การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

รุจิรา ราชรักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

DEVELOPING STUDENTS' CONCEPTS ON FORCE AND MOTION USING INTERACTIVE LECTURE DEMONSTRATIONS (ILD)

RUJIRA RATCHARAK

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 การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์

ผู้วิจัย นางสาวรุจิรา ราชรักษ์

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม	ประธานกรรมการ
ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง	กรรมการ
ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะและความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนสิรินธร อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ พร้อมทั้งคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และนักเรียนทุกคน ที่ให้ความอนุเคราะห์ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาค้นคว้าเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ กลุ่ม PENThai มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้อนุเคราะห์แบบทดสอบ FMCE ฉบับภาษาไทย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรัญญา พิมพ์มงคล ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร. ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ทุกท่านที่ช่วยกรุณาสละเวลาให้คำแนะนำในการจัดทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้สนับสนุนเงินทุนในการศึกษาระดับปริญญาโท ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา และสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อนๆ น้อง ๆ วิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่านที่ค่อยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจเสมอมา ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และทุกคนในครอบครัวที่ได้ให้การช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดา มารดา ครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย ขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัยและสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลาย จงดลบันดาลให้ทุกท่านมีแต่ความสุข ความเจริญตลอดไป

รุจิรา ราชรักษ์
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง	: การพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์
ผู้วิจัย	: รุจิรา ราชรักษ์
ชื่อปริญญา	: วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	: วิทยาศาสตร์ศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง
คำสำคัญ	: รูปแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์, แรงและการเคลื่อนที่, ความก้าวหน้าทางการเรียน, แบบทดสอบ FMCE

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มความเข้าใจ และความก้าวหน้าทางการเรียน แนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสิรินธร อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 35 คน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบเจาะจง รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) แบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) ค่าสถิติในการวิจัยคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test และค่า average normalized gain ผลการวิจัยพบว่าแนวคิดวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย (average normalized gain) เท่ากับ 0.53 อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ช่วยเพิ่มความเข้าใจและความก้าวหน้าทางการเรียนแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPOING STUDENTS' CONCEPTS ON FORCE AND MOTION USING INTERACTIVE LECTURE DEMONSTRATIONS (ILD)

AUTHOR : RUJIRA RATCHARAK

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

ADVISOR : CHOKSIN TANAHOUNG, Ph.D.

KEYWORDS : INTERACTIVE LECTURE DEMONSTRATIONS (ILD), FORCE AND MOTION, NORMALIZED GAINS, FMCE

The purpose of this research was to develop students' conceptual understanding and learning gain of force and motion using Interactive Lecture Demonstrations (ILD). The samples in this study were 35 grade-11 students at Sirindhorn School, Muang, Surin during the second semester of the 2014 academic year. The one group pretest-posttest design was used for this research method. The research tools consisted of learning plans based on ILD, force and motion conceptual evaluation: FMCE. Data were analyzed into average, standard deviation, t-test and average normalized gain. The results showed that the students' learning score achievement on the post-instruction was significantly statistical higher than that on the pre-instruction at alpha level .05. The average normalized gain was in a medium gain (<g> = 0.53). The result suggest that ILD could be use to develop students' conceptual understanding and learning gain of force and motion.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์(Interactive Lecture Demonstrations: ILD)	3
2.2 แนวคิดวิทยาศาสตร์	4
2.3 แบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่	5
2.4 ความก้าวหน้าทางการเรียน	5
2.5 Normalized gain	6
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	11
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	11
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	13
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	14

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 16

4.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจากการ จัดการเรียนรู้ รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต เชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ 18

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) 40

5.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) 40

5.3 ข้อเสนอแนะ 41

เอกสารอ้างอิง **42**

ภาคผนวก

ก เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล 47

ข เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 59

ประวัติผู้วิจัย **119**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง	16
4.2	คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดของกลุ่มตัวอย่าง	20
4.3	ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องแรงของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	22
4.4	ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องกราฟของแรงของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	24
4.5	ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องกราฟความเร่งของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	26
4.6	ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	28
4.7	ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องกราฟความเร็วของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน	30
4.8	การเลือกคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 32	34
4.9	การเลือกคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1	36
4.10	การเลือกคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 2	37
4.11	การเลือกคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 33	39

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3.1	ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้	12
4.1	คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนรายบุคคลของนักเรียน จำนวน 35 คน ที่ทดสอบแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (FMCE)	18
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่าง %Actual gain กับ %pretest ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)	19
4.3	เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)	21
4.4	เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ กลุ่มแนวคิดเรื่อง แรง	23
4.5	เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ กลุ่มแนวคิดเรื่อง กราฟของแรง	25
4.6	เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ กลุ่มแนวคิดเรื่อง กราฟความเร่ง	27
4.7	เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ กลุ่มแนวคิดเรื่อง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน	29
4.8	เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ กลุ่มแนวคิดเรื่อง กราฟความเร็ว	31
4.9	เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)	32
4.10	สถานการณ์และโจทย์ข้อที่ 32	33
4.11	สถานการณ์และโจทย์ข้อที่ 1 และ 2	35
4.12	สถานการณ์และโจทย์ข้อที่ 33	38

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฟิสิกส์เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษาหากฎเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ในธรรมชาติ ความสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553: 4) การเรียนการสอนฟิสิกส์เพื่อให้เกิดผลที่ดีต่อนักเรียน นักเรียนควรได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการได้ลงมือปฏิบัติ หรือการได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีความหมายต่อตนเอง การเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์มักจะประสบปัญหาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง (Misconception) หรือความเข้าใจคลาดเคลื่อนของผู้เรียนในเนื้อหาต่าง ๆ ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่ผู้สอนจะต้องรีบแก้ไขอย่างเร่งด่วน ถ้าปัญหาดังกล่าวของผู้เรียนไม่ได้รับการปรับปรุง หรือแก้ไขเป็นเวลานาน ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเหล่านี้จะหยั่งรากลึก ทำให้เกิดความเข้าใจปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ทางฟิสิกส์ผิดพลาด และส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้เนื้อหาฟิสิกส์ในระดับสูงต่อไป (ปรีดา ตะเหลบ, 2553) นักวิจัยทางด้านฟิสิกส์ศึกษาเริ่มเล็งเห็นถึงสาเหตุของปัญหานี้ว่าการใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายอย่างเดียว หรือการสอนแบบดั้งเดิม (Traditional Instruction) ไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนส่วนใหญ่เกิดความรู้ ความเข้าใจฟิสิกส์ที่ถูกต้อง (Emarat, 2002) และ (Sokolff and Tornton, 1997) รูปแบบการสอนที่ช่วยในการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ หรือเกิดกระบวนการเรียนรู้ในห้องเรียน โดยที่ไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนห้องเรียนมากมาย ก็คือการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture demonstrations: ILD) พัฒนาโดย Thornton และ Sokoloff การสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ เป็นการสอนที่มีการสาธิตปรากฏการณ์จริงในห้องเรียน และมีกระบวนการที่สร้างการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน ให้ผู้เรียนทำนายก่อนการสาธิต และช่วยกันวิเคราะห์ร่วมกับเพื่อน และผู้สอน การสอนด้วยรูปแบบนี้ สามารถใช้ได้กับห้องบรรยายขนาดใหญ่ที่มีผู้เรียนจำนวนมาก (100-300 คน) งานวิจัยหลายงานได้นำเอารูปแบบการสอนนี้ ไปใช้สอนวิชาฟิสิกส์เบื้องต้นในหัวข้อต่าง ๆ พบว่าทำให้ผู้เรียนที่มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์หลังการเรียนเพิ่มขึ้น (อำพล ใจรักษ์, 2550)

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture Demonstrations: ILD) เพื่อเพิ่มความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์และเพิ่มความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความก้าวหน้าทางการเรียนแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

1.2.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1.2.2.2 นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากร

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน ศิลป์-ภาษา โรงเรียนสิรินธร อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 250 คน

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน ศิลป์-ภาษา โรงเรียนสิรินธร อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 35 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจงจากประชากร

1.3.3 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ใช้เวลาในการทดลอง 10ชั่วโมง

1.3.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน(ฟิสิกส์) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ แผนการเรียนศิลป์-ภาษา ตามหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสิรินธร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยครั้งนี้ สามารถเป็นในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในหัวข้ออื่นๆ หรือนำไปประยุกต์ใช้วิชาที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความก้าวหน้าทางการเรียนแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 การสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture Demonstrations: ILD)

การสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Thornton และ Sokoloff (Sokoloff and Thornton, 1997)

เป็นรูปแบบการสอนโดยผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน และสร้างการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง โดยเป็นการสอนแบบบรรยาย และมีสื่อประกอบการเรียนการสอน และให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำนายผลแ ละให้มีการอภิปรายกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและผู้เรียนด้วยกันเอง โดยสื่ออาจเป็นสื่อที่เป็นอุปกรณ์หรือสื่อสาธิตจากวีดีโอเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีทางฟิสิกส์ เพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ของผู้เรียนและเป็นการเพิ่มความน่าสนใจในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในหัวข้อต่าง ๆ อีกด้วย

ขั้นตอนการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) มีทั้งหมด 8 ขั้นตอนดังนี้

2.1.1 ครูอธิบายวิธีการสาธิต

2.2.2 ครูให้นักเรียนทำนายผลลงในแบบทำนายผล

2.2.3 ครูให้นักเรียนอภิปรายผลการทำนายกับเพื่อน ๆ

2.2.4 สุ่มผลการทำนายของนักเรียนแล้วแสดงผลให้เพื่อนในห้องดู

2.2.5 ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทำนายลงในแบบทำนายผลอีกครั้ง (ซึ่งครูจะเก็บไว้)

2.2.6 ครูสาธิตและแสดงผล

2.2.7 ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายผลการสาธิตที่เกิดขึ้นและให้นักเรียนบันทึกผลลงในแบบแสดงผล (นักเรียนเก็บไว้)

2.2.8 ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่คล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ที่สาธิตอภิปรายสถานการณ์ที่อาจจะดูแตกต่างกับการสาธิตแต่สามารถอธิบายด้วยหลักการเดียวกัน

ข้อแนะนำในการใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

(1) ปฏิบัติตามกระบวนการในแต่ละการสาธิตอย่างครบถ้วน

(2) ในการบรรยายหรืออธิบายให้ใช้คำว่า "การเปลี่ยนแปลงปริมาณทางฟิสิกส์ที่วัด" อย่าถามว่ากราฟเปลี่ยนแปลงอย่างไร เช่น ถามว่า "ความเร็วของรถทดลองมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่าไร" อย่าถามว่า "กราฟความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร"

(3) ในการแสดงข้อมูลให้ผู้เรียนเห็น ควรเลือกส่วนข้อมูลจากกราฟที่เกี่ยวข้องกับการทำนายของผู้เรียนแล้วให้เขาบันทึกผลที่ถูกต้องลงในใบแสดงผลเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

(4) การประเมินความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียนก่อนและหลังจากการจัดการเรียนรู้นั้นจะทำเมื่อใดก็ได้ที่สะดวก

2.2 แนวคิดวิทยาศาสตร์

แนวคิดในภาษาอังกฤษใช้คำว่า Concept แต่ในภาษาไทยใช้แตกต่างกันหลายคำ เช่น แนวความคิด ความคิดรวบยอด มโนทัศน์ โนมติ มโนภาพ และสังกัป การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า แนวคิด

มีผู้ให้ความหมายของคำว่า แนวคิด ไว้ดังนี้

มณีกานต์ หินสอ (2549) เป็นความคิดหรือความเข้าใจภายในตัวบุคคลที่จะตีความ และสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเป็นผลที่เกิดจาการสังเกต ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ หรือการได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้คุณลักษณะสำคัญที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เป็นคุณสมบัติหรือลักษณะที่เฉพาะเจาะจงของสิ่งนั้น

สมควร ขนชัยภูมิ (2545) เป็นความคิดความเข้าใจของบุคคลที่จะสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจาการสังเกต หรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นหลาย ๆ แบบ แล้วใช้คุณลักษณะที่เกี่ยวกับสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมาประมวลเป็นข้อสรุป และยังต้องระลึกได้ว่า สิ่งนั้นมีลักษณะอย่างไร สามารถแยกแยะสิ่งนั้นออกจากสิ่งอื่น ๆ ได้ชัดเจน

มีผู้ให้ความหมายของ แนวคิดวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2550) กล่าวว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปซึ่งนักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน

รุ่งโรจน์ โคตรนารา (2555) กล่าวว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อเรื่องใดเรื่องหนึ่ง อันเกิดจากการศึกษา สืบค้น และเก็บรวมรวมมาจากประสบการณ์การรับรู้ต่าง ๆ แล้วนามาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปซึ่งตรงกับแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์

มันทนา แสงมณี (2557) กล่าวว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ ของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งหนึ่งใด เรื่องหนึ่งเรื่องใดที่เกิดจากข้อเท็จจริง หลักการ สถานการณ์ต่าง ๆ หรือ

การเรียนรู้ที่มีความหมายแล้วนำมาประมวลเป็นความรู้ ที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะวัดแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ

2.3 แบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

แบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) หมายถึง แบบทดสอบมาตรฐานที่ถูกออกแบบโดย Thornton and Sokoloff (1998) มีคำถาม 47 ข้อ และแยกออกเป็น 6 กลุ่มแนวคิดได้แก่ กลุ่มคำถามเรื่อง แรง การเคลื่อนที่ กลับทิศ กราฟของแรง กราฟความเร่ง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน และกราฟความเร็ว ซึ่งแบบทดสอบนี้เน้นความคิดรวบยอดในแต่ละเรื่องมากกว่าการคำนวณ

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบ 34 ข้อ 5 กลุ่มแนวคิด ได้แก่ กลุ่มคำถามเรื่อง แรง กราฟของแรง กราฟความเร่ง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน และกราฟความเร็ว

แบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) ผ่านการแปลและปรับปรุงฉบับภาษาไทย โดยศูนย์ฟิสิกส์ศึกษาแห่งประเทศไทย (รุจิระ การิสุข, 2554)

อำพล ใจรักษ์ (2550) ได้นำแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) นี้ไปใช้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวัดสุทธิวราราม พบว่านักเรียนส่วนน้อยมีความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่องแรงและการเคลื่อนที่โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นการเคลื่อนที่ของวัตถุบนพื้นเอียง แม้ว่าจะผ่านการเรียนการสอนในห้องเรียนมาแล้วก็ตาม ซึ่งนำไปสู่การพัฒนารูปแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture Demonstrations: ILD) พบว่าดัชนีความก้าวหน้าทางการเรียน (normalized gain) เท่ากับ 0.3 ซึ่งสูงกว่าการสอนแบบเดิม (บรรยายเพียงอย่างเดียว) ในการวิจัยได้ตรวจสอบเนื้อหาของแบบทดสอบและปรับปรุงข้อความให้เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ใช้แบบทดสอบ 43 ข้อ

2.4 ความก้าวหน้าทางการเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงความก้าวหน้าทางการเรียนวิทยาศาสตร์ คือ พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญา หรือความรู้ความคิดในวิชา

วิทยาศาสตร์ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ยึดหลักของ Klopfer ในการประเมินการเรียนรู้ด้านสติปัญญาหรือด้านความรู้ความคิด แบ่งได้ 4 ด้าน คือ

2.4.1 ด้านความรู้-ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว เป็นเรื่องเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายความหมายขยายความ แปลความ ตีความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์

2.4.3 ด้านการนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ที่ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

2.4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการปฏิบัติ การฝึกฝนอย่างมีระบบ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์จนเกิดความคล่องแคล่ว และสามารถเลือกใช้ในกิจกรรมต่างๆได้อย่างเหมาะสม

สรุปได้ว่า ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียนที่เกิดจากความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว ความสามารถในการอธิบายความหมายขยายความ แปลความ ตีความ โดยอาศัยข้อเท็จจริง หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์และนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหา ในสถานการณ์ที่ใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียน โดยวัดผลจากคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์ผลโดยใช้วิธี Normalized gain

2.5 Normalized gain

Normalized gain เป็นวิธีการประเมินที่พิจารณาจากผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสที่นักเรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นมาได้ซึ่งเสนอโดย Richard R. Hake ที่ University of Indiana ในปี ค.ศ. 1998 (อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2550) เนื่องจากในการสอบครั้งหนึ่ง ๆ มีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุด (minimum or floor effect) ที่ทุกคน จะมีโอกาสได้คะแนนต่ำสุดไม่น้อยกว่าร้อยละ 0 และโอกาสที่จะได้คะแนนสูงสุด (maximum or ceiling effect) ไม่เกินร้อยละ 100 หรือที่เรียกว่า floor and ceiling effect ด้วยปัญหานี้ (Hake, 1998) จึงได้เสนอวิธีการในการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น เรียกว่า normalized gain (normalized เป็นคำที่มาจากคำศัพท์ทางควอนตัมฟิสิกส์ ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่า ๆ กัน โดยมีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน) โดยหาได้จาก อัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain)

ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$< g >= \frac{[(\%\text{post} - \text{test}) - (\%\text{pre} - \text{test})]}{[(100\%) - (\%\text{pre} - \text{test})]} \quad (1)$$

โดยที่ <g> คือ ค่า normalized gain

% Post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยนของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ข้อสังเกต : การคำนวณหา Normalized gain นี้ไม่จำเป็นต้องใส่เป็นเปอร์เซ็นต์ก็ได้ โดยให้ใช้คะแนนสอบจริงแทน โดย Pre-test คือ คะแนนสอบก่อนเรียน Post-test คือคะแนนสอบหลังเรียน และ ใช้คะแนนเต็มของข้อสอบชุดนั้นแทน ร้อยละ 100

<g> หรือ normalized gain แปลความได้ว่า ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual gain = (% post–test)-(% Pre-test)) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain = (100 %) - (% Pre-test)) ซึ่งค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0.0 – 1.0 ด้วยวิธีการประเมินเช่นนี้ทำให้สามารถแก้ปัญหา floor and ceiling effect ได้ เนื่องจากเราคิดผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (กล่าวอีกในหนึ่งคือ เราได้ normalized ให้มีโอกาสเป็นไปได้อยู่ในช่วง 0.0 – 1.0 เท่ากัน ด้วยการเทียบกับค่าสูงสุดที่แต่ละคนจะมีโอกาสเพิ่มขึ้นได้) สามารถแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ คือ

"High gain" เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $<g> \geq 0.7$

"Medium gain" เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.7 \leq <g> \geq 0.3$

"Low gain" เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.0 \leq <g> > 0.3$

สำหรับการพิจารณา normalized gain เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างไร ทั้งในระดับชั้นเรียน ระดับแต่ละแนวคิด (Concepts) แต่ละรายบุคคล หรือแม้กระทั่งรายข้อนั้นเราจะได้แยกแยะให้เห็นว่าสามารถทำได้อย่างไร แบ่งประเภทของ normalized gain ออกเป็นดังนี้

2.5.1 แบบแต่ละชั้นเรียน (class normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งชั้นนั้นเพิ่มขึ้นคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ โดยดูได้จากคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้น ทั้งก่อนและหลังเรียน

การพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในลักษณะนี้ใช้เพื่อดูว่าผลการเรียนการสอนโดยภาพรวมของทั้งชั้นนั้นมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งโดยทั่วไปนักวิจัยจะอ้างถึงเนื่องจากสามารถ

บอกเป็นภาพรวมของทั้งชั้น อย่างไรก็ตามในการคิดคำนวณเพื่อหาค่า Normalized gain นี้ อาจใช้การนับคะแนนหรือนับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง เพื่อมาเข้าสูตรการคำนวณ ผลการคำนวณที่ได้จะเป็นการบอกภาพรวมของทั้งชั้นว่ามีผลการเรียนดีขึ้นมากน้อยเพียงใด แต่ถ้าหากต้องการดูว่านักเรียนแต่ละคนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอย่างไรไม่อาจสรุปได้ด้วยวิธีการนี้

2.5.2 แบบแต่ละรายบุคคล (single student normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการการเรียนรู้เป็นอย่างไร โดยดูได้จากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

สำหรับการหาค่า <g> ของนักเรียนแต่ละคนทั้งชั้นแล้วมาหาค่าเฉลี่ย (average of the single student normalized gain) หรืออาจจะเรียกว่าเป็นค่าเฉลี่ย <g> ของนักเรียนห้องนี้ ซึ่งควรจะเป็นค่าเดียวกันกับ Class normalized gain แต่ค่าที่ได้จากวิธีนี้จะพบว่ามีค่าไม่เท่ากันโดยค่าที่ได้ด้วยวิธีนี้จะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±5 ของ Class normalized gain โดยที่จำนวนประชากรที่ทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเราอาจจะทำได้ลำบากสำหรับการที่จะดู <g> ของนักเรียนแต่ละคนเนื่องจากต้องใช้เวลามากถ้านักเรียนมีจำนวนมาก แต่สำหรับชั้นเรียนที่มีนักเรียนจำนวนน้อยเราสามารถดูได้ และจะเป็นการดี เนื่องจากทำให้ครูสามารถดูพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดี อันจะเป็นแนวทางในการช่วยเสริมให้กับนักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ต่ำได้ หรืออาจให้นักเรียนที่ผลการเรียนที่ดีอยู่แล้วมาช่วยเหลือเพื่อนได้

2.5.3 แบบแต่ละรายข้อ (single test item normalized gain) หมายถึง การพิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดของข้อสอบข้อที่เรากำลังพิจารณา ในการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การพิจารณาในลักษณะนี้มีข้อดีคือทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อข้อสอบข้อนั้นเป็นอย่างไร ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดี สำหรับข้อสอบชุดหนึ่ง ๆ โดยเฉพาะข้อสอบที่เป็น Conceptual test จะมีการแบ่งหมวดหมู่ของข้อสอบออกเป็นกลุ่มคำถามตามแนวความคิดรวบยอด (concept) ผู้สร้างแบบทดสอบได้ตั้งไว้ตั้งแต่ตอนแรก ดังนั้นจึงนิยมที่จะพิจารณาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนต่อกลุ่มคำถามกลุ่มนั้น ๆ อันจะทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อแนวความคิดรวบยอดนั้น เป็นอย่างไร

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

การพิจารณาผลการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะใช้ในกรณีที่ต้องการดูว่านักเรียนมีผลการเรียนหรือมีพัฒนาการต่อการเรียนในหัวข้อนั้น ๆ เป็นอย่างไร เนื่องจากการสอบครั้งหนึ่ง ๆ จะมีการสอบ

รวบยอดเพื่อที่จะดูผลการเรียนที่นักเรียนสอบได้ต่อข้อสอบชุดนั้น ๆ ซึ่งข้อสอบมาตรฐานทั่วไปจะมีการวัดความเข้าใจหลาย ๆ Concepts อยู่ในข้อสอบชุดเดียวกัน ดังนั้นหากเราดูเฉพาะคะแนนรวม ไม่อาจบอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวความคิดรวบยอดนั้นมากน้อยเพียงใด จึงเป็นการดีที่เราจะดูได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจผิดในเรื่องใดมากหรือน้อย เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนได้ตรงประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดกันมาก ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีอยู่แล้วเราก็สามารถนำไปพัฒนาต่อให้ดีขึ้นไปอีกได้เช่นกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงได้นำวิธี normalized gain มาใช้ในการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะพิจารณาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างไร 3 แบบ คือ รายชั้นเรียน รายแนวคิดและรายข้อ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อำพล ใจรักษ์ (2550) ได้ใช้วิธีการสอบแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture Demonstrations: ILD) ในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแสดงผลประกอบการสาธิตกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นนักเรียนโรงเรียนวัดสุทธิวราราม กรุงเทพมหานคร จำนวน 132 คน ในภาคเรียนการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2557 ILD เป็นรูปแบบการสอนที่ประกอบด้วยการทดลองง่าย ๆ ทางฟิสิกส์ โดยมีการทดลองการเคลื่อนที่ที่หลากหลาย ILD ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Thornton and Sokoloff (1998) สามารถที่จะประเมินประสิทธิภาพการสอนนี้ โดยใช้แบบทดสอบแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์มาตรฐานในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (FMCE) ฉบับภาษาไทย โดยมีการสอบก่อนและหลังการสอน ภายหลังการสอนแบบ ILD พบว่า normalized gain เท่ากับ 0.1 นอกจากนี้ยังพบว่า normalized gain จะสูงมากในกลุ่มเรื่องความเร่งและกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า ILD สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ได้ดีขึ้นกว่าเดิม

ปรีดา ตะเหลบ (2553) ได้พัฒนาชุดสาธิตและแบบทำนายผลที่ใช้ในการสอนแบบ ILD จำนวน 5 ชุด เพื่อศึกษาผลการใช้การสอนแบบ ILD ในเนื้อหาเกี่ยวกับอุณหพลศาสตร์ โดยใช้กลุ่มผู้เรียนจำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมที่สอนแบบบรรยาย และกลุ่มทดลองที่สอนแบบ ILD จากนั้นทำการเปรียบเทียบความเข้าใจในเนื้อหาอุณหพลศาสตร์ระหว่างสองกลุ่ม ด้วยแบบทดสอบ Thermodynamic Conceptual Evaluation: TCE ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของทั้งสองกลุ่ม ผลการทดสอบก่อนและหลังเรียนนำมาวิเคราะห์หาค่า Normalized change และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า Normalized change ของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 0.03 และ 0.26 ตามลำดับ ผลดังกล่าว มีนัยสำคัญที่แสดงว่า กลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการสอน

แบบ ILD มีความเข้าใจในเนื้อหาอุณหพลศาสตร์พื้นฐานได้ดีกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายตามปกติ

กิตติยา อาภรศรี (2555) ทำการศึกษาและพัฒนาวิธีการและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการทำนายผล-สร้างประสอบการณ์-สะท้อนผล ที่เรียกว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เพื่อเพิ่มความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ และเพิ่มความเข้าใจแนวคิดหลักเรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง รูปแบบการวิจัยคือหนึ่งกลุ่มทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการสำรวจเจตคติและความคาดหวังทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ด้วยแบบสำรวจความคาดหวังการเรียนวิชาฟิสิกส์ของมหาวิทยาลัยแมรี่แลนด์ พบว่า ความคาดหวังหลังเรียนด้วย ILD เพิ่มขึ้นด้วยค่าดัชนีประสิทธิผล 0.50 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.56 ความคาดหวังและพัฒนาการทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กฤตภัค โคตรหานาม (2556) ได้ศึกษาความเข้าใจมโนมติ (Conception Understanding) เรื่องการสั่นของสปริงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสาธิตประกอบคำบรรยายอย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture Demonstration) ผ่านปฏิบัติการด้วยคอมพิวเตอร์ (Microcomputer-Based Laboratory) และการใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) และศึกษาแรงจูงใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research methodology) ในรูปแบบการวิจัยแบบหลายกลุ่ม (Multiple-group design) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสาธิตประกอบคำบรรยายอย่างมีปฏิสัมพันธ์ผ่านสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ มีคะแนนความเข้าใจมโนมติ เรื่องการสั่นของสปริงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การวิเคราะห์แรงจูงใจในการเรียนรู้ฟิสิกส์ของผู้เรียนพบว่าผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้รับวิธีการจัดการเรียนรู้แต่ละวิธีการที่แตกต่างกันอย่างจำเพาะเจาะจงตามแบบการทดลองนั้น มีคะแนนของแรงจูงใจในการเรียนรู้ฟิสิกส์ของผู้เรียนที่แตกต่างกันเฉพาะในมิติย่อยด้านประสิทธิภาพของตนเอง (SE) เท่านั้นส่วนด้านอื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์และเพิ่มความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้รายละเอียดในการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 แบบแผนการวิจัย

งานวิจัยนี้มีแบบแผนการวิจัยเป็นแบบใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว (One Group Pretest-Posttest Design)

O_1 ---> X ---> O_2

โดยที่ O_1 คือ การทดสอบก่อนเรียน

X คือ ดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการสอน แบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

O_2 คือ การทดสอบหลังเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.2.1 แบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ คะแนนเต็ม 34 คะแนน

3.2.2 ผู้วิจัยได้ศึกษามาตรฐาน และผลการเรียนรู้ วิเคราะห์จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 ของโรงเรียนสิรินธร โดยเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) แต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ผ่านการตรวจสอบ คำชี้แนะแล้วทำการปรับปรุงแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาให้เหมาะกับสภาพผู้เรียน แสดงขั้นตอนดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อน จำนวน 5 ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมละ 2 ชั่วโมงรวม 10 ชั่วโมง ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 5 ชุดกิจกรรม ได้แก่

ชุดกิจกรรมที่ 1 เรื่อง แรง มวล และน้ำหนัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจความหมายของปริมาณที่มีผลต่อการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ ได้แก่ แรง มวล และน้ำหนัก ประกอบด้วย 4 กิจกรรมย่อยได้แก่กิจกรรม เรื่อง แรง ประกอบด้วย 2 สถานการณ์ กิจกรรมเรื่องแรงเสียดทาน ประกอบด้วย 2 สถานการณ์ กิจกรรมเรื่องมวล ประกอบด้วย 2 สถานการณ์ และกิจกรรมเรื่องน้ำหนักประกอบด้วย 1 สถานการณ์

ชุดกิจกรรมที่ 2 เรื่อง กราฟการเคลื่อนที่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจความสัมพันธ์ของปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ ประกอบด้วย 4 สถานการณ์ได้แก่กราฟการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ กราฟเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น กราฟการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลง และกราฟการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอิสระ

ชุดกิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจกฎของนิวตันใจความว่า "วัตถุจะคงสภาพนิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวในแนวเส้นตรง นอกจากมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น" ประกอบด้วย 3 สถานการณ์

ชุดกิจกรรมที่ 4 เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตันโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจกฎของนิวตันใจความว่า "เมื่อมีแรงลัพธ์ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำและขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์และจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ" ประกอบด้วย 2 สถานการณ์

ชุดกิจกรรมที่ 5 เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตันโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจกฎของนิวตันใจความว่า "ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามเสมอ" ประกอบด้วย 3 สถานการณ์

แต่ละชุดกิจกรรมใช้เวลา 2 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง ชุดกิจกรรมผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง โดยอาจารย์ที่ปรึกษา และปรับปรุงแก้ไข จึงนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างรายละเอียดและขั้นตอนในการใช้ชุดกิจกรรมแสดงในภาคผนวก

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ตามขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation : FMCE) จำนวน 34 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 ดำเนินการสอนกลุ่มตัวอย่างด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่องแรงและการเคลื่อน จำนวน 5 ชุดกิจกรรม ชุดกิจกรรมละ 2 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง

3.3.3 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.4 ตรวจคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE)

3.3.5 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test โดยทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้ค่า average normalized gain

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อน โดยทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test โดยทดสอบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อน โดยทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) โดยใช้ค่า average normalized gain

3.4.1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนน ($\overline{X}$) โดยใช้สูตร

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3.4.1.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตร

$$SD = \sqrt{\frac{N\sum X - \left(\sum X\right)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนกำลังสองของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

3.4.1.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมติฐาน ใช้การทดสอบค่า ที (t-test)

สำหรับข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน คือผู้วิจัยต้องการทดสอบนักเรียนกลุ่มหนึ่งโดยการทดสอบก่อนเรียนเทียบกับการทดสอบหลังเรียน โดยเทียบผลการเรียนหรือพัฒนาการของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยทดสอบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

โดยใช้สูตร

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - \left(\sum D\right)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ $\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังเรียนกับคะแนนเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียน

n แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

ขท10651
ข้อมูลท้องถิ่น

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเข้าใจและความก้าวหน้าทางการเรียนแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนสิรินธร อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 35 คน ข้อมูลการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยแยกวิเคราะห์ออกเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ร้อยละของคะแนนโดยทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ 34 คะแนน แล้วเปรียบเทียบคะแนนโดยการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ t-test ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที ของคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

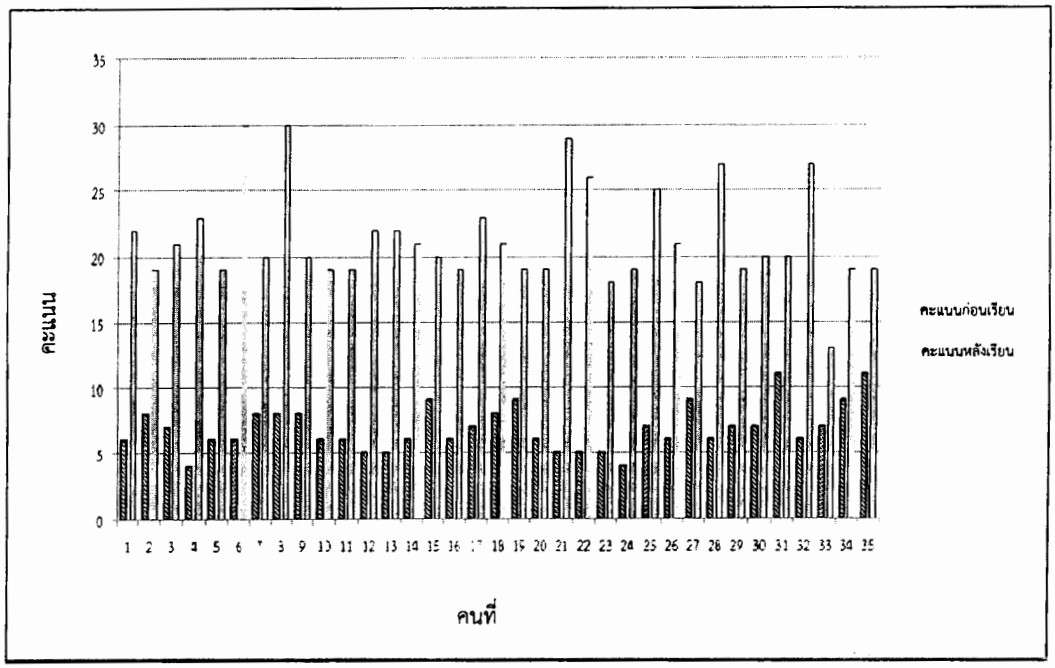
คะแนนเฉลี่ย	จำนวนนักเรียน (คน)	ค่าเฉลี่ย(ร้อยละ)	SD	t-test
ก่อนเรียน	35	6.83 (15.88)	1.72	21.37*
หลังเรียน	35	21.37 (49.70)	3.74	

*$t_{\alpha=.05,} = 1.690$

จากตารางที่ 4.1 พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 6.83 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 15.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.72 และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยหลังเรียน มีค่าเท่ากับ 21.37 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 49.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.74 ผลการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่า ได้ค่า t มีค่าเท่ากับ 21.37 >1.690 ($t_{.05,\ 34}$) แสดงว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้

สอดคล้องกับงานวิจัยของอำพล ใจรักษ์ (2550) ได้ศึกษาวิธีการสอบแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture Demonstrations: ILD) ในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการแสดงผลประกอบการสาธิตพบว่าพบว่า normalized gain เท่ากับ 0.1 ชี้ให้เห็นว่า ILD สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ได้ดีขึ้นกว่าเดิม สอดคล้องกับปรีดา ตะเหลบ (2553) ศึกษาผลการใช้การสอนแบบ ILD ในเนื้อหาเกี่ยวกับอุณหพลศาสตร์โดยใช้กลุ่มผู้เรียนจำนวน 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุมที่สอนแบบบรรยายและกลุ่มทดลองที่สอนแบบ ILD จากนั้นทำการเปรียบเทียบความเข้าใจในเนื้อหาอุณหพลศาสตร์ระหว่างสองกลุ่มด้วยแบบทดสอบ Thermodynamic Conceptual Evaluation: TCE ใช้ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของทั้งสองกลุ่ม ผลการทดสอบก่อนและหลังเรียนนำมาวิเคราะห์หาค่า Normalized change และเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนทั้งสองกลุ่มพบว่า Normalized change ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.03 และ 0.26 ตามลำดับผลดังกล่าว มีนัยสำคัญที่แสดงว่า กลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบ ILD มีความเข้าใจในเนื้อหาอุณหพลศาสตร์พื้นฐานได้ดีกว่ากลุ่มผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบบรรยายตามปกติ สอดคล้องกับกิตติยา อาภรศรี (2555) ทำการศึกษาและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เพิ่มความเข้าใจแนวคิดหลักเรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง พบว่าพัฒนาการทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับกฤตภัค โคตรหานาม (2556) ได้ศึกษาความเข้าใจมโนมติ (Conception Understanding) เรื่องการสั่นของสปริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การสาธิตประกอบคำบรรยายอย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive Lecture Demonstration) ผ่านปฏิบัติการด้วยคอมพิวเตอร์ (Microcomputer-Based Laboratory) และการใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสาธิตประกอบคำบรรยายอย่างมีปฏิสัมพันธ์ผ่านสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ มีคะแนนความเข้าใจมโนมติ เรื่องการสั่นของสปริงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน จากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนรายบุคคลของนักเรียน จำนวน 35 คน ที่ทดสอบแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (FMCE)

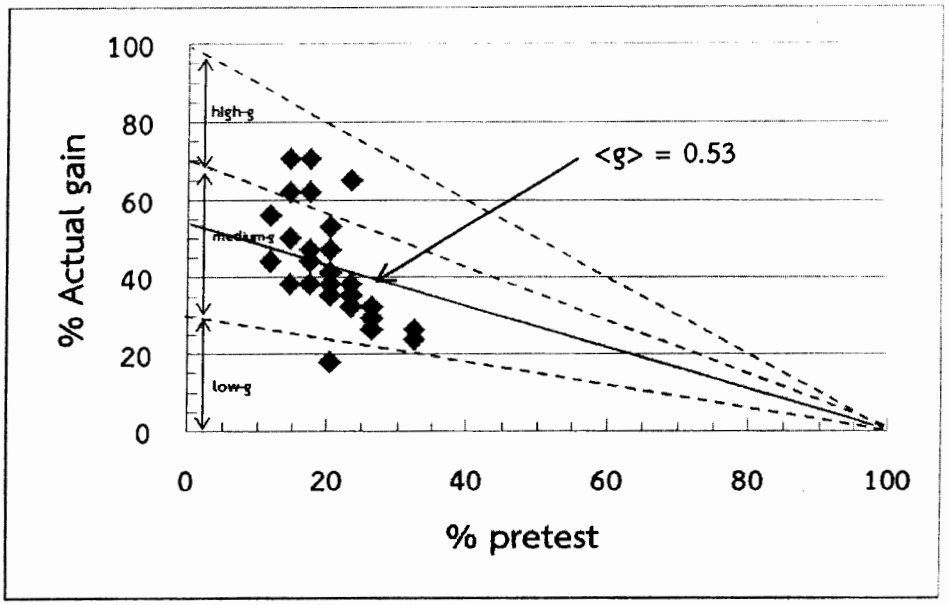
จากภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนรายบุคคลของนักเรียน จำนวน 35 คน ที่ทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (FMCE) จำนวน 34 ข้อ 34 คะแนน พบว่านักเรียนทุกคนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ เพิ่มขึ้นทุกคน เป็นไปตามสมติฐานที่ตั้งไว้

4.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (FMCE) นำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย (average normalized gain) รายชั้นเรียน รายแนวคิด และรายข้อ ดังนี้

4.2.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน

จากคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียนโดยทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ 34 คะแนน นำมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้ค่า average normalized gain พบว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง %Actual gain กับ %pretest ของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้ รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

จากภาพที่ 4.2 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่าง %Actual gain กับ % pretest ของนักเรียนจากการจัดการเรียนรู้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) จำนวน 35 คน ทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ 34 คะแนน นำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยโดยใช้ค่า average normalized gain พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.53 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) มีนักเรียนจำนวน 6 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) คิดเป็นร้อยละ 17.14 นักเรียนจำนวน 29 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) คิดเป็นร้อยละ 82.86 แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

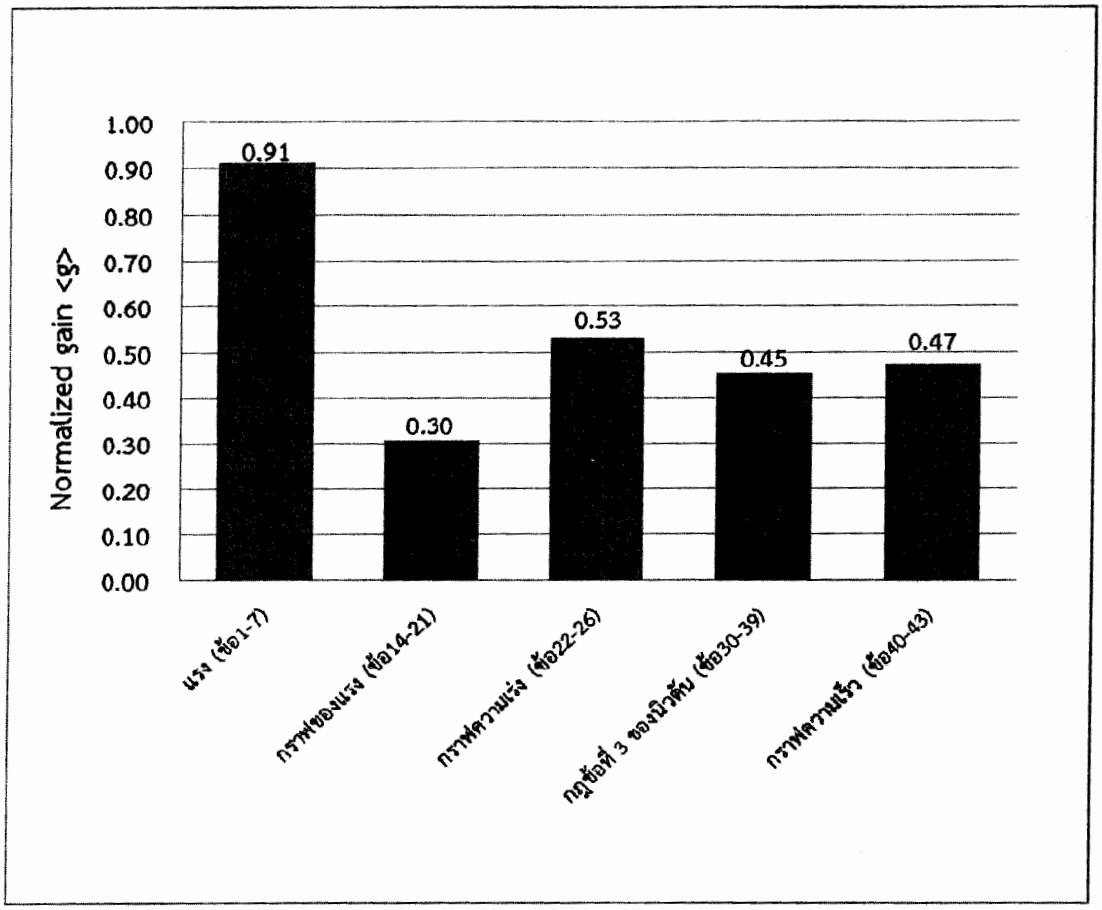
4.2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิด

ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดของนักเรียนจากการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ทดสอบด้วยแบบประเมินความเข้าใจ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ 34 คะแนน พิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในข้อนั้นเพิ่มขึ้นเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 5 กลุ่มแนวคิดคือ แรง กราฟแรง กราฟความเร่ง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน และกราฟความเร็ว ได้ผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดของกลุ่มตัวอย่าง

หัวข้อ	%pretest	%post	%Actual gain	Maximum possible gain	<g>
1. แรง	22.04	92.24	70.20	77.96	0.91
2. กราฟของแรง	17.50	41.07	23.57	82.50	0.30
3. กราฟความเร่ง	20.00	61.71	41.71	80.00	0.53
4. กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน	22.57	53.14	30.57	77.43	0.45
5. กราฟความเร็ว	18.57	57.14	38.57	81.43	0.47

จากตารางที่ 4.2 พบว่าร้อยละของคะแนนก่อนเรียน จากการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกแนวคิดเมื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ได้ผลดังรูปที่ 4.2



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

จากภาพที่ 4.3 พบว่าคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดจากการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) พบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดอยู่ในระดับสูง (High gain) 1 แนวคิดคือ แนวคิดเรื่องแรง โดยแนวคิดเรื่องแรงมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.91 และมี 4 แนวคิดที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) คือ แนวคิดเรื่องกราฟของแรง กราฟความเร่ง กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน และกราฟความเร็ว โดยแนวคิดเรื่อง กราฟความเร่ง มีความก้าวหน้าทางการเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 0.53 ลำดับต่อไปคือแนวคิดเรื่อง กราฟความเร็ว มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 ลำดับต่อไปคือแนวคิดเรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตันมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 และแนวคิดเรื่อง กราฟของแรง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 0.30

เมื่อวิเคราะห์ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อที่อยู่ในกลุ่มแนวคิดเดียวกันผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์เป็น 5 กลุ่มแนวคิดดังนี้

4.2.2.1 กลุ่มแนวคิดเรื่องแรง

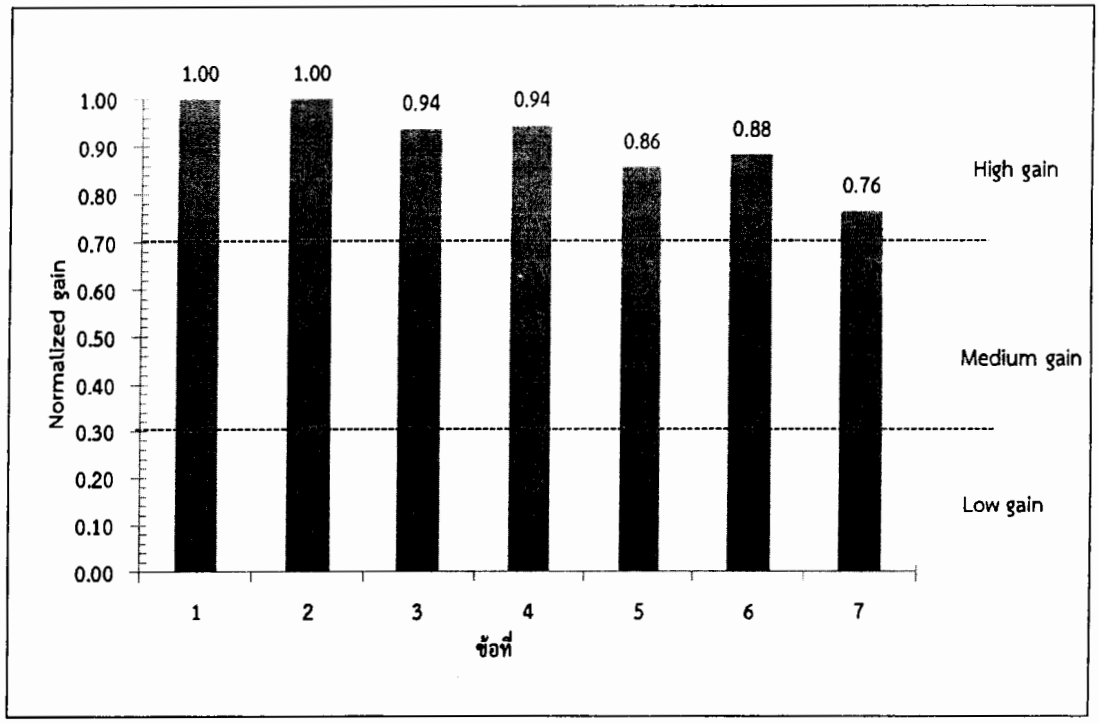
กลุ่มแนวคิดนี้มี 7 ข้อประกอบด้วยข้อที่ 1-7 เป็นคำถามเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเรือน้ำแข็งที่เคลื่อนที่บนพื้นน้ำแข็งซึ่งมีแรงเสียดทานน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด โดยคนใส่รองเท้าที่พื้นรองเท้ามีปุ่มแหลม ๆ สามารถยืนบนน้ำแข็งและออกแรงดันเรือน้ำแข็งให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นน้ำแข็งได้ โดยมีการเพิ่มหรือลดความเร็ว ให้เคลื่อนที่ในทิศทางซ้ายหรือขวา แล้วให้นักเรียนเลือกลักษณะของแรงที่กระทำต่อเรือน้ำแข็งซึ่งสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของเรือน้ำแข็งในแต่ละข้อ กลุ่มแนวคิดนี้จะมีบางตัวเลือกที่บ่งบอกว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูกคือ แรงที่กระทำต่อวัตถุแปรผันตรงกับความเร่งของวัตถุ และแนวคิดที่ผิด คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุแปรผันตรงกับความเร็ว ผลการทดสอบด้วยแบบประเมินความเข้าใจเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) ได้ผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องแรงของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	ความเข้าใจแนวคิดที่ผิด (แรงแปรผันตรงกับความเร็ว)	ความเข้าใจแนวคิดที่ถูก (แรงแปรผันตรงกับความเร่ง)	คำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุด	
			ก่อนเรียน จำนวน (คน)	หลังเรียน จำนวน (คน)
1	A	B	B 21	B 35
2	B	D	B 25	D 35
3	C,G	F	C,G 31	F 33
4	G	F	F 17	F 34
5	B	D	B 2	D 31
6	E	B	E 0	B 31
7	E	B	E 28	B 27

จากตารางที่ 4.3 พบว่าคำตอบก่อนเรียน นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดว่า แรงแปรผันตรงกับความเร็วซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิด ส่วนหลังเรียนนั้นนักเรียนส่วนมากเลือกคำตอบที่ถูกต้องคือนักเรียนเข้าใจว่าแรงแปรผันตรงกับความเร่ง มีข้อที่ 1 และ 4 ที่นักเรียนส่วนมากเลือกคำตอบที่ถูกต้องทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งคำถามข้อที่ 1 และ 4 เป็นคำถามลักษณะเดียวกัน โดยคำถามข้อที่ 1 เป็นสถานการณ์ที่ เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาโดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ

(ความเร่งคงตัว) มีลักษณะคำถามเดียวกันกับข้อที่ 4 เป็นสถานการณ์ที่ เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้ายโดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว) ซึ่งนักเรียนคิดว่าเมื่อความเร่งคงที่ส่งผลให้แรงคงที่ด้วยและแรงมีทิศเดียวกับทิศที่เรือน้ำแข็งเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นความเข้าใจแนวคิดที่ถูกต้องว่าแรงแปรผันตรงกับความเร่ง นั่นแสดงให้เห็นว่าหลังจากการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเขียนกราฟเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อแยกตามแนวคิด ได้ผลดังรูปที่ 4.3



ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อกลุ่มแนวคิดเรื่องแรง

จากภาพที่ 4.4 พบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้ออยู่ในระดับสูง (high gain) ทั้ง 7 ข้อ มี 2 ข้อที่มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนสูงที่สุดคือ ข้อที่ 1 และ 2 มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 และข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ ข้อที่ 7 เป็นสถานการณ์ที่เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้ายโดยเคลื่อนที่ช้าลงด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว) มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.76 น้อยที่สุดในกลุ่มแนวคิดเรื่องแรง แต่ก็ยังถือว่าอยู่ในระดับสูง (high gain) นั่นแสดงให้เห็นว่าหลังจากการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงเพิ่มมากขึ้น

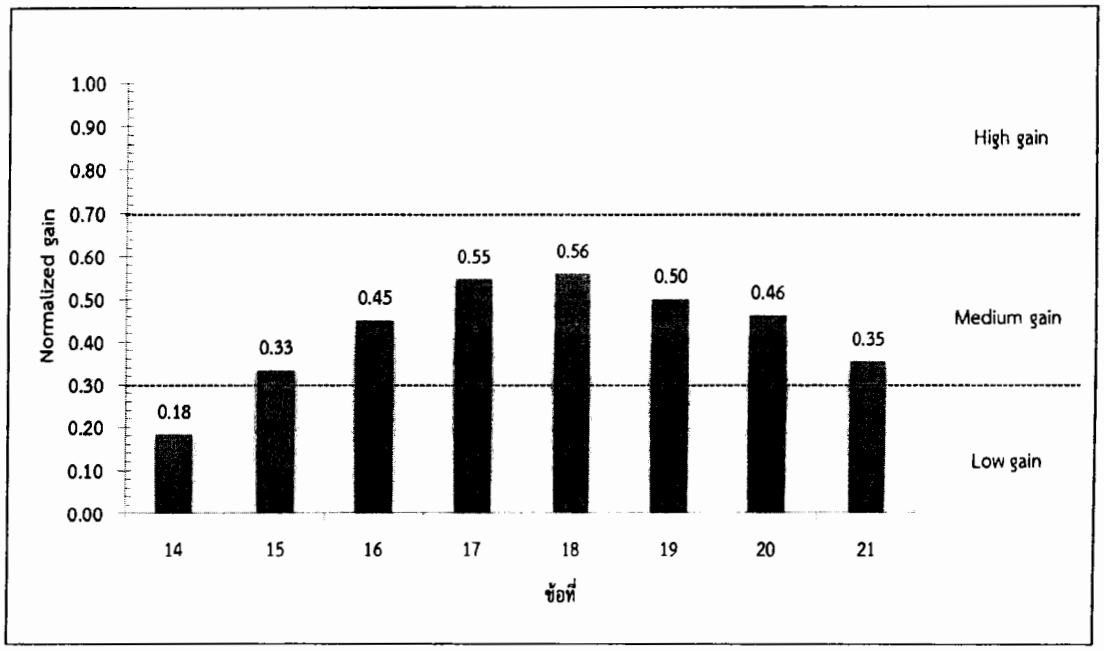
4.2.2.2 กลุ่มแนวคิดเรื่องกราฟของแรง

กลุ่มแนวคิดนี้มี 8 ข้อประกอบด้วยข้อที่ 14-21 เป็นคำถามเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ซึ่งมีเนื้อหาเหมือนกับกลุ่มแนวคิดเรื่องแรง แต่นำเสนอในรูปแบบที่ต่างกัน คือนักเรียนจะต้องพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถของเล่นแล้วเลือกกราฟของแรงกับเวลาที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของรถของเล่น ผลการทดสอบด้วยแบบประเมินความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) ได้ผลดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องกราฟของแรงของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	ความเข้าใจแนวคิดที่ผิด (แรงแปรผันตรงกับความเร็ว)	ความเข้าใจแนวคิดที่ถูก (แรงแปรผันตรงกับความเร่ง)	คำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุด	
			ก่อนเรียน จำนวน (คน)	หลังเรียน จำนวน (คน)
14	A	E	A 26	E 8
15	E	-	E 20	E 25
16	C	A	C 19	A 24
17	A,B	E	B 14	E 20
18	H	B	H 17	B 20
19	D	B	D 9	B 19
20	F	G	F 11	G 21
21	A,H	E	A 12	E 13

จากตารางที่ 4.4 พบว่าข้อที่ 15 ไม่สามารถบ่งบอกถึงแนวคิดของนักเรียนได้ ข้อสังเกตคือสถานการณ์ข้อที่ 15 รถอยู่นิ่ง ไม่ว่านักเรียนจะมีแนวคิดว่าแรงแปรผันตรงกับความเร็วหรือแปรผันตรงกับความเร่งนักเรียนก็ต้องตอบข้อ E เหมือนกัน ส่วนข้ออื่น ๆ คำตอบก่อนเรียนนักเรียนส่วนมากมีแนวคิดว่า แรงแปรผันตรงกับความเร็วซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิด ส่วนหลังเรียนนั้นนักเรียนส่วนมากเลือกคำตอบที่ถูกต้อง คือนักเรียนเข้าใจว่าแรงแปรผันตรงกับความเร่ง แสดงให้เห็นว่าหลังจากการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกราฟของแรงเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเขียนกราฟเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อแยกตามแนวคิด ได้ผลดังรูปที่ 4.4



ภาพที่ 4.5 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ กลุ่มแนวคิด เรื่องกราฟของแรง

จากภาพที่ 4.5 พบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยส่วนใหญ่ อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) จำนวน 7 ข้อ และข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ (Low gain) จำนวน 1 ข้อ ได้แก่ข้อที่ 14 เป็นสถานการณ์ที่ รถเคลื่อนที่ไปทางขวา (หนีห่างจากจุดกำเนิด) ด้วยความเร็วคงตัว ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ตอบข้อ A จำนวน 26 คน ซึ่งเป็นความเข้าใจแนวคิดที่ผิดว่าแรงแปรผันโดยตรงกับความเร็ว และหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ตอบข้อ E จำนวน 8 คน ซึ่งเป็นความเข้าใจแนวคิดที่ถูกต้องว่าแรงแปรผันโดยตรงกับความเร่ง ซึ่งจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกจากการทดสอบหลังเรียนยังมีจำนวนน้อยอยู่เมื่อเทียบกับจำนวนนักเรียนทั้งหมด ทำให้ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนในข้อที่ 14 ต่ำ ผู้วิจัยจึงคนพบว่านักเรียนยังความเข้าใจที่ผิดว่าแรงแปรผันตรงกับความเร็วอยู่เกิดจากกลุ่มคำถามเรื่องกราฟของแรงเป็นคำถามเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ซึ่งมีเนื้อหาเหมือนกับกลุ่มแนวคิดเรื่องแรง แต่นำเสนอในรูปแบบที่ต่างกัน คือนักเรียนจะต้องพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถ แล้วเลือกกราฟของแรงกับเวลาที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของรถนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงได้ ประเด็นค้นพบนี้นำไปสู่การพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องกราฟของแรงต่อไป

4.2.2.3 กลุ่มแนวคิดเรื่องกราฟความเร่ง

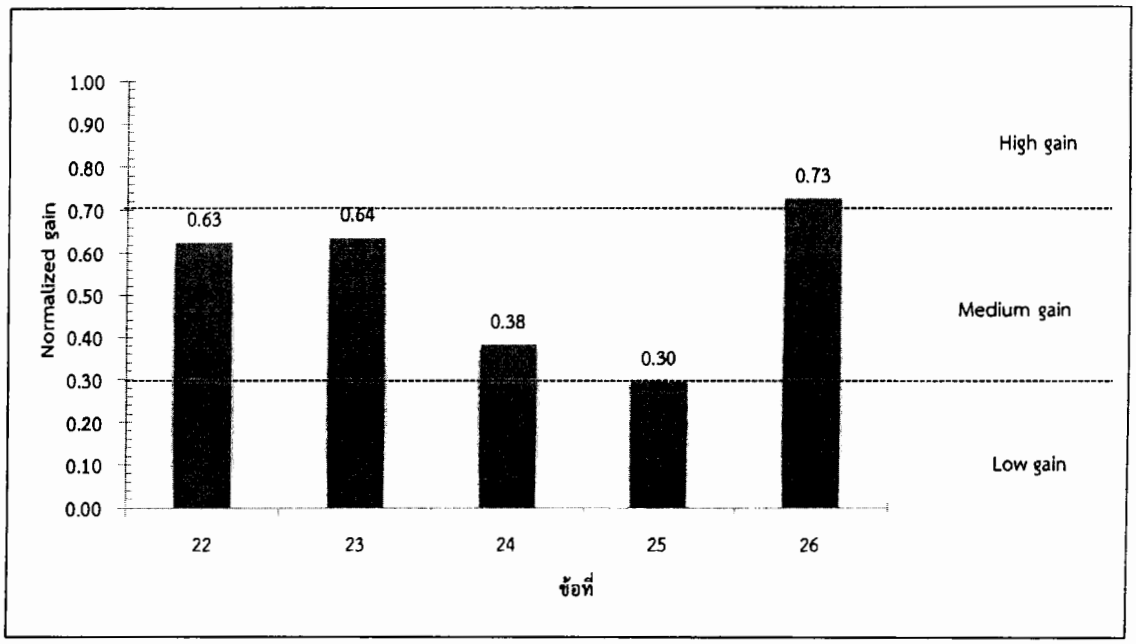
กลุ่มแนวคิดนี้มี 5 ข้อประกอบด้วยข้อที่ 22-26 เป็นกลุ่มคำถามที่คล้ายกับกลุ่มคำถามเรื่องกราฟของแรง นักเรียนจะถูกถามเกี่ยวกับความเร่งของรถที่มีการเคลื่อนที่ของรถในแต่

ละสถานการณ์ ผลการทดสอบด้วยแบบประเมินความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องกราฟความเร่งของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	ความเข้าใจแนวคิดที่ผิด (ความเร่งแปรผันตรงกับความเร็ว)	ความเข้าใจแนวคิดที่ถูก (แรงแปรผันตรงกับความเร่ง)	คำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุด	
			ก่อนเรียน จำนวน (คน)	หลังเรียน จำนวน (คน)
22	E	A	E 23	A 26
23	G	B	G 32	B 23
24	B	C	A 13	C 14
25	F	B	E 12	B 16
26	A	C	C 13	C 29

จากตารางที่ 4.5 พบว่าคำตอบก่อนเรียน นักเรียนส่วนมากมีแนวคิดว่าความเร่งแปรผันตรงกับความเร็วซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิด ส่วนหลังเรียนนั้นนักเรียนส่วนมากเลือกคำตอบที่ถูกต้องคือนักเรียนเข้าใจว่าแรงแปรผันตรงกับความเร่ง มีข้อที่ 26 เป็นสถานการณ์ที่ รถเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วคงตัวนักเรียนส่วนใหญ่ตอบถูกทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน นั่นแสดงให้เห็นว่าหลังจากการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกราฟความเร่งเพิ่มขึ้น และเมื่อเขียนกราฟเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อแยกตามแนวคิด ได้ผลดังรูปที่ 4.5



ภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ กลุ่มแนวคิดเรื่อง กราฟความเร่ง

จากภาพที่ 4.6 พบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) จำนวน 4 ข้อได้แก่ข้อที่ 22-25 และข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (High gain) จำนวน 1 ข้อ ได้แก่ข้อที่ 26 เป็นสถานการณ์ที่รถเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วคงตัวที่เป็นเช่นนี้เพราะข้อที่ 26 เป็นข้อที่ง่ายไม่มีความซับซ้อนนักเรียนจึงสามารถพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถแล้วเลือกกราฟของความเร่งกับเวลาที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของรถได้ถูกต้อง นั่นแสดงให้เห็นว่าหลังจากการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกราฟความเร่งเพิ่มมากขึ้น

4.2.2.4 กลุ่มแนวคิดเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

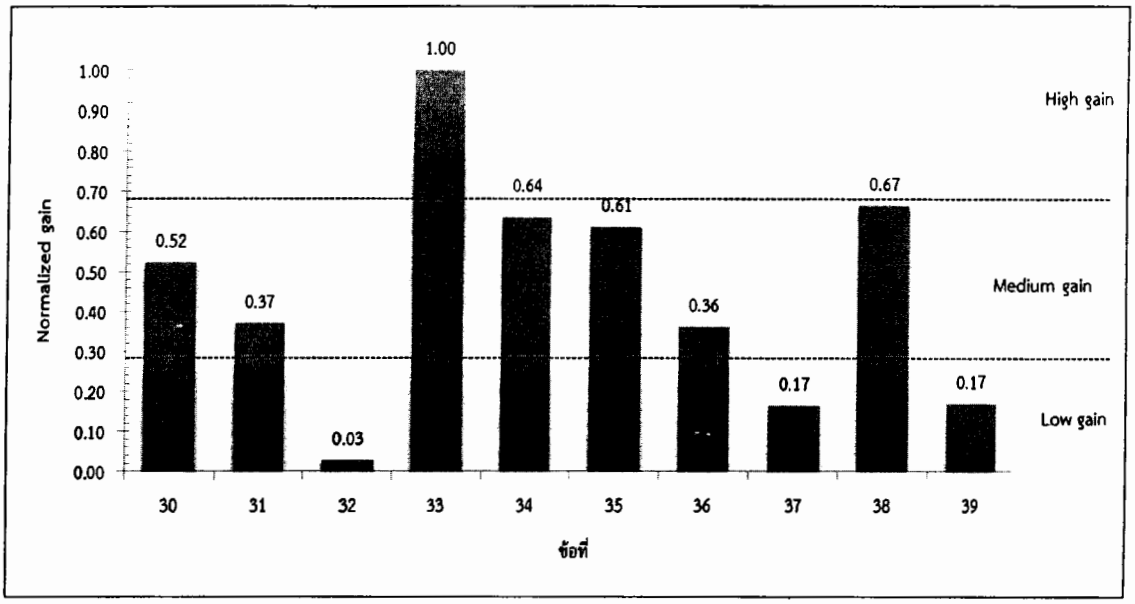
กลุ่มแนวคิดนี้มี 10 ข้อประกอบด้วยข้อที่ 30-39 เป็นกลุ่มคำถามที่สามารถบอกถึงแนวคิดที่ผิดสองแนวคิดคือแนวคิดที่ว่า วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุหนึ่งเมื่อมีการชนกันและแนวคิดที่ว่า วัตถุที่มีความเร็วมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุเมื่อมีการชนกัน ผลการทดสอบด้วยแบบประเมินความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) ได้ผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตันของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	ความเข้าใจแนวคิดที่ผิด วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุหนึ่งเมื่อมีการชนกัน	ความเข้าใจแนวคิดที่ผิด วัตถุที่มีความเร็วมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุหนึ่งเมื่อมีการชนกัน	ความเข้าใจแนวคิดที่ถูก วัตถุจะออกแรงกระทำเท่ากัน	คำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุด	
				ก่อนเรียน จำนวน (คน)	หลังเรียน จำนวน (คน)
30	A	-	E	E 14	E 25
31	A	B	E	A 14	B 16
32	A	B	E	B 30	B 15
33	-	-	E	E 33	E 35
34	-	B	E	B 19	E 23
35	B	C	A	B 18	A 23
36	B	C	A	D 17	A 21
37	B	C	A	C 15	A 15
38	B	B,C	A	B 29	A 24
39	-	-	E	D 15	D 11

จากตารางที่ 4.6 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความเข้าใจแนวคิดที่ผิดทั้งสองแนวคิด ยกเว้นข้อที่ 30 เป็นสถานการณ์ที่รถทั้งคู่กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากัน ขณะที่ ชนกันนักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่ถูกต้องทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน แต่จำนวนนักเรียนตอบถูกหลังเรียนมากกว่าก่อนเรียน และมีข้อที่ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่านักเรียนมีแนวคิดที่ผิดหรือถูกอย่างไร ได้แก่ข้อที่ 33 เป็นสถานการณ์ที่ทั้งรถปิกอัพ และรถยนต์กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากัน ขณะที่ ชนกันโดยโจทย์กำหนดให้ว่าปิกอัพมีน้ำหนักเท่ากับรถยนต์ ก็คือสถานการณ์นี้รถทั้งสองมีทั้งความเร็วและมวลเท่ากัน ซึ่งไม่ว่านักเรียนจะมีแนวคิดอย่างไรก็จะต้องตอบตัวเลือก E คือแรงเท่ากัน และข้อที่ 39 เป็นข้อที่ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่านักเรียนมีแนวคิดที่ผิดอย่างไรเป็นสถานการณ์ที่นักเรียนสองคน นั่งอยู่บนเก้าอี้สำนักงานที่เหมือนกันทุกประการ และหันหน้าเข้าหากัน บ๊อบมีมวล 95 กิโลกรัม ขณะที่จิมมีมวล 77 กิโลกรัม บ๊อบวางเท้าเปล่าของเขาบนเข่าของจิมบ๊อบดันเท้าของเขาออกไปทันทีทันใดทำให้เก้าอี้

ทั้งสองเลื่อน สาเหตุที่ไม่สามารถบอกแนวคิดของนักเรียนได้นั้นเพราะว่าไม่ว่านักเรียนจะมีแนวคิดที่ผิดอย่างไรก็ต้องตอบว่าบ๊อบออกแรงกระทำมากกว่าคือต้องตอบตัวเลือก B หรือ D เพราะบ๊อบมีมวลมากว่าและเป็นคนถีบ จากตารางนักเรียนตอบตัวเลือก D มากที่สุดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งเป็นตัวเลือกที่ผิด แต่จำนวนนักเรียนที่ตอบตัวเลือกที่ผิดหลังเรียนน้อยกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้ยังมีข้อที่ 31 และข้อ 32 นักเรียนส่วนใหญ่ยังตอบผิดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าวัตถุที่มีความเร็วมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุหนึ่ง ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าสถานการณ์ในชุดกิจกรรมไม่ได้ออกแบบการขนของวัตถุที่มีความเร็ว ข้อค้นพบคือสามารถนำไปพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกฎข้อที่ 3 ของนิวตันต่อไป และเมื่อเขียนกราฟเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อแยกตามแนวคิด ได้ผลดังรูปที่ 4.6



ภาพที่ 4.7 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อกลุ่มแนวคิดเรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน

จากภาพที่ 4.7 พบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับระดับสูง (High gain) จำนวน 1 ข้อ คือข้อที่ 33 เป็นเช่นนี้เพราะว่าข้อที่ 33 เป็นข้อที่ไม่ว่านักเรียนจะมีแนวคิดอย่างไรก็จะต้องตอบตัวเลือก E คือแรงเท่ากัน นักเรียนทุกคนตอบข้อนี้ถูกทำให้ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับที่สูง และส่วนใหญ่มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) จำนวน 6 ข้อได้แก่ข้อที่ 30, 31, 34, 35, 36 และ 38 นอกจากนี้ยังมีข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ (Low gain) จำนวน 3 ข้อ ได้แก่ข้อที่ 32, 37 และ 39 โดยข้อที่ 32 มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 0.03 ที่เป็นเช่นนี้เพราะข้อที่ 32

นักเรียนส่วนใหญ่ยังตอบผิดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนักเรียนมีความเข้าใจว่าวัตถุที่มีความเร็วมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุหนึ่ง ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าสถานการณ์ในชุดกิจกรรมไม่ได้ออกแบบการชนของวัตถุที่มีความเร็ว ข้อค้นพบคือสามารถนำไปพัฒนาการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกฎข้อที่ 3 ของนิวตันต่อไป

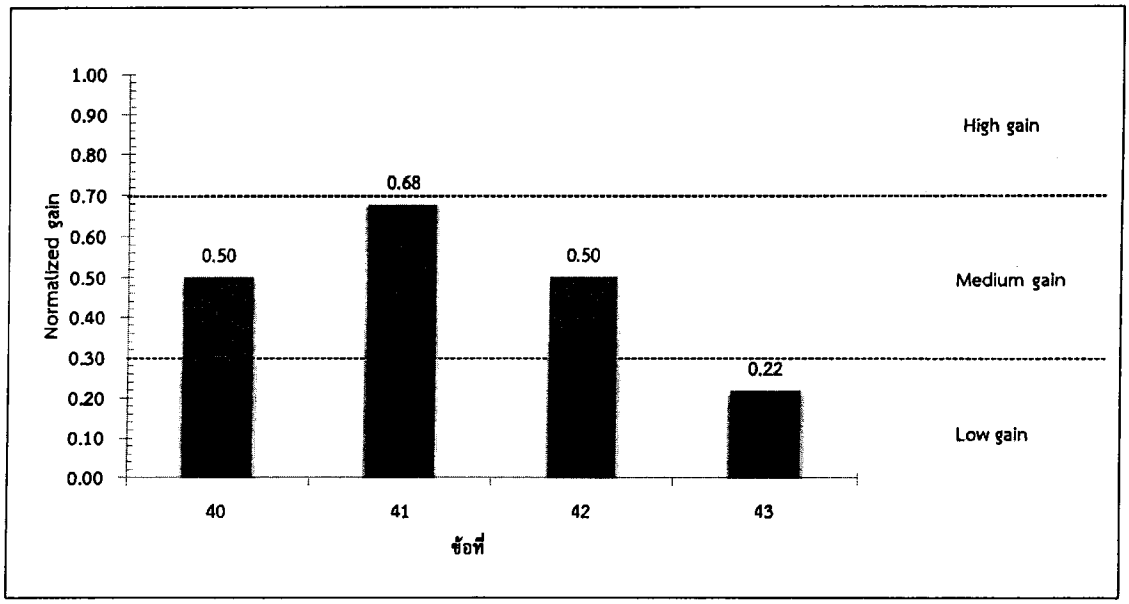
4.2.2.5 กลุ่มแนวคิดเรื่องกราฟความเร็ว

กลุ่มแนวคิดนี้มี 4 ข้อประกอบด้วยข้อที่ 40-43 เป็นกลุ่มคำถามที่ให้นักเรียนพิจารณาการเคลื่อนที่ของรถแล้วเลือกกราฟความเร็วกับเวลาที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ดังกล่าว ผลการทดสอบด้วยแบบประเมินความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) ได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ความเข้าใจกลุ่มแนวคิด เรื่องกราฟความเร็วของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	ความเข้าใจแนวคิดที่ถูก	ความเข้าใจแนวคิดที่ผิด ความสับสนระหว่างกราฟความเร็วกับเวลาและกราฟการกระจัดกับเวลา	คำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุด	
			ก่อนเรียน จำนวน (คน)	หลังเรียน จำนวน (คน)
40	A	D	D 18	A 23
41	F	G	G 33	F 24
42	B	C,H	D 16	B 23
43	D	-	A 25	D 13

จากตารางที่ 4.7 พบว่าหลังเรียนคำตอบที่นักเรียนตอบมากที่สุดเป็นคำตอบที่ถูกต้องนั่น แสดงให้เห็นว่าหลังจากการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกราฟความเร็วเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเขียนกราฟเปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อแยกตามแนวคิด ได้ผลดังรูปที่ 4.7

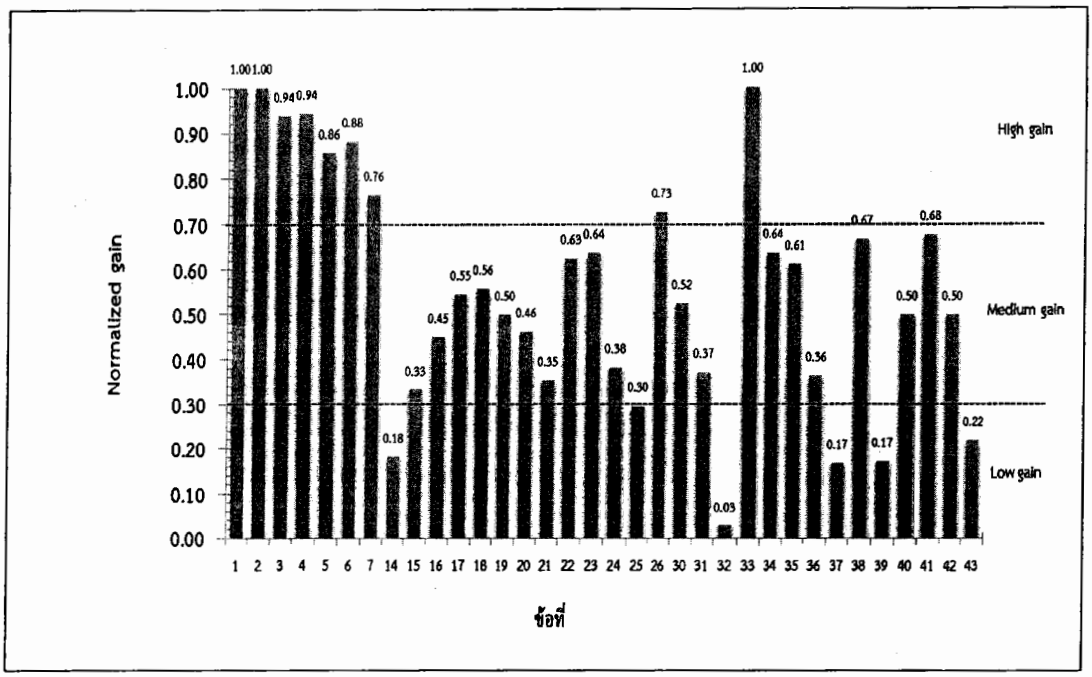


ภาพที่ 4.8 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อกลุ่มแนวคิดเรื่องกราฟความเร็ว

จากภาพที่ 4.8 พบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) จำนวน 3 ข้อ คือข้อที่ 40-42 และข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำ (Low gain) จำนวน 1 ข้อ ได้แก่ข้อที่ 43 เป็นสถานการณ์ที่รถกำลังเพิ่มอัตราเร็วด้วยอัตราสม่ำเสมอ และเรื่องนี้เป็นเรื่องกราฟความเร็วทำให้นักเรียนไม่เกิดการสับสนระหว่างกราฟความเร็วกับเวลาและกราฟการกระจัดกับเวลาคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนหลังเรียนจึงไม่มีความแตกต่างกันมากส่งผลให้ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยไม่สูงมากด้วย

4.2.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ

จากคะแนนก่อนเรียน-หลังเรียน โดยทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ 34 คะแนน นำมาวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อจำนวน 34 ข้อ พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ ดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

จากภาพที่ 4.9 พบว่าคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อจากการสอนด้วยรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) โดยทดสอบด้วยแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ (Force and Motion Conceptual Evaluation: FMCE) จำนวน 34 ข้อ พบว่าข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง (High gain) มีทั้งหมด 9 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 26.47 ข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) มีทั้งหมด 20 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 58.82 และข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (Low gain) มีทั้งหมด 5 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 14.71 ผู้วิจัยสนใจข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนต่ำที่สุดคือข้อที่ 32 มีค่าเท่ากับ 0.03 และข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยสูงที่สุดจำนวน 3 ข้อ ประกอบด้วยข้อที่ 1, 2 และ 33 มีค่าเท่ากับ 1.00

จากคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยต่ำที่สุดคือข้อที่ 32 มีค่าเท่ากับ 0.03 ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 4.9

คำถามข้อ 30 – 34 เป็นการชนระหว่างรถยนต์และรถบรรทุก สำหรับการชนในแต่ละข้อ (30 – 34) ข้างล่างให้เลือกหนึ่งคำตอบจากตัวเลือก A ถึง J ซึ่งบรรยายแรงระหว่างรถยนต์และรถบรรทุกที่ถูกต้องที่สุด

A. รถบรรทุกออกแรงกระทำต่อรถยนต์ด้วยขนาดที่มากกว่าแรงที่รถยนต์กระทำต่อรถบรรทุก
B. รถยนต์ออกแรงกระทำต่อรถบรรทุกด้วยขนาดที่มากกว่าแรงที่รถบรรทุกกระทำต่อรถยนต์
C. รถทั้งสองไม่ได้ออกแรงกระทำต่อกันเลยรถยนต์ถูกชนพังเพราะว่ามันไปอยู่ขวางทางรถบรรทุก
D. รถบรรทุกออกแรงกระทำต่อรถยนต์ แต่รถยนต์ไม่ได้ออกแรงกระทำต่อรถบรรทุก
E. รถบรรทุกออกแรงกระทำต่อรถยนต์ด้วยขนาดเท่ากับแรงที่รถยนต์กระทำต่อรถบรรทุก
F. ข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอที่จะเลือกคำตอบข้อใดข้อหนึ่งจากข้างบนได้
J. ไม่มีข้อใดถูก

ในคำถามข้อ 30 - 32 รถบรรทุก หนักกว่ารถยนต์มาก ๆ

_____32. รถบรรทุกอยู่นิ่งขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่เข้าชน

ภาพที่ 4.10 สถานการณ์และโจทย์ข้อที่ 32

เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในข้อที่ 32 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เป็นการชนระหว่างรถยนต์และรถบรรทุก ที่รถบรรทุกหนักกว่ารถยนต์มาก ๆ โดยรถบรรทุกอยู่นิ่งขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่เข้าชน ข้อนี้สามารถบอกถึงแนวคิดที่ผิดสองแนวคิดคือแนวคิดที่ว่า วัตถุที่มีมวลมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุหนึ่งเมื่อมีการชนกัน (คือตัวเลือกข้อ A) และแนวคิดที่ว่าวัตถุที่มีความเร็วมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุเมื่อมีการชนกัน (คือตัวเลือกข้อ B) แนวคิดที่ถูกต้องคือรถทั้งสองจะต้องออกแรงกระทำต่อกันด้วยขนาดของแรงที่เท่ากัน(คือตัวเลือกข้อ E) เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 การเลือกคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 32

ตัวเลือก	pre – test		% post – test	
	จำนวนคน	% pre – test	จำนวนคน	% post – test
A	0	0.00	7	20.00
B	30	85.71	15	42.86
C	0	0.00	0	0.00
D	0	0.00	2	5.71
E	0	0.00	1	2.86
F	0	0.00	10	28.57
J	5	14.29	0	0.0 0

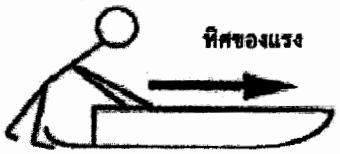
คำตอบข้อที่ 32 คือ ตัวเลือก E

จากตารางที่ 4.8 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เลือกข้อ B จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 85.71 และเมื่อพิจารณาหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เลือกข้อ B จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86 ข้อสังเกตคือตัวเลือกที่นักเรียนเลือกมากที่สุดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนคือตัวเลือก B แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีแนวคิดที่ว่าวัตถุที่มีความเร็วมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุเมื่อมีการชนกัน

ส่วนข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อมากที่สุด จำนวน 3 ข้อ ประกอบด้วยข้อที่ 1, 2 และ 33 มีค่าเท่ากับ 1.00 ซึ่งมีรายละเอียดดังภาพที่ 4.10 และ 4.11

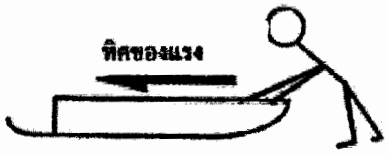
คำถามข้อ1 – 7 เรือน้ำแข็งน้ำแข็งเคลื่อนที่บนพื้นน้ำแข็งซึ่งแรงเสียดทานมีขนาดน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด คนใส่รองเท้าที่พื้นรองเท้ามีปุ่มแหลม ๆ สามารถยืนบนน้ำแข็งและออกแรงดันเรือน้ำแข็งให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นน้ำแข็งได้ จงเลือกแรง<u>หนึ่งแรง</u> (จาก A ถึง G) ที่กระทำต่อเรือน้ำแข็ง ซึ่งสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของเรือน้ำแข็งในแต่ละข้อ

ใช้ตัวเลือกได้มากกว่าหนึ่งครั้งหรือไม่ใช้เลยก็ได้ และเลือกได้เพียงคำตอบเดียวในแต่ละข้อ ให้ตอบตัวเลือก J ถ้าไม่มีตัวเลือกใดถูก



A. แรงมีทิศไปทางขวาและมีขนาดที่กำลังเพิ่มขึ้น
B. แรงมีทิศไปทางขวาและมีขนาดที่คงตัว
C. แรงมีทิศไปทางขวาและมีขนาดที่กำลังลดลง

D. ไม่จำเป็นต้องมีแรงกระทำ



E. แรงมีทิศไปทางซ้ายและมีขนาดที่กำลังลดลง
F. แรงมีทิศไปทางซ้ายและมีขนาดคงตัว
G. แรงมีทิศไปทางซ้ายและมีขนาดที่กำลังเพิ่มขึ้น

_____1. **เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาโดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว)**
_____2. **เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วคงตัว**

ภาพที่ 4.11 สถานการณ์และโจทย์ข้อที่ 1 และ 2

เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในข้อที่ 1 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเรือน้ำแข็งที่เคลื่อนที่บนพื้นน้ำแข็งซึ่งมีแรงเสียดทานน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด โดยคนใส่รองเท้าที่พื้นรองเท้ามีปุ่มแหลม ๆ สามารถยืนบนน้ำแข็งและออกแรงดันเรือน้ำแข็งให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นน้ำแข็งได้ โดยเรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาโดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว) ข้อนี้จะมีบางตัวเลือกที่บ่งบอกว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูกคือ แรงที่กระทำต่อวัตถุแปรผันตรงกับความเร่งของวัตถุ (คือตัวเลือกข้อ B) และแนวคิดที่ผิด คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุแปรผันตรงกับความเร็ว (คือตัวเลือก A) เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนได้ผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การเลือกคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 1

ตัวเลือก	pre – test		% post – test	
	จำนวนคน	% pre – test	จำนวนคน	% post – test
A	14	40.00	0	0.00
B	21	60.00	35	100.00
C	0	0.00	0	0.00
D	0	0.00	0	0.00
E	0	0.00	0	0.00
F	0	0.00	0	0.00
G	0	0.00	0	0.00

คำตอบข้อที่ คือ ตัวเลือก B

จากตารางที่ 4.9 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เลือกข้อ B จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 60.00 และเมื่อพิจารณาหลังเรียนนักเรียนทุกคนเลือกข้อ B คิดเป็นร้อยละ 100.00 ข้อสังเกตคือตัวเลือกที่นักเรียนเลือกมากที่สุดทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนคือตัวเลือก B เป็นแนวคิดที่แรงที่กระทำต่อวัตถุแปรผันตรงกับความเร่งของวัตถุซึ่งเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากข้อสอบข้อที่ 1 เป็นข้อที่คำถามไม่ซับซ้อนและคำตอบที่มีให้เลือกก็สอดคล้องกับสถานการณ์ที่ให้มาโดยสถานการณ์ข้อที่ 1 เป็นสถานการณ์ที่เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา โดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราเร็วสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว) ตัวเลือกที่ถูกต้องคือ แรงมีทิศไปทางขวาและมีขนาดที่คงตัว ทำให้นักเรียนไม่เกิดความสับสนนักเรียนจึงเลือกถูกทุกคนจากการทดสอบหลังเรียนส่งผลให้คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยข้อที่ 1 สูงที่สุดเท่ากับ 1.00

พิจารณาจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในข้อที่ 2 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเรือน้ำแข็งที่เคลื่อนที่บนพื้นน้ำแข็งซึ่งมีแรงเสียดทานน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด โดยคนใส่รองเท้าที่พื้นรองเท้ามีปุ่มแหลม ๆ สามารถยืนบนน้ำแข็งและออกแรงดันเรือน้ำแข็งให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นน้ำแข็งได้ โดยเรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วคงตัว ข้อนี้จะมีบางตัวเลือกที่บ่งบอกว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่ถูกคือ แรงที่กระทำต่อวัตถุแปรผันตรงกับความเร่งของวัตถุ (คือตัวเลือกข้อ D) และแนวคิดที่ผิด คือ แรงที่กระทำต่อวัตถุแปรผันตรงกับความเร็ว (คือตัวเลือก B) เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนได้ผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การเลือกคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 2

ตัวเลือก	pre – test		% post – test	
	จำนวนคน	% pre – test	จำนวนคน	% post – test
A	4	11.43	0	0.00
B	25	71.42	0	0.00
C	0	0.00	0	0.00
D	4	11.43	35	100.00
E	1	2.86	0	0.00
F	1	2.86	0	0.00
G	0	0.00	0	0.00

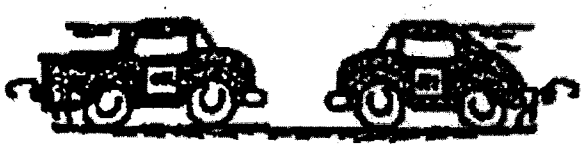
คำตอบข้อที่ คือ ตัวเลือก D

จากตารางที่ 4.10 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่เลือกข้อ B จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 71.42 แสดงให้เห็นว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนเข้าใจผิดว่าแรงแปรผันตรงกับความเร็ว และเมื่อพิจารณาหลังเรียนนักเรียนทุกคนเลือกข้อ D คิดเป็นร้อยละ 100.00 แสดงว่าหลังเรียนนักเรียนทุกคนเข้าใจถูกต้องว่าแรงแปรผันตรงกับความเร่ง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากข้อสอบข้อที่ 2 เป็นข้อที่ง่ายไม่ซับซ้อนนักเรียนจึงเลือกถูกทุกคนจากการทดสอบหลังเรียนส่งผลให้คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยข้อที่ 1 สูงที่สุดเท่ากับ 1.00

คำถามข้อ 30 – 34 เป็นการชนระหว่างรถยนต์และรถบรรทุก สำหรับการชนในแต่ละข้อ (30 – 34) ข้างล่างให้เลือกหนึ่งคำตอบจากตัวเลือก A ถึง J ซึ่งบรรยายแรงระหว่างรถยนต์และรถบรรทุกที่ถูกต้องที่สุด

A. รถบรรทุกออกแรงกระทำต่อรถยนต์ด้วยขนาดที่มากกว่าแรงที่รถยนต์กระทำต่อรถบรรทุก
B. รถยนต์ออกแรงกระทำต่อรถบรรทุกด้วยขนาดที่มากกว่าแรงที่รถบรรทุกกระทำต่อรถยนต์
C. รถทั้งสองไม่ได้ออกแรงกระทำต่อกันเลยรถยนต์ถูกชนพังเพราะว่ามันไปอยู่ขวางทางรถบรรทุก
D. รถบรรทุกออกแรงกระทำต่อรถยนต์ แต่รถยนต์ไม่ได้ออกแรงกระทำต่อรถบรรทุก
E. รถบรรทุกออกแรงกระทำต่อรถยนต์ด้วยขนาดเท่ากับแรงที่รถยนต์กระทำต่อรถบรรทุก
F. ข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอที่จะเลือกคำตอบข้อใดข้อหนึ่งจากข้างบนได้
J. ไม่มีข้อใดถูก

ในคำถามข้อ 33 - 34 เปลี่ยนรถบรรทุกเป็นรถปิกอัพซึ่งมีน้ำหนักเท่ากับรถยนต์



_____33. ทั้งรถปิกอัพและรถยนต์กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากันขณะที่ชนกัน

ภาพที่ 4.12 สถานการณ์และโจทย์ข้อที่ 33

พิจารณาจำนวนนักเรียนที่เลือกตอบในข้อที่ 33 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ทั้งรถปิกอัพและรถยนต์กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากันขณะที่ชนกันโดยโจทย์กำหนดให้ว่าปิกอัพมีน้ำหนักเท่ากับรถยนต์ก็คือสถานการณ์นี้รถทั้งสองมีทั้งความเร็วและมวลเท่ากัน เมื่อพิจารณาคำตอบของนักเรียนได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การเลือกคำตอบของนักเรียนในข้อที่ 33

ตัวเลือก	pre – test		% post – test	
	จำนวนคน	% pre – test	จำนวนคน	% post – test
A	0	0.00	0	0.00
B	0	0.00	0	0.00
C	0	0.00	0	0.00
D	0	0.00	0	0.00
E	33	94.29	35	100.00
F	0	0.00	0	0.00
J	2	5.71	0	0.0

คำตอบข้อที่ 33 คือ ตัวเลือก E

จากตารางที่ 4.11 ข้อที่ 33 ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ทั้งรถปิกอัพและรถยนต์กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากันขณะที่ชนกันโดยโจทย์กำหนดให้ว่าปิกอัพมีน้ำหนักเท่ากับรถยนต์ก็คือสถานการณ์นี้รถทั้งสองมีทั้งความเร็วและมวลเท่ากัน ซึ่งไม่ว่านักเรียนจะมีแนวคิดที่ผิดว่าวัตถุที่มีมวลมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุหนึ่งเมื่อมีการชนกัน หรือแนวคิดที่ถูกว่าวัตถุที่มีความเร็วมากกว่าจะออกแรงกระทำมากกว่าอีกวัตถุหนึ่งเมื่อมีการชนกัน ไม่ว่านักเรียนจะมีแนวคิดอย่างไรก็ตามจะต้องตอบตัวเลือก E คือแรงเท่ากัน ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องส่งผลให้คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยข้อที่ 1 สูงที่สุดเท่ากับ 1.00

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเข้าใจและวัดความก้าวหน้าทางการเรียนแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) สามารถสรุปผลการวิจัยและข้อแนะนำ ดังนี้

5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น

5.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

5.2.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.53 ซึ่งจัดอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) มีนักเรียนจำนวน 6 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) คิดเป็นร้อยละ 17.14 นักเรียนจำนวน 29 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) คิดเป็นร้อยละ 82.86 ไม่มีนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (Low gain) แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

5.2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิด เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) พบว่าความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายแนวคิดอยู่ในระดับสูง (High gain) 1 แนวคิดคือ แนวคิดเรื่องแรง โดยแนวคิดเรื่องแรง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 0.91 และมี 4 แนวคิดที่มีความก้าวหน้าทางการ

เรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) คือ แนวคิดเรื่องกราฟของแรง, กราฟความเร่ง, กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน และกราฟความเร็ว โดยแนวคิดเรื่อง กราฟความเร่ง มีความก้าวหน้าทางการเรียน เฉลี่ยเท่ากับ 0.53 ลำดับต่อไปคือแนวคิดเรื่อง กราฟความเร็ว มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.47 ลำดับต่อไปคือแนวคิดเรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตันมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.45 และแนวคิดเรื่อง กราฟของแรง มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับ 0.30

5.2.3 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) สามารถแบ่งระดับความก้าวหน้าออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (High gain) มีทั้งหมด 9 ข้อ คิดเป็นร้อยละ 26.47 ข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gain) มีทั้งหมด 20 คิดเป็นร้อยละ 58.82 และข้อที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (Low gain) มีทั้งหมด 5 คิดเป็นร้อยละ 14.71

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่ารูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องแรงและการเคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอำพล ใจรักษ์ (2550) ที่ได้นำรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ใช้กับผู้เรียนในเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และกิตติยา อาภรศรี ที่ได้นำรูปแบบการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) ใช้กับผู้เรียนในเรื่อง การเคลื่อนที่แนวตรง (กิตติยา อาภรศรี, 2555)

5.3 ข้อเสนอแนะ

สำหรับคำตอบและคำอธิบายเหตุผลต่าง ๆ ใน แบบทำนายผลที่ใช้ในการสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ สามารถนำมาวิเคราะห์ความเข้าใจหรือแนวคิดของนักเรียนว่าหลังจากเรียนทฤษฎีไปแล้วนักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาหรือไม่ และสามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการปรับปรุงการสอน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องยิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กฤตภัค โคตรหานาม. **ผลของการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์ เรื่อง การสั่นของสปริง โดยใช้การสาธิตประกอบคำบรรยายอย่างมีปฏิสัมพันธ์ผ่านสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2556.

กิตติยา อาภรศรี. **การพัฒนาแนวคิดหลักเรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.

ปรีดา ตะเหลบ. **การพัฒนาการสอนบรรยายแบบสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ของกระบวนการทางเทอร์โมไดนามิกส์**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553.

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์. **การศึกษาการเปลี่ยนมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่องหน้าที่ยีน โดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

มณีกานต์ หินสอ. **ความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระการไหลเวียนโลหิตในร่างกายมนุษย์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงเมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติ**. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

มันทนา แสงมณี. **การเปรียบเทียบรูปแบบการสอนการทดลองสาธิตด้วยวีดีโอเทปกับการสาธิตโดยครูเพื่อพัฒนาแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงลอยตัว.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2557.

รุ่งโรจน์ โคตรนารา. **การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบ PREDICT–OBSERVE-EXPLAIN (POE)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555.

รุจิระ การิสุข. **การพัฒนาความเข้าใจเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **คู่มือวัดประเมินผลวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์, 2546.

_____. **หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ สกสค. ลาดพร้าว, 2553.

สมควร ขนชัยภูมิ. **การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติที่คลาดเคลื่อนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนมติของโฟสเนอร์และคณะเทียบกับการสอนปกติ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.

อำพล ใจรักษ์. **การสอนแบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ในเรื่องแรงและการเคลื่อนที่สำหรับการสอนในระดับมัธยมปลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2550.

อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. "การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน", **วารสาร มฉก.วิชาการ**. 11(21): 86-94; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2550.

Emarat, N. "The effectiveness of the thai traditional teaching in the introductory physics course: A comparison with the us and Australian approaches", **Paper presented at the Proceedings of scholarly Inquiry in Flexible Science Teaching and Learning symposium**. 28(12): 87-93; August, 2002.

Hake, R.R. "Interactve-engagement versus traditional methods: A six-thosusand-student surver of mechanics test data for introductory physics courses", **American Journal of Physics**. 66(1): 64-74; May, 1998.

Sokoloff, D.R. and Thornton, R.K. "Using interactive Lecture Demonstrations to Create an Active Learning Environment", **The Physics Teacher**. 35(8): 340-347; July, 1997.

Thornton, R.K., and Sokoloff, D.R. "Assesing student learning of Newton's laws : The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula", **American Journal of physics**. 66(4): 338-351; June, 1998.

ภาคผนวก

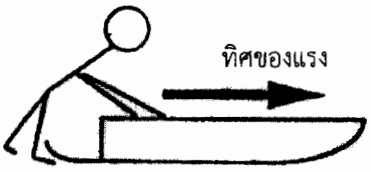
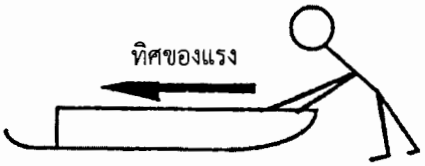
ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือสำหรับการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ : การประเมินความเข้าใจ
เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง

คำชี้แจง : ตอบคำถามข้อ 1– 47 ในช่องว่าง**ของกระดาษคำตอบ** อย่าลืมกรอกชื่อคุณใน กระดาษคำตอบ **ตอบคำถามข้อ 46a ลงในกระดาษคำตอบด้วย** ส่งกระดาษคำถามและ กระดาษคำตอบคืนทั้งคู่ **ห้ามเขียนคำตอบหรือจดบันทึกสิ่งใด ๆ ลงในกระดาษคำถาม**

คำถามข้อ 1 – 7 เรือน้ำแข็งน้ำแข็งเคลื่อนที่บนพื้นน้ำแข็งซึ่งแรงเสียดทานมีขนาดน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด คนใส่รองเท้าที่พื้นรองเท้ามีปุ่มแหลม ๆ สามารถยืนบนน้ำแข็งและออกแรงดันเรือน้ำแข็งให้เคลื่อนที่ไปบนพื้นน้ำแข็งได้ จงเลือกแรงหนึ่งแรง (จาก A ถึง G) **ที่กระทำต่อเรือน้ำแข็ง ซึ่งสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของเรือน้ำแข็งในแต่ละข้อ**

ใช้ตัวเลือกได้มากกว่าหนึ่งครั้งหรือไม่ใช้เลยก็ได้ และเลือกได้เพียงคำตอบเดียวในแต่ละข้อ ให้ตอบตัวเลือก J ถ้าไม่มีตัวเลือกใดถูก

	A. แรงมีทิศไปทาง**ขวา**และมีขนาดที่กำลัง**เพิ่มขึ้น** B. แรงมีทิศไปทาง**ขวา**และมีขนาดที่**คงตัว** C. แรงมีทิศไปทาง**ขวา**และมีขนาดที่กำลัง**ลดลง**
	D. ไม่จำเป็นต้องมีแรงกระทำ
	E. แรงมีทิศไปทาง**ซ้าย**และมีขนาดที่กำลัง**ลดลง** F. แรงมีทิศไปทาง**ซ้าย**และมีขนาด**คงตัว** G. แรงมีทิศไปทาง**ซ้าย**และมีขนาดที่กำลัง**เพิ่มขึ้น**

_____1. เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาโดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว)

_____2. เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วคงตัว

_____3. เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวาโดยเคลื่อนที่ช้าลงด้วยอัตราสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว)

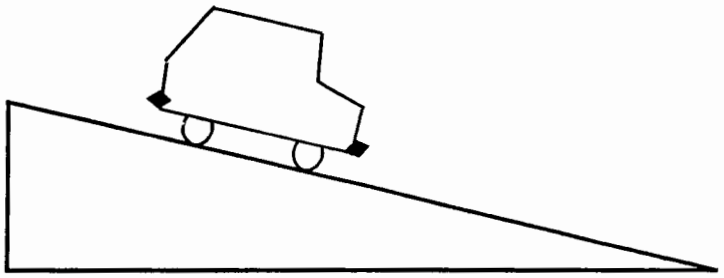
_____4.เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้ายโดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ(ความเร่งคงตัว)

_____5. เรือน้ำแข็งถูกดันให้เคลื่อนที่จากหยุดนิ่ง จนกระทั่งมีความเร็วขนาดหนึ่ง ไปทางขวา แรงใดที่จะทำให้ เรือน้ำแข็งยังคงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วนี้

_____6. เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ช้าลงด้วยอัตราสม่ำเสมอและมีความเร่งไปทางขวา

_____7.เรือน้ำแข็งกำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้ายโดยเคลื่อนที่ช้าลงด้วยอัตราสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว)

คำถามข้อ 8 – 10 รถของเล่นถูกผลักอย่างเร็วให้เคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียง หลังจากที่ปล่อยมือ รถเคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียงไปจนถึงตำแหน่งสูงสุดและเคลื่อนที่กลับลงมาอีก แรงเสียดทานมีขนาดน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด



ให้ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ (จาก A ถึง G) เพื่อแสดง**แรงสุทธิ**ที่กระทำต่อรถในแต่ละกรณีที่บรรยายข้างล่าง ให้ตอบตัวเลือก J ถ้าไม่มีตัวเลือกใดถูก

A แรงสุทธิ**คงตัว** ทิศ**ลง** ตามพื้นเอียง

B แรงสุทธิมีขนาดที่กำลัง**เพิ่มขึ้น** ทิศลงตามพื้นเอียง

C แรงสุทธิมีขนาดที่กำลัง**ลดลง** ทิศลงตามพื้นเอียง

D แรงสุทธิเป็นศูนย์

E แรงสุทธิ**คงตัว** ทิศ**ขึ้น** ตามพื้นเอียง

F แรงสุทธิมีขนาดที่กำลัง**เพิ่มขึ้น** ทิศ**ขึ้น**ตามพื้นเอียง

G แรงสุทธิมีขนาดที่กำลัง**ลดลง** ทิศ**ขึ้น**ตามพื้นเอียง

_____8. รถกำลังเคลื่อนที่ขึ้นพื้นเอียงหลังจากปล่อยมือ

_____9. รถอยู่ที่จุดสูงสุด

_____10. รถกำลังเคลื่อนที่ลงพื้นเอียง

คำถามข้อ **11 – 13** โยนเหรียญ ๆ หนึ่งขึ้นไปตรง ๆ หลังจากที่เหรียญหลุดมือ เหรียญเคลื่อนที่ขึ้นไปจนถึงจุดสูงสุดแล้วตกกลับลงมาอีก **ให้ใช้**ตัวเลือกต่อไปนี้ (จาก A ถึง G) เพื่อบอกว่า**แรง**ใดกำลังกระทำต่อเหรียญในแต่ละกรณีที่บรรยายข้างล่าง ให้ตอบตัวเลือก J ถ้าไม่มีตัวเลือกใดถูก ไม่ต้องคำนึงถึงผลเนื่องจากแรงต้านอากาศ

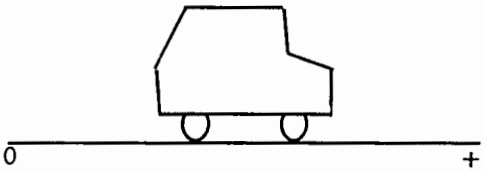
A. แรงมีทิศลงและมีขนาดคงตัว
B. แรงมีทิศลงและมีขนาดที่กำลังเพิ่มขึ้น
C. แรงมีทิศลงและมีขนาดที่กำลังลดลง
D. แรงเป็นศูนย์
E. แรงมีทิศขึ้นและมีขนาดคงตัว
F. แรงมีทิศขึ้นและมีขนาดที่กำลังเพิ่มขึ้น
G. แรงมีทิศขึ้นและมีขนาดที่กำลังลดลง

_____11. เหรียญกำลังเคลื่อนที่ขึ้นหลังจากที่ถูกโยน

_____12. เหรียญอยู่ที่จุดสูงสุด

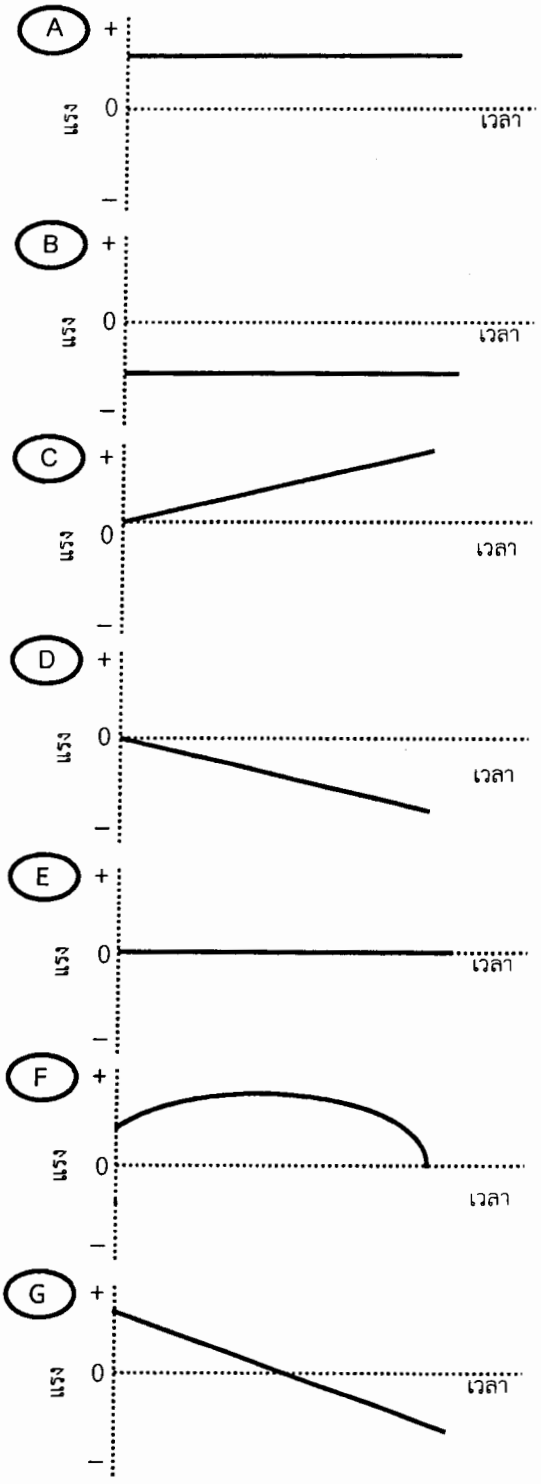
_____13. เหรียญกำลังเคลื่อนที่ลง

คำถามข้อ 14 – 21 รถของเล่นคันหนึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปทางขวาหรือทางซ้ายได้ ตามเส้นตรงในแนวระดับ (จุด o ในรูปคือจุดกำเนิดของแกนระยะทาง) กำหนดให้ทิศขวามือคือทิศบวก



<u>ให้สมมติว่าแรงเสียดทานมีขนาดน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด</u>

ให้เลือกกราฟแรง-เวลา (จากA ง H) <u>หนึ่งกราฟ</u>สำหรับข้อความแต่ละข้อข้างล่างซึ่งจะทำให้การเคลื่อนที่ของรถเป็นไปตามที่บรรยายคุณอาจใช้ตัวเลือกได้มากกว่าหนึ่งครั้งหรือไม่ใช้เลยก็ได้ ให้ตอบตัวเลือก J ถ้าไม่มีตัวเลือกใดถูก



_____14. รถเคลื่อนที่ไปทางขวา (หนีห่างจากจุดกำเนิด) ด้วยความเร็วคงตัว

_____15. รถอยู่นิ่ง

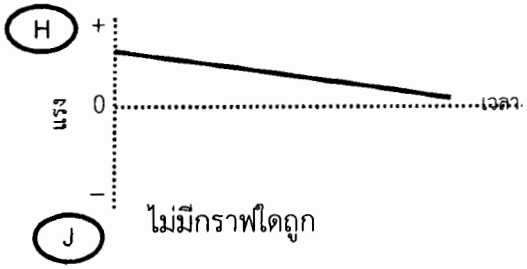
_____16. รถเคลื่อนที่ไปทางขวาโดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว)

_____17. รถเคลื่อนที่ไปทางซ้าย (เข้าหาจุดกำเนิด) ด้วยความเร็วคงตัว

_____18. รถเคลื่อนที่ไปทางขวา โดยเคลื่อนที่ช้าลงด้วยอัตราสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว)

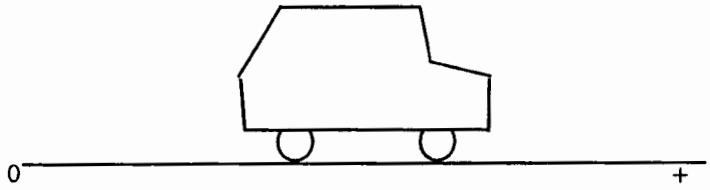
_____19. รถเคลื่อนที่ไปทางซ้าย โดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ (ความเร่งคงตัว)

_____20. รถเคลื่อนที่ไปทางขวา โดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นแล้วเคลื่อนที่ช้าลง

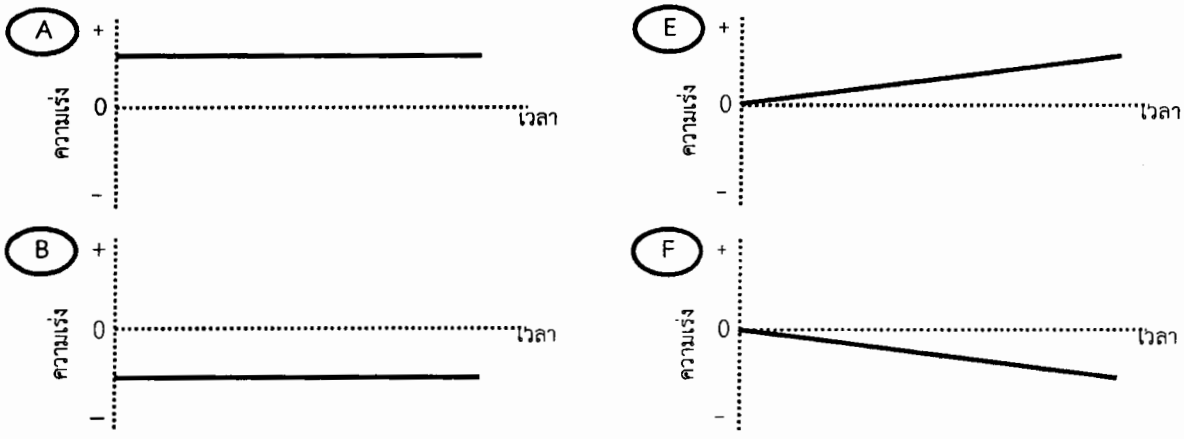


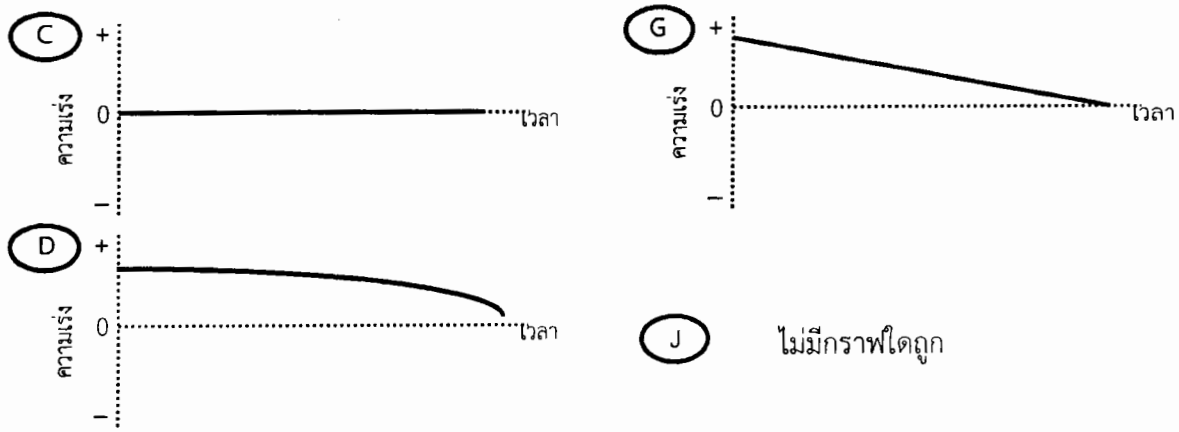
_____21. รถถูกผลักไปทางขวาแล้วปล่อย กราฟ รถถูกผลักไปทางขวาแล้วปล่อย กราฟใด บรรยายแรงที่กระทำหลังจากที่รถถูกปล่อย

คำถามข้อ 22 – 26 รถของเล่นคันหนึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปทางขวาหรือทางซ้ายได้ ตามเส้นตรงในแนวระดับ (จุด o ในรูปคือจุดกำเนิดของแกนระยะทาง) กำหนดให้ทิศขวามือคือทิศบวก



ข้อความข้างล่างบรรยายการเคลื่อนที่ของรถแบบต่าง ๆ ให้เลือกกราฟ**ความเร่ง-เวลา** (จาก A ถึง G) ที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของรถที่บรรยายในแต่ละข้อ คุณอาจใช้ตัวเลือกได้มากกว่าหนึ่งครั้งหรือไม่ใช้เลยก็ได้ ให้ตอบตัวเลือก J ถ้าไม่มีตัวเลือกใดถูก





_____22. รถเคลื่อนที่ไปทางขวา (หนีห่างจากจุดกำเนิด) โดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ

_____23. รถเคลื่อนที่ไปทางขวา โดยเคลื่อนที่ช้าลงด้วยอัตราสม่ำเสมอ

_____24. รถเคลื่อนที่ไปทางซ้าย (เข้าหาจุดกำเนิด) ด้วยความเร็วคงตัว

_____25. รถเคลื่อนที่ไปทางซ้าย โดยเคลื่อนที่เร็วขึ้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ

_____26. รถเคลื่อนที่ไปทางขวาด้วยความเร็วคงตัว

คำถามข้อ 27 – 29 โยนเหรียญขึ้นไปตรง ๆ หลังจากที่เหรียญหลุดมือ เหรียญเคลื่อนที่ขึ้นไปจนถึงจุดสูงสุดแล้วตกกลับลงมาอีก ให้ใช้ตัวเลือกต่อไปนี้ (จาก A ถึง G) เพื่อบอก**ความเร่ง**ของเหรียญในแต่ละกรณีที่บรรยายข้างล่าง โดย**ให้ใช้ทิศขึ้น**เป็นทิศ**บวก** ตอบตัวเลือก J ถ้าไม่มีตัวเลือกใดถูก

A. ความเร่ง**มีทิศลบและมีขนาดคงตัว**
B. ความเร่ง**มีทิศลบ**และมีขนาดที่กำลัง**เพิ่มขึ้น**
C. ความเร่ง**มีทิศลบ**และมีขนาดที่กำลัง**ลดลง**
D. ความเร่งเป็นศูนย์
E. ความเร่ง**มีทิศบวก**และมีขนาด**คงตัว**
F. ความเร่ง**มีทิศบวก**และมีขนาดที่กำลัง**เพิ่มขึ้น**
G. ความเร่ง**มีทิศบวก**และมีขนาดที่กำลัง**ลดลง**

_____27. เหรียญกำลังเคลื่อนที่ขึ้นหลังจากถูกโยน

_____28. เหรียญอยู่ที่จุดสูงสุด

_____29. เหรียญกำลังเคลื่อนที่ลง

คำถามข้อ 30 – 34 เป็นการชนระหว่างรถยนต์และรถบรรทุก สำหรับการชนในแต่ละข้อ (30 – 34) ข้างล่าง ให้เลือกหนึ่งคำตอบจากตัวเลือก A ถึง J ซึ่งบรรยายแรงระหว่างรถยนต์และรถบรรทุกที่ถูกต้องที่สุด

A. รถบรรทุกออกแรงกระทำต่อรถยนต์ด้วยขนาดที่มากกว่าแรงที่รถยนต์กระทำต่อรถบรรทุก
B. รถยนต์ออกแรงกระทำต่อรถบรรทุกด้วยขนาดที่มากกว่าแรงที่รถบรรทุกกระทำต่อรถยนต์
C. รถทั้งสองไม่ได้ออกแรงกระทำต่อกันเลยรถยนต์ถูกชนพังเพราะว่ามันไปอยู่ขวางทางรถบรรทุก
D. รถบรรทุกออกแรงกระทำต่อรถยนต์ แต่รถยนต์ไม่ได้ออกแรงกระทำต่อรถบรรทุก
E. รถบรรทุกออกแรงกระทำต่อรถยนต์ด้วยขนาดเท่ากับแรงที่รถยนต์กระทำต่อรถบรรทุก
F. ข้อมูลที่ให้มาไม่เพียงพอที่จะเลือกคำตอบข้อใดข้อหนึ่งจากข้างบนได้
J. ไม่มีข้อใดถูก

ในคำถามข้อ 30 - 32 รถบรรทุก**หนักกว่ารถยนต์มาก ๆ**

_____30. รถทั้งคู่กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากันขณะที่ชนกัน
_____31. รถยนต์กำลังเคลื่อนที่เร็วกว่ารถบรรทุกมาก ๆ
_____32. รถบรรทุกอยู่นิ่งขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่เข้าชน

ในคำถามข้อ 33 - 34 เปลี่ยนรถบรรทุกเป็นรถปิกอัพซึ่งมี**น้ำหนักเท่ากับรถยนต์**

_____33. ทั้งรถปิกอัพและรถยนต์กำลังเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วเท่ากันขณะที่ชนกัน

_____34. รถปิกอัพอยู่นิ่งขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่เข้าชน

คำถามข้อ 35 – 38 รถบรรทุกคันใหญ่ซึ่งจอดเสียอยู่บนถนนถูกดันกลับเข้าเมืองด้วยรถยนต์เล็ก

เลือกตัวเลือก A ถึง J ข้างล่างที่บรรยายแรงระหว่างรถยนต์และรถบรรทุกในแต่ละสถานการณ์ (35 – 38) ได้ถูกต้อง

A. แรงที่รถยนต์ดันรถบรรทุกมีขนาด**เท่ากับ**แรงที่รถบรรทุกดันรถยนต์กลับ
B. แรงที่รถยนต์ดันรถบรรทุกมีขนาด**น้อยกว่า**แรงที่รถบรรทุกดันรถยนต์กลับ
C. แรงที่รถยนต์ดันรถบรรทุกมีขนาด**มากกว่า**แรงที่รถบรรทุกดันรถยนต์กลับ
D. เนื่องจา**กรถยนต์ติดเครื่องอยู่ดังนั้นรถยนต์จึงออกแรงกระทำต่อรถบรรทุก** แต่เพราะเครื่องยนต์รถบรรทุกดับอยู่ รถบรรทุกจึงไม่สามารถออกแรงดันรถยนต์กลับได้
E. รถทั้งสองไม่ได้ออกแรงกระทำซึ่งกันและกันเลย รถบรรทุกถูกดันไปข้างหน้าเพราะว่ามันไปอยู่ขวางทางรถยนต์
J. ไม่มีข้อใดถูก

_____35. รถยนต์กำลังดันรถบรรทุกแต่ไม่สามารถทำให้รถบรรทุกเคลื่อนที่ได้

_____36.ขณะที่รถยนต์กำลังดันรถบรรทุก รถยนต์กำลังเร่งเครื่อง**เร็วขึ้น**เพื่อให้ได้อัตราเร็วที่ต้องการแล่น

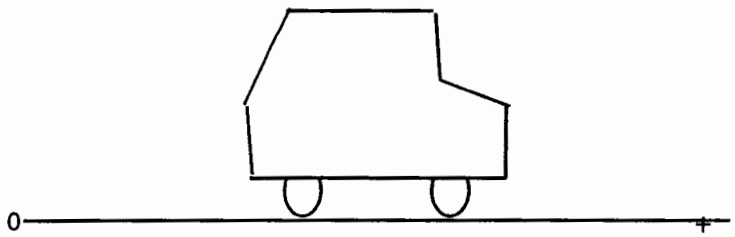
_____37.รถย**นต์ซึ่งกำลังดันรถบรรทุกกำลังแล่นด้วยอัตราเร็วที่ต้องการและยังคงเคลื่อนที่ต่อไปด้วยอัตราเร็วเดิม**

_____38.รถยนต์ซึ่งกำลังดันรถบรรทุกกำลังแล่นด้วยอัตราเร็วที่ต้องการอยู่ขณะที่คนขับรถบรรทุกเหยียบเบรกและทำให้รถยนต์เคลื่อนที่ช้าลง

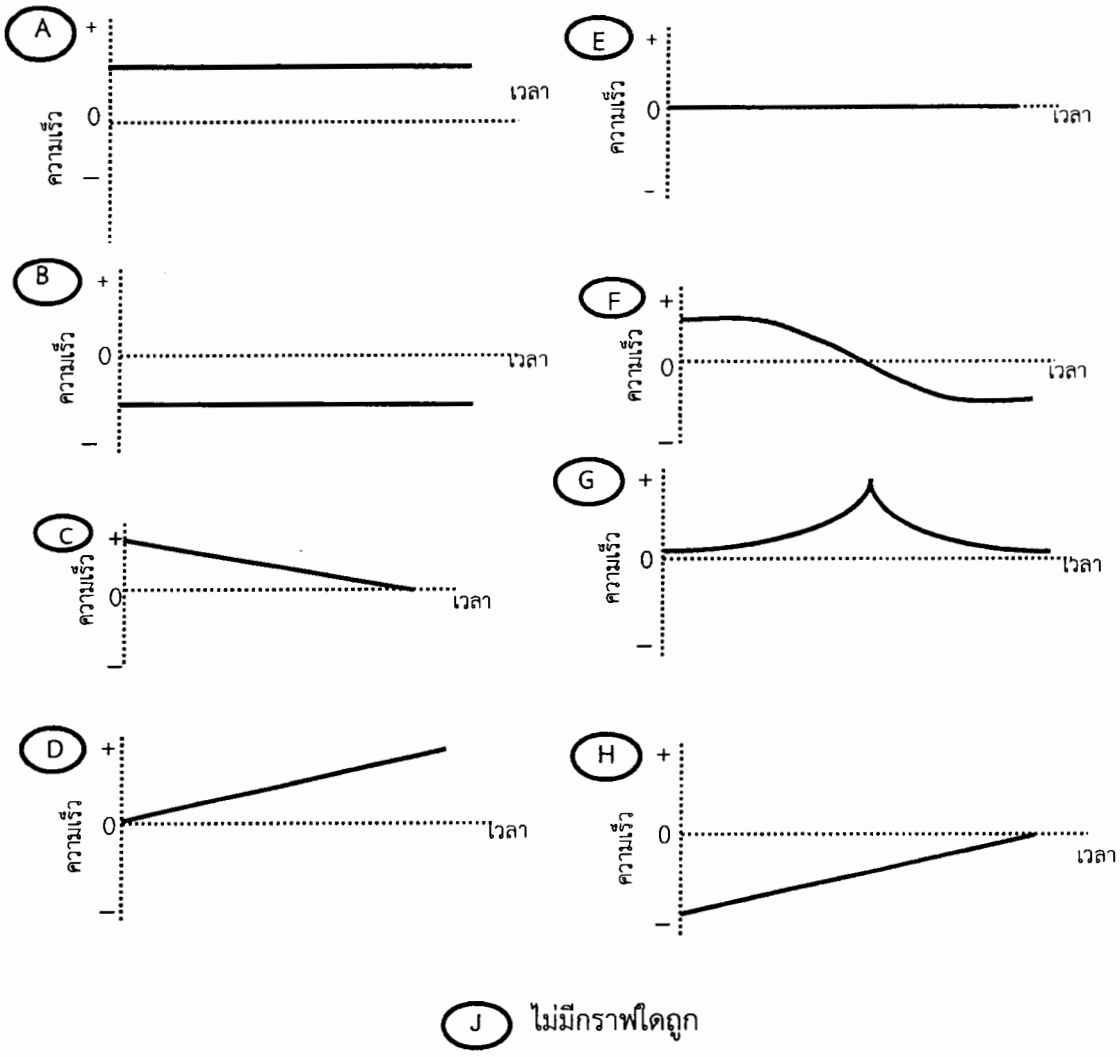
_____39. นักเรียนสองคนนั่งอยู่บนเก้าอี้สำนักงานที่เหมือนกันทุกประการและหันหน้าเข้าหากัน บ๊อบมีมวล 95 kg ขณะที่จิมมีมวล 77 kg บ๊อบวางเท้าเปล่าของเขาบนเข่าของจิมดังที่แสดงให้เห็นในรูปด้านขวามือ บ๊อบดันเท้าของเขาออกไปทันทีทันใดทำให้เก้าอี้ทั้งสองเรือน้ำแข็ง ในขณะที่เท้าของบ๊อบยังแตะอยู่กับหัวเข่าของจิม ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

A. นักเรียนทั้งสองไม่ได้ออกแรงกระทำต่อกันเลย
B. บ๊อบออกแรงทำต่อจิม แต่จิมไม่ได้ออกแรงใด ๆ ทำต่อบ๊อบเลย
C. นักเรียนแต่ละคนต่างออกแรงกระทำซึ่งกันและกัน แต่จิมออกแรงมากกว่า
D. นักเรียนแต่ละคนต่างออกแรงกระทำซึ่งกันและกัน แต่บ๊อบออกแรงมากกว่า
E. นักเรียนแต่ละคนออกแรงขนาดเท่ากันกระทำต่อกันและกัน
J. ไม่มีข้อใดถูก

คำถามข้อ 40 – 43 รถของเล่นคันหนึ่งสามารถเคลื่อนที่ไปทางขวาหรือซ้ายตามเส้นตรงในแนวระดับ (จุด o ในรูปคือจุดกำเนิดของแกนระยะทาง) กำหนดให้ทิศขวามือคือทิศบวก



เลือกกราฟ**ความเร็ว-เวลา** (A–H) ที่สอดคล้องกับการเคลื่อนที่ของรถที่บรรยายในแต่ละข้อข้างล่างคุณอาจเลือกกราฟข้อใดข้อหนึ่งได้มากกว่าหนึ่งครั้งหรือไม่เลือกข้อนั้นเลยก็ได้ ให้ตอบตัวเลือก J ถ้าไม่มีตัวเลือกใดถูก



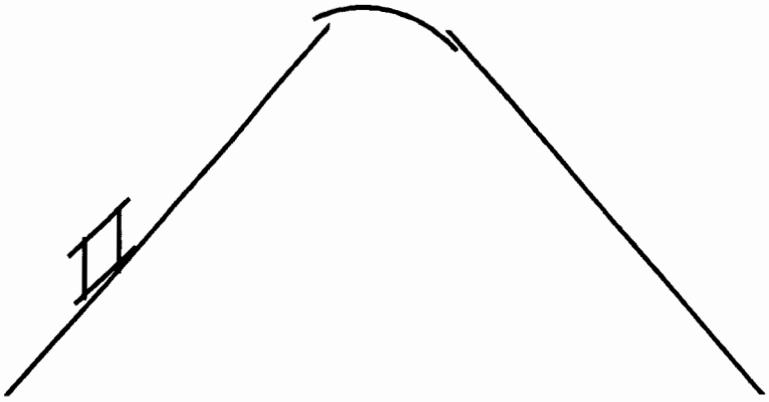
J ไม่มีกราฟใดถูก

_____40. รถกำลังเคลื่อนที่ไปทางขวา (ออกจากจุดกำเนิด) ด้วยความเร็วคงตัว

_____41. รถมีการเคลื่อนที่ย้อนกลับทิศ

_____42. รถกำลังเคลื่อนที่ไปทางซ้าย (เข้าหาจุดกำเนิด) ด้วยความเร็วคงตัว

_____43. รถกำลังเพิ่ม *อัตราเร็ว* ด้วยอัตราสม่ำเสมอ



รูปวาดข้างบนแสดงรูปร่างของเนินเขา เรือน้ำแข็งถูกลากขึ้นสู่ยอดเนินเขา แล้วถูกปล่อยให้ลงจากยอดเนินเขาจากหยุดนิ่ง ที่ด้านล่างของเนินเรือน้ำแข็งมีอัตราเร็ว v และมีพลังงานจลน์ E (พลังงานเนื่องจากการเคลื่อนที่ของเรือน้ำแข็ง) จงตอบคำถามต่อไปนี้ *ในทุกกรณีแรงเสียดทานและแรงต้านอากาศมีขนาดน้อยมากจนไม่ต้องนำมาคิด*

_____44. เรือน้ำแข็งถูกลากขึ้นเนินเขาที่**ชันกว่า**แต่**สูงเท่า**กับเนินเขาในรูปบน อัตราเร็วของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างของเนินเขา (หลังจากที่มันไถลลงมา) จะมีค่าเป็นอย่างไร

A. อัตราเร็วที่ด้านล่างเนินเขาที่ชันกว่า จะมากกว่าเนินเขาเดิม
B. อัตราเร็วที่ด้านล่างมีขนาดเท่ากันสำหรับเนินเขาทั้งสอง
C. อัตราเร็วที่ด้านล่างเนินเขาเดิมมีขนาดมากกว่า เพราะเรือน้ำแข็งเคลื่อนที่ด้วยระยะทางที่มากกว่า
D. ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอที่จะตอบได้ว่าอัตราเร็วที่ด้านล่างของเนินเขาใดมีขนาดมากกว่า
J. ไม่มีข้อใดถูก

_____45. เปรียบเทียบพลังงานจลน์ ของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างของเนินเขาเดิมและเนินเขาที่ชันกว่า เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

A. พลังงานจลน์ของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างเนินเขาชันมีขนาดมากกว่า
B. พลังงานจลน์ของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างมีขนาดเท่ากันสำหรับเนินเขาทั้งสอง
C. พลังงานจลน์ของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างเนินเขาเดิมมีขนาดมากกว่า
D. ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอที่จะบอกได้ว่าพลังงานจลน์ใดมีขนาดมากกว่า
J. ไม่มีข้อใดถูก

_____46. เรือน้ำแข็งถูกลากขึ้นเนินเขาซึ่งสูงกว่าแต่ชันน้อยกว่าเนินเขาในรูปบน อัตราเร็วของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างของเนินเขา (หลังจากที่มันไถลลงมา) จะมีค่าเป็นอย่างไร

A. อัตราเร็วที่ด้านล่างเนินเขาที่สูงกว่าแต่ชันน้อยกว่า มีขนาดมากกว่าเนินเขาเดิม
B. อัตราเร็วที่ด้านล่างมีขนาดเท่ากันสำหรับเนินเขาทั้งสอง
C. อัตราเร็วที่ด้านล่างเนินเขาเดิมมีขนาดมากกว่า
D. ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอที่จะตอบได้ว่าอัตราเร็วที่ด้านล่างของเนินเขาใดมีขนาดมากกว่า
J. ไม่มีข้อใดถูก

46 a. บรรยายเหตุผลสำหรับคำตอบในข้อ 46 เป็นคำพูด (เขียนตอบในกระดาษคำตอบ ตอบยาวเท่าใดก็ได้)

_____47. สำหรับเนินเขาที่สูงกว่าแต่ชันน้อยกว่าเนินเขาในรูปบน พลังงานจลน์ของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างของเนินเขา หลังจากที่มันไถลลงมาจะมีค่าเป็นอย่างไร

A. พลังงานจลน์ของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างเนินเขาที่สูงกว่าแต่ชันน้อยกว่า มีขนาดมากกว่าเนินเขาเดิม
B. พลังงานจลน์ของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างมีขนาดเท่ากันสำหรับเนินเขาทั้งสอง
C. พลังงานจลน์ของเรือน้ำแข็งที่ด้านล่างเนินเขาเดิมมีขนาดมากกว่า
D. ข้อมูลที่ให้ไม่เพียงพอที่จะตอบได้ว่าพลังงานจลน์ใดมีขนาดมากกว่า
J. ไม่มีข้อใดถูก

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

คู่มือครู
ชุดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้
แบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)
เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ชุดเครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

ชุดเครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย ประกอบการสาธิตเชิงปฏิบัติสัมพันธ์ (ILD) ซึ่งเกี่ยวข้องกับ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ โดยประกอบด้วยชุดกิจกรรมทั้งหมด 5 ชุด ดังนี้

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง แรง มวล และ น้ำหนัก
2. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กราฟการเคลื่อนที่
3. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน
4. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน
5. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

แต่ละชุดกิจกรรมใช้เวลา 2 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง ซึ่งส่วนประกอบในแต่ละชุดกิจกรรมออกแบบโดย Ronald K.Thornton และ David R.Sokoloff โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์จากผลงานของ อำพล ใจรักษ์, (2550) ประกอบด้วย

1. ใบกิจกรรมสำหรับนักเรียนซึ่งประกอบด้วย ใบทำนายผลและใบแสดงผล : ใบงานทั้งสองนี้มีลักษณะคล้ายกัน โดยใบทำนายผลนั้นนักเรียนต้องทำนายผลที่จะเกิดขึ้นก่อนการแสดงผลให้เห็นการทำนายนี้นักเรียนต้องรู้ว่าไม่มีผลต่อการให้เกรดของนักเรียน กระบวนการนี้จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ สำหรับใบแสดงผลจะทำการบันทึกภายหลังการสาธิตและแสดงผลให้เห็นและให้นักเรียนเก็บใบงานนี้ไว้

2. คู่มือครู : คู่มือครูนี้ประกอบด้วยโครงร่างสำหรับสิ่งที่จำเป็นก่อนการสอน เครื่องมือที่ต้องใช้ประกอบ คำแนะนำในกระบวนการสอน และจุดที่ผลการสาธิตอาจเกิดความแตกต่างออกไปได้

3. ชุดเครื่องมือ/สื่อ อุปกรณ์ : สื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสาธิตในแต่ละกิจกรรม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายประกอบการสาธิตเชิงปฏิสัมพันธ์ (ILD)

1. อธิบายการสาธิต
2. ถามผู้เรียนถึงผลที่จะเกิดขึ้นและให้ผู้เรียนบันทึกผลการทำนายเป็นรายบุคคลลงในใบงานสำหรับทำนายผล
3. ให้ผู้เรียนอภิปรายผลการทำนายเป็นกลุ่มย่อย
4. แสดงการทำนายของผู้เรียนหลาย ๆ คน ให้ผู้เรียนในห้องดู
5. ให้ผู้เรียนบันทึกการทำนายเป็นครั้งสุดท้ายลงในใบทำนายผล (ซึ่งครูจะเก็บไว้)
6. ทำการสาธิต วัด และแสดงผล
7. ถามผู้เรียน 2-3 คน เพื่ออธิบายและอภิปรายผลในเนื้อหาของการสาธิต และให้ผู้เรียนบันทึกผลลงในใบงานสำหรับแสดงผลและให้ผู้เรียนเก็บใบงานแสดงผลไว้

8. อภิปรายสถานการณ์ที่อาจจะดูแตกต่างกับการสาธิตแต่สามารถอธิบายด้วยหลักการเดียวกัน

คำแนะนำโดยทั่วไปเพื่อประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้

1. ปฏิบัติตามกระบวนการในแต่ละการสาธิตอย่างครบถ้วน

2. ในการบรรยายหรืออธิบายให้ใช้คำว่า “ความเร็วของรถทดลองมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร” อย่าถามว่า “กราฟความเร็วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร”

3. ในการแสดงข้อมูลให้ผู้เรียนเห็น ควรเลือกส่วนข้อมูลจากกราฟที่เกี่ยวข้องกับการทำนายของผู้เรียนแล้วให้เขาบันทึกผลที่ถูกต้องลงในใบแสดงผล เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ตรงกัน

4. การประเมินความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้นั้นจะทำเมื่อใดก็ได้ที่สะดวก

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง แรง มวล และน้ำหนัก

1.1 แรง

แนวคิดวิทยาศาสตร์ : แรงคืออำนาจหรือความพยายามที่จะทำให้วัตถุเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนแรง $(\vec{F})$

ขั้นตอนการสอน

1) ครูอธิบายวิธีการสาธิต เรื่องแรง โดยครูจะใช้ตาชั่งสปริงดึงวัตถุด้วยขนาดของแรงต่าง ๆในทิศทางที่ครูกำหนด

2) ครูให้นักเรียนทำนายผลลงในแบบทำนายผล

3) ครูให้นักเรียนอภิปรายผลการทำนายกับเพื่อน ๆ

4) สุ่มผลการทำนายของนักเรียนแล้วแสดงผลให้เพื่อนในห้องดู

5) ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทำนายลงในแบบทำนายผลอีกครั้ง (ซึ่งครูจะเก็บไว้)

6) ครูสาธิตโดยขออาสาสมัครมาช่วยครูสาธิตให้เพื่อน ๆ ดู

7) ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายผลการสาธิตที่เกิดขึ้นและให้นักเรียนบันทึกผลลงในแบบแสดงผล (นักเรียนเก็บไว้)

8) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่คล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ที่สาธิต อภิปรายสถานการณ์ที่อาจจะดูแตกต่างกับการสาธิตแต่สามารถอธิบายด้วยหลักการเดียวกัน

แบบทำนายผล

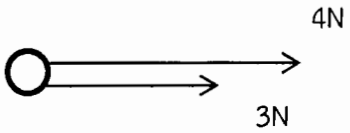
กิจกรรมที่ 1.1 เรื่องแรง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

มีแรงขนาด 3 นิวตันและ 4 นิวตันออกแรงดึงในทิศทางดังรูปต้องใช้ตาชั่งสปริงดึงในทิศทางใดด้วยขนาดของแรงเท่าใดวัตถุจึงไม่เคลื่อนที่



ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

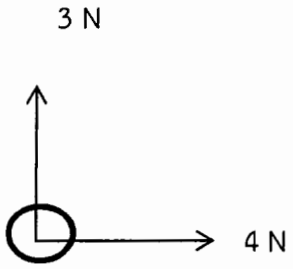
.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

มีแรง 2 แรง ขนาด 3 นิวตันและ 4 นิวตัน ออกแรงดึงในทิศทางดังรูปต้องใช้ตาชั่งสปริงดึงในทิศทางใดขนาดเท่าไรวัตถุจึงไม่เคลื่อนที่



ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

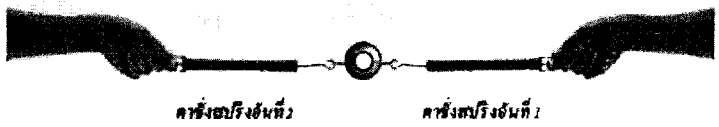
.....

แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 1.1 เรื่องแรง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. วงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 2 อัน จนวงแหวนอยู่นิ่ง ขนาดและทิศทางของแรงที่กระทำต่อวงแหวนเป็นอย่างไร



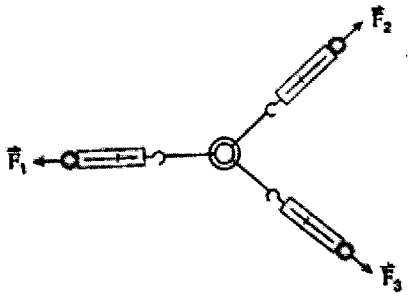
อธิบาย

.....

.....

.....

2. ดึงวงแหวนด้วยเครื่องชั่งสปริง 3 อัน จนวงแหวนอยู่นิ่ง แรงทั้งสามแรงมีขนาดและทิศทางเป็นอย่างไรและผลรวมของแรง 2 แรงจะเท่ากับขนาดของแรงที่เหลือหรือไม่ อย่างไร



อธิบาย

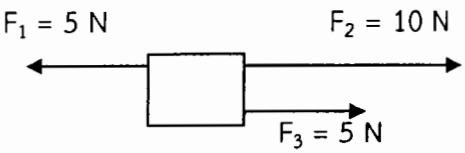
.....

.....

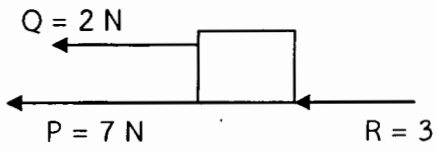
.....

3. จงหาขนาดและทิศทางของแรงลัพธ์ จากรูปต่อไปนี้

(1)



(2)



N

.....

.....

.....

.....

.....

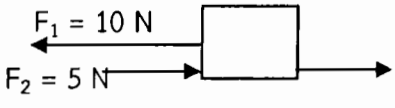
.....

.....

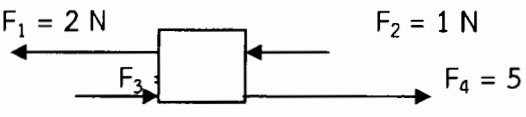
.....

.....

(3)



(4)



N

.....

.....

.....

.....

.....

.....

1.2. แรงเสียดทาน

แนวคิดวิทยาศาสตร์ : แรงเสียดทาน (Friction Force) คือแรงที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทานเกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุและขนาดของแรงเสียดทานหาได้จาก

$f=\mu N$

โดยที่ f หมายถึง แรงเสียดทานมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

μ หมายถึง สัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

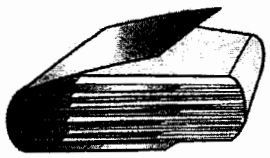
N หมายถึง แรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากกับผิวสัมผัสมีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

ขั้นตอนการสอน

1) ครูอธิบายการสาธิตเรื่องแรงเสียดทานจาก 2 สถานการณ์ดังนี้

สถานการณ์ที่ 1

ครูนำหนังสือ 2 เล่มมาวางเกยกัน เปิดหนังสือแต่ละเล่มให้วางซ้อนกันทีละหน้าไปจนหมดเล่ม ดังรูป แล้วเปรียบเทียบกับการวางหนังสือลักษณะเดิมแต่เปลี่ยนจากการวางซ้อนกันทีละหน้าเป็นวางซ้อนกันทีละ 100 หน้า



รูปการวางหนังสือ

สถานการณ์ที่ 2

ครูอธิบายว่าครูจะนำตาชั่งสปริงมาใช้ในการลากถุงทรายบนพื้นและเมื่อนำถุงทรายถุงเดิมมาห่อด้วยถุงพลาสติกแล้วดึงผลจะเป็นเช่นไร

2) ครูให้นักเรียนทำนายผลลงในแบบทำนายผล

3) ครูให้นักเรียนอภิปรายผลการทำนายกับเพื่อน ๆ

4) สุ่มผลการทำนายของนักเรียนแล้วแสดงผลให้เพื่อนในห้องดู

5) ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทำนายลงในแบบทำนายผลอีกครั้ง (ซึ่งครูจะเก็บไว้)

6) ครูสาธิตโดยขออาสาสมัครมาช่วยครูสาธิตให้เพื่อน ๆ ดู

7) ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายผลการสาธิตที่เกิดขึ้นและให้นักเรียนบันทึกผลลงในแบบแสดงผล (นักเรียนเก็บไว้)

8) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่คล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ที่สาธิตอภิปรายสถานการณ์ที่อาจจะดูแตกต่างกับการสาธิตแต่สามารถอธิบายด้วยหลักการเดียวกัน

แบบทำนายผล

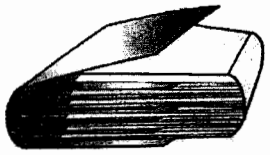
กิจกรรมที่ 1.2 แรงเสียดทาน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

ครูนำหนังสือ 2 เล่มมาวางเกยกัน เปิดหนังสือแต่ละเล่มให้วางซ้อนกันทีละหน้าไปจนหมดเล่ม ดังรูป แล้วเปรียบเทียบกับการวางหนังสือลักษณะเดิมแต่เปลี่ยนจากการวางซ้อนกันทีละหน้าเป็นวางซ้อนกันทีละ 100 หน้า



รูปการวางหนังสือ

ให้นักเรียน 2 คนดึงสันหนังสือแต่ละเล่มให้หนังสือ 2 เล่มแยกออกจากกัน โดยเปรียบเทียบทั้ง 2 กรณี ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

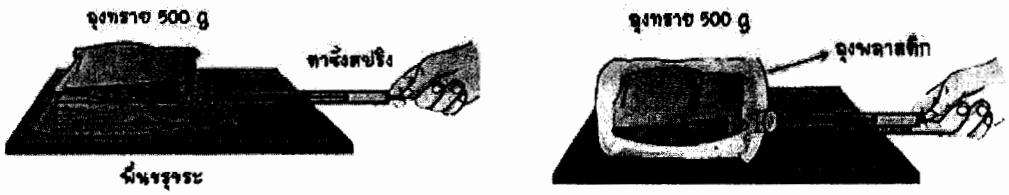
.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2

ครูจะนำตาชั่งสปริงมาใช้ในการลากถุงทรายบนพื้นและเมื่อนำถุงทรายถุงเดิมมาห่อด้วยถุงพลาสติกแล้วดึงผลจะเป็นเช่นไร



จากการทดลองทั้งสองกรณีเกรณีใดต้องออกแรงดึงมากกว่ากันเพราะเหตุใด

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

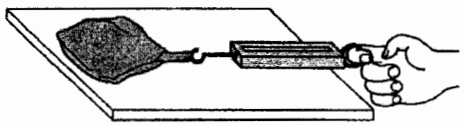
.....

แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 1.2 แรงเสียดทาน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ขณะออกแรงดึงถุงทราย แต่ถุงทรายไม่เคลื่อนที่ มีแรงใดกระทำต่อถุงทรายบ้าง จงเขียนแผนภาพประกอบทางขวามือ และแรงลัพธ์ที่กระทำต่อถุงทรายเป็นเท่าใด



อธิบาย

.....

.....

.....

1. การเพิ่มจำนวนถุงทรายมีผลต่อแรงเสียดทานหรือไม่ อย่างไร

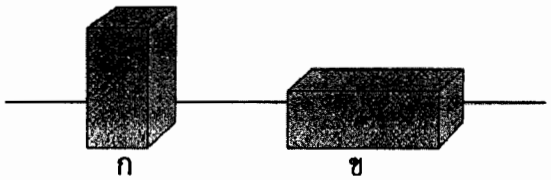
อธิบาย

.....

.....

.....

2. ออกแรงดึงวัตถุอันเดียวกัน แต่การจัดวางต่างกันดังรูปภาพ **แรงที่ใช้ดึงเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่มีค่าต่างกันหรือไม่** อย่างไร



อธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. ในการเปรียบเทียบครั้งนี้ ให้รถยนต์และรถเก๋งมีความเร็วก่อนเบรกเท่ากัน ยางรถยนต์และพื้นถนนมีลักษณะเหมือนกัน แต่รถบรรทุกมีน้ำหนักมากกว่ารถเก๋ง

1) ในสถานการณ์พื้นถนนแห้ง ขณะเหยียบเบรก รถคันใดจะหยุดในระยะทางที่สั้นกว่า เพราะเหตุใด

อธิบาย

.....

.....

.....

2) ในสถานการณ์พื้นถนนลื่น ขณะเหยียบเบรก รถคันใดจะหยุดในระยะทางที่สั้นกว่า เพราะเหตุใด

อธิบาย

.....

.....

3) นักเรียนคิดว่ารถคันใดมีแรงต้านทานอากาศมากกว่ากัน เพราะเหตุใด

อธิบาย

.....

.....

4. จงยกตัวอย่างประโยชน์ของการลดแรงเสียดทาน

อธิบาย

.....

.....

5. จงยกตัวอย่างประโยชน์ของการเพิ่มแรงเสียดทาน

อธิบาย

.....

.....

แบบทำนายผล

กิจกรรมที่ 1.3 มวล

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

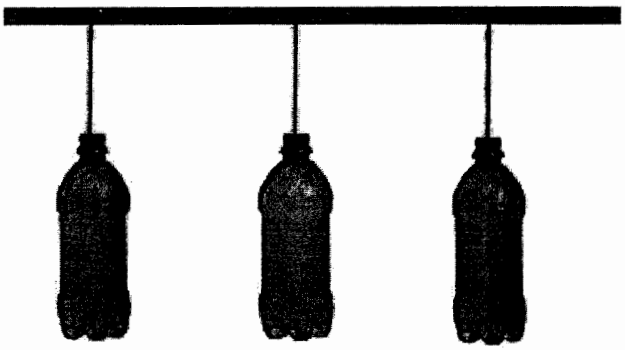
สถานการณ์ที่ 1

ถ้าครูผลักขวดทั้ง 3 ขวด ขวดไหนจะผลักง่ายที่สุด

โดย ขวดที่ 1 เป็นขวดเปล่า

ขวดที่ 2 ใส่น้ำ 1/3 ของขวด

ขวดที่ 3 ใส่น้ำเต็มขวด



รูปแสดงชุดทดลองเรื่องมวล

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

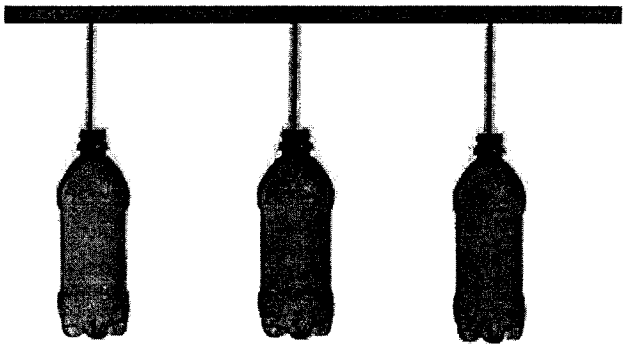
สถานการณ์ที่ 2

ถ้าครูทำให้ขวดน้ำทั้ง 3 ขวดแกว่างไปมา แล้วให้นักเรียนพยายามทำให้ขวดหยุดนิ่งขวดไหนจะหยุดง่ายที่สุด

โดย ขวดที่ 1 เป็นขวดเปล่า

ขวดที่ 2 ใส่น้ำ 1/3 ของขวด

ขวดที่ 3 ใส่น้ำเต็มขวด



รูปแสดงชุดทดลองเรื่องมวล

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 1.3 มวล

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. มวล (Mass) คือ .....
2. ถ้าวัตถุใดมีมวลมากแสดงว่าวัตถุนี้มีการต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างไร
   อธิบาย
   .....
   .....
   .....
   .....
3. ถ้าวัตถุใดมีมวลน้อยแสดงว่าวัตถุนี้มีการต้านการเปลี่ยนสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุอย่างไร
   อธิบาย
   .....
   .....
   .....
   .....
4. มวลเป็นปริมาณชนิดใด ..... ในระบบ SI ใช้หน่วยเป็น .....
   สัญลักษณ์ที่ใช้แทนมวลคือ .....
5. มวลเป็นปริมาณคงที่ จะไม่ขึ้นอยู่กับปัจจัยใด
   อธิบาย
   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

1.3 น้ำหนัก

แนวคิดวิทยาศาสตร์ : น้ำหนัก (Weight) คือแรงที่โลกกระทำกับวัตถุเป็นปริมาณเวกเตอร์มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) เป็นปริมาณที่ไม่คงที่ขึ้นอยู่กับค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง

สถานการณ์ที่ 1

ถ้าเรายืนชั่งน้ำหนักใกล้ ๆ กับโต๊ะแล้วใช้มือกดลงบนโต๊ะค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเพิ่มขึ้นหรือน้อยลง เพราะเหตุใด

1) ครูอธิบายวิธีการสาธิตว่าครูจะยืนชั่งน้ำหนักใกล้ ๆ กับโต๊ะแล้วใช้มือกดลงบนโต๊ะ

2) ครูให้นักเรียนทำนายผลลงในแบบทำนายผล

3) ครูให้นักเรียนอภิปรายผลการทำนายกับเพื่อน ๆ

4) สุ่มผลการทำนายของนักเรียนแล้วแสดงผลให้เพื่อนในห้องดู

5) ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทำนายลงในแบบทำนายผลอีกครั้ง (ซึ่งครูจะเก็บไว้)

6) ครูสาธิตโดยขออาสาสมัครมาช่วยครูสาธิตให้เพื่อน ๆ ดู

7) ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายผลการสาธิตที่เกิดขึ้นและให้นักเรียนบันทึกผลลงในแบบแสดงผล (นักเรียนเก็บไว้)

8) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่คล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ที่สาธิตอภิปรายสถานการณ์ที่อาจจะดูแตกต่างกับการสาธิตแต่สามารถอธิบายด้วยหลักการเดียวกัน

แบบทำนายผล

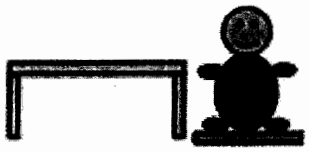
กิจกรรมที่ 1.4 น้ำหนัก

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

ถ้าเรายืนชั่งน้ำหนักใกล้ ๆ กับโต๊ะแล้วใช้มือกดลงบนโต๊ะค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเพิ่มขึ้นหรือน้อยลง เพราะเหตุใด



ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

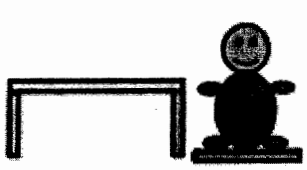
.....

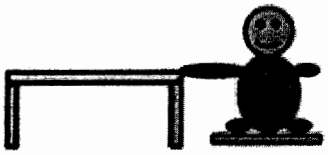
แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 1.4 น้ำหนัก

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

1. ถ้าเรายืนชั่งน้ำหนักใกล้ ๆ กับโต๊ะแล้วใช้มือกดลงบนโต๊ะค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเพิ่มขึ้นหรือน้อยลง เพราะเหตุใด





อธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นายสมชายมีมวล 60 กิโลกรัม ถ้านายสมชายอยู่ที่ผิวโลกและดวงจันทร์ นายสมชายจะมีน้ำหนักอย่างไรถ้าอัตราเร่งโน้มถ่วงที่ผิวโลกเป็น 6 เท่าของที่ผิวดวงจันทร์

อธิบาย

.....

.....

.....

.....

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง กราฟการเคลื่อนที่

ขั้นตอนการสอน

1) ครูอธิบายวิธีการใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลา
   สถานการณ์ที่ 1 ครูดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาด้วยความเร็วคงที่
   สถานการณ์ที่ 2 ครูดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น
   สถานการณ์ที่ 3 ครูดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาด้วยความเร็วช้าลง
   สถานการณ์ที่ 4 ครูปล่อยถุงทรายให้ตกอิสระผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา
2) ครูให้นักเรียนทำนายผลลงในแบบทำนายผล
3) ครูให้นักเรียนอภิปรายผลการทำนายกับเพื่อน ๆ
4) สุ่มผลการทำนายของนักเรียนแล้วแสดงผลให้เพื่อนในห้องดู
5) ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทำนายลงในแบบทำนายผลอีกครั้ง (ซึ่งครูจะเก็บไว้)
6) ครูสาธิตโดยขออาสาสมัครมาช่วยครูสาธิตให้เพื่อน ๆ ดู
7) ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายผลการสาธิตที่เกิดขึ้นและให้นักเรียนบันทึกผลลงในแบบแสดงผล (นักเรียนเก็บไว้)
8) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่คล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ที่สาธิตอภิปรายสถานการณ์ที่อาจจะดูแตกต่างกับการสาธิตแต่สามารถอธิบายด้วยหลักการเดียวกัน

แบบทำนายผล

เรื่องกราฟการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

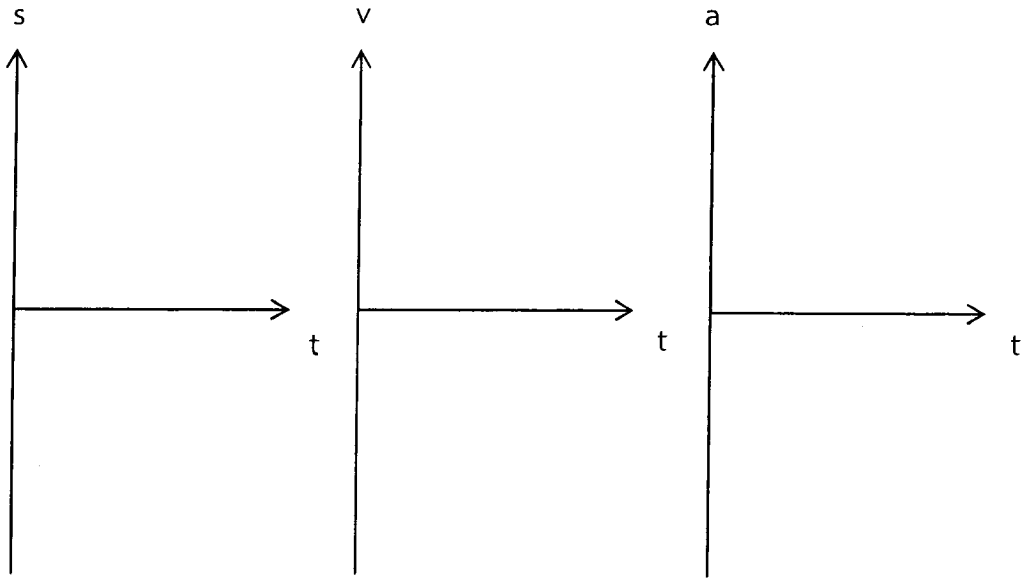
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

สถานการณ์ที่ 1 ครูดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาด้วยความเร็วคงที่ จุดบนแถบกระดาษจะเป็นอย่างไร

จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ความเร็วกับเวลา ความเร่งกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง ความเร็ว ความเร่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

แบบแสดงผล

เรื่องกราฟการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1

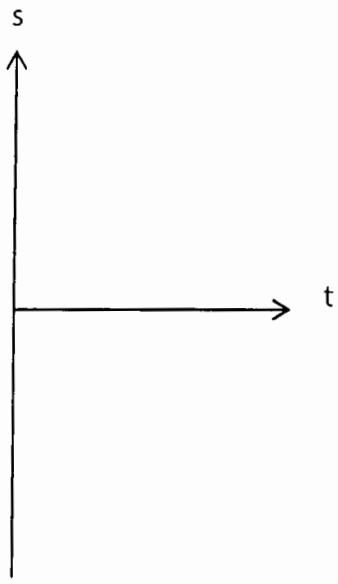
1. ถ้าดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาด้วยความเร็วคงที่จุดบนแถบกระดาษจะเป็นอย่างไร

อธิบาย

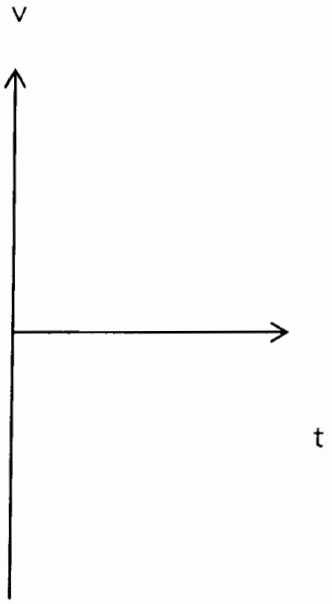
.....

.....

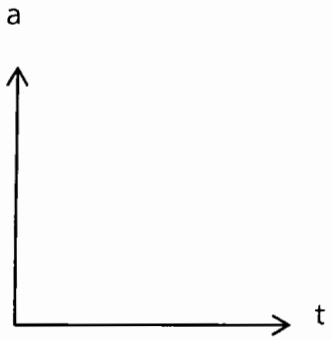
2. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



3. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วกับเวลา อยากทราบว่า ความเร็ว มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



4. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ความเร็วกับเวลา ความเร่งกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง ความเร็ว ความเร่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



แบบทำนายผล
เรื่องกราฟการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น

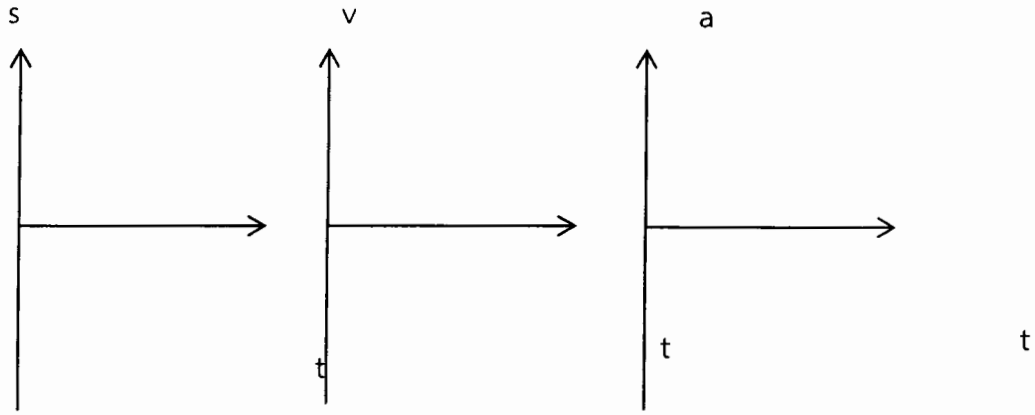
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 2

สถานการณ์ที่ 2 ครูดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น จุดบนแถบกระดาษจะเป็นอย่างไร

จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ความเร็วกับเวลา ความเร่งกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง ความเร็ว ความเร่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

แบบแสดงผล

เรื่องกราฟการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเพิ่มขึ้น

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 2

1. ถ้าดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาด้วยความเร็วเพิ่มขึ้นจุดบนแถบกระดาษจะเป็นอย่างไร

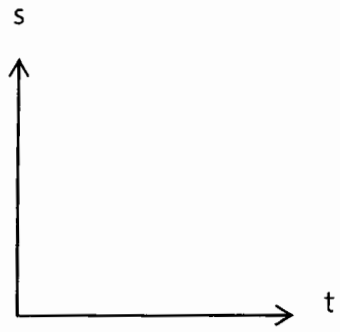
อธิบาย

.....

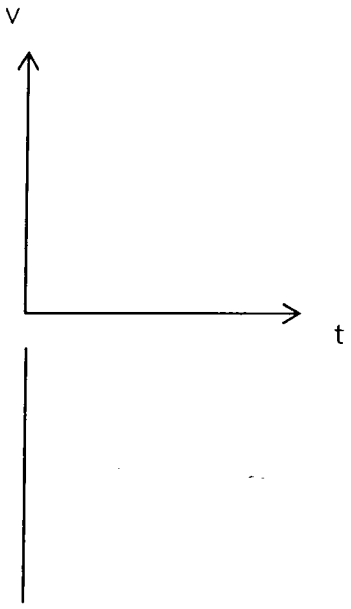
.....

.....

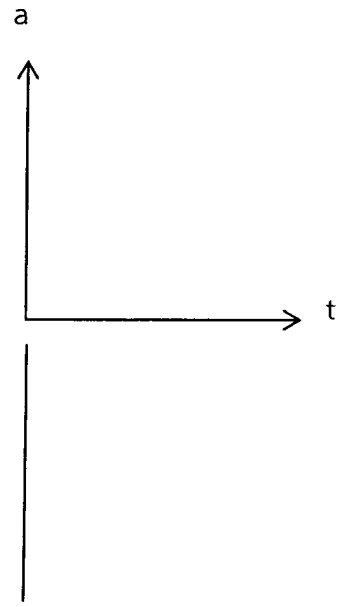
2. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



3. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วกับเวลา อยากทราบว่า ความเร็ว มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



4. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ความเร็วกับเวลา ความเร่งกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง ความเร็ว ความเร่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



แบบทำนายผล

เรื่องกราฟการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลง

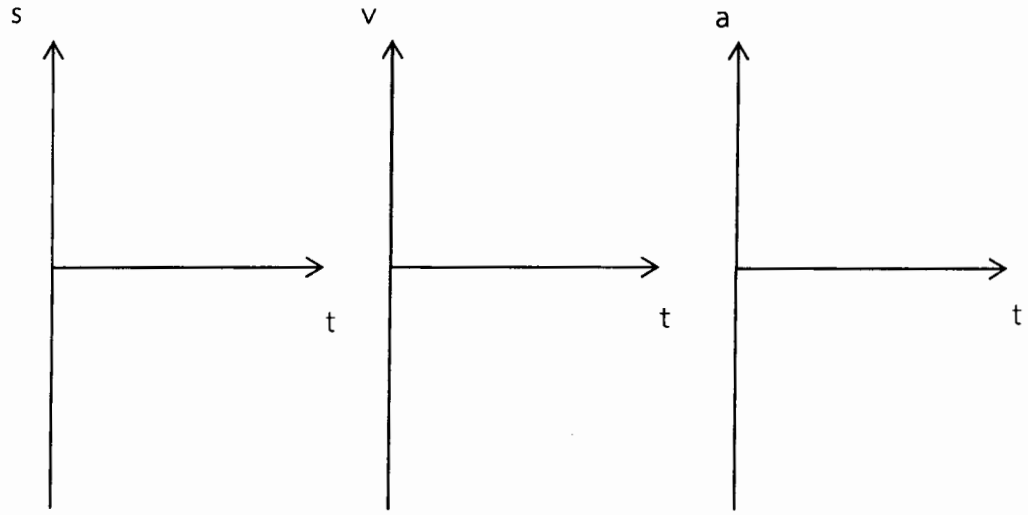
ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 3

สถานการณ์ที่ 3 ครูดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาด้วยความเร็วลดลง จุดบนแถบกระดาษจะเป็นอย่างไร

จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ความเร็วกับเวลา ความเร่งกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง ความเร็ว ความเร่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

แบบแสดงผล

เรื่องกราฟการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลดลง

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 3

1. ถ้าดึงแถบกระดาษผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาด้วยความเร็วลดลงจุดบนแถบกระดาษจะเป็นอย่างไร

อธิบาย

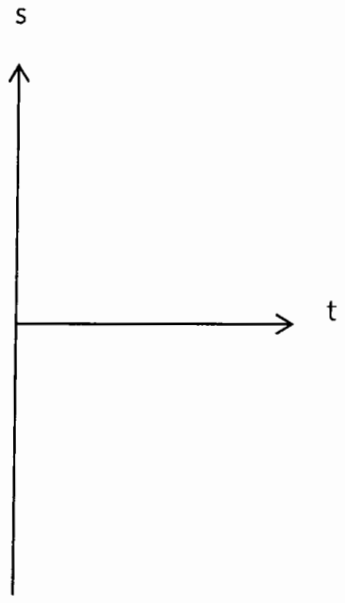
.....

.....

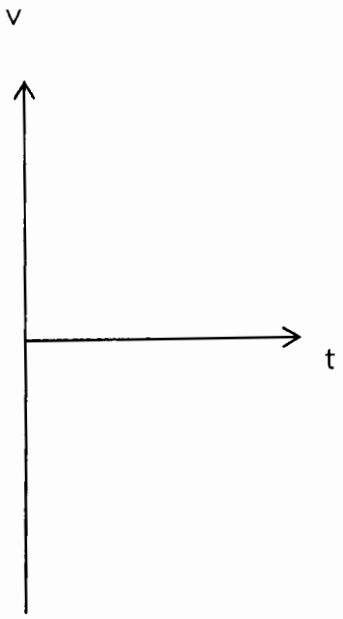
.....

.....

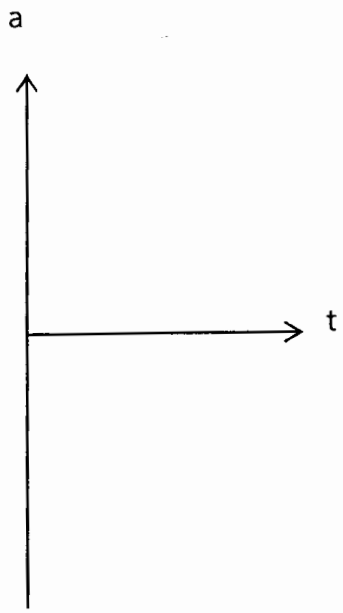
2. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา อยากทราบว่า ระยะทาง มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



3. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วกับเวลา อยากทราบว่า ความเร็ว มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



4. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ความเร็วกับเวลา ความเร่งกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง ความเร็ว ความเร่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



แบบทำนายผล

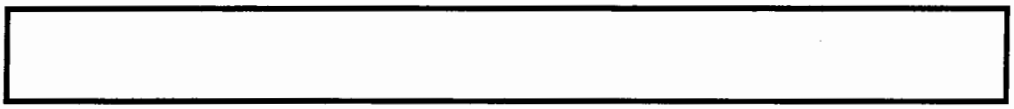
เรื่องกราฟการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอิสระ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

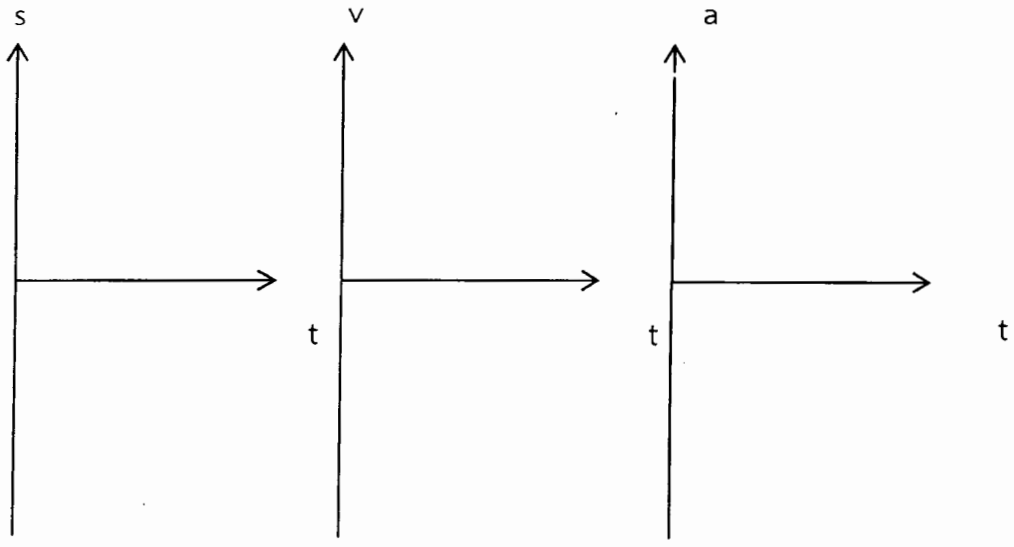
ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 4

สถานการณ์ที่ 4 ครูปล่อยถุงทรายให้ตกอิสระผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา จุดบนแถบกระดาษจะเป็นอย่างไร



จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ความเร็วกับเวลา ความเร่งกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง ความเร็ว ความเร่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

แบบแสดงผล

เรื่องกราฟการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอิสระ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 4

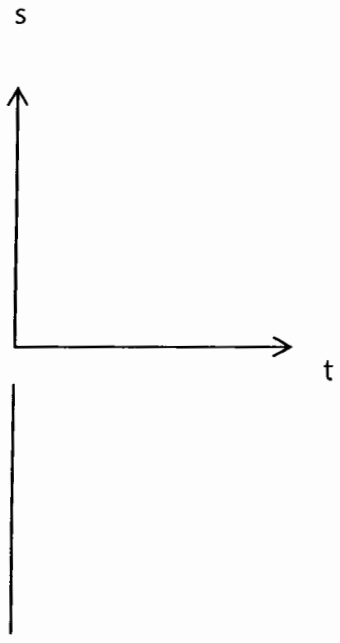
1. ถ้าปล่อยถุงทรายให้ตกอิสระผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาจุดบนแถบกระดาษจะเป็นอย่างไร

อธิบาย

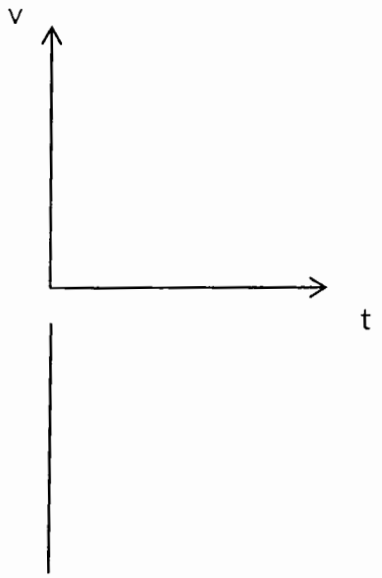
.....

.....

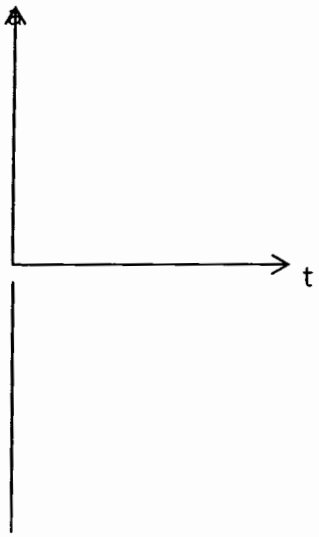
2. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา อยากทราบว่า ระยะทาง มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



3. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วกับเวลา อยากทราบว่า ความเร็ว มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



4. จากแถบกระดาษนำมาเขียนความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา ความเร็วกับเวลา ความเร่งกับเวลา อยากทราบว่าระยะทาง ความเร็ว ความเร่งมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาอย่างไร



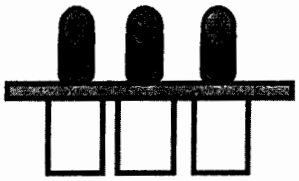
ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

แนวคิดวิทยาศาสตร์ : กฎข้อที่ 1 ของนิวตันมีใจความว่า "วัตถุจะคงสภาพนิ่งหรือสภาพเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงตัวในแนวเส้นตรง นอกจากมีแรงลัพธ์ที่มีค่าไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุนั้น"

สมการที่ใช้อธิบายคือ $\boxed{\sum \vec{F} = 0}$

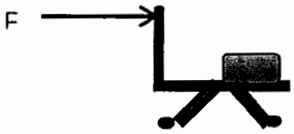
ขั้นตอนการสอน

1) ครูอธิบายวิธีการสาธิต เรื่องกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน สาธิต 3 สถานการณ์
สถานการณ์ที่ 1 ครูตั้งคำถามว่าถ้าครูจัดอุปกรณ์ดังรูป



รูปแสดงการจัดอุปกรณ์ในการสาธิต

ถ้าครูออกแรงตบถาดอย่างแรงจะเกิดอะไรขึ้นกับไข่
สถานการณ์ที่ 2 ถ้ารถเลี้ยวขวาอย่างแรงคนในรถจะเป็นอย่างไร



รูปแสดงการจัดอุปกรณ์ในการสาธิต

สถานการณ์ที 3 ถ้ารถหยุดอย่างกะทันหันคนในรถจะเป็นอย่างไร

2) ครูให้นักเรียนทำนายผลลงในแบบทำนายผล
3) ครูให้นักเรียนอภิปรายผลการทำนายกับเพื่อน ๆ
4) สุ่มผลการทำนายของนักเรียนแล้วแสดงผลให้เพื่อนในห้องดู
5) ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทำนายลงในแบบทำนายผลอีกครั้ง (ซึ่งครูจะเก็บไว้)
6) ครูสาธิตโดยขออาสาสมัครมาช่วยครูสาธิตให้เพื่อน ๆ ดู

7) ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายผลการสาธิตที่เกิดขึ้นและให้นักเรียนบันทึกผลลงในแบบแสดงผล (นักเรียนเก็บไว้)
8) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่คล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ที่สาธิตอภิปรายสถานการณ์ที่อาจจะดูแตกต่างกับการสาธิตแต่สามารถอธิบายด้วยหลักการเดียวกัน

แบบทำนายผล

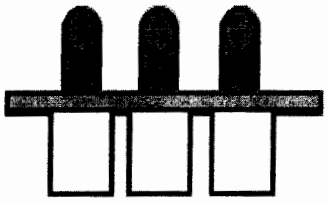
กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

ครูจัดอุปกรณ์ดังรูป



ถ้าครูออกแรงตบถาดอย่างแรงจะเกิดอะไรขึ้นกับไข่

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

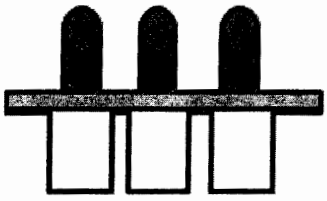
แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1

1. ถ้าครูออกแรงตบถาดอย่างแรงจะเกิดอะไรขึ้นกับไข่ เพราะเหตุใด



อธิบาย

.....

.....

.....

.....

2. เข็มขัดนิรภัยและที่พิงศีรษะที่ติดอยู่กับเบาะนั่งในรถยนต์บางคันมีไว้เพื่อประโยชน์อะไร

อธิบาย

.....

.....

.....

.....

3. สถานการณ์ต่อไปนี้อธิบายได้ด้วยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 ของนิวตันใช่หรือไม่จงอธิบายเหตุผลประกอบ

1) คนยืนในรถและรถกำลังเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เมื่อรถหยุดอย่างกะทันหันเป็นเหตุให้คนในรถเซไปข้างหน้า

อธิบาย

.....

.....

.....

2) เมื่อคนโดยสารลงจากรถประจำทางในขณะที่รถกำลังเคลื่อนที่ คนโดยสารจะเซหรือล้มลงข้างหน้า

อธิบาย

.....

.....

.....

.....

3) นักเรียนยืนบนสเกตโดยหันหน้าเข้าหากำแพง แล้วใช้มือผลักกำแพงปรากฏว่าตัวนักเรียนเคลื่อนที่ถอยหลังออกห่างจากกำแพง

อธิบาย

.....

.....

.....

.....

แบบทำนายผล

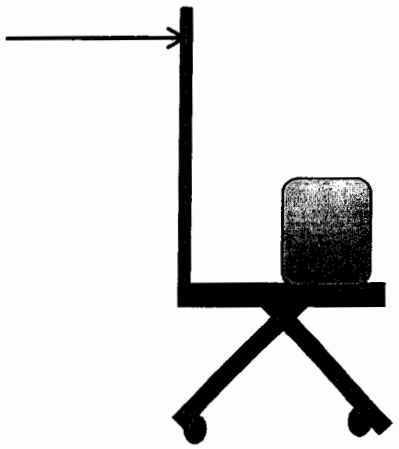
กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 2

ครูจัดอุปกรณ์ดังรูป



รูปแสดงการจัดอุปกรณ์ในการสาธิต

ถ้ารถเลี้ยวขวาอย่างแรงคนในรถจะเคลื่อนที่อย่างไร

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 2

1. ถ้ารถเลี้ยวซ้ายอย่างแรงคนในรถจะเคลื่อนที่อย่างไร จงอธิบายเหตุและวาดภาพประกอบการอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ถ้าในตอนแรกวัตถุหยุดนิ่ง เมื่อเวลาผ่านไปไม่มีแรงลัพธ์ (หรือมีแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์) มากระทำ วัตถุจะอยู่ในสภาพใด

อธิบาย

.....

.....

3. ถ้าในตอนแรกวัตถุกำลังเคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่าหนึ่ง เมื่อเวลาผ่านไปไม่มีแรงลัพธ์ (หรือมีแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์) มากระทำ วัตถุก็จะเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความเร็วเท่าใดในทิศทางใด

อธิบาย

.....

.....

แบบทำนายผล

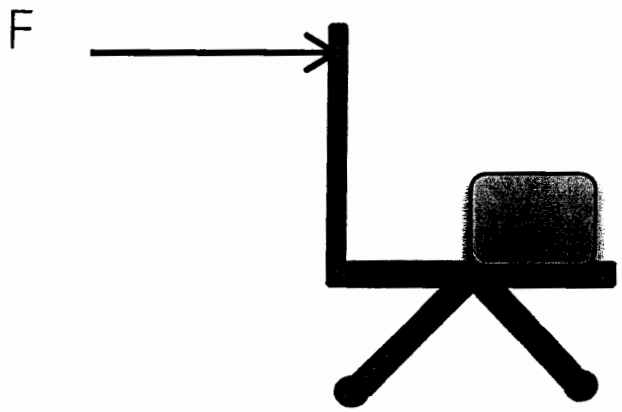
กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 3

ครูจัดอุปกรณ์ดังรูป



รูปแสดงการจัดอุปกรณ์ในการสาธิต

ถ้ารถหยุดอย่างกะทันหันคนในรถจะเคลื่อนที่อย่างไร

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 3 เรื่อง กฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 3

1. ถ้ารถหยุดอย่างกะทันหันคนในรถจะเคลื่อนที่อย่างไร จงอธิบายเหตุและวาดภาพประกอบการอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงยกตัวอย่างเหตุการณ์ที่อธิบายได้ด้วยกฎข้อที่ 1 ของนิวตัน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

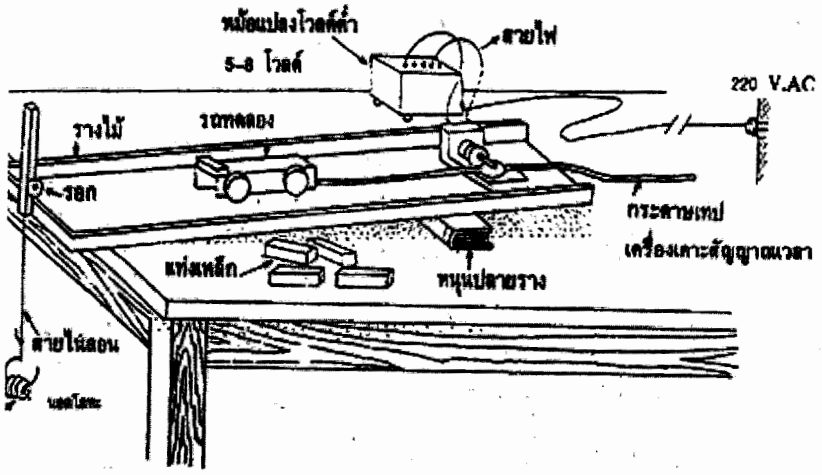
แนวคิดวิทยาศาสตร์ : กฎข้อที่ 2 ของนิวตันมีใจความว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุจะทำให้วัตถุเกิดความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำและขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์และจะแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”

สมการที่ใช้อธิบายคือ

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

ขั้นตอนการสอน

1) ครูอธิบายวิธีการสาธิต เรื่องกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน จากชุดอุปกรณ์การทดลอง
   สถานการณ์ที่ 1 ทดลองเมื่อมวลคงที่ หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับแรง
   สถานการณ์ที่ 2 ทดลองเมื่อแรงคงที่ หาความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับมวล



รูปแสดงชุดการทดลองเรื่องกฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

2) ครูให้นักเรียนทำนายผลลงในแบบทำนายผล
3) ครูให้นักเรียนอภิปรายผลการทำนายกับเพื่อน ๆ
4) สุ่มผลการทำนายของนักเรียนแล้วแสดงผลให้เพื่อนในห้องดู
5) ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทำนายลงในแบบทำนายผลอีกครั้ง (ซึ่งครูจะเก็บไว้)
6) ครูสาธิตโดยขออาสาสมัครมาช่วยครูสาธิตให้เพื่อน ๆ ดู

7) ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายผลการสาธิตที่เกิดขึ้นและให้นักเรียนบันทึกผลลงในแบบแสดงผล (นักเรียนเก็บไว้)
8) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่คล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ที่สาธิตอภิปรายสถานการณ์ที่อาจจะดูแตกต่างกับการสาธิตแต่สามารถอธิบายด้วยหลักการเดียวกัน

แบบทำนายผล

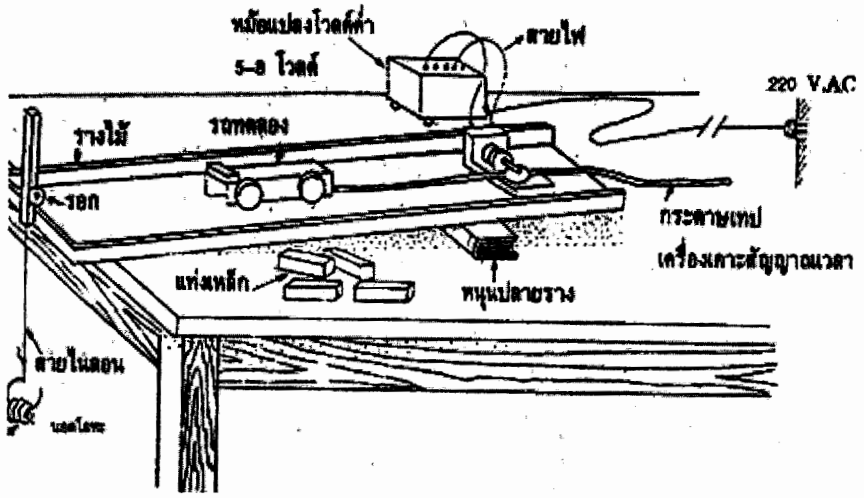
กิจกรรมที่ 4 เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

จัดอุปกรณ์ดังรูป



ทำการทดลองตามใบกิจกรรม โดยเพิ่มมวลของรถทดลอง (ใช้น๊อตถ่วง) แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับ 1/m ให้นักเรียนทำนายว่าความเร่งกับมวลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมการทดลอง เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

การทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่มากระทำต่อวัตถุกับความเร่งของวัตถุที่เป็นผลมาจากแรงนั้นเมื่อมวลของวัตถุที่พิจารณามีค่าคงตัว

ตอนที่ 1 การชดเชยแรงเสียดทาน

วิธีทำ กิจกรรมการทดลอง

1. การติดตั้งอุปกรณ์ วางรางไม้บนโต๊ะ นำแขนรางไม้ที่มีรอกติดอยู่มาประกอบกับรางไม้ จัดปลายรางไม้ด้านที่มีรอกให้ยื่นพ้นขอบโต๊ะเล็กน้อย

2. นำรถทดลองวางบนรางไม้ ติดปลายข้างหนึ่งของแถบกระดาษกับท้ายรถทดลอง นำปลายอีกข้างหนึ่งของแถบกระดาษสอดผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาซึ่งต่ออยู่กับหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ(ใช้ความต่างศักย์ 4-6 โวลต์ หรือตามข้อแนะนำของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา)

3. ผูกสายไนลอนกับแกนเหล็กที่อยู่ด้านหน้ารถทดลอง แล้วคล้องสายไนลอนผ่านรอกให้ห้อยลงในแนวดิ่ง ผูกขอเกี่ยวโลหะที่ปลายสายไนลอน

4. จัดให้แนวแถบกระดาษ ตัวรถ และสายไนลอนให้อยู่ในเส้นตรงเดียวกัน

5. ลองผลักรถทดลองเบาๆ ในทิศทางเข้าหารอก ถ้ารถเคลื่อนที่ได้ระยะใกล้ๆแล้วหยุด แล้วหยุดเคลื่อนที่ให้หนุนปลายรางด้านที่อยู่ตรงข้ามกับที่ติดรอกให้สูงขึ้นเล็กน้อย แล้วลองผลักรถทดลองใหม่ จะหยุดปรับปลายรางให้สูงขึ้น เมื่อรางอยู่ในตำแหน่งที่ผลักรถทดลองเบาๆแล้วรถทดลองแล่นตามรางด้วยความเร็วคงตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากระยะห่างที่เท่ากันของแต่ละช่วงจุดบนกระดาษที่สอดผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเร่งกับขนาดของแรงดึง เมื่อมวลของวัตถุมีค่าคงตัว

1. ใช้ชุดการทดลองที่เตรียมไว้จากตอนที่ 1 นำนอต 1 ตัว คล้องกับขอเกี่ยวโลหะ จับรถทดลองไว้ จัดแถบกระดาษให้เรียบร้อย(เช่นเดียวกับตอนที่ 1)

2. เปิดเครื่องเคาะสัญญาณเวลาพร้อมกับปล่อยรถทดลองให้เคลื่อนที่ นำแถบกระดาษที่ได้มาเขียนข้อความไว้ที่ด้านหลังว่านอต 1 ตัว

3. เปลี่ยนแถบกระดาษใหม่แล้วทดลองซ้ำ แต่เพิ่มจำนวนนอตเป็น 2,3,4 ตัวตามลำดับ โดยให้นอต 1 ตัวดึงรถด้วยแรงขนาด 1F เมื่อใช้นอต 2,3,4 ตัว จะมีแรงดึงรถทดลองด้วยขนาด 2F, 3F ,4F ตามลำดับ

4. วิเคราะห์หาความเร็วของรถจากจุดบนแถบกระดาษแต่ละแถบ

5. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา เมื่อใช้แรงขนาดต่างๆดึงรถทดลอง

6. คำนวณหาความเร่งจากความชันกราฟความเร็วกับเวลา

7. เขียนกราฟระหว่างขนาดแรงที่ดึงรถทดลอง F กับขนาดความเร่ง a ของรถทดลองโดยให้ F อยู่บนแกน x และ a อยู่บนแกน y

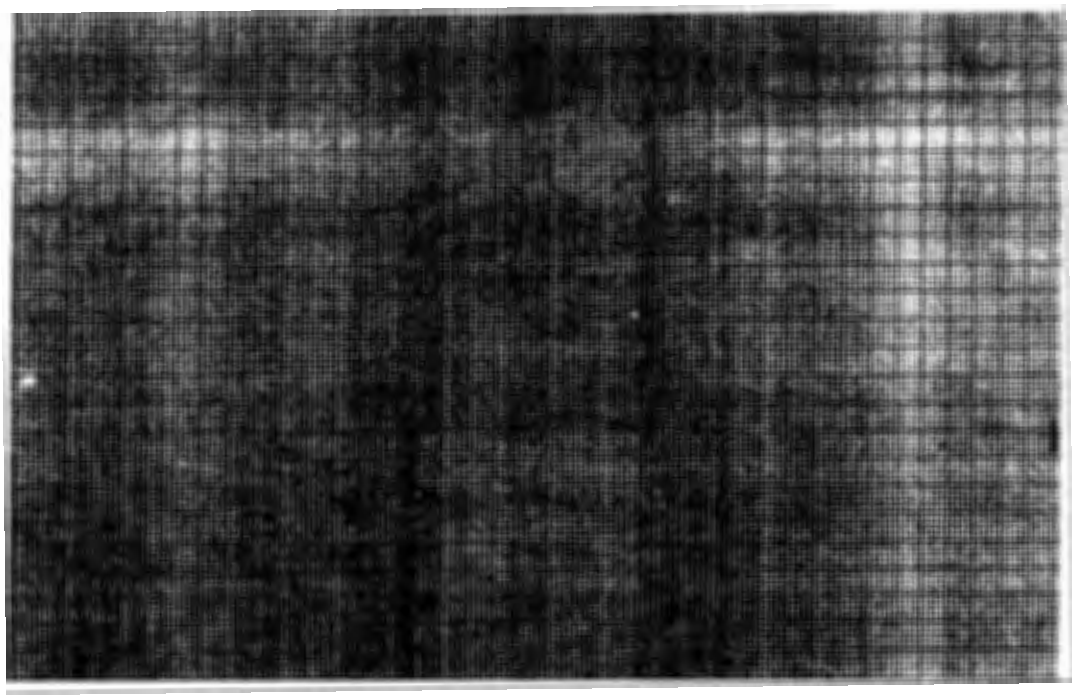
แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 4 เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1

1. กราฟแรงที่ดึงมวล M (F) กับ ขนาดความเร่ง (a) ของมวล M โดยให้ F เป็นแกนนอนและความเร่ง (a) เป็นแกนตั้ง



2. ความเร่งกับมวลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบายพร้อมเขียนความสัมพันธ์และสมการที่ใช้ในการอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทำนายผล

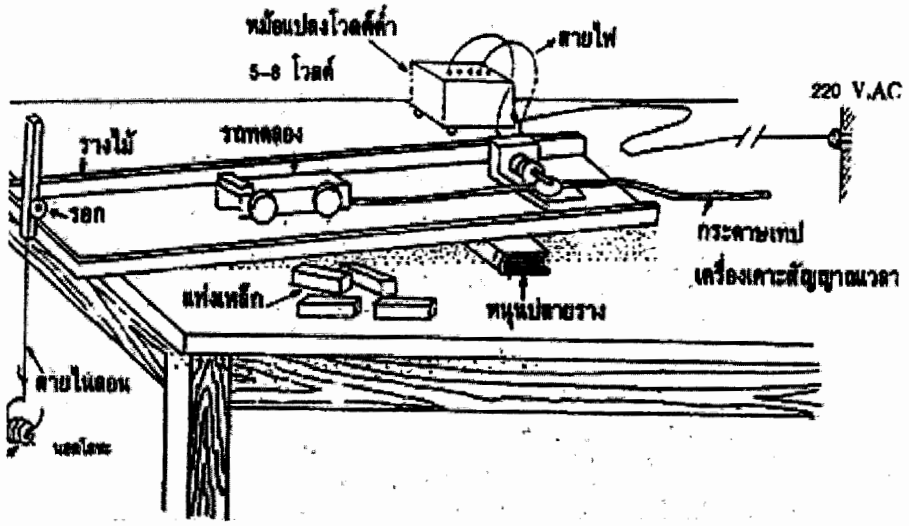
กิจกรรมที่ 4 เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 2

จัดอุปกรณ์ดังรูป



ทำการทดลองตามใบกิจกรรม โดยเพิ่มแรงในการดึง (ใช้น๊อตถ่วง) แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปเขียนความสัมพันธ์ระหว่างความเร่งกับแรง ให้นักเรียนทำนายว่าแรงกับความเร่งมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

ใบกิจกรรมการทดลอง เรื่องกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตัน

การทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความเร่ง

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลที่มากระทำต่อวัตถุกับความเร่งของวัตถุที่เป็นผลมาจากมวลนั้นเมื่อแรงของวัตถุที่พิจารณามีค่าคงตัว

ตอนที่ 1 การชดเชยแรงเสียดทาน

วิธีทำ กิจกรรมการทดลอง

1. การติดตั้งอุปกรณ์ วางรางไม้บนโต๊ะ นำแขนรางไม้ที่มีรอกติดอยู่มาประกอบกับรางไม้จัดปลายรางไม้ด้านที่มีรอกให้ยื่นพ้นขอบโต๊ะเล็กน้อย

2. นำรถทดลองวางบนรางไม้ ติดปลายข้างหนึ่งของแถบกระดาษกับท้ายรถทดลอง นำปลายอีกข้างหนึ่งของแถบกระดาษสอดผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลาซึ่งต่ออยู่กับหม้อแปลงไฟฟ้าโวลต์ต่ำ (ใช้ความต่างศักย์ 4-6 โวลต์ หรือตามข้อแนะนำของเครื่องเคาะสัญญาณเวลา)

3. ผูกสายไนลอนกับแกนเหล็กที่อยู่ด้านหน้ารถทดลอง แล้วคล้องสายไนลอนผ่านรอกให้ห้อยลงในแนวดิ่ง ผูกขอเกี่ยวโลหะที่ปลายสายไนลอน

4. จัดให้แนวแถบกระดาษ ตัวรถ และสายไนลอนให้อยู่ในเส้นตรงเดียวกัน

5. ลองผลักรถทดลองเบาๆ ในทิศทางเข้าหารอก ถ้ารถเคลื่อนที่ได้ระยะใกล้ๆแล้วหยุดแล้วหยุดเคลื่อนที่ให้หนุนปลายรางด้านที่อยู่ตรงข้ามกับที่ติดรอกให้สูงขึ้นเล็กน้อย แล้วลองผลักรถทดลองใหม่ จะหยุดปรับปลายรางให้สูงขึ้น เมื่อรางอยู่ในตำแหน่งที่ผลักรถทดลองเบาๆแล้วรถทดลองแล่นตามรางด้วยความเร็วคงตัว ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากระยะห่างที่เท่ากันของแต่ละช่วงจุดบนกระดาษที่สอดผ่านเครื่องเคาะสัญญาณเวลา

ตอนที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความเร่งกับขนาดของมวล เมื่อแรงที่กระทำกับวัตถุมีค่าคงตัว

1. ใช้ชุดการทดลองที่เตรียมไว้จากตอนที่ 1 เปลี่ยนมวลของรถทดลองโดยเพิ่มแท่งเหล็กบนรถทดลอง ดังรูป

2. เปิดเครื่องเคาะสัญญาณเวลาพร้อมกับปล่อยรถทดลองให้เคลื่อนที่ นำแถบกระดาษที่ได้มาเขียนข้อความไว้ที่ด้านหลังว่ามวล 1 ก้อน

3. เปลี่ยนแถบกระดาษใหม่แล้วทดลองซ้ำ แต่เพิ่มจำนวนแท่งเหล็กเป็น 2,3 และ 4 แท่ง ตามลำดับ โดยให้แท่งเหล็ก 1 แท่งแทน M1 เมื่อใช้แท่งเหล็ก 2,3 และ4 แท่งรถทดลอง จะมวลขนาด M2, M3 และM4 ตามลำดับ

4. วิเคราะห์หาความเร็วของรถจากจุดบนแถบกระดาษแต่ละแถบ

5. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา เมื่อใช้มวลขนาดต่างๆดึงรถทดลอง

6. คำนวณหาความเร่งจากความชันกราฟความเร็วกับเวลา

7. เขียนกราฟส่วนกลับของมวล M (1/M)กับ ขนาดความเร่ง (a) ของมวล M โดยให้ ค่า 1/M เป็นแกนนอน(x)และ ขนาดของความเร่ง (a) เป็นแกนตั้ง(y)

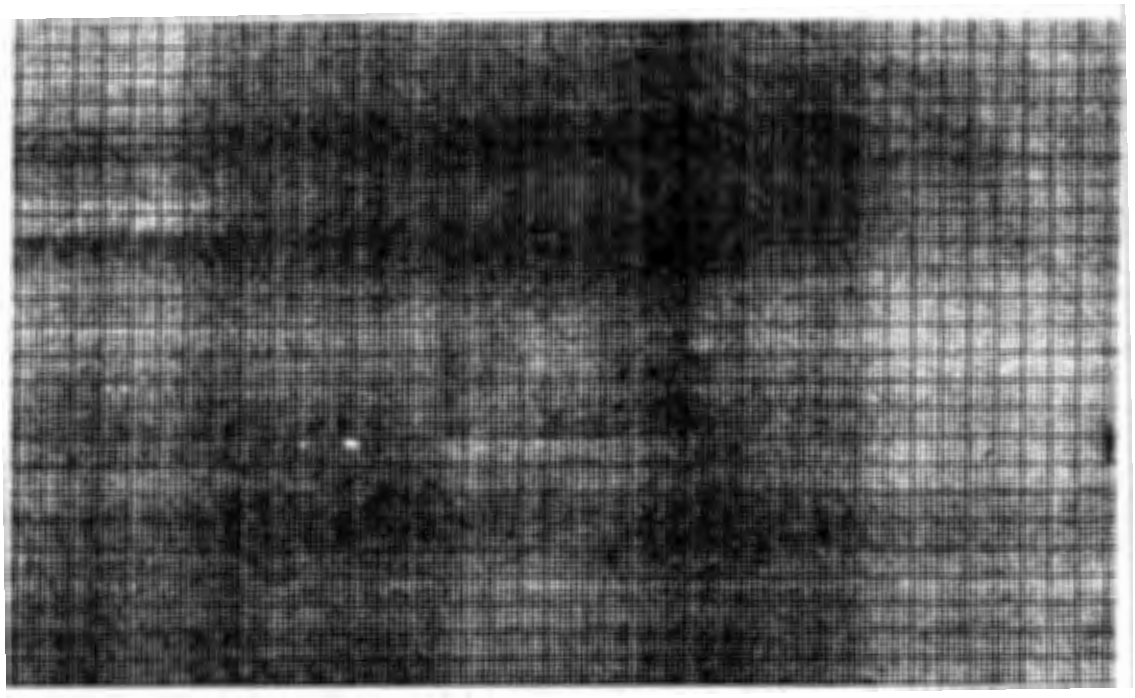
แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 4 เรื่อง กฎข้อที่ 2 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 2

1. กราฟ ส่วนกลับของมวล M (1/M)กับ ขนาดความเร่ง (a) ของมวล M โดยให้ ค่า 1/M เป็นแกนนอน(x)และ ขนาดของความเร่ง (a) เป็นแกนตั้ง(y) เป็นดังนี้



2. แรงกับมวลมีความสัมพันธ์กันอย่างไร จงอธิบายพร้อมเขียนความสัมพันธ์และสมการที่ใช้ในการอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

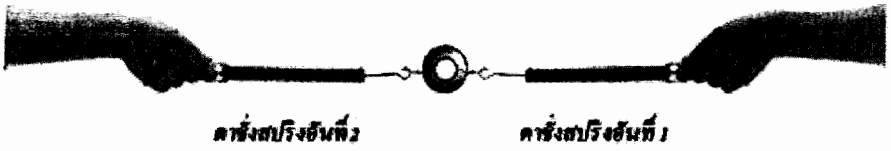
แนวคิดวิทยาศาสตร์ : กฎข้อที่ 3 ของนิวตันมีใจความว่า“ทุกแรงกิริยาจะต้องมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดเท่ากันแต่ทิศทางตรงกันข้ามเสมอ”

ขั้นตอนการสอน

1) ครูอธิบายวิธีการสาธิต เรื่องกฎข้อที่ 3 ของนิวตัน สาธิต 3 สถานการณ์

สถานการณ์ที่ 1

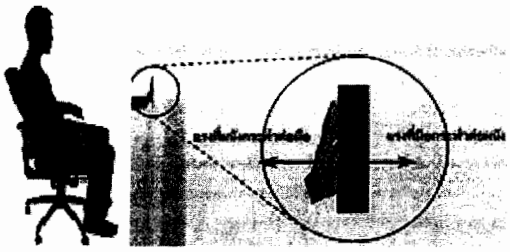
ครูนำตาชั่งสปริง 2 อันมาเกี่ยวกัน แล้วออกแรงดึงสปริงตัวที่ 1 เพียงตัวเดียวแล้วอ่านค่าที่ได้จากสปริงตัวทั้ง 2 ตัว



ให้นักเรียนทำนายว่าค่าที่อ่านได้จากชั่งสปริงทั้ง 2 อันเป็นอย่างไร

สถานการณ์ที่ 2

ครูตัวแทนนักเรียนนั่งบนเก้าอี้ที่มีล้อเลื่อนแล้วถามนักเรียนว่าถ้าเรานั่งบนเก้าอี้ที่มีล้อเลื่อนแล้วเอามือผลักกำแพงจะเกิดอะไรขึ้น



สถานการณ์ที่ 3

ถ้าเรายืนชั่งน้ำหนักใกล้ ๆ กับโต๊ะแล้วใช้มือกดลงบนโต๊ะค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเพิ่มขึ้นหรือน้อยลง เพราะเหตุใด

2) ครูให้นักเรียนทำนายผลลงในแบบทำนายผล

3) ครูให้นักเรียนอภิปรายผลการทำนายกับเพื่อน ๆ

4) สุ่มผลการทำนายของนักเรียนแล้วแสดงผลให้เพื่อนในห้องดู

5) ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทำนายลงในแบบทำนายผลอีกครั้ง (ซึ่งครูจะเก็บไว้)

6) ครูสาธิตโดยขออาสาสมัครมาช่วยครูสาธิตให้เพื่อน ๆ ดู

7) ครูและนักเรียนช่วยกันอภิปรายผลการสาธิตที่เกิดขึ้นและให้นักเรียนบันทึกผลลงในแบบแสดงผล (นักเรียนเก็บไว้)

8) ครูยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่คล้ายคลึงกับปรากฏการณ์ที่สาธิตอภิปรายสถานการณ์ที่อาจจะดูแตกต่างกับการสาธิตแต่สามารถอธิบายด้วยหลักการเดียวกัน

แบบทำนายผล
กิจกรรมที่ 5 เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1

1. ครูนำตาชั่งสปริง 2 อันมาเกี่ยวกัน แล้วออกแรงดึงสปริงตัวที่ 1 เพียงตัวเดียวแล้วอ่านค่าที่ได้จากสปริงตัวทั้ง 2 ตัว

ให้นักเรียนทำนายว่าค่าที่อ่านได้จากชั่งสปริงทั้ง 2 อันเป็นอย่างไร

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทำแสดงผล

กิจกรรมที่ 5 เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1

1. ถ้านำตาชั่งสปริง 2 อันมาเกี่ยวกัน แล้วออกแรงดึงสปริงตัวที่ 1 เพียงตัวเดียวแล้วอ่านค่าที่ได้จากสปริงตัวทั้ง 2 ตัว

ให้นักเรียนอธิบายว่าค่าที่อ่านได้จากชั่งสปริงทั้ง 2 อันเป็นอย่างไร

อธิบาย

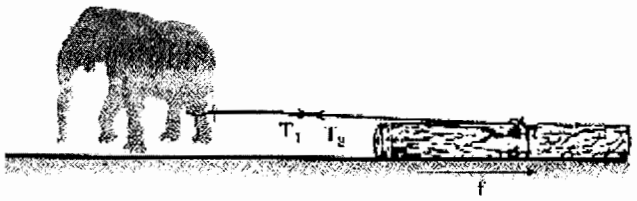
.....

.....

.....

.....

2. เมื่อช้างลากซุง กฎข้อที่ 3 ของนิวตันอธิบายว่าซุงจะดึงช้างไว้เท่ากับแรงที่ช้างดึงซุง จงอธิบายว่าทำไมซุงจึงเคลื่อนที่ไปได้



อธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

แบบทำนายผล

กิจกรรมที่ 5 เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 2

ครูนำสเก็ตบอร์ดมาสาธิตให้นักเรียนดูและถามนักเรียนว่าถ้าเรายืนบนสเก็ตบอร์ดแล้วเอามือผลักกำแพงจะเกิดอะไรขึ้น

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 5 เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 2

1. ถ้าเรายืนบนสเก็ตบอร์ดแล้วเอามือผลักกำแพงจะเกิดอะไรขึ้นและเป็นเช่นนั้นเพราะเหตุใด

   อธิบาย

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

2. ขณะยิงปืน แรงที่ปืนดันลูกกระสุนและแรงที่ลูกกระสุนดันปืนมีขนาดเท่ากันแต่ทิศตรงข้าม แรงลัพธ์ที่กระทำต่อลูกกระสุนเป็นศูนย์หรือไม่ เพราะเหตุใดลูกกระสุนจึงเคลื่อนที่ไปได้

   อธิบาย

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

3. จากข้อความที่ว่า “จรวดไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นจากผิวดวงจันทร์ได้ เพราะไม่มีอากาศผลัก” คำกล่าวนี้ถูกต้องหรือไม่ จงอธิบาย

   อธิบาย

   .....

   .....

   .....

   .....

แบบทำนายผล

กิจกรรมที่ 5 เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

ให้นักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 3

ถ้าเรายืนชั่งน้ำหนักใกล้ ๆ กับโต๊ะแล้วใช้มือกดลงบนโต๊ะค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเพิ่มขึ้นหรือน้อยลง เพราะเหตุใด

ทำนาย

เหตุผลที่ทำนายเช่นนี้เพราะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แบบแสดงผล

กิจกรรมที่ 5 เรื่อง กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 3

1. ถ้าเรายืนชั่งน้ำหนักใกล้ ๆ กับโต๊ะแล้วใช้มือกดลงบนโต๊ะค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเพิ่มขึ้นหรือน้อยลง เพราะเหตุใด

   อธิบาย

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

   .....

2. จากรูปจงเขียนแรงทั้งหมดที่กระทำต่อตัวคนและอธิบายด้วยสมการเพื่อแสดงเหตุผลว่าถ้าเรายืนชั่งน้ำหนักใกล้ ๆ กับโต๊ะแล้วใช้มือกดลงบนโต๊ะค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเพิ่มขึ้นหรือน้อยลง

อธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวรุจิรา ราชรักษ์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2547 – 2550 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
	มหาวิทยาลัยขอนแก่น, พ.ศ. 2551
	ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2552 – 2555
	ครูโรงเรียนศรีณรงค์พิทยาลัย อำเภอศรีณรงค์ จังหวัดสุรินทร์
	พ.ศ. 2555-ปัจจุบัน
	ครูโรงเรียนสิรินธร อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์
ตำแหน่งและ	ตำแหน่ง ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนสิรินธร อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์
	อีเมล์ mayphy.32@gmail.com