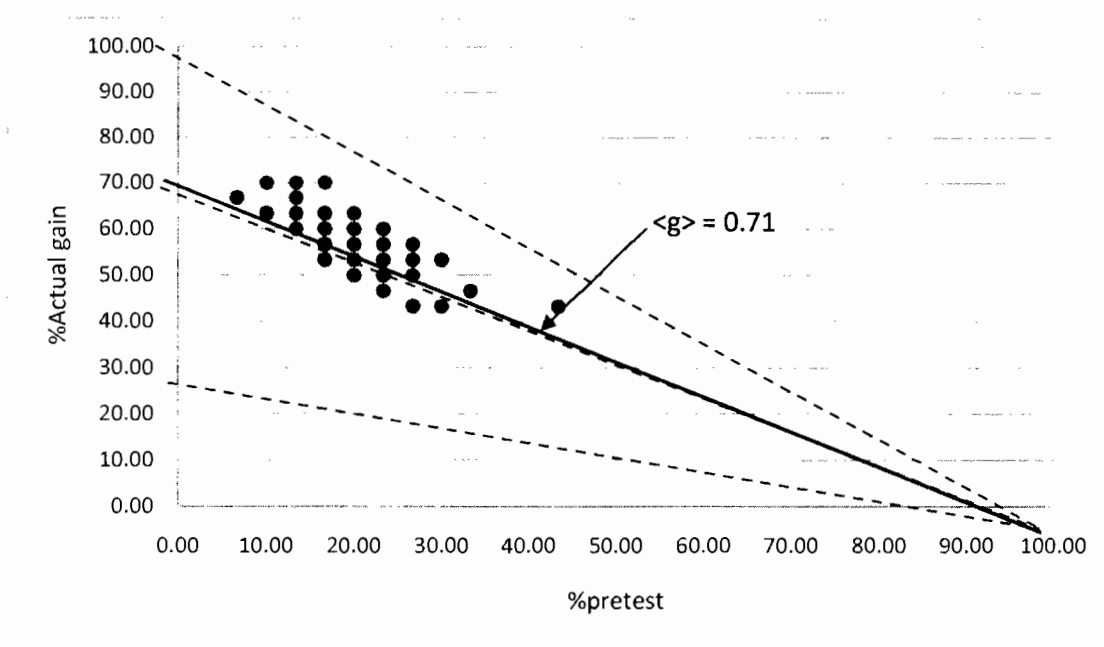
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE โดยใช้แบบวัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อซึ่งจะแยกการวิเคราะห์ออกดังนี้

4.2.3.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้น

เมื่อนำคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE มาวิเคราะห์โดยวิธี Normalized gain ได้ผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ร้อยละคะแนนก่อนเรียน หลังเรียนและค่า Normalized gain

pretest (%)	posttest (%)	Actual gain (%)	Maximum possible gain (%)	Normalized gain <g>
19.70	76.81	57.11	81.30	0.71



ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง %Actual gain และ %pretest ของนักเรียนทั้งชั้นหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE

จากตารางที่ 4.10 จะเห็นว่าหลังจากนักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนของนักเรียนซึ่งทดสอบโดยใช้แบบวัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน ชุดเดิมกับตอนก่อนเรียน พบว่ามีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนเพิ่มสูงขึ้น เมื่อหาค่า Normalized gain เฉลี่ยจะได้ค่า 0.71 อยู่ในระดับ High gain และพบว่ามึนักเรียนจำนวน 26 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ High gain คิดเป็นร้อยละ 58 และอีกจำนวน 19 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ Medium gain คิดเป็นร้อยละ 42

4.2.3.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ

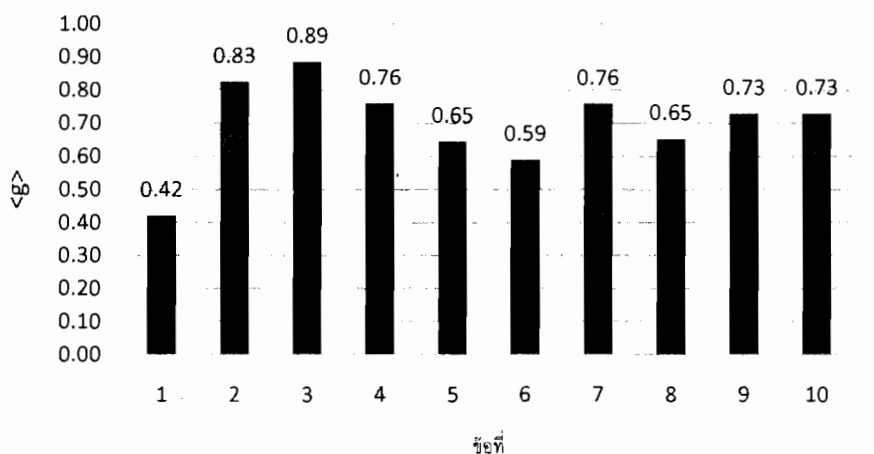
เมื่อนำแบบวัดมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทานมาวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ จะได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.11 ร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ

ข้อที่	%pretest	%posttest	%Actual gain	%Maximum gain	$\langle g \rangle$	ระดับ gain
1	52.67	72.67	20.00	47.33	0.42	Medium
2	31.00	88.00	57.00	69.00	0.83	High
3	9.00	89.67	80.67	91.00	0.89	High
4	19.33	80.67	61.33	80.67	0.76	High

ตารางที่ 4.11 ร้อยละความก้าวหน้าทางการเรียนรายข้อ (ต่อ)

ข้อที่	%pretest	%posttest	%Actual gain	%Maximum gain	<g>	ระดับ gain
5	16.33	70.33	54.00	83.67	0.65	Medium
6	18.67	66.67	48.00	81.33	0.59	Medium
7	14.00	79.33	65.33	86.00	0.76	High
8	0.00	65.33	65.33	100.00	0.65	Medium
9	21.33	78.67	57.33	78.67	0.73	High
10	14.67	77.00	62.33	85.33	0.73	High




ภาพที่ 4.7 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ

จากตารางที่ 4.11 และ ภาพที่ 4.7 จะเห็นว่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของแบบวัดชนิดนี้แต่ละข้อก็จะแตกต่างกันออกไป ซึ่งทั้ง 10 ข้อ จะมีแบบวัดชนิดนี้จำนวน 6 ข้อที่มีระดับคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับ High gain คือข้อ 2 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.83, ข้อ 3 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.89, ข้อ 4 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.76, ข้อ 7 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.76, ข้อ 9 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 และข้อ 10 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.73

แบบวัดมโนคติข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับ Medium gain มีจำนวน 4 ข้อ คือ ข้อ 1 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.42, ข้อ 5 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.65, ข้อ 6 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 และ ข้อ 8 มีค่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.65

จากตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.7 ก็จะพบว่า ข้อสอบข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงที่สุดก็คือ ข้อ 3 ซึ่งมีค่าคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.89

3. ออกแรงดึง 10 นิวตัน ดึงกล่องไปทางขวา ปรากฏว่ากล่องเริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร



ก. 10 นิวตัน มีทิศทางขวา
ข. 10 นิวตัน มีทิศทางซ้าย
ค. 5 นิวตัน มีทิศด้านซ้าย
ง. 0 นิวตัน

เหตุผล.....

ภาพที่ 4.8 แบบวัดมโนคติข้อที่ 3

ซึ่งก็จะสอดคล้องกับการวิเคราะห์ระดับความเข้าใจมโนคติตามเกณฑ์ของ Westbrook and Marek ในข้อที่ 3 นี้ตามตารางที่ 4.7


ผลการทดสอบ	จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (คน)						จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์(คน)			
	NU		AC		PS		PU		CU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความถี่	6	0	29	0	8	0	2	14	0	31
ร้อยละ	13.3	0.0	64.4	0.0	17.8	0.0	4.4	31.1	0.0	68.9

จะพบว่าก่อนเรียนมีนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์เพียง 2 คน ซึ่งเป็นความเข้าใจในระดับเข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (เท่านั้น) แต่หลังจากที่นักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE นักเรียนจะมีความเข้าใจมโนคติของข้อนี้เพิ่มมากขึ้น จากก่อนเรียน

ไม่มีนักเรียนที่มีความเข้าใจสมบูรณ์ (CU) ก็เพิ่มขึ้นเป็น 31 คน และอีกเหตุผล ที่ข้อสอบข้อนี้มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นก็น่าจะมาจาก ลักษณะของข้อสอบข้อนี้จะคล้ายกับใบกิจกรรมที่นักเรียนทำในชั้นเรียน จึงอาจจะมีผลทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในโมเมนต์ข้อนี้มากขึ้นด้วย

ส่วนข้อสอบข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยน้อยที่สุดก็คือข้อ 1 ซึ่งมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.42

1. กล้องมวล 10 กิโลกรัม วางนิ่งอยู่บนพื้นราบผืด แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับกล้องมีค่าเท่าไร



10 kg

ก. 10 นิวตัน มีทิศด้านขวา
 ข. 10 นิวตัน มีทิศด้านซ้าย
 ค. 5 นิวตัน มีทิศด้านซ้าย
 ง. 0 นิวตัน

เหตุผล.....

ภาพที่ 4.9 แบบวัดมโนมติข้อที่ 1

ซึ่งถ้าพิจารณาข้อมูลจากตารางที่ 4.5

ผลการทดสอบ	จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อน (คน)						จำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์(คน)			
	NU		AC		PS		PU		CU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ความถี่	0	0	1	0	17	0	27	36	0	9
ร้อยละ	0.0	0.0	2.2	0.0	37.8	0.0	60.0	80.0	0.0	20.0

จะพบว่าก่อนเรียนมีทั้งเรียนจำนวน 27 มีระดับความเข้าใจมโนมติข้อนี้อยู่ในระดับ เข้าใจถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ซึ่งถือว่าเป็นระดับความเข้าใจที่ค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงทำการสัมภาษณ์นักเรียนบางคนที่มีระดับความเข้าใจนี้อย่างไม่เป็นทางการ นักเรียนที่ทำการสัมภาษณ์ส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า นักเรียนเคยเรียนผ่านมาแล้วในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมีนักเรียนบางคนให้เหตุผลว่าผ่านการเรียนพิเศษมาแล้ว ดังนั้นเหตุผลนี้จึงส่งผลให้คะแนนค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยในข้อนี้มีค่าน้อยกว่าข้ออื่น ๆ เพราะนักเรียนส่วนใหญ่มีฐานความรู้เดิม

4.2.3.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายมโนมติ

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายมโนมติ คือ แรงเสียดทานสถิต แรงเสียดทานจลน์ และทิศของแรงเสียดทาน ผลการพัฒนาเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.12 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายมโนมติของนักเรียน

มโนมติ	%Pretest	%Posttest	%Actual gain	%Maximum Possible gain	<g>
แรงเสียดทานสถิต	24.73	79.53	54.80	75.27	0.70
แรงเสียดทานจลน์	19.78	75.33	55.56	80.22	0.69
ทิศแรงเสียดทาน	7.00	72.33	65.33	93.00	0.71

จากตารางที่ 4.12 พบว่าค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียน แต่ละแนวมโนมติ จะมีค่าแตกต่างกันออกไป ดังนี้ มโนมติเรื่องทิศแรงเสียดทานมีค่ามากที่สุดคือ $\langle g \rangle = 0.71$ อยู่ในระดับ High gain มโนมติเรื่องแรงเสียดทานสถิต $\langle g \rangle = 0.70$ อยู่ในระดับ High gain และมโนมติเรื่องแรงเสียดทานจลน์ $\langle g \rangle = 0.69$ อยู่ในระดับ Medium gain

4.2.4 กิจกรรมการเรียนรู้ POE

ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE เรื่อง แรงเสียดทานผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละ 2 ชั่วโมง ซึ่งการพัฒนากิจกรรมแต่ละกิจกรรมนั้น ได้ผ่านการพิจารณาจากท่านผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งก็คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม ทิพรราช โดยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้วิจัยใช้กระบวนการการเรียนรู้แบบกลุ่ม ได้ทำการจัดกลุ่มผู้เรียนแต่ละกลุ่มประกอบด้วย เก่ง กลาง อ่อน พิจารณาตามผลการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน (ว 31111) ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สอนแบ่งออกเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ซึ่งรายละเอียดแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ขนาดของแรงเสียดทาน

ขั้นทำนาย (Predict) ในขั้นนี้ผู้วิจัยมีสถานการณ์ให้ผู้เรียนทำนายผลที่เกิดขึ้น
 2 สถานการณ์ ซึ่งในขั้นการทำนายนี้ สมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยกันระดมสมองพิจารณาสถานการณ์แต่ละสถานการณ์ แล้วสรุปเป็นคำทำนายของกลุ่มตนเองให้ครบทั้ง 2 สถานการณ์ หลังจากนั้นผู้สอนก็จะสุ่มบางกลุ่มเพื่อนำเสนอคำทำนายของกลุ่มตนเองในแต่ละสถานการณ์ แล้วร่วมกันอภิปรายทั้งห้องว่ามีกลุ่มใดที่คำทำนายแตกต่างไปจากกลุ่มอื่นบ้าง

ตัวอย่างการทำนาย (Predict)

สถานการณ์		แรงเสียดทาน		เหตุผล
		มี	ไม่มี	
1. ผู้ใช้เท้าดึงมีงาอยู่กึ่งพื้น		✓		ถ้าไม่มีแรงเสียดทานผู้เดินจะล้มเพราะไม่มีแรงเสียดทาน
2. ออกแรง F_1 ผลักผู้เสียดทานแต่ผู้เสียดทานไม่เคลื่อนที่			✓	แรงที่ออก น้อยกว่าแรงเสียดทาน

ภาพที่ 4.10 ตัวอย่างการทำนายผลของนักเรียน

ขั้นสังเกต (Observe) กิจกรรมในขั้นนี้จะสอดคล้องกับสถานการณ์ในขั้นทำนายก็คือ ให้ผู้เรียนใช้ตาชั่งสปริงลากถุงทรายตามใบกิจกรรมที่กำหนดให้ โดยมีพื้นผิวสัมผัสให้นักเรียนเปลี่ยน 2 ชนิด คือ ไม้ และฟิวเจอร์บอร์ด โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ตอน โดยตอนที่ 1 นักเรียนจะทดลองบนพื้นราบ ส่วนตอนที่ 2 ทดลองบนพื้นเอียง เมื่อทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปเป็นข้อสรุปของกลุ่มตนเอง

ขั้นอธิบาย (Explain) ขั้นนี้นักเรียนในกลุ่มต้องระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ว่าจากผลการทดลองและการทำนายของนักเรียนเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตัวอย่างการอธิบาย (Explain)

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งที่นักเรียนทำนายก่อนทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

ผลของการทดลอง ทั้ง 2 ครั้ง คือ สิ่งที่ทำนายเกี่ยวกับผลการทดลอง
 1. เมื่อทดลองบนพื้นราบพบว่า เมื่อใช้พื้นผิวสัมผัสไม้ ถุงทรายจะเคลื่อนที่ช้ากว่าเมื่อใช้พื้นผิวสัมผัสฟิวเจอร์บอร์ด
 2. เมื่อทดลองบนพื้นเอียงพบว่า เมื่อใช้พื้นผิวสัมผัสไม้ ถุงทรายจะเคลื่อนที่เร็วขึ้นกว่าเมื่อใช้พื้นผิวสัมผัสฟิวเจอร์บอร์ด

ภาพที่ 4.13 ตัวอย่างการอธิบายของนักเรียน

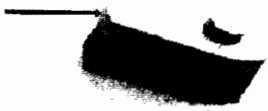
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ทิศของแรงเสียดทาน

ขั้นทำนาย (Predict) ในขั้นนี้ผู้วิจัยมีสถานการณ์ให้ผู้เรียนทำนายผลที่เกิดขึ้น 3 สถานการณ์ ซึ่งแต่ละเหตุการณ์เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุที่แตกต่างกัน นักเรียนต้องเขียนลูกศรที่แสดงถึงทิศทางของแรงเสียดทานในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งในขั้นการทำนายนี้ สมาชิกในกลุ่มจะต้องช่วยกันระดมสมองพิจารณาสถานการณ์แต่ละสถานการณ์ แล้วสรุปเป็นคำทำนายของกลุ่มตนเองให้ครบทั้ง 3 สถานการณ์ หลังจากนั้นผู้สอนก็จะสุ่มบางกลุ่มเพื่อนำเสนอคำทำนายของกลุ่มตนเองในแต่ละสถานการณ์ แล้วร่วมกันอภิปรายทั้งห้องว่า มีกลุ่มใดที่คำทำนายแตกต่างไปจากกลุ่มอื่นบ้าง

ตัวอย่างการทำนาย (Predict)

การทำนายผลก่อนการทดลอง (Predict)

ให้นักเรียนเขียนลูกศรที่แสดงถึงทิศทางของแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ลงในรูปพร้อมทั้งแสดงเหตุผล

สถานการณ์	เหตุผล
 <p>ออกแรง F ผลักแปร่งให้เคลื่อนที่ไปทางขวา</p>	<p>← แรงเสียดทาน</p> <p>เพราะ มีแรงเสียดทานที่ขัดขวางการเคลื่อนที่</p>

ภาพที่ 4.14 ตัวอย่างการทำนายของนักเรียน

ขั้นสังเกต (Observe) กิจกรรมในขั้นนี้จะสอดคล้องกับสถานการณ์ในขั้นทำนายก็คือ ให้ผู้เรียนใช้ชนแปรงที่ครูเตรียมให้ทำการทดลองตามใบกิจกรรม แล้วสังเกตลักษณะของชนว่ามีลักษณะอย่างไร ซึ่งทิศทางของชนแปรงก็แสดงถึงทิศของแรงเสียดทาน เมื่อทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสรุปเป็นข้อสรุปของกลุ่มตนเอง

ขั้นอธิบาย (Explain) ขั้นนี้นักเรียนในกลุ่มต้องระดมสมองเพื่อวิเคราะห์ว่าจากผลการทดลองและการทำนายของนักเรียนเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ตัวอย่างการอธิบาย



ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างการอธิบายของนักเรียน

4.3 การอภิปรายผลการทดลอง

4.3.1 ผลสำรวจมโนคติก่อนเรียน

จากผลการสำรวจมโนคติเรื่องแรงเสียดทาน โดยใช้แบบวัดมโนคติเรื่อง แรงเสียดทาน ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก พร้อมให้เหตุผลประกอบจำนวน 10 ข้อ ผลการสำรวจพบว่า นักเรียนมีมโนคติที่คลาดเคลื่อนจำนวน 9 มโนคติ ดังที่แสดงไว้แล้วในตารางที่ 4.2 มโนคติที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ ออกแรงดึงวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อน แสดงว่าขนาดของแรงเสียดทานเป็นศูนย์ ผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขมโนคติที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้ โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศรีรักษา ภาคภูมิ (2554) ที่แก้ไขมโนคติก่อนเรียน เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 31 มโนคติ โดยใช้วิธี POE ในรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ น้ำค้าง จันเสริม (2551) ที่ทำการแก้มโนคติทางเลือกในเรื่อง งานพลังงาน จำนวน 28 มโนคติ ใน 6 มโนคติหลัก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงตีความ ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนในมโนคติเรื่อง แรงเสียดทาน อาจเกิดจากการที่นักเรียนมีความรู้เดิมที่คลาดเคลื่อนและไม่ยอมเปลี่ยนแปลงมโนคติที่ถูกต้อง หรือนักเรียนนำประสบการณ์ในชีวิตประจำวันมาตอบแบบทดสอบโดยไม่ได้นึกถึงแนวคิดว่าวิทยาศาสตร์ใด ๆ

4.3.2 ผลการพัฒนาความเข้าใจมโนคติ

ผลการพัฒนาความเข้าใจมโนคติ เรื่อง แรงเสียดทาน พบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.91 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.02 และเมื่อใช้เกณฑ์การแบ่งระดับความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ของ Westbrook and Marek จัดกลุ่มระดับความเข้าใจมโนคติของนักเรียนพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนมีระดับความเข้าใจตั้งแต่ระดับความไม่เข้าใจ (NU) ถึงระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) หลังจากนักเรียนผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 23.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.38 ค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน

(dependent sample t - test) มีค่าเท่ากับ 55.13* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อใช้การประเมินแบบ Normalized gain มาวิเคราะห์ก็จะพบว่า รายชั้นเรียนมีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย $\langle g \rangle = 0.71$ อยู่ในระดับ High gain และมีระดับความเข้าใจที่พัฒนาขึ้น โดยไม่มีระดับความเข้าใจ NU ในหลังจากจัดกิจกรรม POE และมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) เพิ่มขึ้นในแต่ละมโนคติ

จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบ POE สามารถที่จะพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ได้จริง เพราะว่า การจัดกิจกรรมแบบ POE นักเรียนจะได้ลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเฉพาะในกรณีที่ชั้นอธิบายผลการทดลองของนักเรียนไม่ตรงกับขั้นทำนายนักเรียนจะต้องหาเหตุผลหรือสร้างความรู้ใหม่เพื่อให้ตรงกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์เรื่องนั้น ๆ ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาโมเดล เรื่อง แรงเสียดทาน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย” มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจโมเดลก่อนเรียนและพัฒนาโมเดล เรื่อง แรงเสียดทาน และด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 30 จำนวน 45 คนผู้วิจัยขอเสนอข้อมูลดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการสำรวจโมเดลก่อนเรียนและการพัฒนาโมเดล เรื่อง แรงเสียดทาน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ผลการสำรวจโมเดลก่อนเรียน

ผลการสำรวจโมเดลก่อนเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน ด้วยแบบวัดโมเดลเรื่องแรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อ พบว่านักเรียนมีโมเดลที่คลาดเคลื่อนอยู่ทั้งหมด 9 โมเดล ดังนี้

5.1.1.1 วัดดูอยู่นิ่ง จะไม่เกิดแรงเสียดทาน

5.1.1.2 ออกแรงดึงวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่ ขนาดของแรงเสียดทานเป็นศูนย์

5.1.1.3 ออกแรงดึงวัตถุแล้ววัตถุไม่เคลื่อนที่ แสดงว่าขนาดของแรงเสียดทานมีค่ามากกว่าขนาดของแรงดึง

5.1.1.4 ขนาดแรงเสียดทานสถิตมีค่าเดียว และขนาดของแรงเสียดทานจลน์มีหลายค่าขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดึง

5.1.1.5 ถ้าขนาดของแรงดึงน้อยกว่าขนาดน้ำหนักของวัตถุ กล่องจะไม่เคลื่อนที่

5.1.1.6 ขนาดของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นบนพื้นราบกับพื้นเอียงมีขนาดเท่ากันเสมอ

5.1.1.7 วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (ความเร่งเป็นศูนย์) ขนาดของแรงเสียดทานเป็นศูนย์

5.1.1.8 ทิศทางของแรงเสียดทานจะตรงข้ามกับทิศการเคลื่อนที่ของวัตถุเสมอ

5.1.1.9 ขนาดของแรงเสียดทานมีค่าเท่ากับขนาดน้ำหนักของวัตถุ

5.1.2 ผลการพัฒนาความเข้าใจโมเดล

ก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 5.91 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.02 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ปรากฏว่า มีคะแนนเฉลี่ย 23.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.38 มีค่าที่แบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent sample t- test) มีค่าเท่ากับ 55.13* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทาง

การเรียนรู้เฉลี่ย ($\langle g \rangle$) เท่ากับ 0.71 อยู่ในระดับ High gain แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย - สังเกต - อธิบาย และชุดทดลอง สามารถเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแรงเสียดทานได้ในระดับดีมาก

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัยครั้งนี้

5.2.1 ปัญหาระหว่างบุคคลจากการจัดกลุ่มของครูทำให้นักเรียนไม่มีความสุขกับการเรียนส่งผลไปถึงความเข้าใจมนต์

5.2.2 นักเรียนขาดทักษะการใช้เครื่องมือ ทำให้ครูเสียเวลากับการอธิบาย

5.2.3 นักเรียนไม่สามารถเขียนตีความ สิ่งที่ตนเองทดลองออกมาได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรคำนึงถึงปัญหาระหว่างบุคคลในการจัดกลุ่มทำกิจกรรมการเรียนรู้

5.3.2 ครูผู้สอนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ POE ไปใช้ได้

5.3.3 ควรแบ่งมนต์เรื่อง แรงเสียดทาน ให้มากกว่านี้

5.3.4 ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับแบบวัดมนต์

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติมณี บำรุงไร่. การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict - Observe - Explain
(POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- น้ำค้าง จันเสริม. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง งานพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธี Predict - Observe - Explain
(POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.
- ปฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง. “การจัดการเรียนรู้เพื่อเปลี่ยนแปลงความคิด”, วารสารศึกษาศาสตร์. 31(1):
27-35, 2551.
- พนิตานันท์ วิเศษแก้ว. การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและความดันของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การสอนแบบ POE. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร
มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- ไพโรจน์ เต็มเดชาดีพงค์. การศึกษาการเปลี่ยนมโนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง
หน้าที่ยีน โดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎี
บัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- ยศธร บรรเทิง. การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิตโดยใช้วิธีการสอนแบบ
Predict – Observe - Explain (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต:
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2556.
- รุจิระ การิสุข. การพัฒนาความเข้าใจเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย – สังเกต - อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- วนิษา ประยูรพันธ์. รูปแบบการทำความเข้าใจบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง แรง
และการเคลื่อนที่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธี Predict - Observe - Explain
(POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- วราภรณ์ ภูปาทา. การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการ
เรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการสอนโดยใช้
โมเดลการสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียนกับการสอนปกติ.
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- ศรินภา ภาคภูมิ. การพัฒนาความเข้าใจมโนคติทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสง และ
ทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธี PREDICT – OBSERVE -
EXPLAIN (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. เอกสารสำหรับผู้เข้ารับการอบรมวิทยาศาสตร์
ประถมศึกษา หลักสูตรที่ 3. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี, 2552.
- สมควร ขนชัยภูมิ. การเปรียบเทียบความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง
ปรากฏการณ์คลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎี
การเปลี่ยนมโนคติของโพสเนอร์ และคณะเกี่ยวกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- สมบูรณ์ สุวรรณหงส์. การเปรียบเทียบการสอนเพื่อเปลี่ยนแปลงแนวความคิดที่ผิดพลาดเกี่ยวกับ
มโนคติฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิค
การสอนของ Hesse. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต:
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.
- สุทิสภา บรรยง. การพัฒนามโนคติ เรื่อง การหักเหแสง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธี
PREDICT- OBSERVE - EXPLAIN (POE). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551
- สุพิน จันทร์ลอย. ความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อและความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
ในนักเรียนชาติพันธุ์กวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543.
- สุวิทย์ มูลคำ. กลยุทธ์การสอนคิดเชิงมโนทัศน์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์, 2547.
- Hake R. “Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student
survey of mechanics test data for introductory physics courses”,
Am. J. Phys. 66(1): 64–74. 1998.
- Mungsing W. Student’s Alternative Conceptions about Genetic and The Use of
teaching Strategies for Conceptual Chang. Thesis of Doctor of
Philosophy in Science Education: University of Alberta, 1993.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ POE

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา ว 30202 ฟิสิกส์ 2
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
เรื่อง แรงเสียดทาน
ผู้สอน นายเอนก หงษ์ทอง

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 แรงและกฎการเคลื่อนที่
เวลา 2 ชั่วโมง
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....คาบที่.....

1. สาระการเรียนรู้/มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2. สาระสำคัญ

แรงเสียดทาน เป็นแรงที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสคู่หนึ่ง แรงเสียดทานมีสองชนิด คือ แรงเสียดทานจลน์และแรงเสียดทานสถิตย์

แรงเสียดทานจลน์ มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานจลน์มีขนาด $f_k = \mu_k N$ เมื่อ f_k เป็นแรงเสียดทานจลน์ N เป็นแรงกดระหว่างผิวสัมผัสในแนวตั้งฉากผิวสัมผัส และ μ_k เป็นค่าคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดของผิวสัมผัสแต่ละคู่เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจลน์

แรงเสียดทานสถิต มีทิศทางตรงข้ามกับทิศทางที่วัตถุพยายามจะเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิตมีขนาด $f_{s,max} = \mu_s N$ เมื่อ $f_{s,max}$ เป็นแรงเสียดทานสถิตย์ N เป็นแรงกดระหว่างผิวสัมผัสในแนวตั้งฉากผิวสัมผัส และ μ_s เป็นค่าคงตัวขึ้นอยู่กับชนิดของผิวสัมผัสแต่ละคู่เมื่อวัตถุอยู่นิ่ง เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 บอกความหมายของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้

3.2 สำนวจตรวจสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับพื้น

4. สาระการเรียนรู้

เมื่อเราผลักวัตถุใด ๆ บนพื้น บางที่เราจะรู้สึกว่ามันผลักไปได้ง่ายแต่บางทีก็จะผลักไปได้ยาก โดยเฉพาะถ้าพื้นลื่นเราก้อออกแรงผลักเพียงนิดเดียววัตถุนั้นก็เคลื่อนที่ได้แล้ว แสดงว่าผิวสัมผัสระหว่าง

พื้นกับผิววัตถุจะต้องมีผลต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น และอีกสิ่งหนึ่งที่มีผลต่อการเคลื่อนที่คือน้ำหนักที่กดลงไปบนพื้น เพราะถ้ามีแรงกดลงไปมากจะมีผลทำให้ผิวสัมผัสระหว่างวัตถุทั้งสัมผัสกันมากขึ้น การเคลื่อนที่ก็จะยากตามไปด้วย แสดงว่าขณะที่เราออกแรงผลักเพื่อให้วัตถุเคลื่อนก็จะต้องมีแรงต้านการเคลื่อนที่ที่เกิดขึ้น แรงที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า “แรงเสียดทาน”

ดังนั้น แรงเสียดทาน (frictional force) คือ แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุนั้น จะมีทิศตรงข้ามกับการเคลื่อนที่เสมอ ขึ้นอยู่กับน้ำหนักที่กดลงไปบนพื้น

$$f = \mu N$$

ผิวสัมผัสและคุณสมบัติเฉพาะตัวของผิวสัมผัสนั้นๆ การหาปริมาณแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นสามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

เมื่อ f คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสนั้นมีหน่วยเป็น นิวตัน

μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสนั้น

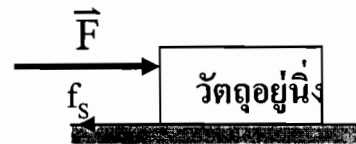
N คือ แรงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเนื่องจากวัตถุกระทำต่อพื้นขณะนั้น มีหน่วยเป็น นิวตัน

แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างพื้นมี 2 ชนิด คือ

1. แรงเสียดทานสถิต (Static friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงมากระทำต่อวัตถุ และวัตถุยังอยู่นิ่งซึ่งแรงเสียดทานสถิตจะมีค่าตั้งแต่ศูนย์จนถึงค่ามากที่สุด โดยค่ามากที่สุดจะเกิดขึ้นเวลาที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ได้พอดี

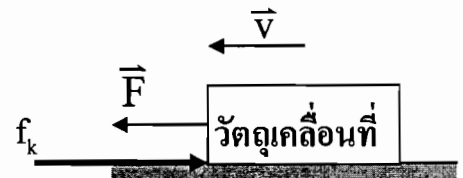
เขียนสมการได้ดังนี้

$$f_s = \mu_s N$$



2. แรงเสียดทานจลน์ (kinetic friction) คือ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในขณะที่วัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

$$f_k = \mu_k N$$



สมบัติของแรงเสียดทาน

1. แรงเสียดทานมีค่าเป็นศูนย์ เมื่อวัตถุไม่มีแรงภายนอกมากระทำ
2. ขณะที่ไม่มีแรงภายนอกมากระทำกับวัตถุและวัตถุยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีขนาดต่าง ๆ กันตามขนาดของแรงที่มากระทำ และแรงเสียดทานที่มีค่ามากที่สุด คือ แรงเสียดทานสถิตที่เป็นแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่
3. แรงเสียดทานมีทิศทางตรงกันข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ
4. แรงเสียดทานสถิตมีค่าสูงกว่าแรงเสียดทานจลน์เล็กน้อย
5. แรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของผิวสัมผัส ผิวสัมผัสหยาบหรือขรุขระจะมีแรงเสียดทานมากกว่าผิวเรียบและลื่น

6. แรงเสียดทานขึ้นอยู่กับน้ำหนักหรือแรงกดของวัตถุที่กดลงพื้น ถ้าแรงกดหรือน้ำหนักมาก แรงเสียดทานก็จะมากขึ้นด้วย
7. แรงเสียดทานไม่ขึ้นอยู่กับขนาดหรือพื้นที่ผิวสัมผัส

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 ขั้นทำนาย (Predict) (30 นาที)

5.1.1 ครูใช้คำถามถามนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่บทเรียนเรื่องแรงเสียดทาน ดังนี้

- ช่วงนี้จังหวัดชัยภูมิมีฝนตกแทบทุกวัน เวลาที่ฝนตกทำไมเราถึงต้องขับรถระวังมากกว่าปกติการขับรถบนถนนที่เปียกฝนกับถนนแห้ง ๆ ต่างกันอย่างไร

(แนวคำตอบ: เนื่องจากถนนลื่น ถนนที่เปียกฝนจะมีแรงเสียดทานน้อยกว่าถนนแห้ง)

- เช่นเดียวกันกับการขับรถ ถ้านักเรียนเดินบนถนนที่มีโคลนตมและถนนคอนกรีต นักเรียนคิดว่าพื้นถนนแบบใดเดินยากกว่ากัน เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(แนวคำตอบ: การเดินบนถนนที่มีโคลนตมจะเดินยากกว่าการเดินบนถนนคอนกรีต เนื่องจากมีแรงเสียดทานน้อยกว่า)

- แสดงว่าแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

(แนวคำตอบ: ลักษณะของผิวสัมผัสของวัตถุ)

- ถ้านักเรียนเดินบนถนนกับการที่นักเรียนห้อยโหนอยู่บนต้นไม้แล้วเดินบนอากาศ นักเรียนคิดว่าทั้งสองกรณีนี้นักเรียนจะเดินได้เหมือนกันหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ: การเดินบนอากาศจะไม่สามารถเดินไปข้างหน้าได้)

- ถ้าวัตถุทั้งสองมีพื้นผิวที่ไม่สัมผัสกันจะมีแรงเสียดทานหรือไม่

(แนวคำตอบ: ไม่มีแรงเสียดทาน)

- ถ้าครูให้นักเรียนออกแรงผลักโต๊ะและเก้าอี้ให้เคลื่อนที่ นักเรียนคิดว่าวัตถุใดที่นักเรียนต้องออกแรงมากกว่ากัน เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

(แนวคำตอบ: ต้องออกแรงผลักโต๊ะมากกว่าออกแรงผลักเก้าอี้ เนื่องจากโต๊ะมีมวลมากกว่าจึงทำให้แรงเสียดทานมากกว่า)

- แสดงว่าแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับอะไร

(แนวคำตอบ: น้ำหนักของวัตถุ)

- นักเรียนคิดว่าแรงเสียดทานคืออะไร

(แนวคำตอบ: แรงเสียดทานเป็นแรงที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสระหว่างกันระหว่างวัตถุสองผิว เป็นแรงต้านการเคลื่อนที่)

- หากครูวางหนังสือบนโต๊ะแล้วไม่ได้ออกแรงกระทำใดๆ กับหนังสือ นักเรียนคิดว่ากรณีนี้มีแรงเสียดทานเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ: ไม่มีแรงเสียดทาน)

- เมื่อครูออกแรงผลักหนังสือบนโต๊ะแต่หนังสือยังคงหยุดนิ่ง นักเรียนคิดว่ามีแรงเสียดทานเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ: มีแรงเสียดทานเกิดขึ้น)

- เมื่อครูออกแรงผลักหนังสือบนโต๊ะแต่หนังสือเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว นักเรียนคิดว่ามีแรงเสียดทานเกิดขึ้นหรือไม่ เพราะเหตุใด

(แนวคำตอบ: มีแรงเสียดทานเกิดขึ้น)

- การออกแรงผลักหนังสือบนโต๊ะทั้งสามกรณี แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นเป็นแรงเสียดทานชนิดเดียวกันหรือไม่

(แนวคำตอบ: เป็นแรงเสียดทานคนละชนิดกัน)

5.1.2 ครูนำเสนอสถานการณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำนายลงในใบงานที่ 1.1 ที่แจกให้

5.1.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายผลการทำนายหน้าชั้นเรียน

5.2 ขั้นสังเกต (Observe) (40 นาที)

5.2.1 ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน

5.2.2 ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แรงเสียดทาน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม พร้อมอุปกรณ์การทดลอง

5.2.3 ครูให้นักเรียนทุกกลุ่มอ่านใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อทำความเข้าใจวิธีการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.2.4 ครูถามนักเรียนเกี่ยวกับวิธีการทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนแต่ละกลุ่ม หากมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังไม่เข้าใจวิธีการทดลองครูอธิบายเพิ่มเติมจนแน่ใจว่าทุกกลุ่มเข้าใจตรงกัน

5.2.5 นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 1 บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง และตอบคำถามท้ายการทดลอง ในขณะที่นักเรียนทำการทดลองครูเดินดูนักเรียนให้ทั่วถึง เพื่อให้ความช่วยนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัย

5.3 ขั้นอธิบาย (Explain) (30 นาที)

5.3.1 นำเสนอผลการทดลองให้เพื่อนร่วมชั้นฟัง

5.3.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันเปรียบเทียบผลการทดลองและผลการทำนายของกลุ่มตนเองว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไรลงในใบงาน 1.2

5.3.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเปรียบเทียบผลการทดลองของกลุ่มตนเองกับเพื่อนกลุ่มอื่น พร้อมทั้งอภิปรายร่วมกันจนได้ข้อสรุปว่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตสูงสุดมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์เสมอ และแรงเสียดทานขึ้นอยู่กับลักษณะผิวสัมผัสและแรงกด

5.3.4 นักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามท้ายการทดลองในใบปฏิบัติการที่ 4 เพื่อเชื่อมโยงข้อดีและข้อเสียของแรงเสียดทานในชีวิตประจำวัน

5.3.5 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายข้อดีและข้อเสียของแรงเสียดทานในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งวิธีการเพิ่มและลดแรงเสียดทาน เช่น

- การออกแบบระบบห้ามล้อของยานพาหนะต่าง ๆ ระบบเบรกหรือห้ามล้อของรถระหว่างผ้าเบรคกับล้อต้องมีแรงเสียดทานมากจึงจำทำให้รถหยุดหมุนได้ ถ้ามีน้ำมันหรือน้ำแทรกระหว่างผ้าเบรคกับล้อจะทำให้แรงเสียดทานลดลง การหยุดรถจะทำได้ยาก

- การออกแบบดอกยางสำหรับรถยนต์ แรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนก็เป็นสิ่งสำคัญในการหยุดรถ เมื่อล้อหยุดหมุนแล้วรถอาจไถลไปบนพื้นถนนอีกระยะหนึ่ง ถ้าแรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนมีน้อย เช่น ขณะฝนตกมีน้ำแทรกระหว่างยางกับพื้นถนน สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจะลดต่ำลงกว่าขณะถนนแห้งมากจึงต้องมีการออกแบบดอกยางของล้อรถให้เป็นลวดลาย เพื่อรีดน้ำออกจากผิวยางขณะฝนตก และทำให้ผิวขรุขระเกิดแรงเสียดทานระหว่างยางกับพื้นถนนมากขึ้น เมื่อเบรคจนล้อหยุดหมุนแล้วรถจะสามารถหยุดหมุนได้ในระยะทางสั้น

- การออกแบบพื้นรองเท้าสำหรับรองเท้าหนัง ในการเดินทางหรือวิ่งก็ต้องใช้แรงเสียดทานระหว่างพื้นรองเท้ากับถนนเพื่อช่วยให้คนเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ ดังนั้นถ้าพื้นรองเท้าเรียบลื่นแรงเสียดทานน้อย คนจะเดินหรือวิ่งได้ยาก จึงต้องทำให้พื้นรองเท้ามีลวดลายหรือทำให้ขรุขระเพื่อเพิ่มแรงเสียดทานให้มากขึ้น โดยใช้เหล็กแหลมฝังที่พื้นรองเท้าเพื่อให้เกิดแรงเสียดทานมากขณะวิ่ง

- การออกแบบส่วนต่าง ๆ รวมทั้งข้อต่อหรือเครื่องยนต์กลไกต่าง ๆ ที่ต้องการให้เคลื่อนที่ได้คล่องตัว ต้องออกแบบให้มีการลดแรงเสียดทานเพื่อให้มีการสูญเสียพลังงานน้อยที่สุดซึ่งทำได้โดยลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส เช่น ใช้น้ำมันหล่อลื่นแทรกระหว่างผิวสัมผัสของลูกสูบกับกระบอกสูบในเครื่องยนต์ ใส่น้ำมันหล่อลื่นหรือสารที่แกนหมุนของวัตถุและใส่ลูกปืนที่แกนหมุนเพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุให้เป็นแรงเสียดทานกลิ้ง

6. วัสดุอุปกรณ์ สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 6.1 หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 6.2 ใบงานและใบกิจกรรมเรื่องแรงเสียดทาน
- 6.3 แผ่นไม้สี่เหลี่ยมมีขอเกี่ยว
- 6.4 เครื่องชั่งสปริง
- 6.5 ถุงทราย

7. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เป้าหมาย	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
7.1 บอกความหมายของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์ได้	- สังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน - การทำใบกิจกรรมในชั้นเรียน	- การตอบคำถามของนักเรียน - ใบกิจกรรมที่ 1.1	- นักเรียนร้อยละ 80 สามารถอธิบายความหมายและความแตกต่างของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์
7.2 สำรวจตรวจสอบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุในทิศตั้งฉากกับพื้น	- สังเกตการทำกิจกรรมในชั้นเรียน - การทำใบกิจกรรมในชั้นเรียน	- ใบกิจกรรมที่ 1.1	- นักเรียนทั้งชั้นมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบกิจกรรมที่ 1.1 มากกว่าร้อยละ 80

8. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

8.1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

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

8.2 ปัญหาและอุปสรรค

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

8.3 ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

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

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นายเอนก หงษ์ทอง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง แรงเสียดทาน

ใบงานที่ 1.1

เรื่อง การทำนายขนาดของแรงเสียดทาน

กลุ่มที่..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1. ชื่อ.....เลขที่..... 4. ชื่อ.....เลขที่.....
 2. ชื่อ.....เลขที่..... 5. ชื่อ.....เลขที่.....
 3. ชื่อ.....เลขที่.....


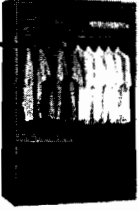
คำชี้แจง ให้นักเรียนอธิบายการทำนายผลก่อนการทดลอง

การทำนายผลก่อนการทดลอง (Predict)

สถานการณ์ที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาเหตุการณ์ในตารางแล้วทำนายว่าเหตุการณ์ใดมีหรือไม่มีแรงเสียดทาน พร้อมทั้งให้เหตุผลในการตอบ

สถานการณ์	แรงเสียดทาน		เหตุผล
	มี	ไม่มี	
1. ตุ้มเสื้อผ้านิ่งๆอยู่กับพื้น 			
2. ออกแรง F_1 ผลักตุ้มเสื้อผ้านิ่งๆแต่ตุ้มเสื้อผ้ายังไม่เคลื่อนที่ 			
3. ออกแรง F_2 ผลักตุ้มเสื้อผ้านิ่งๆเสื้อผ้านิ่งๆเริ่มเคลื่อนที่พอดี 			
4. ออกแรง F_3 ผลักตุ้มเสื้อผ้านิ่งๆเสื้อผ้านิ่งๆเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว 			

สถานการณ์ที่ 2 ถ้าตุ้เสื้อผ้าตัวเดิม ใส่เสื้อผ้าเข้าไปในตู้ทำให้มวลของตุ้เสื้อผ้าเพิ่มขึ้น ให้นักเรียนทำนายแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นว่ามีหรือไม่ ถ้ามีจะมีค่าเป็นอย่างไรเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ที่ 1

สถานการณ์	แรงเสียดทาน		เหตุผล
	เท่ากัน	ไม่เท่า	
<p>F_2</p>  <p>ถ้าต้องการ ออกแรงผลัก ตุ้เสื้อผ้าให้ เริ่มเคลื่อนที่ แรงที่ใช้จะเท่ากับ F_2 หรือไม่</p>			
<p>F_3</p>  <p>ถ้าต้องการ ออกแรงผลัก ตุ้เสื้อผ้าให้ เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วคงที่ แรงที่ใช้จะ เท่ากับ F_3 หรือไม่</p>			

ใบกิจกรรมที่ 1.1
เรื่อง การทดลองหาขนาดของแรงเสียดทาน

กลุ่มที่..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

- | | | | |
|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | เลขที่..... | 4. ชื่อ..... | เลขที่..... |
| 2. ชื่อ..... | เลขที่..... | 5. ชื่อ..... | เลขที่..... |
| 3. ชื่อ..... | เลขที่..... | | |

คำชี้แจง ให้นักเรียนศึกษาใบกิจกรรมให้เข้าใจแล้วปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง

ตอนที่ 1

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาขนาดของแรงเสียดทาน
2. เพื่ออธิบายแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

วัสดุอุปกรณ์

- | | | |
|------------------------|---|-----|
| 1. ฤงทรายขนาด 500 กรัม | 1 | ฤง |
| 2. ตาชั่งสปริง | 1 | ฤง |
| 3. แผ่นไม้ | 1 | อัน |
| 4. รางไม้ | | |

วิธีการทดลอง

1. นำแผ่นไม้วางบนรางไม้
2. ใส่ฤงทรายลงไปบนแผ่นไม้ 1 ฤง
3. ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวกับขอเกี่ยวบนแผ่นไม้สังเกตเข็มของตาชั่งสปริง เมื่อผู้ทดลองยังไม่ออกแรงดึง
4. ค่อยๆออกแรงดึง (โดยทิศทางของแรงดึงต้องอยู่ในแนวระดับ) จนกระทั่งแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ (f_s) บันทึกค่าแรงดึงนี้ในตารางบันทึกผลการทดลอง
5. ออกแรงดึงต่อจนวัตถุมีความเร็วคงตัว (f_k) บันทึกค่าแรงดึงนั้น
6. ทำการทดลองซ้ำ จนครบ 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1

แรงเสียดทานเมื่อวัตถุอยู่นิ่ง ๆ (N)						แรงเสียดทานเมื่อวัตถุเริ่มเคลื่อนที่ (N)						แรงเสียดทานเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ (N)					
1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย

ตอนที่ 2

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทานกับน้ำหนักของวัตถุ
2. เพื่อเปรียบเทียบขนาดของแรงเสียดทานสถิตและแรงเสียดทานจลน์

วัสดุอุปกรณ์

- | | | |
|------------------------|---|------|
| 1. ฤงทรายขนาด 500 กรัม | 4 | ฤง |
| 2. ตาชั่งสปริง | 1 | ฤง |
| 3. แผ่นไม้ | 1 | อัน |
| 4. กระดาษกราฟ | 1 | แผ่น |
| 5. รางไม้ | | |

วิธีการทดลอง

1. ใช้เครื่องชั่งสปริงเกี่ยวขอเกี่ยวของแผ่นไม้ที่มีฤงทรายวางทับอยู่ 1 ฤง

2. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงให้ทิศทางของแรงดึงอยู่ในแนวระดับ เพิ่มแรงจนทำให้แผ่นไม้และฤงทรายเริ่ม

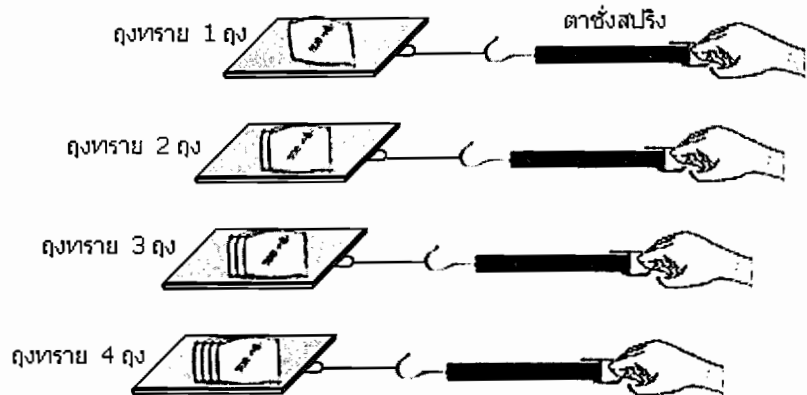
จะเคลื่อนที่ บันทึกแรงดึงนี้ (f_s) ในตารางบันทึกผลการทดลอง

3. ออกแรงดึงเครื่องชั่งสปริงเพื่อดึงแผ่นไม้ที่มีฤงทรายวางทับให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว บันทึกแรงดึงนี้ (f_k) ในตารางบันทึกผลการทดลอง (แรงที่อ่านได้จากเครื่องชั่งสปริงคงที่)

4. บันทึกขนาดของน้ำหนักฤงทรายรวมกับน้ำหนักแผ่นไม้ (W)

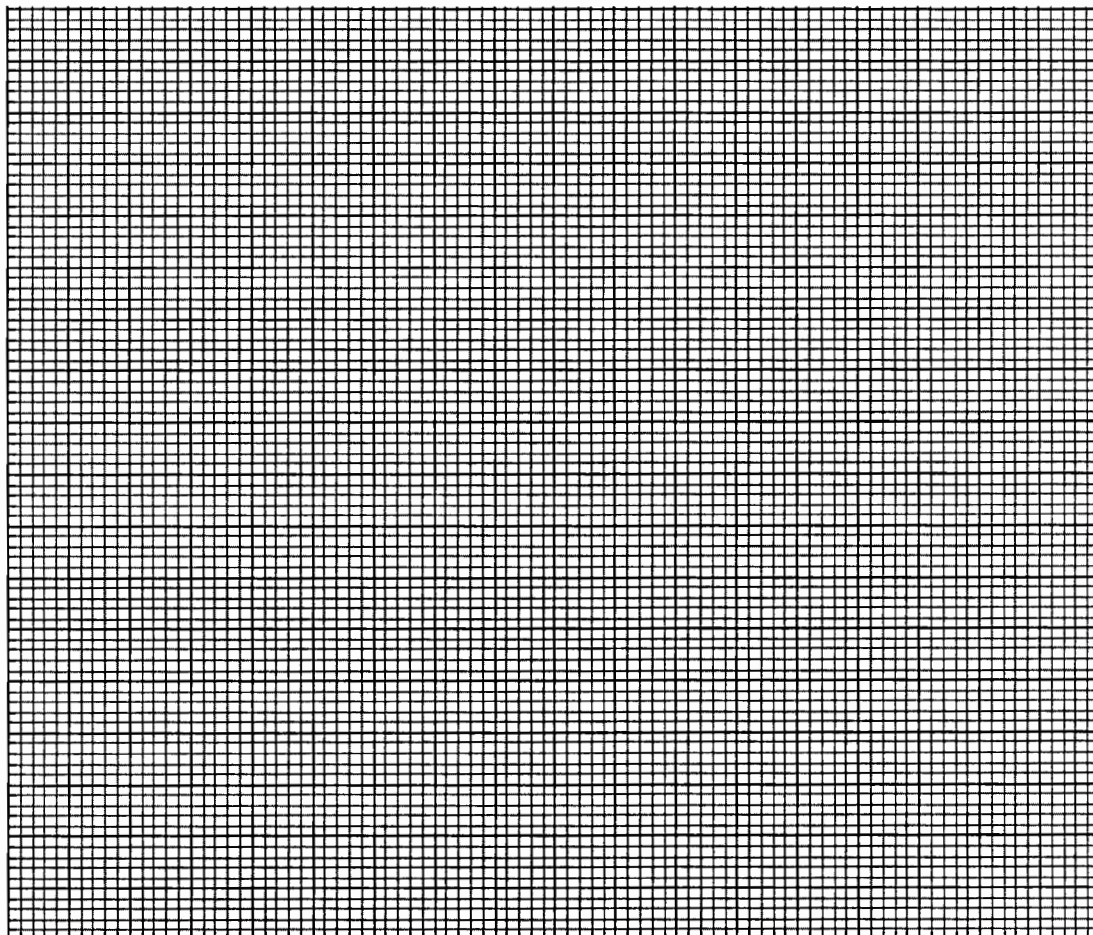
5. ทำการทดลองซ้ำโดยเพิ่มฤงทรายวางทับแผ่นไม้เป็น 2, 3 และ 4 ฤง ตามลำดับ

6. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึงที่ทำให้แผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ (f_s) กับขนาดของน้ำหนักของฤงทรายรวมกับขนาดของน้ำหนักแผ่นไม้ (W) โดยให้ f_s อยู่ในแกน y และ W อยู่ในแกน x แล้วหาความชันของกราฟโดยลากเส้นแนวโน้มผ่านจุด (0,0)

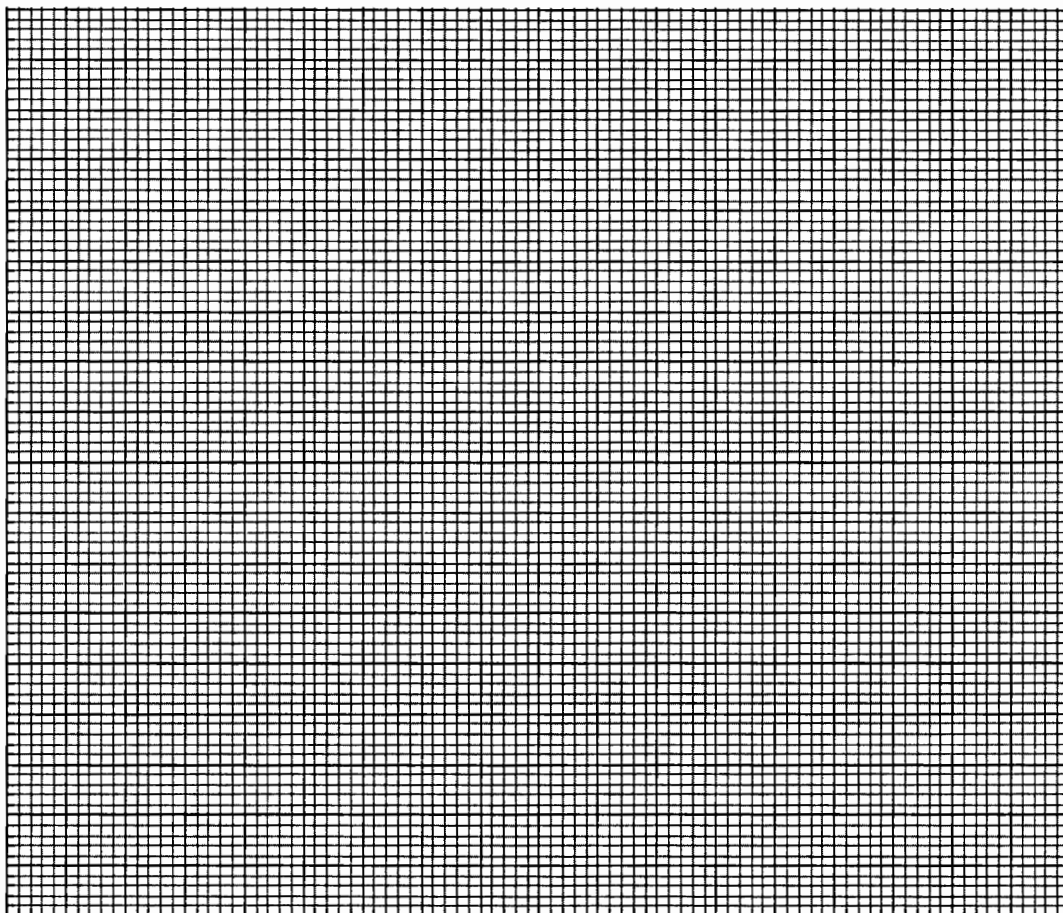


วิเคราะห์ผลการทดลอง

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึง (f_s) เมื่อแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่กับขนาดของน้ำหนักของตุ้มน้ำรวมกับขนาดของน้ำหนักแผ่นไม้ (W)



กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของแรงดึง (f_k) เมื่อแผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่กับขนาดของน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักรวมกับขนาดของน้ำหนักแผ่นไม้ (W)



1. เมื่อแผ่นไม้เริ่มเคลื่อนที่ ความชันกราฟจากผลการทดลองมีค่าเท่าใด และความชันกราฟนี้คือค่าอะไร

.....

.....

.....

.....

2. เมื่อแผ่นไม้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว ความชันกราฟจากผลการทดลองมีค่าเท่าใด และความชันกราฟนี้คือค่าอะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เมื่อเปรียบเทียบค่าความชันทั้งสองกราฟ ค่าใดมีค่ามากกว่ากัน

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.2

เรื่อง เปรียบเทียบผลการทำนายและผลการทดลองขนาดของแรงเสียดทาน

กลุ่มที่..... ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/.....

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

- | | | | |
|--------------|-------------|--------------|-------------|
| 1. ชื่อ..... | เลขที่..... | 4. ชื่อ..... | เลขที่..... |
| 2. ชื่อ..... | เลขที่..... | 5. ชื่อ..... | เลขที่..... |
| 3. ชื่อ..... | เลขที่..... | | |

คำชี้แจง ให้นักเรียนเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างระหว่างสิ่งที่นักเรียนทำนายก่อนทำการทดลองและผลการทดลองที่ได้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบวัดมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงเสียดทาน

ชื่อ.....ชั้น ม. 4/.....เลขที่.....

ข้อ 1-4 กล่องมวล 10 กิโลกรัม วางอยู่บนพื้นฝืด จงพิจารณาเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละข้อ

1. กล่องมวล 10 กิโลกรัม วางนิ่งอยู่บนพื้นราบฝืด แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับกล่องมีค่าเท่าไร



- ก. 10 นิวตัน มีทิศด้านขวา
 ข. 10 นิวตัน มีทิศด้านซ้าย
 ค. 5 นิวตันมีทิศด้านซ้าย
 ง. 0 นิวตัน

เหตุผล.....

2. ออกแรงดึง 5 นิวตัน ดึงกล่องไปทางขวา โดยกล่องยังไม่เคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร



- ก. 10 นิวตัน มีทิศทางขวา
 ข. 10 นิวตัน มีทิศทางซ้าย
 ค. 5 นิวตันมีทิศด้านซ้าย
 ง. 0 นิวตัน

เหตุผล.....

3. ออกแรงดึง 10 นิวตัน ดึงกล่องไปทางขวา ปรากฏว่ากล่องเริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร



- ก. 10 นิวตัน มีทิศทางขวา
 ข. 10 นิวตัน มีทิศทางซ้าย
 ค. 5 นิวตันมีทิศด้านซ้าย
 ง. 0 นิวตัน

เหตุผล.....

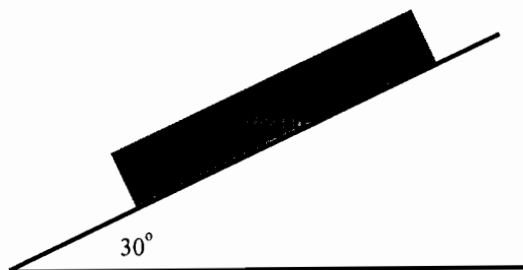
4. ออกแรงดึง 20 นิวตัน ดึงกล่องไปทางขวา ปรากฏว่ากล่องเคลื่อนที่ด้วยความเร่งคงที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไร



- ก. 10 นิวตัน มีทิศทางขวา
 ข. 20 นิวตัน มีทิศทางซ้าย
 ค. น้อยกว่า 10 นิวตัน มีทิศทางซ้าย
 ง. 0 นิวตัน

เหตุผล.....

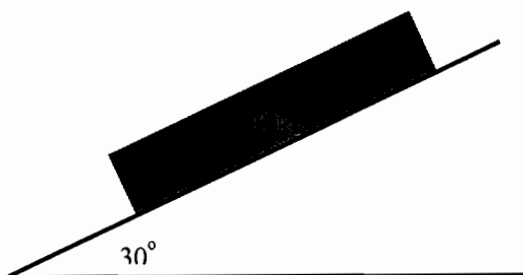
5. กล่องมวล 10 กิโลกรัม วางนิ่งอยู่บนพื้นเอียงฝืด วัตถุเริ่มเคลื่อนที่เมื่อพื้นเอียงทำมุม 30° กับแนวระดับ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับกล่องมีค่าเท่าไร



- ก. 100 นิวตัน
 ข. 50 นิวตัน
 ค. 5 นิวตัน
 ง. 0 นิวตัน

เหตุผล.....

6. จากข้อ 5 ถ้ากล่องมวล 10 กิโลกรัม ไถลงจากพื้นเอียงทำมุม 30° กับแนวระดับ ด้วยอัตราเร็วคงที่ แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นกับกล่องมีค่าเท่าไร เมื่อเทียบกับข้อ 5

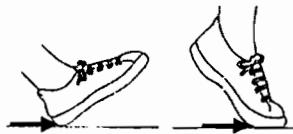


- ก. มากกว่า
- ข. น้อยกว่า
- ค. เท่ากัน
- ง. ไม่เกิดแรงเสียดทาน

เหตุผล.....

7. รูปใดที่แสดงทิศทางของแรงเสียดทานที่กระทำบนเท้าของชายคนหนึ่ง ขณะที่เขากำลังเดิน

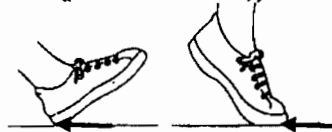
ก.



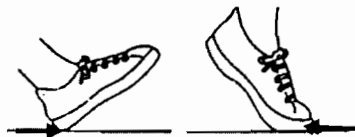
ข.



ค.



ง.



เหตุผล.....

8. ข้อใดคือทิศทางของแรงเสียดทานระหว่างถนนกับล้อจักรยานที่กำลังเคลื่อนที่



ล้อหลัง

ล้อหน้า

ก.



ข.



ค.



ง.



เหตุผล.....

9. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ แรงเสียดทานจลน์และแรงเสียดทานสถิต
- แรงเสียดทานจลน์มีค่าคงที่ตลอดการเคลื่อนที่ของวัตถุถ้าวัตถุเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัว
 - แรงเสียดทานสถิตไม่เปลี่ยนแปลงตามแรงที่ใส่เข้าไป
 - แรงเสียดทานสถิตมีทิศเดียวกับแรงที่ใส่เข้าไปเสมอ
 - สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจลน์มีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสถิตเสมอ
- เหตุผล.....
-

10. กล้องใบหนึ่งหนัก 25 นิวตัน ถูกดึงด้วยแรง 10 นิวตัน สัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิตย์ระหว่างกล้องกับพื้นเท่ากับ 0.5 ข้อใดถูกต้อง
- กล้องจะเริ่มเคลื่อนที่และมีความเร็วเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ
 - กล้องจะเริ่มเคลื่อนที่และมีความเร็วคงที่
 - กล้องจะเริ่มเคลื่อนที่และค่อยๆช้าลง จนสุดท้ายก็หยุด
 - กล้องไม่เคลื่อนที่
- เหตุผล.....
-

ภาคผนวก ค
คะแนนและผลการคำนวณทางสถิติ

ตารางที่ ค.1 คะแนนความเข้าใจโนมตี เรื่อง แรงเสียดทาน ก่อนเรียน วัดจากแบบวัดมโนมตี
เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อ

คนที่	ข้อที่										รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	2	0	1	1	2	1	0	0	0	7
2	2	0	0	0	1	0	3	0	1	2	9
3	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	5
4	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	6
5	2	0	0	1	1	1	1	0	0	0	6
6	2	1	0	0	0	1	0	0	1	1	6
7	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4
8	2	3	0	2	1	1	0	0	3	1	13
9	2	0	1	0	0	0	1	0	0	1	5
10	2	1	0	1	1	0	1	0	1	1	8
11	1	0	1	0	0	1	0	0	2	1	6
12	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	5
13	2	0	0	0	1	1	0	0	3	0	7
14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
16	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	4
17	1	0	0	0	0	1	0	0	2	0	4
18	2	3	0	1	1	0	2	0	1	0	10
19	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5
20	2	1	0	0	0	0	0	0	2	0	5
21	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	5
22	2	0	1	1	0	0	0	0	1	1	6
23	2	0	1	1	0	1	0	0	0	0	5
24	2	1	0	0	0	1	0	0	1	1	6

ตารางที่ ค.1 คะแนนความเข้าใจโมเมนต์ เรื่อง แรงเสียดทาน ก่อนเรียน วัดจากแบบวัดโมเมนต์
เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อ (ต่อ)

คนที่	ข้อที่										รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
25	2	2	0	0	0	0	1	0	3	0	8
26	1	2	0	1	1	1	1	0	0	0	7
27	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5
28	1	0	2	1	1	1	1	0	0	0	7
29	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	6
30	2	1	0	1	1	0	0	0	0	1	6
31	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	5
32	2	1	0	0	0	0	1	0	2	1	7
33	2	2	0	1	1	0	0	0	1	0	7
34	2	2	0	1	1	1	1	0	0	0	8
35	2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	5
36	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4
37	2	2	1	0	0	1	0	0	1	0	7
38	1	0	2	0	0	1	0	0	1	0	5
39	2	2	0	2	1	1	1	0	0	0	9
40	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4
41	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	5
42	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	4
43	2	2	0	1	1	1	1	0	0	0	8
44	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	4
45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	3

ตารางที่ ค.2 คะแนนความเข้าใจโมมติ เรื่อง แรงเสียดทาน หลังเรียน วัดจากแบบวัดมโนมติ
เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อ

คนที่	ข้อ										รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	21
2	2	2	2	2	2	1	3	2	3	3	22
3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	21
4	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	22
5	3	2	2	3	3	2	2	1	2	2	22
6	2	3	3	2	2	2	2	2	3	3	24
7	3	2	3	2	3	1	2	2	2	3	23
8	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	26
9	2	2	3	2	2	1	3	2	2	2	21
10	2	2	2	2	2	1	2	2	3	3	21
11	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	22
12	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	23
13	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	22
14	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	24
15	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	22
16	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	24
17	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	22
18	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2	24
19	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	23
20	3	3	3	3	2	2	3	2	3	2	26
21	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2	24
22	2	2	3	2	2	2	2	1	2	3	21
23	2	2	3	2	2	2	3	2	3	2	23

ตารางที่ ค. 2 คะแนนความเข้าใจโนมตี เรื่อง แรงเสียดทาน หลังเรียน วัดจากแบบวัดมโนมตี
เรื่อง แรงเสียดทาน จำนวน 10 ข้อ (ต่อ)

คนที่	ข้อที่										รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
24	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	25
25	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	24
26	2	3	3	2	2	3	2	2	2	2	23
27	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	23
28	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	25
29	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	23
30	1	3	3	2	2	2	2	2	2	3	22
31	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	24
32	2	3	3	2	2	2	3	2	2	3	24
33	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	23
34	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	23
35	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	22
36	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	22
37	3	3	3	2	2	2	2	2	3	2	24
38	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	24
39	2	3	3	3	2	2	3	2	3	2	25
40	2	3	2	2	3	2	3	2	3	3	25
41	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	21
42	2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	23
43	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	25
44	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	22
45	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	22

ตารางที่ ค.3 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน รายบุคคล

คนที่	Pre-test Score	%pretest	Post-test Score	%posttest	%Actual gain	<g>
1	7	23.33	21	70.00	46.67	0.61
2	9	30.00	22	73.33	43.33	0.62
3	5	16.67	21	70.00	53.33	0.64
4	6	20.00	22	73.33	53.33	0.67
5	6	20.00	22	73.33	53.33	0.67
6	6	20.00	24	80.00	60.00	0.75
7	4	13.33	23	76.67	63.33	0.73
8	13	43.33	26	86.67	43.33	0.76
9	5	16.67	21	70.00	53.33	0.64
10	8	26.67	21	70.00	43.33	0.59
11	6	20.00	22	73.33	53.33	0.67
12	5	16.67	23	76.67	60.00	0.72
13	7	23.33	22	73.33	50.00	0.65
14	3	10.00	24	80.00	70.00	0.78
15	2	6.67	22	73.33	66.67	0.71
16	4	13.33	24	80.00	66.67	0.77
17	4	13.33	22	73.33	60.00	0.69
18	10	33.33	24	80.00	46.67	0.70
19	5	16.67	23	76.67	60.00	0.72
20	5	16.67	26	86.67	70.00	0.84
21	5	16.67	24	80.00	63.33	0.76
22	6	20.00	21	70.00	50.00	0.63
23	5	16.67	23	76.67	60.00	0.72
24	6	20.00	25	83.33	63.33	0.79

ตารางที่ ค.3 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน รายบุคคล (ต่อ)

คนที่	Pre-test Score	%pretest	Post-test Score	%posttest	%Actual gain	<g>
25	8	26.67	24	80.00	53.33	0.73
26	7	23.33	23	76.67	53.33	0.70
27	5	16.67	23	76.67	60.00	0.72
28	7	23.33	25	83.33	60.00	0.78
29	6	20.00	23	76.67	56.67	0.71
30	6	20.00	22	73.33	53.33	0.67
31	5	16.67	24	80.00	63.33	0.76
32	7	23.33	24	80.00	56.67	0.74
33	7	23.33	23	76.67	53.33	0.70
34	8	26.67	23	76.67	50.00	0.68
35	5	16.67	22	73.33	56.67	0.68
36	4	13.33	22	73.33	60.00	0.69
37	7	23.33	24	80.00	56.67	0.74
38	5	16.67	24	80.00	63.33	0.76
39	9	30.00	25	83.33	53.33	0.76
40	4	13.33	25	83.33	70.00	0.81
41	5	16.67	21	70.00	53.33	0.64
42	4	13.33	23	76.67	63.33	0.73
43	8	26.67	25	83.33	56.67	0.77
44	4	13.33	22	73.33	60.00	0.69
45	3	10.00	22	73.33	63.33	0.70

ตารางที่ ค.4 ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แรงเสียดทาน รายข้อแบบทดสอบ

ข้อที่	pretest	%pretest	posttest	%posttest	%Actual gain	<g>
1	1.58	52.67	2.18	72.67	20.00	0.42
2	0.93	31.00	2.64	88.00	57.00	0.83
3	0.27	9.00	2.69	89.67	80.67	0.89
4	0.58	19.33	2.42	80.67	61.33	0.76
5	0.49	16.33	2.11	70.33	54.00	0.65
6	0.56	18.67	2.00	66.67	48.00	0.59
7	0.42	14.00	2.38	79.33	65.33	0.76
8	0.00	0.00	1.96	65.33	65.33	0.65
9	0.64	21.33	2.36	78.67	57.33	0.73
10	0.44	14.67	2.31	77.00	62.33	0.73

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายเอนก หงษ์ทอง
ประวัติการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
พ.ศ. 2547 – 2550
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู
พ.ศ. 2551

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2552–ปัจจุบัน
ครูโรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล

ตำแหน่ง ตำแหน่งครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงเรียนชัยภูมิภักดีชุมพล
อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
อีเมลล์ scanek_cb@hotmail.com

