

การพัฒนาชุดการทดลองราคาถูก เรื่องกลศาสตร์ของไหล
เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มานะ ขาติมนตรี

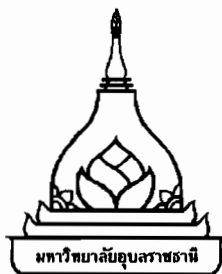
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



DEVELOPING A LOW COST EXPERIMENTS ABOUT
FLUID MECHANICS TO ENHANCE STUDENT
LEARNING ACHIEVEMENT

MANA CHATMONTREE

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 การพัฒนาชุดการทดลองราคาถูกรื่องกลศาสตร์ของไหลเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย นายมานะ ชาทิมนตรี

คณะกรรมการสอบ

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

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
Dr. S. W.
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม)

.....
Dr. S. W.

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
Dr. S. W.

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความกรุณาและความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยนี้ ตลอดจนการสนับสนุน ส่งเสริม พิจารณาตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม ซึ่งเป็นที่ปรึกษา ดร.ไชยพงษ์ เรืองสุวรรณ และ ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนการสนับสนุนการทำวิจัยจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา อำเภอแก่งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ ที่ให้ความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวม ข้อมูลในการวิจัยจนสำเร็จได้ด้วยดี คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศเพื่อบูชา พระคุณของบิดา มารดาและบูรพาจารย์ที่ให้การศึกษ อบรมสั่งสอน ตลอดจนผู้ให้ความปรารถนาดี ต่อผู้วิจัยตลอดมา


มานะ ชาติมนตรี
ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การพัฒนาชุดการทดลองราคาถูก เรื่องกลศาสตร์ของไหล เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัย : มานะ ชาทิมนตรี

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุระ วุฒิพรหม

คำสำคัญ : ชุดการทดลอง, กลศาสตร์ของไหล, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดการทดลองราคาถูกเรื่องกลศาสตร์ของไหล 2) เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องกลศาสตร์ของไหลหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 29 คน โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา จังหวัดชัยภูมิ ปีการศึกษา 2557 ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับชุดการทดลองราคาถูก เรื่องกลศาสตร์ของไหลที่สร้างขึ้น แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหลแบบสองลำดับขั้นและแบบวัดความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ยร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test และ normalized gain ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า 1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเท่ากับ 0.30 และ 3) ระดับความพึงพอใจการเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไหลโดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกอยู่ในระดับมาก คะแนนเท่ากับ 4.30 เต็ม 5.00 นั้นแสดงให้เห็นว่าการสอนฟิสิกส์ด้วยชุดการทดลองราคาถูกเรื่องกลศาสตร์ของไหลสามารถพัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ได้

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPING A LOW COST EXPERIMENTS ABOUT FLUID
MECHANICS TO ENHANCE STUDENT LEARNING ACHIEVEMENT
AUTHOR : MANA CHATMONTREE
DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
ADVISOR : ASST.PROF.SURA WUTTIPROM, Ph.D.
KEYWORDS : EXPERIMENTS, FLUID MECHANICS, LEARNING ACHIEVEMENT

The purposes of this research were 1) to develop a low cost experimental set about fluid mechanics, 2) to enhance students' conceptual knowledge of fluid mechanics and 3) to study the students' satisfaction towards a low cost experiments about fluid mechanics. The samples were 29 grade 11 students choosing by purposive sampling in the second semester of the 2014 academic year from Narnongtumwittaya school, Chaiyaphum. The research instruments consisted of teaching and learning plan about fluid mechanics with a low cost experiments about fluid mechanics, 2-tier conceptual test relating to fluid mechanics and satisfaction questionnaire. The statistics used in data analysis were the average percentage, standard deviation, t-test and normalized gain. The results showed that 1) the students' achievement score was higher in the posttest than the pretest; the difference was statistically significant at the .01 level, 2) the students' learning gain was in medium gain with value 0.30 and 3) the students' satisfaction towards a low cost experimental set about fluid mechanics was in a high level with value 4.30 out of 5.00. The study illustrated that teaching physics with a low cost experimental set in fluid mechanics can be developed students' concepts.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 บริบทของโรงเรียน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept)	6
2.2 กระบวนการเรียนรู้แบบสังเกต-ทำนาย-อธิบาย	7
2.3 หลักในการเลือกสื่อการเรียนการสอน	9
2.4 Normalized gain	10
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	15
3.2 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	19
3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	19
3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	20

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	
4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลง	21
4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหล	23
4.3 ความเข้าใจแนวคิด เรื่องกลศาสตร์ของไหล	27
4.4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้	34
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	
5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลง	37
5.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหล	37
5.3 ความเข้าใจแนวคิด เรื่องกลศาสตร์ของไหล	38
5.4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้	38
5.5 ข้อเสนอแนะ	38
เอกสารอ้างอิง	39
ภาคผนวก	
ก แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล	43
ข ใบบันทึกการเรียนรู้ (work sheet)	52
ค ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	60
ง แบบสอบถามความพึงพอใจ	65
จ คะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	68
ฉ ตัวอย่างใบบันทึกการเรียนรู้ (work sheet) ของนักเรียน	72
ช ภาพประกอบกิจกรรม	81
ประวัติผู้วิจัย	89

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ชุดการทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไหลที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	15
3.2	กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการทดลองแบบการสาธิตตามรูปแบบการสอนแบบ POE	17
3.3	ข้อสอบในแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหลแยกตามแนวคิดย่อย	17
3.4	ข้อคำถามในแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก แยกตามประเด็นการประเมิน	18
4.1	ค่าสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียวของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	21
4.2	การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบ normalized gain รายแนวคิดย่อย	24
4.3	ร้อยละของคำตอบและคำอธิบายในขั้นทำนาย ก่อนทำการทดลองแบบการสาธิตแต่ละสถานการณ์ ของนักเรียนจำนวน 29 คน	27
4.4	สรุปความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก รายข้อ	33
4.5	ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก รายแนวคิด	34
4.6	ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองในแต่ละประเด็น	35
จ.1	คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก เรื่องกลศาสตร์ของไหล	69
จ.2	จำนวนนักเรียนที่มีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อ	71

สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
4.1	ความก้าวหน้าเฉลี่ยรายข้อของนักเรียนทั้งชั้นเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก	25
4.2	คำถามข้อที่ 6 จากแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ ของไหล	26
4.3	คำถามข้อที่ 15 จากแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล	27
4.4	ร้อยละของคำตอบและคำอธิบายในขั้นทำนาย ก่อนทำการทดลองแบบการสาธิต สถานการณ์ที่ 5 ของนักเรียนจำนวน 29 คน	29
4.5	ร้อยละของคำตอบและคำอธิบายในขั้นทำนาย ก่อนทำการทดลองแบบการสาธิต สถานการณ์ที่ 3 ของนักเรียนจำนวน 29 คน	30
4.6	การให้ระดับแนวคิดของนักเรียนในคำถามข้อที่ 11 จากแบบทดสอบความเข้าใจ แนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล	32
๗.1	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 1	82
๗.2	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 2	83
๗.3	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 3	84
๗.4	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 4	85
๗.5	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 5	86
๗.6	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 6	87
๗.7	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 7	88

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การสอนฟิสิกส์เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ เข้าใจธรรมชาติของฟิสิกส์นั้นเป็นเรื่องยากมาก เพราะวิชาฟิสิกส์ในความเข้าใจของผู้เรียนโดยส่วนใหญ่ เข้าใจว่าวิชาฟิสิกส์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ การใช้สูตรสมการ ถ้าจะเรียนฟิสิกส์ได้จะต้องจำสูตร สมการจากตำราหรือจากการรับรู้จากครูผู้สอน เพื่อให้คะแนนหรือเกรดที่ดี ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะรูปแบบในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งปัจจุบันครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ส่วนใหญ่จะเน้นที่ผลสุดท้ายของการเรียนคือนำไปสู่การแก้ปัญหาโจทย์โดยวิธีการทางคณิตศาสตร์ (มาฆะ ทองมูล, 2554: 1; อ้างอิงจาก สมนึก บุญพาไสว, 2554: 19-21) ดังนั้นครูต้องทุ่มเทอย่างมากในการออกแบบแนวทางดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะการคิด การเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่การที่ครูจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ครูจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการสอน วิธีการสอนหรือเทคนิคต่างๆก่อนจะออกแบบการเรียนรู้ออกมาหรือวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่ดีได้ (ปิยะ เกียนประโคน, 2554: 1; อ้างอิงจาก สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ, 2552: 8) การเรียนการสอนฟิสิกส์เพื่อให้เกิดผลที่ดีต่อผู้เรียน ผู้เรียนควรได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากการได้ลงมือปฏิบัติหรือการได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่มีความหมายต่อตนเองในสภาพห้องเรียนที่มีข้อจำกัดด้านต่างๆ เช่น ปริมาณของผู้เรียนที่มาก, สื่ออุปกรณ์การทดลองที่ไม่เพียงพอ เป็นต้น ทำให้ครูผู้สอนต้องหาวิธีการในการจัดการเรียนการสอน ที่เหมาะสมกับบริบทของตนเอง การสอนโดยใช้ชุดการทดลอง เป็นวิธีสอนที่ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ประสบการณ์ตรงมากที่สุด ซึ่งผู้เรียนได้มีโอกาสได้กระทำด้วยตนเอง ทำให้การเรียนบรรลุวัตถุประสงค์

การสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอน การนำเสนอสถานการณ์และให้ผู้เรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลังจากผู้เรียนทำนายแล้วก็ให้ผู้เรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าวจากนั้นก็ให้ผู้เรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลจากการสังเกต ซึ่งวิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนซึ่งประกอบด้วย 1) ขั้นทำนาย (Predict) คือจะเป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้างโดยที่ผู้เรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายของผู้เรียนประกอบด้วย 2) ขั้นสังเกต (Observe) เป็นขั้นตอนการทดลองหรือ

สืบค้นข้อมูลเพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ 3) ชั้นอธิบาย (Explain) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ปัญหาซึ่งผู้เรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลองกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไรและในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองผู้เรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ (รุ่งโรจน์ โคตรนารา, 2555: 30; อ้างอิงจาก White and Gunstone, 1992)

จากประสบการณ์ที่ผู้วิจัยทำการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ ผู้วิจัยพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในปีการศึกษา 2554 - 2556 อยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ ซึ่งปัญหานี้อาจจะเนื่องมาจากผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบวิชาฟิสิกส์ เพราะมีเนื้อหาคำนวณ และเข้าใจยาก ไม่รู้ว่าเรียนแล้วจำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างไร ทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่าย ไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ และจะท่องจำ เพื่อทำข้อสอบเท่านั้น ซึ่งเป็นความรู้ที่ไม่คงทนส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ โดยเฉพาะในเรื่องกลศาสตร์ของไหลซึ่งเป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องเข้าใจให้ถ่องแท้ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ได้ตระหนักเห็นความสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การใช้สื่อในการสอนและพิจารณาเห็นว่า ชุดการทดลองน่าจะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดการทดลองราคาถูกรื่องกลศาสตร์ของไหล
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องกลศาสตร์ของไหลหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกร
- 1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกร

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ตั้งแต่วันที่ 13-20 พฤศจิกายน 2557 ใช้เวลาในการทดลอง 6 ชั่วโมง

1.3.2 เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการทำวิจัยเป็นเนื้อหาในสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา เรื่องกลศาสตร์ของไหล ครอบคลุม 4 แนวคิด คือ ความหนาแน่น แรง

ลอยตัว หลักของอาร์คิมิดีสและแบร์นูลลี โดยอยู่ในรายวิชาฟิสิกส์ 3 ซึ่งเรียนทั้งหมด 80 ชั่วโมง หรือเรียน 4 คาบต่อสัปดาห์

1.4 บริบทของโรงเรียน

โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยาคือโรงเรียนขนาดกลางเปิดสอนตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 นักเรียนที่มาเรียนส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในพื้นที่ตำบลนาหนองทุ่ม ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 เรียนดีแต่ยากจน กลุ่มที่ 2 สอบเข้าโรงเรียนประจำอำเภอไม่ได้ หรือเรียนไปแล้วแต่เรียนไม่ได้ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเด็กที่ไม่ค่อยสนใจเรียน และกลุ่มที่ 3 เรียนอ่อน โดยส่วนใหญ่ที่มาเข้าเรียนจะเป็นนักเรียนในกลุ่มที่ 2 และ 3 สำหรับระดับมัธยมศึกษาตอนปลายแต่ละระดับชั้นมีนักเรียนประมาณ 80 คน มีเพียงร้อยละ 30 ของนักเรียนเท่านั้นที่ศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาอาชีพหลักของชุมชนคือทำนาผู้ปกครองของนักเรียนส่วนใหญ่มีฐานะยากจน จึงไม่สามารถส่งบุตรหลานไปเรียนต่อในระดับสูงขึ้นไปได้ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความมุ่งมั่นในการเรียน ประกอบกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในโรงเรียนส่วนมากเป็นแบบบรรยาย ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ ในสาระการเรียนรู้แรงและการเคลื่อนที่ ซึ่งอยู่ในส่วนของวิชาฟิสิกส์ มีผลคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ในปีการศึกษา 2555-2556 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับเขตพื้นที่การศึกษา ระดับจังหวัด และระดับประเทศ ตามลำดับ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ผู้เรียนที่ได้รับการสอนแบบสาธิตจะสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง แล้วนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และการทดสอบ O-NET ให้เพิ่มสูงขึ้น

1.5.2 นำผลที่ได้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในหัวข้ออื่นๆหรือนำไปประยุกต์ใช้วิชาที่เกี่ยวข้องให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 กระบวนการเรียนรู้แบบ POE หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่โดยอาศัยความรู้จากประสบการณ์เดิมและการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น ซึ่งความรู้ที่ได้ นักเรียนจะสร้างขึ้นด้วยตัวนักเรียนเอง ทำให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดของตนเองออกมาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นทำนาย (Predict: P) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนทำนายผลจากสถานการณ์ปัญหา

(2) ขั้นสังเกต (Observe: O) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสังเกตผลการทดลองจากการสาธิต

หน้าชั้นเรียน เพื่อหาคำตอบตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

(3) **ชั้นอธิบาย (Explain: E)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนอธิบายถึงความเหมือนและความแตกต่างระหว่างคำทำนายและผลการสังเกต ซึ่งผู้เรียนจะสนทนาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนๆ และครู จนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง เกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ ก่อนที่จะลงมือเขียนอธิบายโดยให้เหตุผลประกอบ

1.6.2 การทดลองแบบการสาธิต หมายถึง การทดลองที่ผู้สอนให้ผู้เรียนทำการสาธิตการทดลองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนๆ เกิดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง โดยจะทดลองสาธิตในขั้นสังเกตของกระบวนการเรียนรู้แบบ POE

1.6.3 ชุดการทดลองราคาถูก หมายถึง ชุดอุปกรณ์การทดลองที่วิจัยสร้างขึ้นมา จำนวน 5 ชุด ใช้ทดลอง 7 การทดลอง ครอบคลุม 4 แนวคิด (concept) ได้แก่ ความหนาแน่น แรงลอยตัว หลักของอาร์คิมิดีส และแบร์นูลลี โดยชุดที่ 1 และ 2 ทดลองเรื่องความหนาแน่น แรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส ส่วนชุดที่ 3 4 และ 5 ทดลองเรื่องแบร์นูลลี ซึ่งในการสร้างชุดการทดลองนี้จะยึดหลักของการประหยัด และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้หาได้ง่าย

1.6.4 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบ 2 ลำดับชั้น (2-tier conceptual test) เรื่องกลศาสตร์ของไหล จำนวน 15 ข้อ คำถาม แต่ละข้อคำถามมี 2 ส่วนที่ต้องตอบ คือ ส่วนแรกเป็นคำถามประเภทตัวเลือกมี 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของส่วนแรก

1.6.5 ความเข้าใจแนวคิด (Conceptual understanding) หมายถึง ระดับความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek (Mungsing, 1993: 210; อ้างอิงจาก Westbrook and Marek, 1991 และ 1992) ซึ่งแบ่งเป็น 5 กลุ่มตามลำดับความเข้าใจ ดังนี้

1.6.5.1 ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครอบคลุมประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

1.6.5.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูก แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

1.6.5.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกแต่ให้เหตุผลไม่ถูกหรือไม่ให้เหตุผลหรือเลือกคำตอบไม่ถูกแต่ให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน ให้ 1 คะแนน

1.6.5.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

1.6.5.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

1.6.6 ความก้าวหน้าทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของผู้เรียน ซึ่งประเมินผลตามแนวคิดของ Hake (อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2550: 86-94; อ้างอิงจาก Hake, 1998) วิธี normalized gain โดยพิจารณาจากผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสสูงสุดที่ผู้เรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นได้ โดยใช้ normalized gain วัดภาพรวมรายชั้นเรียน รายแนวคิดและรายข้อ

1.6.7 ความพึงพอใจ หมายถึง ความเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยวัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบชนิด 5 ระดับ โดยมีลักษณะการวัดแบบมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ของ Likert

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและพัฒนาชุดการทดลองราคาถูกรื่องกลศาสตร์ของไหล เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังนี้

2.1 แนวคิดวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept)

2.1.1 ความหมายของแนวคิด

แนวคิด แปลมาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษซึ่งมีผู้ให้คำแปลเป็นคำศัพท์ภาษาไทยและนิยมใช้แตกต่างกันหลายคำ เช่น ความคิดรวบยอด แนวคิด มโนคติ มโนทัศน์ มโนภาพ มโนคติ สังกัปและแนวความคิด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า แนวคิด

2.1.2 ความหมายแนวคิดวิทยาศาสตร์

ศรีนภา ภาคภูมิ (2554: 16; อ้างอิงจาก ไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์, 2550) กล่าวว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์หมายถึงความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปซึ่งนักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน

เกียรติมณี บำรุงไร่ (2553: 8) กล่าวว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์หมายถึงความเข้าใจโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เกิดจากการสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้นแล้วนำคุณลักษณะต่าง ๆ ของสิ่งนั้นมาประมวลเข้าเป็นความคิดโดยสรุปสิ่งของนั้น ๆ

รุ่งโรจน์ โคตรนารา (2555: 15) กล่าวว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์หมายถึงความคิดหรือความเข้าใจภายในตัวบุคคลที่จะตีความและสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเป็นผลที่เกิดจากการสังเกตหรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ หรือการได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้คุณลักษณะสำคัญที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุป เพื่ออธิบายคุณลักษณะของสิ่งนั้นและให้คำจำกัดความของเรื่องนั้นหรือสิ่งนั้นเป็นคุณสมบัติหรือลักษณะที่เฉพาะเจาะจงของสิ่งนั้น

ศรีนภา ภาคภูมิ (2554: 16; อ้างอิงจาก American Association for the Advancement Science: AAAS, 1990) กล่าวว่าแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกิดจากกระบวนการที่มนุษย์แปลความหมายปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยมีการอธิบายอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตหรือทฤษฎีที่ตนเองยึดถืออยู่ในช่วงเวลาหนึ่งแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา เมื่อมีการสังเกตและอธิบายใหม่ที่ให้ข้อมูลหรือเหตุผลได้มากกว่าซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นถือเป็นสิ่งปกติที่

เกิดขึ้นในสังคมของนักวิทยาศาสตร์เพราะธรรมชาติของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (nature of scientific knowledge) ย่อมสามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอหากมีข้อมูลหรือหลักฐานที่สมเหตุสมผลมากกว่าเดิม

จากความหมายของแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่นักการศึกษาแต่ละท่านได้ให้ความหมายไว้ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แนวคิดวิทยาศาสตร์หมายถึงความรู้ความเข้าใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ที่เกิดจากข้อเท็จจริงหลักการสถานการณ์ต่าง ๆ หรือการเรียนรู้ที่มีความหมายแล้วนำมาประมวลเป็นความรู้ที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง

2.1.3 ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

ความเข้าใจแนวคิด หมายถึง ระดับความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek (Mungsing, 1993; อ้างอิงจาก Westbrook and Marek, 1991 และ 1992) ซึ่งจัดการให้คะแนนเป็น 5 กลุ่มตามลำดับความเข้าใจดังนี้

(1) ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครอบคลุมประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

(2) ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

(3) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล หรือเลือกคำตอบไม่ถูกต้องให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน ให้ 1 คะแนน

(4) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

(5) ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะวัดความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบ 2 ลำดับขั้น (2-tier conceptual test) เรื่องกลศาสตร์ของไหล จำนวน 15 ข้อคำถาม แต่ละข้อคำถามมี 2 ส่วนที่ต้องตอบ คือ ส่วนแรกเป็นคำถามประเภทตัวเลือกมี 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของส่วนแรก ข้อสอบแต่ละข้อเต็ม 3 คะแนน

2.2 กระบวนการเรียนรู้แบบสังเกต-ทำนาย-อธิบาย

กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ POE เป็นรูปแบบหนึ่งในวิธีการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม

รุ่งโรจน์ โคตรนารา (2555: 30; อ้างอิงจาก White and Gunstone, 1992) ได้กล่าวว่าวิธีการสอนแบบ POE เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เป็นขั้นตอน การนำเสนอสถานการณ์ และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลงหลังจากนักเรียนทำนาย แล้วให้นักเรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าว โดยให้นักเรียนลงมือทดลองสังเกต หรือหาวิธีพิสูจน์ เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น หลังจากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง และขั้นสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้ซึ่งวิธีการสอนแบบ POE ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

(1) ขั้นตอนของการ Predict เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องทำนายว่าผลที่จะเกิดจากการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ที่กำหนดให้จะเป็นอย่างไรบ้างโดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายของนักเรียนประกอบด้วย

(2) ขั้นตอนของการ Observe เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลองพิสูจน์หาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา

(3) ขั้นตอนของการ Explain เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลจากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลองกิจกรรมและสถานการณ์ปัญหาซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทดลองกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามที่ทำนายผลไว้ในขั้นแรกเพราะอะไรและในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ

รุ่งโรจน์ โคตรนารา (2555: 30; อ้างอิงจาก Baodi, 2003) สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนของ POE ดังนี้

(1) Predict: P ขั้นทำนายผลเป็นขั้นตอนการถามคำถามให้นักเรียนทำนายผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

(2) Observe: O ขั้นสังเกตหรือทดลองหลังจากที่นักเรียนทำนายผลจากสถานการณ์ปัญหาแล้วให้นักเรียนสังเกตหรือทำการทดลองและเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทำนายผล

(3) Explain: E ขั้นอธิบายให้นักเรียนอธิบายผลที่ได้จากการสังเกตหรือทดลองกับการทำนายผลว่าเหมือนหรือแตกต่างอย่างไร

รุ่งโรจน์ โคตรนารา (2555: 30; อ้างอิงจาก Wu & Tsai, 2005) สรุปเกี่ยวกับขั้นตอนการสอน POE ไว้ว่า POE เป็นยุทธศาสตร์ที่เกี่ยวกับการทำนายผลการสาธิต และอภิปรายผลที่นักเรียนทำนายกับการสังเกตการสาธิต และการอธิบายผลที่สอดคล้องตรงกัน ระหว่างการทำนายผลและการสังเกต อาจแสดงให้เห็นความรู้เดิม และการแปลความหมายใหม่กับสิ่งที่นักเรียนได้สังเกต เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยน และมีการเจรจาต่อรอง (Negotiate) ในการแปลความหมายใหม่ของนักเรียน

ประโยชน์ของแต่ละขั้นตอนของเทคนิค POE อาจสรุปได้ดังนี้

- (1) การที่ผู้เรียนทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นประกอบกับการให้เหตุผลจะทำให้ผู้สอนเข้าใจความคิดเดิมก่อนเรียนของผู้เรียนเป็นการสำรวจความรู้เดิมได้อีกทางหนึ่ง
- (2) การสังเกตสิ่งที่เกิดขึ้นและจดบันทึกเป็นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- (3) การอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นว่าแตกต่างจากสิ่งที่ทำนายไว้อย่างไรทำให้ผู้เรียนตระหนักว่าตนเองมีความรู้เดิมอย่างไรและเรียนรู้อะไรเพิ่มจากการทำกิจกรรมบ้าง

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะสนับสนุนหรือส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนความคิด ซึ่งอาจจะเป็นหรือไม่เป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์ก็ได้ และให้คุณค่าต่อการเสนอแนวคิดของผู้เรียนเสมอ อันจะช่วยให้ผู้เรียนปรับตัวเข้ากับรูปแบบการเรียนการสอนนี้ได้เป็นอย่างดี

สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี POE หมายถึงการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนโดยผู้เรียนนั้นเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเองประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

- (1) ขั้นทำนาย (Predict: P) ในขั้นนี้ครูอธิบายอุปกรณ์ และกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดนักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นและทำนายคำตอบ ซึ่งคำตอบจะสะท้อนความเข้าใจและความรู้เดิมที่มีอยู่
- (2) ขั้นสังเกต (Observe: O) ในขั้นนี้ให้นักเรียนหาคำตอบจากการสังเกตการทดลองสาธิตเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหานั้น โดยนักเรียนส่งตัวแทนออกมาเป็นผู้สาธิต
- (3) ขั้นอธิบาย (Explain: E) ในขั้นนี้ให้นักเรียนอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น โดยครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง

2.3 หลักในการเลือกสื่อการเรียนการสอน

ในการเรียนการสอนแต่ละครั้ง ครูควรพิจารณาเลือกใช้สื่อการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับเรื่องดังต่อไปนี้ จะช่วยให้ผู้เรียนสนใจ สนุกสนาน และบรรลุวัตถุประสงค์ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2526: 157) ดังนี้ 1) ความเหมาะสม สื่อเหมาะสมกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ 2) ความถูกต้อง สื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ข้อสรุปที่ถูกต้อง 3) ความเข้าใจ สื่อช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและให้ข้อมูลที่ถูกต้อง 4) ประสบการณ์ที่ได้รับ สื่อช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน 5) เหมาะสมกับวัย สื่อมีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับความสามารถ ความสนใจและความต้องการของผู้เรียน 6)เที่ยงตรงในเนื้อหา สื่อช่วยให้ผู้เรียนรู้เนื้อหาที่ถูกต้อง 7) ใช้การได้ดี เพื่อการใช้สื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ คุ่มค่ากับราคา ผลที่ได้คุ้มกับเวลา เงินและการเตรียม 8) ตรงกับความต้องการ สื่อนั้นช่วยให้นักเรียนร่วมกิจกรรมตามที่คู่ต้องการ 9) ช่วงเวลา ความสนใจ สื่อช่วยให้นักเรียนมีความสนใจช่วงเวลานานพอสมควร

2.4 Normalized gain

Normalized gain เป็นวิธีการประเมินที่พิจารณาจากผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสที่นักเรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้นมาได้ซึ่งเสนอโดย Richard R. Hake ที่ University of Indiana ในปี ค.ศ. 1998 (อภิสิทธิ์ ชงไชย และคณะ, 2550: 86 - 94; อ้างอิงจาก Hake, 1998) โดยมีวิธีการดังนี้

เนื่องจากการสอบครั้งหนึ่งๆ มีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุด (minimum or floor effect) ที่ทุกคนจะมีโอกาสได้คะแนนต่ำสุดไม่น้อยกว่าร้อยละ 0 และโอกาสที่จะได้คะแนนสูงสุด (maximum or ceiling effect) ไม่เกินร้อยละ 100 หรือที่เรียกว่า floor and ceiling effect ด้วยปัญหานี้ Hake จึงได้เสนอวิธีการในการประเมินผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นเรียกว่า normalized gain (normalized เป็นคำที่มาจากคำศัพท์ทางควอนตัมฟิสิกส์ซึ่งหมายถึงการทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่าๆกันโดยมีค่าเป็นไปได้อย่างสูงที่สุดเท่ากับ 1 เท่ากัน) โดยหาได้จากอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) เขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้ดังนี้

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

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

% post-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ข้อสังเกต: การคำนวณหา normalized gain นี้ไม่จำเป็นต้องใส่เป็นเปอร์เซ็นต์ก็ได้โดยให้ใช้คะแนนสอบจริงแทนโดย Pre-test คือคะแนนสอบก่อนเรียน Post-test คือคะแนนสอบหลังเรียน และใช้คะแนนเต็มของข้อสอบชุดนั้นแทนร้อยละ 100

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

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

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

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

สำหรับการพิจารณา normalized gain เพื่อศึกษาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเพียงใดสามารถแบ่งประเภทของ normalized gain ออกเป็นดังนี้

2.4.1 แบบแต่ละชั้นเรียน (class normalized gain) หมายถึงการพิจารณาว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งชั้นนั้นเพิ่มขึ้นคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยดูได้จากคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้นทั้งก่อนและหลังเรียน

การพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในลักษณะนี้ใช้เพื่อดูว่าผลการเรียนการสอนโดยภาพรวมของทั้งชั้นนั้นมีพัฒนาการขึ้นเล็กน้อยเพียงใดซึ่งโดยทั่วไปนักวิจัยจะอ้างถึงเนื่องจากสามารถบอกเป็นภาพรวมของทั้งชั้นอย่างไรก็ตามในการคิดคำนวณเพื่อหาค่า Normalized gain นี้อาจใช้การนับคะแนนหรือนับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้องเพื่อมาเข้าสู่สูตรการคำนวณผลการคำนวณที่ได้จะเป็นการบอกภาพรวมของทั้งชั้นว่ามีผลการเรียนดีขึ้นเล็กน้อยเพียงใดแต่ถ้าหากต้องการดูว่านักเรียนแต่ละคนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นอย่างไรไม่อาจสรุปได้ด้วยวิธีการนี้

2.4.2 แบบแต่ละรายบุคคล (single student normalized gain) หมายถึงการพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการการเรียนรู้เป็นอย่างไรโดยดูได้จากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน

สำหรับการหาค่า $\langle g \rangle$ ของนักเรียนแต่ละคนทั้งชั้นแล้วมาหาค่าเฉลี่ย (average of the single student normalized gain) หรืออาจจะเรียกว่าเป็นค่าเฉลี่ย $\langle g \rangle$ ของนักเรียนห้องนี้ซึ่งควรจะเป็นค่าเดียวกันกับ Class normalized gain แต่ค่าที่ได้จากวิธีนี้จะพบว่าไม่เท่ากันโดยค่าที่ได้ด้วยวิธีนี้จะมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ± 5 ของ Class normalized gain โดยที่จำนวนประชากรที่ทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเราอาจจะทำได้ลำบากสำหรับการที่จะดู $\langle g \rangle$ ของนักเรียนแต่ละคนเนื่องจากต้องใช้เวลาหากนักเรียนมีจำนวนมากแต่สำหรับชั้นเรียนที่มีนักเรียนจำนวนน้อยเราสามารถดูได้และจะเป็นการดีเนื่องจากทำให้ครูสามารถดูพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคนได้เป็นอย่างดีดีอันจะเป็นแนวทางในการช่วยเสริมให้กับนักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ต่ำได้หรืออาจให้นักเรียนที่ผลการเรียนที่ดีอยู่แล้วมาช่วยเหลือเพื่อนได้

2.4.3 แบบแต่ละรายข้อ (single test item normalized gain) หมายถึงการพิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดของข้อสอบข้อที่เรากำลังพิจารณาในการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

การพิจารณาในลักษณะนี้มีข้อดีคือ ทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อข้อสอบข้อนั้นเป็นอย่างไรซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอนในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ

ข้อสอบข้อนั้น ๆ ได้เป็นอย่างดีสำหรับข้อสอบชุดหนึ่งๆ โดยเฉพาะข้อสอบที่เป็น Conceptual test จะมีการแบ่งหมวดหมู่ของข้อสอบออกเป็นกลุ่มตามแนวความคิดรวบยอด (concept) ที่ผู้สร้างแบบทดสอบได้ตั้งไว้ตั้งแต่ตอนแรก ดังนั้นจึงนิยมที่จะพิจารณาผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนต่อกลุ่มข้อสอบกลุ่มนั้น ๆ อันจะทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อแนวความคิดรวบยอดนั้นเป็นอย่างไร

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

การพิจารณาผลการเรียนรู้ ในลักษณะนี้จะใช้ในกรณีที่ต้องการดูว่านักเรียนมีผลการเรียนหรือมีพัฒนาการต่อการเรียนในหัวข้อนั้น ๆ เป็นอย่างไรเนื่องจากการสอบครั้งหนึ่ง ๆ จะมีการสอบรวบยอดเพื่อที่จะดูผลการเรียนที่นักเรียนสอบได้ต่อข้อสอบชุดนั้น ๆ ซึ่งข้อสอบมาตรฐานทั่วไปจะมีการวัดความเข้าใจหลาย ๆ Concepts อยู่ในข้อสอบชุดเดียวกันดังนั้นหากเราดูเฉพาะคะแนนรวมไม่อาจบอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในแต่ละแนวความคิดรวบยอดนั้นมากน้อยเพียงใด จึงเป็นการดีที่เราจะดูได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจผิดในเรื่องใดมากหรือน้อย เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนได้ตรงประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดกันมาก ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีอยู่แล้วเราก็สามารถนำไปพัฒนาต่อให้ดีขึ้นไปอีกได้เช่นกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำวิธี normalized gain มาใช้ในการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน โดยวัดผลจากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบแนวคิดวิทยาศาสตร์แบบ 2 ลำดับชั้น (2-tier conceptual test) เรื่องกลศาสตร์ของไหล จำนวน 15 ข้อ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจะพิจารณาว่านักเรียนมีผลการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างไร 3 แบบ คือ ระดับรายชั้นเรียน รายแนวคิดและรายข้อ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนานุช ดุจจานุทัศน์ (2554) ได้ศึกษาพัฒนาชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบหมุน เรื่อง ทอร์ก และโมเมนต์ความเฉื่อย เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยชุดการทดลองที่สร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.70/81.33 นักเรียนที่เรียนด้วยชุดการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.46 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง นักเรียนพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

นุจรี มณีจันทร์ (2553) ได้ศึกษาพัฒนาชุดการทดลองการหักเหของแสง เรื่อง ลึกลับจริงลึกลับปรากฏ เพื่อพัฒนาชุดการทดลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่เรียนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีทักษะและ

ความสามารถในการทดลองเฉลี่ยในเกณฑ์ดีและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดการทดลองในระดับมากที่สุดและมาก

ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง (2554) ได้ศึกษาการใช้ชุดปฏิบัติการของไหลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการของไหลเพิ่มขึ้นเฉลี่ย เท่ากับ 0.76 ซึ่งอยู่ระดับสูงและเมื่อทดสอบวัดความคงทนทางการเรียนกับเทียบคะแนนสอบหลังการเรียนพบว่าไม่แตกต่างกันจากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าชุดปฏิบัติการของไหลที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองได้

ชาญชัย ทำสะอาด (2553) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค POE เพื่อเพิ่มความเข้าใจเรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็ก พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็ก หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค POE มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้งชั้นอยู่ในช่วง Medium gain (average normalized gain, $\langle g \rangle = 0.51$)

สุนิชา ชายใหม่ (2554) ได้ใช้การแสดงสาธิตทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดและเจตคติที่ดีต่อวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางสวรรค์วิทยาคม อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากจัดการเรียนรู้ด้วยการแสดงสาธิตทางวิทยาศาสตร์นักเรียนมีความเข้าใจ เรื่อง ของไหลสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีการพัฒนาแนวคิดรายชั้นเรียนอยู่ระดับปานกลาง (average normalized gain, $\langle g \rangle$ เท่ากับ 0.55) และพบว่านักเรียนมีเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้แบบการแสดงสาธิตทางวิทยาศาสตร์วิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหล อยู่ในระดับดีมาก

สงกรานต์ มูลศรีแก้ว (2553) ได้ศึกษาตัวแทนความคิดเรื่องของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย พบว่านักเรียนมีตัวแทนความคิดที่ แสดงออกแตกต่างกัน แต่หลังจากการจัดการจัดการเรียนการสอนโดยวิธี POE ในภาพรวมนักเรียนมีตัวแทนความคิดที่ แสดงออกมาได้ใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์

ขวัญชนก กัญหาทอง (2553) ได้ศึกษาตัวแทนความคิดเรื่อง สมบัติเชิงกลของของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนของรายวิชาฟิสิกส์ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain: POE พบว่าเมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธี POE นักเรียนร้อยละ 90 มีมโนคติในเรื่องสมบัติเชิงกลของของเหลวที่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดของนักวิทยาศาสตร์

Jelena Radovanovic and Josip Slisko (2012: 428) ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ การทดลองอย่างง่าย ร่วมกับเทคนิค POE เรื่องแรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส พบว่านักเรียน สามารถที่จะอธิบายเหตุผลและมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการทดลองและเทคนิค POE พบว่า ชุดการทดลองและเทคนิค POE มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้ สามารถ ถ่ายทอดความรู้องค์ความรู้ไปยังผู้เรียนได้เป็นอย่างดี เป็นผลทำให้นักเรียนมีความเข้าใจและมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้น



บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

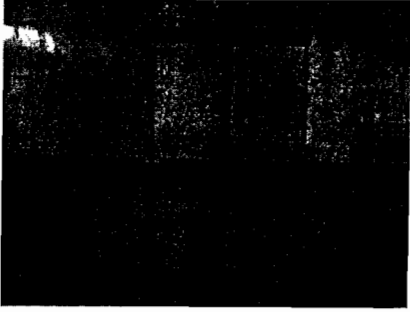
การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการสร้างชุดการทดลองราคาถูกลงมา เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์เรื่อง กลศาสตร์ของไหล เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่อง กลศาสตร์ของไหล โดยประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1-5/2 จำนวน 68 คน ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา อำเภอแก่งศรีภูมิ จังหวัดชัยภูมิ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5/2 จำนวน 29 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงเป็น แบบกึ่งทดลองใช้รูปแบบการวิจัยเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (one-group pretest and posttest design) และผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

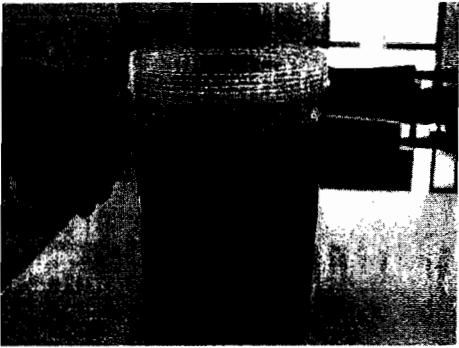
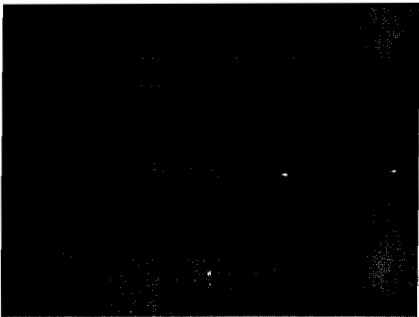
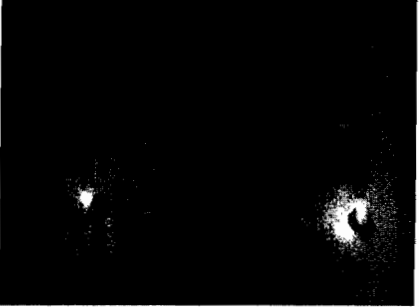

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และ เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ชุดการทดลองราคาถูกลง เรื่องกลศาสตร์ของไหลโดยมี ทั้งหมด 5 ชุด ใช้ทดลอง 7 การทดลอง ครอบคลุม 4 แนวคิด (concept) ได้แก่ ความหนาแน่น แรง ลอยตัว หลักของอาร์คิมิดีส และแบร์นูลลี รายละเอียดตารางที่ 3.1 และแต่ละการทดลองได้จัด กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการทดลองแบบการสาธิตตามรูปแบบการสอนแบบ POE ที่ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือขั้นทำนาย ขั้นสังเกตและขั้นอธิบายดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ชุดการทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไหลที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รูปการทดลอง	สถานการณ์	แนวคิดที่ต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจ
	1 และ 2	ความหนาแน่น แรงลอยตัวและ หลักของอาร์คิมิดีส

ตารางที่ 3.1 ชุดการทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไหลที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ต่อ)

รูปการทดลอง	สถานการณ์	แนวคิดที่ต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจ
	3 และ 4	ความหนาแน่น แรงลอยตัว และหลักของอาร์คิมิดีส
	5	แบร์นูลลี
	6	แบร์นูลลี
	7	แบร์นูลลี

ตารางที่ 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการทดลองแบบการสาธิตตามรูปแบบการสอนแบบ POE

ที่	ขั้นตอน	เวลาที่ใช้
1	ผู้สอนอธิบายอุปกรณ์ถามคำถามจากสถานการณ์ที่กำหนด	2 นาที
2	ให้เวลาผู้เรียนคิดและตอบคำถามด้วยตนเองพร้อมให้เหตุผล (ขั้นทำนาย)	5-10 นาที
3	ผู้เรียนอภิปรายคำตอบร่วมกันกับเพื่อนในห้อง	5-10 นาที
4	ผู้สอนเฉลยคำตอบโดยการให้นักเรียนสังเกต (ขั้นสังเกต) การทดลองจากการทดลองแบบการสาธิต ซึ่งตัวแทนนักเรียนจะเป็นผู้ออกมาสาธิต	3-5 นาที
5	นักเรียนอธิบายผลการทดลองที่ถูกต้อง (ขั้นอธิบาย) โดยนักเรียนอภิปรายร่วมกันกับครูเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้และสรุปผลโดยเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้กับสิ่งที่นักเรียนทำนายไว้	10 นาที

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.2.1 แบบทดสอบเรื่องกลศาสตร์ของไหล เพื่อวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล ครอบคลุม 4 แนวคิด (concept) ได้แก่ ความหนาแน่น แรงลอยตัว หลักของอาร์คิมิดีสและแบร์นูลลี ซึ่งเป็นข้อสอบแบบ 2 ลำดับชั้น (2-tier conceptual test) จำนวน 15 ข้อ แต่ละข้อคำถามมี 2 ส่วนที่ต้องตอบ คือ ส่วนแรกเป็นคำถามประเภทตัวเลือก มี 4 ตัวเลือก ส่วนที่สองเป็นการให้เหตุผลสนับสนุนคำตอบของส่วนแรก และแต่ละข้อเต็ม 3 คะแนน ดังตารางที่ 3.3 (ข้อสอบฉบับเต็ม สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก)

ตารางที่ 3.3 ข้อสอบในแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล แยกตามแนวคิดย่อย

แนวคิดย่อย	ข้อสอบข้อที่
ความหนาแน่น	5, 9
แรงลอยตัว	3, 4, 6, 7, 10, 11, 12
หลักของอาร์คิมิดีส	1, 2, 8
แบร์นูลลี	13, 14, 15
Total	

ในการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลผู้วิจัยมีวิธีการดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์
- 2) เขียนข้อคำถามของแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ ของไหล
- 3) นำแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อให้อาจารย์ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ
- 4) ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะ และเสนอแบบทดสอบที่แก้ไขแล้วต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง
- 5) จัดทำแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

3.1.2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลง ที่สร้างขึ้นเป็นอุปกรณ์ในการทดลอง แบบสอบถามเป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) ของ Likert จำนวน 16 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 3.4 (แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับเต็ม สามารถดูได้ที่ภาคผนวก ง) และกำหนดระดับความพึงพอใจของนักเรียน เป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 1) ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
- 2) ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก
- 3) ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
- 4) ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย
- 5) ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง พึงพอใจที่ต่ำสุด

ตารางที่ 3.4 ข้อคำถามในแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลง แยกตามประเด็นการประเมิน

ประเด็นหลักในการประเมิน	ข้อที่
ผู้สอน	1-4
ชุดการทดลองราคาถูกลง	5-11
การเรียนรู้แบบ POE	12-16
Total	

นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหาและความชัดเจนด้านภาษา แล้วนำมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ จัดพิมพ์แบบสอบถามเพื่อนำไปสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียน เรื่อง กลศาสตร์ของไหลโดยใช้ชุดการทดลอง

3.2 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล จำนวน 15 ข้อคำถาม ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที

3.2.2 ครูแนะนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบ POE และการทดลองแบบการสาธิต

3.2.3 ดำเนินการเรียนการสอนตามกิจกรรมที่วางไว้และใช้คำถามในแต่ละสถานการณ์ปัญหาสำหรับจุดประกายความสนใจและนำไปสู่การทดลอง

3.2.4 ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน แต่มีการสลับข้อ ให้อายุในการทำแบบทดสอบ 40 นาที

3.2.5 ตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล

3.2.6 ประเมินความพึงพอใจในการเรียนของนักเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้การทดลองไปวิเคราะห์ผลดังต่อไปนี้

3.3.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดการทดลองราคาถูกเรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้สถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบด้วยสถิติ t-test แบบ dependent

3.3.2 วิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก เรื่องกลศาสตร์ของไหล ด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลโดยใช้ค่า normalized gain แบบแต่ละชั้นเรียน (class normalized gain) แบบแต่ละรายแนวคิด (conceptual dimensional normalized gain) และแบบแต่ละรายข้อ (single test item normalized gain)

3.3.3 วิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิด วิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลโดยใช้ชุดการทดลองซึ่งใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek และหาค่าสถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.3.4 วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐานค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกที่สร้างขึ้น

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

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

เมื่อ (\bar{X}) แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

3.4.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้

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

เมื่อ SD แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนกำลังสองของนักเรียนแต่ละคน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

X แทน คะแนนของนักเรียนแต่ละคน

3.4.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้การทดสอบค่า ที (t-test)

สำหรับข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน คือการทดสอบก่อนเรียนเทียบและการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน โดยเทียบผลการพัฒนาแนวคิดเรื่องกลศาสตร์ของไหล โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก ซึ่งทดสอบความแตกต่างที่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ในการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดการทดลองราคาถูกเรื่องกลศาสตร์ของไหลเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก

ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก ด้วยแบบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องกลศาสตร์ไหล จำนวน 15 ข้อ คะแนนเต็ม 45 คะแนนแล้วเปรียบเทียบคะแนนโดยการวิเคราะห์ทางสถิติ t-test แบบ dependent ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง

ตารางที่ 4.1 ค่าสถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียวของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การทดลอง	คะแนนเต็ม	จำนวน	ร้อยละคะแนนของนักเรียน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	class normalized gain <g>	ค่าที
ก่อนการจัดการเรียนรู้	45	29	6.41 (14.25)	1.86	0.30	9.27*
หลังการจัดการเรียนรู้	45	29	18.10 (40.23)	7.70		

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดเรื่องกลศาสตร์ของไหลเพื่อเปรียบเทียบค่า คะแนนเฉลี่ยคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างผลปรากฏว่า

คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก เท่ากับ 6.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 14.25 ของคะแนนเต็ม ส่วนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก เท่ากับ 18.10 คิดเป็นร้อยละ 40.23 ของคะแนนเต็มและค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent sample t- test) มีค่าเท่ากับ $9.27 > 2.47 (t_{0.1, 28})$ ดังนั้นนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไหลหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกนั้น มีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดเรื่องกลศาสตร์ของไหลสูงขึ้นจริง ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ส่วน class normalized gain หรือการพิจารณาความก้าวหน้าของนักเรียนทั้งชั้นเป็นการพิจารณาว่าผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งชั้นเพิ่มขึ้นคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้โดยพิจารณาได้จากคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้นทั้งก่อนและหลังเรียนเพื่อดูว่าผลการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกกับกลุ่มตัวอย่าง ในภาพรวมของทั้งชั้นนั้นมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งในงานวิจัยนี้พบว่าclass normalized gain มีค่าเท่ากับ 0.30 อยู่ในระดับปานกลาง (Medium Gain)

การเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกนี้ช่วยทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนคือ กลศาสตร์ของไหลเพิ่มมากขึ้น ด้วยเหตุผล 4 ประการดังนี้ (1) นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ (2) การลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองทำให้มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์การตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในประเด็นต่าง ๆ (3) การตัดสินใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในประเด็นต่าง ๆ ที่สนใจได้ และพยายามแก้ปัญหาย่างเป็นระบบด้วยวิธีการที่เหมาะสม (4) นักเรียนมีโอกาสได้นำเสนอสิ่งที่ค้นพบ ซึ่งการที่ได้ถ่ายทอดสิ่งที่ค้นพบให้คนอื่นฟังจะยิ่งช่วยส่งเสริมความเข้าใจ และจดจำยาวนานยิ่งขึ้น อีกทั้งนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ POE ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่ปรากฏในการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 ขั้นตอนดังนี้ (1) ขั้นการทำนาย ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้กำหนดสถานการณ์ที่สอดคล้องกับแนวคิดนั้น ๆ ขึ้นมาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สังเกต คิดวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อที่จะทำนายสิ่งที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ รวมทั้งผู้วิจัยได้แนะนำนักเรียนเกี่ยวกับอุปกรณ์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจในสถานการณ์มากยิ่งขึ้น ปรากฏว่านักเรียนเกิดคำถามในประเด็นที่เกี่ยวกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ มีการคิดวิเคราะห์และอภิปรายภายในกลุ่ม จากนั้นนักเรียนสามารถไขข้อสงสัยความรู้เดิมที่มีอยู่ทำนายผลที่จะเกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ (2) ขั้นการสังเกต นักเรียนได้นำเสนอคำตอบของกลุ่มหน้าชั้นเรียนเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับนักเรียนทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิด กล้าตัดสินใจ หลังจากนั้นนักเรียนได้ทำการทดลองจริงตามสถานการณ์ที่กำหนดให้โดยการส่งตัวแทนนักเรียนออกมาเป็นผู้สาธิตหน้าชั้นเรียน เพื่อนักเรียนทุกคนได้สังเกตผลที่เกิดขึ้นซึ่งผู้วิจัยเป็นเพียงผู้คอยให้คำแนะนำ (3) ขั้นอธิบาย ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผล เพื่อที่จะอธิบายและลงข้อสรุปสิ่งที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ขั้นตอนนี้ นักเรียนมี

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และอธิบายได้เป็นอย่างดีเช่นบางกลุ่มมีการอภิปรายกันภายในกลุ่ม จากสิ่งที่ได้จากการสังเกตและค้นหาคำตอบอย่างมีเหตุมีผลและสื่อความหมายของข้อมูลจากการ อภิปรายได้อย่างชัดเจน ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ใหม่ๆเพิ่มเติมจากความรู้ที่ได้ในหนังสือเรียนผู้วิจัย เป็นเพียงผู้แนะนำและอำนวยความสะดวกในการค้นหาคำตอบ

จากการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลง จึงทำให้ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธนาบุช ดุจจานุทัศน์ (2554) ซึ่งศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องการ เคลื่อนที่แบบหมุนก่อนเรียนและหลังเรียน หลังได้รับการสอนโดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลง ผล การศึกษา พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดการทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเท่ากับ 0.46 ซึ่งอยู่ใน ระดับปานกลางนอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของนุจรี มณีจันทร์ (2553) ซึ่งศึกษาผลการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน ผลการศึกษา พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดการทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าที่เรียนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 มีทักษะและความสามารถในการทดลองเฉลี่ยในเกณฑ์ดีและ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนโดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลงในระดับมากที่สุดและมากซึ่งแสดง ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลงเป็นวิธีการสอนที่สามารถช่วยให้นักเรียนเกิด การเรียนรู้และส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

4.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหล

4.2.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายแนวคิดย่อย

การศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไหล หลังได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลง ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบ normalized gain รายแนวคิดย่อย

เนื้อหา สถิติ	1. ความ หนาแน่น (6)	2. แรง ลอยตัว (21)	3. หลักของ อาร์คิมิดีส (9)	4. แบริบูลลี (9)	รวม (45)
Pretest	0.34	4.45	0.62	1.00	6.41
Posttest	3.48	7.41	4.48	2.72	18.10
\bar{X}	0.31	2.97	3.86	1.72	11.69
SD	1.43	3.81	1.75	1.75	6.79
t	11.80*	4.19*	11.91*	5.30*	9.27*
<g>	0.55 (medium)	0.18 (low)	0.46 (medium)	0.22 (low)	0.30 (medium)

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.2 แสดงการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก โดยแยกตามแนวคิดย่อย ซึ่งหาได้จากผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (actual gain) หารด้วยผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นไปได้ (maximum possible gain) ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 4.2 (<g>มีค่าตั้งแต่ 0 -1) (จากบทความวิจัยของ Hake ได้กำหนดระดับของความก้าวหน้าทางการเรียนโดยวิธี normalized gain เป็น 3 ระดับคือ low gain, medium gain และ high gain โดยที่ค่า <g> มีค่าน้อยกว่า 0.3, มากกว่าหรือเท่ากับ 0.3 แต่น้อยกว่า 0.7 และมากกว่าหรือเท่ากับ 0.7 ตามลำดับ) พบว่าแนวคิดความหนาแน่น นักเรียนมีความก้าวหน้าเท่ากับ 0.55 อยู่ในระดับ medium gain แนวคิดแรงลอยตัว นักเรียนมีความก้าวหน้าเท่ากับ 0.18 อยู่ในระดับ low gain แนวคิดหลักของอาร์คิมิดีส นักเรียนมีความก้าวหน้าเท่ากับ 0.46 อยู่ในระดับ medium gain และแนวคิดแบริบูลลี นักเรียนมีความก้าวหน้าเท่ากับ 0.22 อยู่ในระดับ low gain

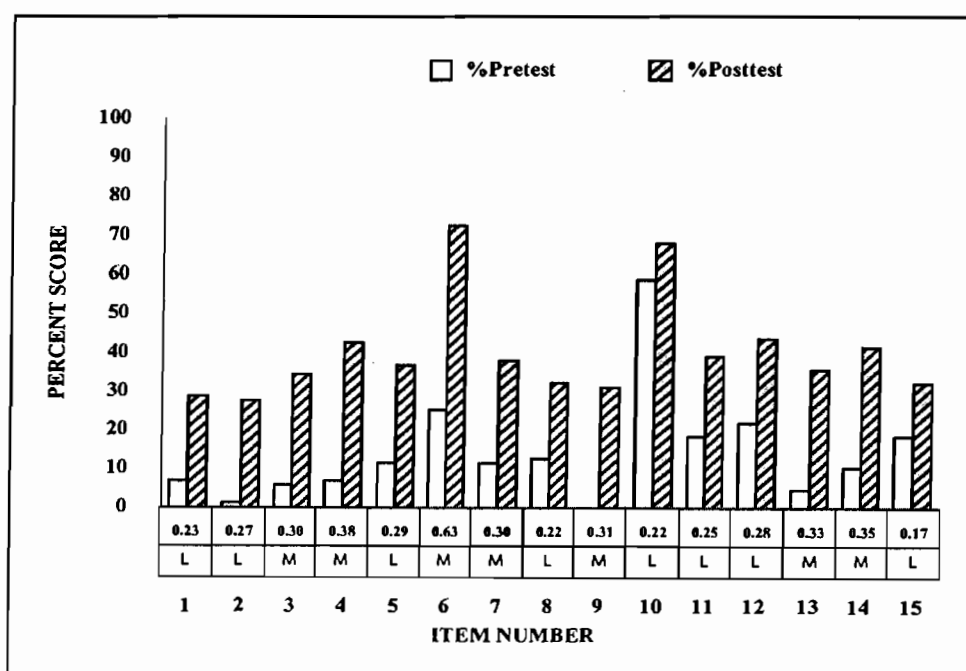
ดังนั้นเมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนตามแนวคิดย่อย พบว่า normalized gain ของแนวคิดที่ 1 และ 3 อยู่ในระดับ medium gain ส่วนแนวคิดที่ 2 และ 4 อยู่ในระดับ low gain เมื่อพิจารณาเป็นรายแนวคิด พบว่าแนวคิดที่ 1 เรื่องความหนาแน่น ซึ่งผลการประเมินความก้าวหน้าสูงสุดเท่ากับ 0.55 อยู่ในระดับ medium gain ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทดลองในกิจกรรมแรกนักเรียนตั้งใจและให้ความสนใจในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี จึงอาจเป็นสาเหตุให้ความก้าวหน้าทางการเรียนในหัวข้อนี้สูงกว่าแนวคิดอื่นๆ ส่วนแนวคิดที่ 2 เรื่องแรงลอยตัว ยังมีผลการประเมินความก้าวหน้าเท่ากับ 0.18 อยู่ในระดับ low gain อาจเนื่องมาจากการทดลองในแนวคิดนี้อาจจะ

ยังไม่ครอบคลุมสถานการณ์ที่หลากหลายในแบบทดสอบจึงทำให้ความก้าวหน้าต่ำกว่าแนวคิดอื่นๆ ส่วนแนวคิดที่ 3 เรื่องหลักของอาร์คิมิดีส พบว่ามีผลการประเมินความก้าวหน้าเท่ากับ 0.46 อยู่ในระดับ medium gain โดยที่แนวคิดหลักของอาร์คิมิดีสเป็นเนื้อหาที่ต่อเนื่องจากแนวคิดที่ 1 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีความรู้และความเข้าใจมากพอสมควร ทำให้การเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ที่มีแนวคิดหลักใกล้เคียงกัน จึงส่งผลทำให้ผลการพัฒนาความก้าวหน้าออกมาอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน ส่วนแนวคิดที่ 4 เรื่องแบร์นูลลี ซึ่งมีผลการประเมินความก้าวหน้าเท่ากับ 0.22 อยู่ในระดับ low gain อาจเป็นเพราะเป็นแนวคิดที่ไม่ได้ต่อเนื่องจากแนวคิดที่เรียนมาแล้ว นักเรียนยังไม่มีความรู้และความเข้าใจที่มากเท่าที่ควร จึงอาจเป็นสาเหตุให้ความก้าวหน้าแนวคิดนี้ต่ำ

จากข้อมูลค่า normalized gain ของแนวคิดทั้ง 4 เรื่องนี้ทำให้สรุปได้ว่าความก้าวหน้าทางการเรียนหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนเท่ากับ 0.30 อยู่ในระดับ medium gain แสดงให้เห็นว่าการใช้ชุดการทดลองราคาถูก ในการจัดการเรียนรู้ทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ที่คิดเป็นค่าเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนจริงแต่ในส่วนของความสามารถของผู้เรียนที่จะพัฒนาผลการเรียนให้เพิ่มขึ้นได้มากนักย่นแค่นั้นยังอยู่ในระดับต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากเหตุและผลที่กล่าวมาข้างต้น

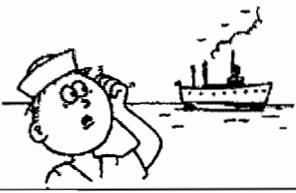
4.2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ

จากตารางที่ 4.2 เมื่อนำมาสร้างกราฟเพื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าของนักเรียนรายข้อ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกได้ดังภาพที่ 4.1



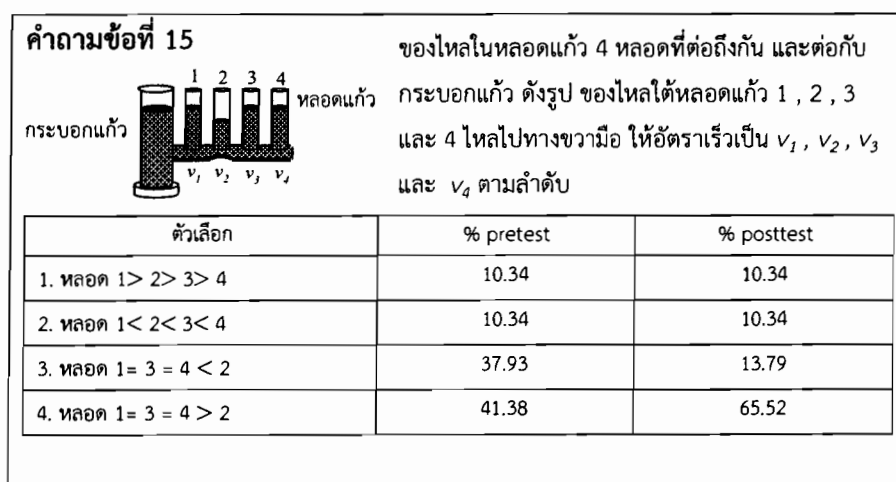
ภาพที่ 4.1 ความก้าวหน้าเฉลี่ยรายข้อของนักเรียนทั้งชั้นเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก

จากภาพที่ 4.1 แสดงความก้าวหน้าเฉลี่ยของนักเรียนรายข้อทั้งชั้นเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก พบว่าข้อสอบทุกข้อมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน คือ ร้อยละ pretest จะน้อยกว่า ร้อยละ posttest และเมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อจะได้ว่าข้อสอบข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้ามากที่สุดคือ ข้อที่ 6 มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 ซึ่งมีรายละเอียดภาพที่ 4.2 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากข้อสอบข้อที่ 6 เป็นข้อสอบที่ถามเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดที่มีสถานการณ์ไม่แตกต่างจากกิจกรรมการทดลอง

คำถามข้อที่ 6		
	เรือสินค้ากำลังแล่นอยู่ในทะเล ดังรูป เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตอนที่เรือสินค้าไม่ได้ บรรทุกอะไรเลยกับตอนที่เรือสินค้าบรรทุกโพม เต็มลำ เรือจะลอยสูงขึ้นหรือจมลงไปมากกว่าเดิม	
	ตัวเลือก	% pretest % posttest
1. จมลงไปมากกว่าเดิม	37.93	89.66
2. เท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง	58.62	6.90
3. ลอยสูงขึ้นกว่าเดิม	3.45	3.45
4. สรุปไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ	0.00	0.00

ภาพที่ 4.2 คำถามข้อที่ 6 จากแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล

ส่วนข้อสอบข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้าน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 15 มีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.17 ซึ่งมีรายละเอียดภาพที่ 4.3 ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากข้อสอบข้อที่ 15 เป็นข้อสอบที่ถามเกี่ยวกับความเข้าใจแนวคิดที่มีสถานการณ์แตกต่างจากกิจกรรมการทดลอง ซึ่งกิจกรรมการทดลองจะใช้ลมในการทดลอง นักเรียนอาจจะยังไม่มี ความเข้าใจแนวคิดในสถานการณ์ที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนทำข้อสอบในข้อนี้ได้คะแนนความก้าวหน้าต่ำที่สุด



ภาพที่ 4.3 คำถามข้อที่ 15 จากแบบทดสอบความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล

4.3 ความเข้าใจแนวคิด เรื่องกลศาสตร์ของไหล

4.3.1 ความเข้าใจแนวคิดระหว่างทำการทดลองแบบการสาธิต

ในขั้นตอนของการสังเกต และอธิบาย นักเรียนทุกคนจะทราบคำตอบที่ถูกต้องจากการทดลอง และคำอธิบายที่ถูกต้องจากการอภิปรายร่วมกัน ระหว่างครูกับนักเรียน ดังนั้นเมื่อวิเคราะห์ ร้อยละของความเข้าใจแนวคิดของนักเรียน ในขั้นตอนของการทำนาย ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

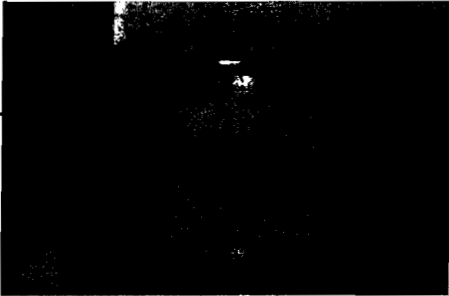
ตารางที่ 4.3 ร้อยละของคำตอบและคำอธิบายในขั้นทำนาย ก่อนทำการทดลองแบบการสาธิต แต่ละสถานการณ์ ของนักเรียนจำนวน 29 คน

สถานการณ์	คำตอบ		คำอธิบาย	
	ถูก	ผิด	ถูก	ผิด
1	24.14	75.86	24.14	75.86
2	72.41	27.59	72.41	27.59
3	13.79	86.21	0.00	100.00
4	34.48	65.52	10.34	89.66
5	75.86	24.14	68.97	31.03
6	27.59	72.41	0.00	100.00
7	41.38	58.62	20.69	79.31

จากตารางที่ 4.3 พบว่าร้อยละของคะแนนก่อนเรียนในชั้นทำนาย สถานการณ์ที่ 5 นักเรียนตอบ ถูกมากที่สุด ซึ่งเป็นสถานการณ์เรื่องแบร์นูลลี ที่เป็นเช่นนี้ อาจเนื่องมาจากการทดลองสถานการณ์ที่ 5 นี้เป็นการทดลองในสถานการณ์ง่าย ๆ ในเบื้องต้นของแนวคิดนี้ ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่ตอบและการอธิบายให้เหตุผลได้ถูกต้อง สถานการณ์ที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุด คือสถานการณ์ที่ 3 เป็นเรื่องความหนาแน่น แรงลอยตัว และหลักของอาร์คิมิดีส ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการทดลองที่ใช้ อุปกรณ์ชุดใหม่ โดยให้สังเกตระดับน้ำซึ่งน้ำไม่สามารถล้นออกมาได้เหมือนสถานการณ์ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่จึงยังไม่มีสมาธิเข้าใจในประเด็นนี้ ทำให้อธิบายของคำตอบต่ำและให้คำอธิบายไม่ถูก ซึ่งมีรายละเอียดภาพที่ 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ

สถานการณ์ 5

ลูกบิงปอง 2 ลูก ถูกแขวนด้วยเชือกเบา โดยลูกบิงปองอยู่สูงระดับเดียวกันและห่างกันเพียงเล็กน้อย



ลูกบิงปอง

คำถาม

ถ้าเป่าลมเข้าด้านบน ระหว่างลูกบิงปองทั้ง 2 ลูกบิงปองจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction:

ก. แยกออกจากกัน
ข. หุบเข้าหากัน
ค. หาทิศทางที่แน่ชัดไม่ได้

ตัวเลือก	ก	ข	ค
ร้อยละ	20.69	75.86 (ถูก)	3.45

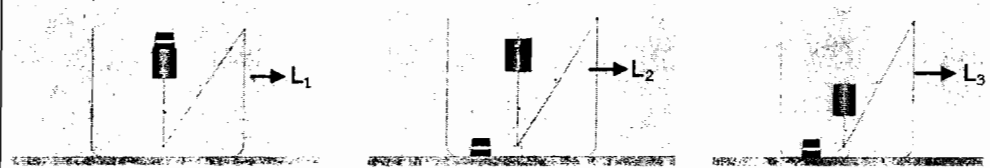
คำอธิบาย

ถูก	ผิด
1. แรงลมที่เป่าลงมาระหว่างลูกบิงปอง จะทำให้เกิดแรงดูดลูกบิงปองจึงหุบเข้าหากัน คิดเป็นร้อยละ 69.97	1. ถ้าเราเป่าลมเข้าไป ลูกบิงปองจะแยกออกจากกัน เพราะลมจะดันให้ลูกบิงปองนั้นแยกออกจากกัน คิดเป็นร้อยละ 20.69 2. ลมที่เป่าเข้าไปไม่มีความเบาตัว จึงทำให้ลูกบิงปองหุบเข้าหากัน คิดเป็นร้อยละ 3.45 3. เมื่อเป่าลมเข้าไปแล้ว ลมจะแยกเป็น 2 ด้านไปปะทะผนัง แล้วกลับมาทำให้ลูกบิงปองหุบเข้าหากัน คิดเป็นร้อยละ 3.45 4. ถ้าลูกบิงปองอยู่ห่างกันเล็กน้อย เมื่อเป่าลมเข้าไป จะทำให้ลูกบิงปองหาทิศทางที่แน่ชัดไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 3.45

ภาพที่ 4.4 ร้อยละของคำตอบและคำอธิบายในขั้นทำนาย ก่อนทำการทดลองแบบการสาธิต สถานการณ์ที่ 5 ของนักเรียนจำนวน 29 คน

สถานการณ์ 3

มีลิงกับจระเข้เป็นเพื่อนรักกัน วันหนึ่งลิงอยากจะลงเล่นน้ำในสระที่จระเข้อาศัยอยู่ แต่ตัวเองว่ายน้ำไม่เป็นจระเข้จึงอาสาพาลิงลงไปในสระน้ำ โดยให้ลิงนั่งบนหลังของตน กำหนดให้ระดับน้ำที่ขอบสระเป็น L_1 เมื่อจระเข้ว่ายน้ำไปถึงกลางสระ ปรากฏว่าลิงได้พลัดตกจากหลังจระเข้และจมลงไปใต้น้ำ ให้ระดับน้ำที่ขอบสระตอนนี้เป็น L_2 หลังจากนั้นจระเข้จึงดำน้ำลงไปเพื่อช่วยลิง ให้ระดับน้ำที่ขอบสระตอนนี้เป็น L_3



คำถาม

ระดับน้ำที่ขอบสระ L_1 , L_2 และ L_3 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

Prediction

ก. $L_1 = L_2 = L_3$

ข. $L_1 < L_2 < L_3$

ค. $L_1 > L_2 > L_3$

ง. $L_3 < L_1 < L_2$

จ. $L_3 > L_1 > L_2$

ฉ. (เขียนคำตอบเอง)

ตัวเลือก	ก	ข	ค	ง	จ	ฉ
ร้อยละ	10.34	55.17	6.90	13.79	13.79 (ถูก)	0.00

คำอธิบาย

ถูก	ผิด
	<ol style="list-style-type: none"> ลิงไม่สามารถเพิ่มระดับน้ำที่ขอบได้ เพราะลิงตัวเล็กนิดเดียว คิดเป็นร้อยละ 20.69 ลิงและจระเข้เมื่ออยู่ในน้ำมีน้ำหนักค่าหนึ่ง เมื่อจมลงไปก็มีน้ำหนักเท่าเดิม ระดับน้ำจึงไม่เพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 6.90 เมื่อลิงจมลงไปใต้น้ำจะทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้น แต่ถ้าจระเข้ดำน้ำลงไปช่วยลิงยังทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 82.86 เมื่อลิงจมลงไปใต้น้ำ และจระเข้ดำน้ำลงไปช่วยลิงจะทำให้ L_3 ระดับน้ำสูงกว่า L_1 ของตอนที่ลิงอยู่บนหลังจระเข้ และ L_2 น้อยกว่า L_1 คิดเป็นร้อยละ 6.90

ภาพที่ 4.5 ร้อยละของคำตอบและคำอธิบายในขั้นทำนาย ก่อนทำการทดลองแบบการสาธิต สถานการณ์ที่ 3 ของนักเรียนจำนวน 29 คน

4.3.2 ความเข้าใจแนวคิดก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก เมื่อนำผลการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ จากแบบทดสอบวัดความเข้าใจ แนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล มาวิเคราะห์หาระดับความเข้าใจแนวคิด โดยใช้เกณฑ์ของ Westbrook and Marek ซึ่งจัดการให้คะแนนเป็น 5 กลุ่มตามลำดับความเข้าใจดังนี้

4.3.2.1 ความเข้าใจที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) หมายถึง คำตอบของ นักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ ครบองค์ประกอบที่สำคัญในแต่ละแนวคิด ให้ 3 คะแนน

4.3.2.2 ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกต้องและการให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน ให้ 2 คะแนน

4.3.2.3 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) หมายถึง นักเรียนเลือกคำตอบถูกต้องให้เหตุผลไม่ถูกต้องหรือไม่ให้เหตุผล หรือเลือกคำตอบไม่ถูกต้องให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน ให้ 1 คะแนน

4.3.2.4 ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) หมายถึง คำตอบ ของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด ให้ 0 คะแนน

4.3.2.5 ความไม่เข้าใจ (No Understanding: NU) หมายถึง คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม ให้ 0 คะแนน

ตัวอย่างการให้ระดับความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล แสดงได้ดัง ภาพที่ 4.6

คำตอบตัวเลือก	คำอธิบาย	ระดับความเข้าใจ
1.	เนื่องจากเมื่อใช้นิ้วจุ่มลงไปใต้น้ำ จะมีแรงลอยตัวเกิดขึ้น และจะมีแรงขนาดเท่ากัน แต่ทิศตรงลงกระทำที่ก้นบีกเกอร์ ทำให้แรงกคบนเครื่องชั่งมากขึ้น ทำให้เครื่องชั่งอ่านค่าได้มากขึ้น	CU
1.	การใช้นิ้วจุ่มลงไปใต้น้ำ ทำให้มีแรงกคบนเครื่องชั่งมากขึ้น เครื่องชั่งจึงอ่านค่าได้มากขึ้น	PU
1.	เพราะ มีน้ำหนักมาใส่ใต้น้ำ ทำให้น้ำมีน้ำหนักมากกว่าเดิม เครื่องชั่งจึงอ่านค่าได้มากขึ้น	PS
3.	การใช้นิ้วจุ่มลงไปใต้น้ำ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะไม่เปลี่ยนแปลง เพราะเป็นการแทนที่น้ำเฉยๆ	AC
ไม่ตอบ	ไม่ให้เหตุผล	NU

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างการให้ระดับแนวคิดของนักเรียนในคำถามข้อที่ 11 จากแบบทดสอบ ความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหล

จากการวิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกลง จำนวน 29 คน เป็นรายข้อ พบว่า ก่อนเรียน นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ระดับความไม่เข้าใจ (NU) จนถึงความเข้าใจที่สมบูรณ์ (CU) แต่หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ จากการจัดกิจกรรมโดยชุดการทดลองราคาถูกลงพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (CU+PU) เพิ่มขึ้น และมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนลดลง (PS+AC+NU) สรุปได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัด
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก รายชื่อ

ข้อ	ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจ คลาดเคลื่อน (คน)						ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มี ความเข้าใจแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ (คน)			
	NU		AC		PS		PU		CU	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	62.07	3.45	17.24	27.59	20.69	51.72	0.00	17.24	0.00	0.00
2	37.93	13.79	58.62	34.48	3.45	20.69	0.00	31.03	0.00	0.00
3	17.24	3.45	65.52	31.03	17.24	31.03	0.00	31.03	0.00	3.45
4	24.14	3.45	55.17	3.45	20.69	58.62	0.00	34.48	0.00	0.00
5	17.24	3.45	58.62	34.48	13.79	24.14	10.34	27.59	0.00	10.34
6	6.90	6.90	55.17	3.45	3.45	6.90	31.03	37.93	3.45	44.83
7	20.69	10.34	58.62	27.59	6.90	17.24	13.79	37.93	0.00	6.90
8	31.03	20.69	41.38	17.24	17.24	27.59	10.34	34.48	0.00	0.00
9	6.90	3.45	93.10	44.83	0.00	20.69	0.00	20.69	0.00	10.34
10	3.45	3.45	0.00	6.90	20.69	10.34	72.41	44.83	3.45	34.48
11	3.45	3.45	58.62	6.90	20.69	62.07	17.24	27.59	0.00	0.00
12	13.79	0.00	34.48	17.24	37.93	34.48	13.79	48.28	0.00	0.00
13	27.59	3.45	58.62	3.45	13.79	82.76	0.00	6.90	0.00	3.45
14	55.17	3.45	13.79	6.90	31.03	55.17	0.00	34.48	0.00	0.00
15	31.03	13.79	17.24	20.69	48.28	41.38	3.45	17.24	0.00	6.90

จากตารางที่ 4.4 พบว่าก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดตั้งแต่ระดับความไม่เข้าใจ (NU) จนถึงความเข้าใจแนวคิดในระดับที่ต้องสมบูรณ์ (CU) แต่หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกพบว่านักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ต้องมากขึ้นและจำนวนนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง

แสดงว่าหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกแล้ว มีความเข้าใจมากขึ้น และเมื่อพิจารณาตามรายแนวคิด ผลปรากฏดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ร้อยละของนักเรียนที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนและที่มีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการทดลอง ราคาถูก รายแนวคิด

กลุ่ม คำตอบ	ความหนาแน่น		แรงลอยตัว		หลักของอาร์คิมิดีส		แบร์นูลลี	
	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest
CU	0.00	10.34	0.99	12.81	0.00	0.00	0.00	3.45
PU	5.17	24.14	21.18	37.44	3.45	27.59	1.15	19.54
PS	6.90	22.41	18.23	31.53	13.79	33.33	31.03	59.77
AC	75.86	39.66	46.80	13.79	39.08	26.44	29.89	10.34
NU	12.07	3.45	12.81	4.43	43.68	12.64	37.93	6.90

จากตารางที่ 4.5 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลในทุกแนวคิด ย่อให้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น และมีจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดวิทยาศาสตร์ และไม่เข้าใจแนวคิด เรื่องกลศาสตร์ของไหลลดลงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ มีเพียงนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่หลังการจัดการเรียนรู้ยังมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนโดยเฉพาะแนวคิด เรื่องความหนาแน่นใน ส่วนที่เกี่ยวข้องกับแรงที่ของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จม ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน ซึ่งชุดการทดลองที่สร้างขึ้นอาจจะยังมีกิจกรรมที่ไม่ครอบคลุมในส่วนนี้ จึงส่งผลทำให้นักเรียนยังคงมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน

4.4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้

การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไหลหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4.6 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกในแต่ละประเด็น

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนน	ค่าเฉลี่ย เบี่ยงเบน	ระดับ ความพึง พอใจ
	ด้านผู้สอน	4.43	0.44	มาก
1	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4.21	0.68	มาก
2	ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นในระหว่างเรียน	4.48	0.57	มาก
3	ครูผู้สอนอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจน	4.52	0.57	มากที่สุด
4	ครูตอบคำถามแก่นักเรียนได้เมื่อเกิดข้อสงสัย	4.52	0.63	มากที่สุด
	ด้านชุดการทดลองราคาถูก	4.20	0.44	มาก
5	ชุดการทดลอง เรื่องของไหล มีความน่าสนใจ	4.52	0.63	มากที่สุด
6	ชุดการทดลอง เรื่องของไหล ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับของไหลดียิ่งขึ้น	4.17	0.66	มาก
7	ในการทดลองส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยช่วยกระตุ้นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อแก้ปัญหาในห้องปฏิบัติการ	4.03	0.68	มาก
8	ในการทดลอง นักเรียนคิดว่า นักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลอง (practical skill) ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.00	0.65	มาก
9	ในการทดลอง ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์	4.17	0.71	มาก
10	ในระหว่างที่ทำการทดลอง ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในกลุ่ม	4.21	0.82	มาก
11	นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเองอย่างมีความสุข	4.28	0.65	มาก
	ด้านการจัดกิจกรรม POE	4.34	0.37	มาก

ตารางที่ 4.6 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกในแต่ละประเด็น (ต่อ)

ข้อที่	รายการประเมิน	คะแนน	ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบน	ระดับความพึงพอใจ
12	การเรียนรู้เรื่องของไหล กิจกรรม ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ทำให้เข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดีขึ้น	4.17	0.60	มาก
13	ในการทดลอง นักเรียนมีความเพลิดเพลินกับกิจกรรม ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE)	4.24	0.69	มาก
14	ในการทดลอง นักเรียนคิดว่า การใช้ใบกิจกรรม POE เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการทำนายผลการทดลอง	4.48	0.51	มาก
15	ในการทดลอง นักเรียนพยายามทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง <u>สิ่งที่ทำนายกับ</u> <u>สิ่งที่ได้จากการสังเกต</u> ของนักเรียน	4.24	0.69	มาก
16	ในการทดลอง นักเรียนคิดว่า การใช้ใบกิจกรรม POE เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	4.55	0.51	มากที่สุด
รวม		4.30	0.37	มาก

จากตารางที่ 4.6 พบว่านักเรียนที่ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียน โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกเรื่องกลศาสตร์ของไหลเมื่อพิจารณาแยกในแต่ละด้านนักเรียนส่วนใหญ่พึงพอใจในด้านผู้สอนอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$) รองลงมาคือด้านชุดการทดลองราคาถูก ($\bar{X} = 4.34$) และด้านการสอนแบบ POE ($\bar{X} = 3.55$) ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนพึงพอใจมากในทุกรายการและในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับพึงพอใจมากและ ($\bar{X} = 4.30$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (ธนานุช ดุจจานุทัศน์, 2554)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดการทดลองราคาถูกเรื่องกลศาสตร์ของไหล เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีข้อค้นพบคือ ถ้าสถานการณ์เปลี่ยนไปแต่ยังเป็นแนวคิดเดิม นักเรียนจะไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีอยู่ในการตอบปัญหาได้ และจากการวิจัยสามารถสรุปผลการวิจัยแยกเป็น 4 ประเด็น ดังนี้

5.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไหล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไหล ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 ความก้าวหน้าทางการเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไหล

5.2.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนรายแนวคิดย่อย เรื่องกลศาสตร์ของไหล หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก พบว่าคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยของแต่ละเนื้อหาย่อย พบว่า เรื่องความหนาแน่น มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.55 จัดอยู่ในระดับ medium gain รองลงมาคือ เรื่องหลักของอาร์คิมิดีส มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 และ เรื่องแบร์นูลลี มีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 ส่วนเนื้อหาที่ได้คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ เรื่องแรงลอยตัว มีคะแนนเท่ากับ 0.18 ซึ่งในภาพรวมจะเห็นได้ว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายชั้นเพิ่มขึ้นโดยมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.30 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ medium gain

5.2.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยรายข้อ พบว่าคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนมีแนวโน้มเหมือนกัน โดยสามารถแบ่งระดับความก้าวหน้าออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่ ข้อสอบที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ medium gain มีทั้งหมด 7 ข้อ ได้แก่ ข้อ 3, 4, 6, 7, 9, 13 และ 14 และข้อสอบที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ low gain มีทั้งหมด 8 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 2, 5, 8, 10, 11, 12 และ 15 โดยข้อที่มีคะแนน ความก้าวหน้าเฉลี่ยมากที่สุด คือ ข้อที่ 6 โดยมีค่าเท่ากับ 0.63 และข้อที่มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ข้อที่ 15 โดยมีค่าเท่ากับ 0.17

5.3 ความเข้าใจแนวคิด เรื่องกลศาสตร์ของไหล

5.3.1 ความเข้าใจแนวคิดระหว่างทำการทดลองแบบการสาธิต เรื่องกลศาสตร์ของไหล ในชั้นทำนายพบว่าคำตอบและคำอธิบายมีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน โดยร้อยละของคะแนนก่อนเรียน สถานการณ์ที่ 2 นักเรียนตอบถูกมากที่สุด และสถานการณ์ที่นักเรียนตอบผิดมากที่สุด คือสถานการณ์ที่ 3 ซึ่งเป็นสถานการณ์เรื่องความหนาแน่น แรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส

5.3.2 ความเข้าใจแนวคิดก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกรายชื่อ พบว่าหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลอง นักเรียนมีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องมากขึ้น และจำนวนนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดที่คลาดเคลื่อนลดลง

5.3.3 ความเข้าใจแนวคิดก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกรายแนวคิดย่อย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์เรื่องกลศาสตร์ของไหลในทุกแนวคิดย่อยให้สอดคล้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีเพียงนักเรียนบางส่วนเท่านั้นที่หลังการจัดการเรียนรู้ยังมีความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนโดยเฉพาะแนวคิดเรื่องความหนาแน่น

5.4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้

ความพึงพอใจของนักเรียนทั้งชั้นต่อการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่องกลศาสตร์ของไหลหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกรายชื่อ พบว่าอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

5.5 ข้อเสนอแนะ

ควรให้นักเรียนได้ทำการทดลองเพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่องของความสัมพันธ์ของปริมาตร มวลและความหนาแน่น รวมถึงแนวคิดเกี่ยวกับแรงที่ของเหลวกระทำกับวัตถุส่วนที่จมที่ระดับความลึกแตกต่างกัน ก่อนที่เรียนในหัวข้อต่อไปของกลศาสตร์ของไหล

เนื่องจากชุดการทดลองที่สร้างขึ้นนี้ เป็นการทดลองในสถานการณ์ง่าย ๆ เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจในหลักการพื้นฐานเบื้องต้น ดังนั้นหากต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจในระดับที่ยากขึ้น ควรมีการพัฒนาชุดการทดลองให้มีสถานการณ์ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- เกียรติมณี บำรุงไร่. การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบ Predict–Observe–Explain
(POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- ขวัญชนก กัญหาทอง. ตัวแทนความคิดเรื่อง สมบัติเชิงกลของของไหล ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนของรายวิชา
ฟิสิกส์ โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- ชาญชัย ทำสะอาด. “การใช้เทคนิค POE เพื่อเพิ่มความเข้าใจเรื่องไฟฟ้าและแม่เหล็ก”, วารสาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภาคเหนือ. 3(3): 9-15; กันยายน - ธันวาคม, 2553.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษา : หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
วัฒนาพานิช, 2526.
- ธนาบุช ดุจจันทน์. การพัฒนาชุดการทดลองการเคลื่อนที่แบบหมุน เรื่อง ทอร์กและโมเมนต์
ความเฉื่อยเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาฟิสิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญา
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- นุจรี มณีจันทร์. การพัฒนาชุดการทดลองการหักเหของแสง เรื่อง ลึกลับจริงลึกลับปรากฏ เพื่อพัฒนา
ชุดการทดลองและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2553.
- ปิยะ เกียนประโคน. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง โมเมนต์แม่เหล็กคู่ควบ
โดยชุดการทดลองแกลแวนอมิเตอร์อย่างง่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
มหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- มาฆะ ทองมูล. การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสงโดย
ใช้ชุดการทดลองอย่างง่าย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต:
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.
- รุ่งโรจน์ โคตรนารา. การพัฒนามโนคติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เสียง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบ PREDICT–OBSERVE–EXPLAIN (POE).
วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2555.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ศรินภา ภาคภูมิ. การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธี PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.
- ศักดิ์ชาย สิงห์ทอง. “การใช้ชุดปฏิบัติการของไหลเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน”, ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12. น.1454-1462. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554.
- สงกรานต์ มูลศรีแก้ว. “ตัวแทนความคิดเรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย”, ใน การประชุมวิชาการเสนอผลงานระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 11. น.1191-1200. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- สุนิษา ชายใหม่. “การแสดงสาริตทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิดเรื่องของไหล”, ใน การประชุมวิชาการ มอว. วิจัย ครั้งที่ 5. น.221-227. อุบลราชธานี: โรงแรมสุนีย์แกรนด์, 2554.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย และคณะ. “การประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน”, วารสาร มฉก.วิชาการ. 11(21): 86-94; กรกฎาคม-ธันวาคม, 2550.
- Jelena Radovanovic and Josip Slisko. “Approximate Value of Buoyant Force: A Water-Filled Balloon Demonstration”, *The Physics Teacher*. 50: 428; July, 2012.
- Mungsing W. Student s’ Alternative Conceptions about Genetics and The Use of Teaching Strategies for Conceptual Change. Doctor’s Thesis: The University of Alberta, 1993.

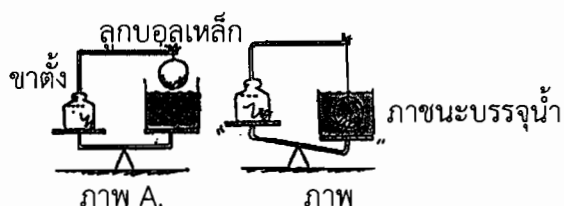
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล

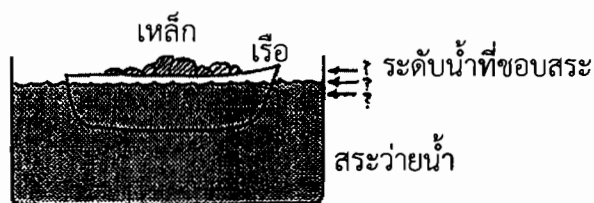
แบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล

1. น้ำหนักของชาตั้งที่มีลูกบอลเหล็กห้อยอยู่มีค่าเท่ากับน้ำหนักของภาชนะที่บรรจุน้ำ ดังภาพ A (ระบบอยู่ในสภาวะสมดุล) ต่อมาหย่อนลูกบอลเหล็กลงไปใต้น้ำทำให้ระบบเสียสมดุล ดังภาพ B ถ้าต้องการให้ระบบอยู่ในสภาวะสมดุล ต้องเติมน้ำหนักทางด้านชาตั้งที่มีลูกบอลห้อยอยู่เป็นกี่เท่าของน้ำหนักที่เสียไป



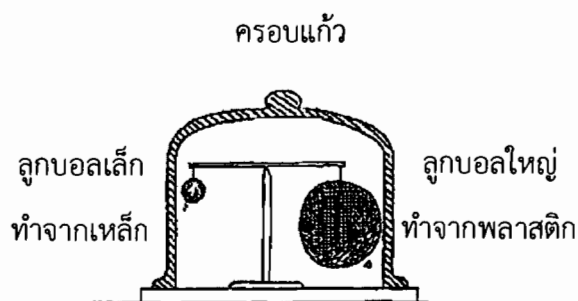
1. 1/2 เท่า
2. 1 เท่า
3. 2 เท่า
4. มากกว่า 2 เท่า

2. เรือบรรทุกเหล็กกำลังลอยอยู่ในสระว่ายน้ำดังรูป ถ้าโยนเหล็กลงในสระว่ายน้ำระดับน้ำที่ขอบสระจะเป็นอย่างไร



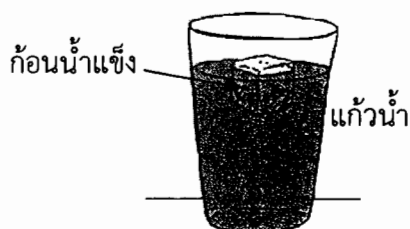
1. เพิ่มขึ้น
2. ลดลง
3. ไม่เปลี่ยนแปลง
4. สรุปไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

3. จากภาพในสภาพที่มีอากาศ ลูกบอลเล็กที่ทำจากเหล็กจะมีน้ำหนักเท่ากับลูกบอลใหญ่ที่ทำจากพลาสติก ถ้าสูบเอาอากาศออก ลูกบอลใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



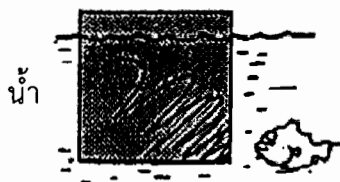
1. ลูกยกสูงขึ้น
2. ลดต่ำลง
3. ไม่เปลี่ยนแปลง
4. สรุปไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

4. นักบินอวกาศเมื่อยืนอยู่บนโลก พบว่าถ้าใส่น้ำแข็งลงไปใแก้วน้ำ น้ำแข็งจะจมลง $9/10$ ของปริมาตรทั้งหมด ถ้าหากเขาเปลี่ยนจากยืนอยู่บนโลกเป็นดวงจันทร์ ก้อนน้ำแข็งที่อยู่ในแก้วน้ำจะเป็นอย่างไร



1. ไม่เปลี่ยนแปลง
2. จมลงน้อยกว่า $9/10$ ของปริมาตรทั้งหมด
3. จมลงมากกว่า $9/10$ ของปริมาตรทั้งหมด
4. สรุปไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

5. ก่อ่งไม้กำลังลอยอยู่ในน้ำดังรูป ความหนาแน่นของก่่งไม้มีค่าเท่าใด
ก่่งไม้

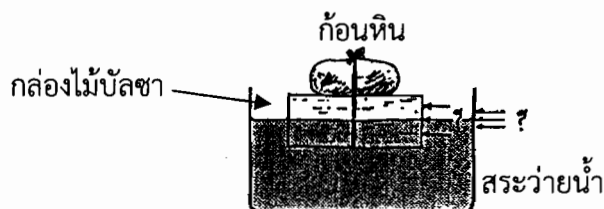


1. มากกว่าความหนาแน่นของน้ำ
 2. เท่ากับความหนาแน่นของน้ำ
 3. น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความหนาแน่นของน้ำ
 4. มากกว่าครึ่งหนึ่งของความหนาแน่นของน้ำ
- 6.



เรือสินค้ากำลังแล่นอยู่ในทะเล ดังรูป เมื่อเปรียบเทียบระหว่างตอนที่เรือสินค้าไม่ได้บรรทุกอะไรเลยกับตอนที่เรือสินค้าบรรทุกทุกโพมเต็มลำ เรือจะลอยสูงขึ้นหรือจมลงไปมากกว่าเดิม

1. จมลงไปมากกว่าเดิม
 2. เท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง
 3. ลอยสูงขึ้นกว่าเดิม
 4. สรุปไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ
7. ก้อนหินผูกติดกับก่่งไม้บัลซาลอยอยู่ในน้ำ โดยที่ก่่งจมลงไปใต้น้ำครึ่งหนึ่งดังรูป ถ้ากลับด้านของก่่งให้ก้อนหินอยู่ข้างล่างและจมลงไปใต้น้ำ ส่วนที่จมลงไปใต้น้ำของก่่งจะเป็นอย่างไร

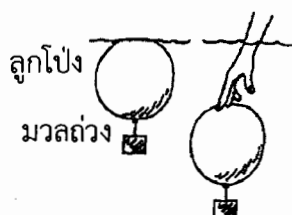


1. น้อยกว่าครึ่งหนึ่ง
2. ครึ่งหนึ่งพอดี
3. มากกว่าครึ่งหนึ่ง
4. สรุบไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

8. จากข้อ 7 ระดับน้ำที่ขอบสระจะเป็นอย่างไร

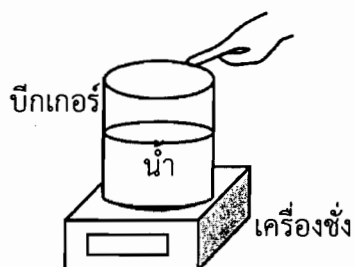
1. เพิ่มขึ้น
2. ลดลง
3. เท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง
4. สรุบไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

9. พิจารณาลูกโป่ง ภายในบรรจุอากาศ ใช้มวลด่วงเพื่อให้จมน้ำมิดพอดี นั่นคือความหนาแน่นโดยรวมของลูกโป่งและมวลด่วงซึ่งมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของน้ำพอดีดังรูป ถ้าใช้มือกดลูกโป่งให้จมลงไปใต้น้ำแล้วปล่อยมือ ลูกโป่งจะเป็นอย่างไร



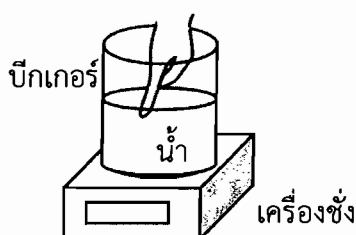
1. จมลง
2. ลอยขึ้นมาอยู่ที่ผิวน้ำดังเดิม
3. อยู่นิ่งที่ระดับความลึกที่กดลง
4. สรุบไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

10. เติมน้ำลงในบีกเกอร์ แล้ววางบนเครื่องชั่งดิจิตอล ปรากฏว่าเครื่องชั่งอ่านค่าน้ำหนักได้ค่าหนึ่ง ถ้าใช้นิ้วกดลงบนขอบบีกเกอร์ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร



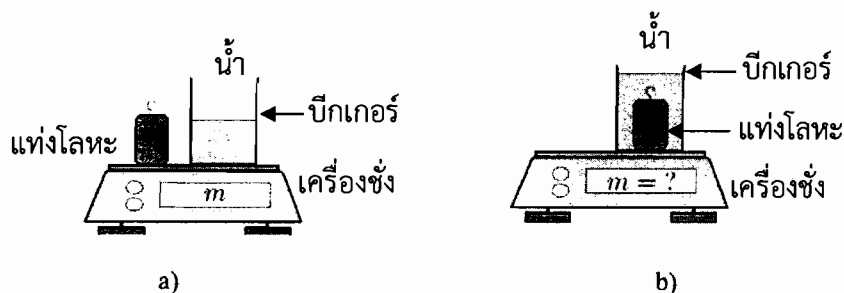
1. เพิ่มขึ้น
2. ลดลง
3. เท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง
4. สรุบไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

11. เติมน้ำลงในบีกเกอร์ แล้ววางบนเครื่องชั่งดิจิตอล ปรากฏว่าเครื่องชั่งอ่านค่าน้ำหนักได้ค่าหนึ่ง ถ้าใช้น้ำจุ่มลงในน้ำในบีกเกอร์ ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร



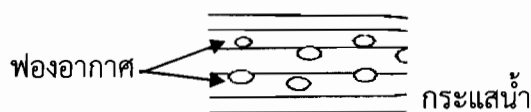
1. เพิ่มขึ้น
2. ลดลง
3. เท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง
4. สรุบไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

12. รูป a บีกเกอร์บรรจุน้ำและแท่งโลหะวางบนเครื่องชั่งดิจิตอล ปรากฏว่าเครื่องชั่งอ่านค่าน้ำหนักได้ค่าหนึ่ง ถ้านำแท่งโลหะจุ่มลงในน้ำในบีกเกอร์ ระดับน้ำในบีกเกอร์จะสูงขึ้นดังรูป b ค่าที่อ่านได้จากเครื่องชั่งจะเป็นอย่างไร

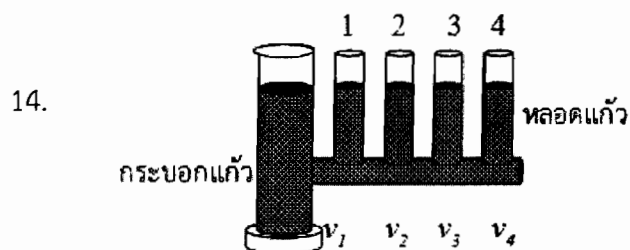


1. เท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง
2. มากกว่าเดิม
3. น้อยกว่าเดิม
4. สรุบไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ

13. มีฟองอากาศไหลไปกับน้ำภายในท่อ เมื่อถึงบริเวณที่ท่อมีขนาดเล็กลงความเร็วของน้ำจะเพิ่มขึ้น ฟองอากาศที่ไหลไปกับน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร



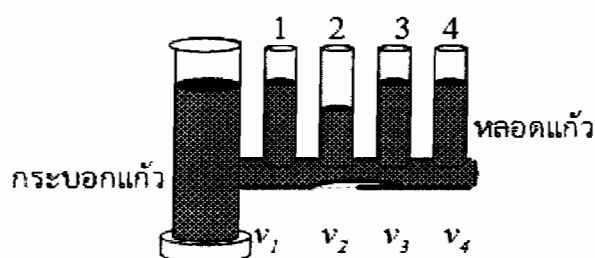
1. มีขนาดใหญ่ขึ้น
2. มีขนาดเล็กลง
3. มีขนาดเท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลง
4. สรุปไม่ได้เนื่องจากข้อมูลไม่เพียงพอ



ของไหลในหลอดแก้ว 4 หลอดที่ต่อถึงกัน และต่อกับกระบอกแก้ว ดังรูป ของไหลได้ไหลออกจากหลอดแก้ว 1, 2, 3 และ 4 ไหลไปทางขวามือ ให้อัตราเร็วเป็น v_1 , v_2 , v_3 และ v_4 ตามลำดับ อัตราเร็วของของไหลเป็นอย่างไร

1. $v_1 > v_2 > v_3 > v_4$
2. $v_1 < v_2 < v_3 < v_4$
3. $v_1 = v_2 < v_3 = v_4$
4. $v_1 = v_2 = v_3 = v_4$

15.



ของไหลในหลอดแก้ว 4 หลอดที่ต่อถึงกัน และต่อกับกระบอกแก้ว ดังรูป ของไหลได้ หลอดแก้ว 1, 2, 3 และ 4 ไหลไปทางขวามือ ให้อัตราเร็วเป็น v_1 , v_2 , v_3 และ v_4 ตามลำดับ ความดันในของไหลได้หลอดแก้วเป็นอย่างไร

1. หลอด $1 > 2 > 3 > 4$
2. หลอด $1 < 2 < 3 < 4$
3. หลอด $1 = 3 = 4 < 2$
4. หลอด $1 = 3 = 4 > 2$

เฉลยแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ของไหล

ข้อที่ 1 ตอบ 3.

ข้อที่ 2 ตอบ 2.

ข้อที่ 3 ตอบ 2.

ข้อที่ 4 ตอบ 1.

ข้อที่ 5 ตอบ 4.

ข้อที่ 6 ตอบ 1.

ข้อที่ 7 ตอบ 1.

ข้อที่ 8 ตอบ 3.

ข้อที่ 9 ตอบ 1.

ข้อที่ 10 ตอบ 1.

ข้อที่ 11 ตอบ 1.

ข้อที่ 12 ตอบ 1.

ข้อที่ 13 ตอบ 1.

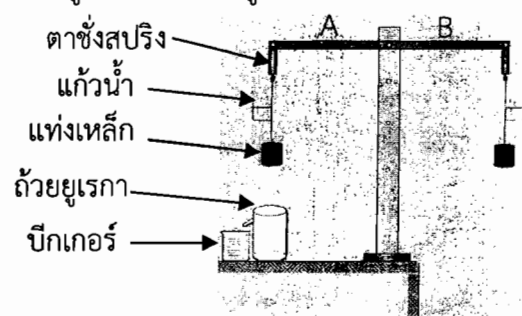
ข้อที่ 14 ตอบ 4.

ข้อที่ 15 ตอบ 4.

ภาคผนวก ข
ใบบันทึกการเรียนรู้ (work sheet)

สถานการณ์ 1

คานสามารถหมุนได้อย่างอิสระ ที่ปลายทั้งสองของคานฝั่ง A และคานฝั่ง B แขนวนตาชั่งสปริง แก้วน้ำและแท่งเหล็กที่มีขนาดและมวลเท่ากัน พบว่าคานอยู่ในภาวะสมดุล และตาชั่งสปริงอ่านค่าได้ค่าหนึ่ง โดยมีถ้วยยูเรกาที่บรรจุน้ำจนเต็มวางอยู่ด้านล่างของคานฝั่ง A ซึ่งมีบีกเกอร์เปล่าวางอยู่ที่พวยของถ้วยยูเรกา



ตาชั่งสปริง

ก่อนจุ่ม

คานฝั่ง A ค่าที่อ่านได้.....N

คานฝั่ง B ค่าที่อ่านได้.....N

หลังจุ่ม

คานฝั่ง A ค่าที่อ่านได้.....N

คานฝั่ง B ค่าที่อ่านได้.....N

คำถาม

ถ้าค่อยๆลดระดับความสูงของคานลง จนแท่งเหล็กที่อยู่ฝั่ง A จมลงไปจนมิดในน้ำที่อยู่ในถ้วยยูเรกา คานและน้ำในถ้วยยูเรกา และค่าที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

	คาน	ระดับน้ำในถ้วยยูเรกา	ค่าที่ตาชั่งสปริง A อ่านค่าได้
ก.	A สูงกว่า B	สูงขึ้นแต่ยังไม่ล้นออก	น้อยลง
ข.	A ต่ำกว่า B	สูงขึ้นแต่ยังไม่ล้นออก	น้อยลง
ค.	A สูงกว่า B	ล้นออกมายังบีกเกอร์	น้อยลง
ง.	A ต่ำกว่า B	ล้นออกมายังบีกเกอร์	มากขึ้น
จ.	A และ B ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
ฉ.	A และ B ไม่เปลี่ยนแปลง	สูงขึ้นแต่ยังไม่ล้นออก	น้อยลง
ช.	A และ B ไม่เปลี่ยนแปลง	ล้นออกมายังบีกเกอร์	มากขึ้น
ซ.	.....	.....	.....

อธิบายเหตุผล.....

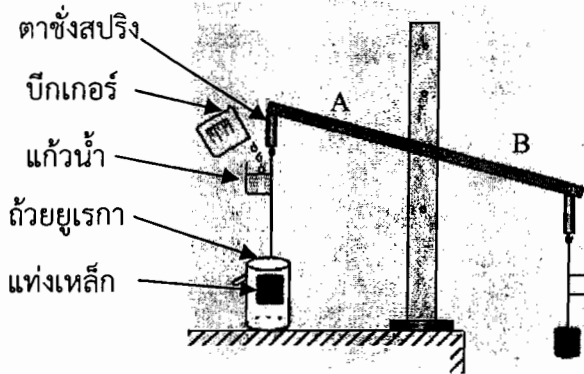
Observation

.....

Explanation

.....

สถานการณ์ 2



ตาชั่งสปริง

ก่อนเทน้ำ
 คานฝั่ง A ค่าที่อ่านได้.....N
 คานฝั่ง B ค่าที่อ่านได้.....N

หลังเทน้ำ
 คานฝั่ง A ค่าที่อ่านได้.....N
 คานฝั่ง B ค่าที่อ่านได้.....N
 น้ำหนักของน้ำที่เท.....N (หาจาก $W=mg$)

คำถาม

จากสถานการณ์ที่ 1 ถ้าเทน้ำจากบีกเกอร์ลงในแก้วน้ำฝั่งคาน A คานและน้ำในถ้วยยูเรกา และค่าที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

	คาน	ระดับน้ำในถ้วยยูเรกา	ค่าที่ตาชั่งสปริง A อ่านค่าได้
ก.	A สูงกว่า B	ไม่เปลี่ยนแปลง	มากขึ้น
ข.	A ต่ำกว่า B	ไม่เปลี่ยนแปลง	มากขึ้น
ค.	A สูงกว่า B	ล้นออกมายังบีกเกอร์	มากขึ้น
ง.	A ต่ำกว่า B	ล้นออกมายังบีกเกอร์	มากขึ้น
จ.	A และ B สมดุล	ไม่เปลี่ยนแปลง	มากขึ้น
ฉ.	A และ B สมดุล	ล้นออกมายังบีกเกอร์	มากขึ้น
ช.	.....	.....	.....

อธิบายเหตุผล

.....

Observation

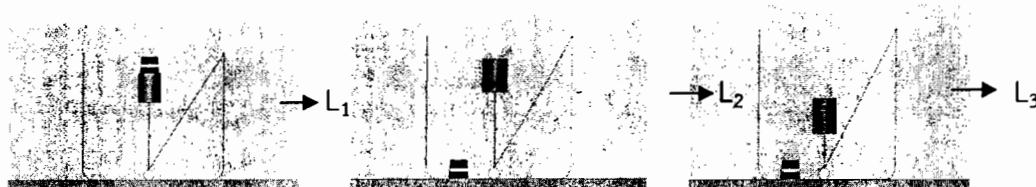
.....

Explanation

.....

สถานการณ์ 3

มีลิงกับจระเข้เป็นเพื่อนรักกัน วันหนึ่งลิงอยากจะลงเล่นน้ำในสระที่จระเข้อาศัยอยู่ แต่ตัวเองว่ายน้ำไม่เป็นจระเข้จึงอาสาพาลิงลงไปในสระน้ำ โดยให้ลิงนั่งบนหลังของตน กำหนดให้ระดับน้ำที่ขอบสระเป็น L_1 เมื่อจระเข้ว่ายน้ำไปถึงกลางสระ ปรากฏว่าลิงได้พลัดตกจากหลังจระเข้และจมลงไปใต้น้ำ ให้ระดับน้ำที่ขอบสระตอนนี้เป็น L_2 หลังจากนั้นจระเข้จึงดำน้ำลงไปเพื่อช่วยลิง ให้ระดับน้ำที่ขอบสระตอนนี้เป็น L_3



คำถาม

ระดับน้ำที่ขอบสระ L_1 , L_2 และ L_3 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

Prediction

- ก. $L_1 = L_2 = L_3$
- ข. $L_1 < L_2 < L_3$
- ค. $L_1 > L_2 > L_3$
- ง. $L_3 < L_1 < L_2$
- จ. $L_3 > L_1 > L_2$
- ฉ. (เขียนคำตอบเอง)

อธิบายเหตุผล

.....

.....

Observation

.....

.....

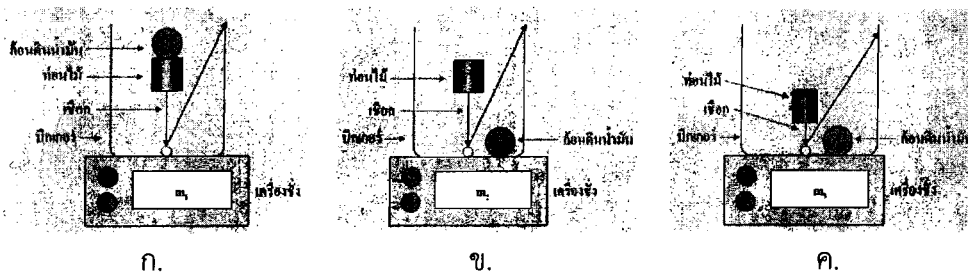
Explanation

.....

.....

สถานการณ์ 4

ก้อนดินน้ำมันวางบนท่อนไม้เบา ลอยน้ำอยู่ในบีกเกอร์และถูกดึงด้วยเชือกดังรูป ก. ถ้าบีกเกอร์นี้วางบนเครื่องชั่งดิจิตอล ปรากฏว่าเครื่องชั่งอ่านค่าน้ำหนักได้ m_1 ต่อมาก้อนดินน้ำมันตกลงไปในน้ำดังรูป ข. เครื่องชั่งอ่านค่าน้ำหนักได้ m_2 หลังจากนั้นดึงเชือกเพื่อให้ท่อนไม้จมลงไปใต้น้ำดังรูป ค. เครื่องชั่งอ่านค่าน้ำหนักได้ m_3



คำถาม

ค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากเครื่องชั่ง m_1 , m_2 และ m_3 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

Prediction

- ก. $m_1 = m_2 = m_3$
 ข. $m_1 < m_2 < m_3$
 ค. $m_1 > m_2 > m_3$
 ง. $m_3 < m_1 < m_2$
 จ. $m_3 > m_1 > m_2$
 ฉ. (เขียนคำตอบเอง)

อธิบายเหตุผล

.....

Observation

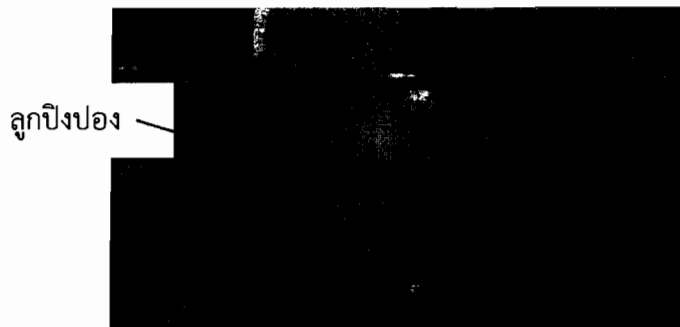
.....

Explanation

.....

สถานการณ์ 5

ลูกปิงปอง 2 ลูก ถูกแขวนด้วยเชือกเบา โดยลูกปิงปองอยู่สูงระดับเดียวกันและห่างกันเพียงเล็กน้อย



คำถาม

ถ้าเป่าลมเข้าด้านหลัง ระหว่างลูกปิงปองทั้ง 2 ลูกปิงปองจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

- ก. แยกออกจากกัน
- ข. หุบเข้าหากัน
- ค. หาทิศทางที่แน่ชัดไม่ได้

อธิบายเหตุผล

.....

Observation

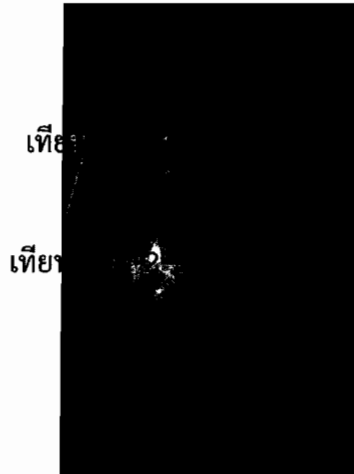
.....

Explanation

.....

สถานการณ์ 6

ท่ออันหนึ่ง ปลายด้านหนึ่งมีขนาดใหญ่ ส่วนปลายอีกข้างมีขนาดเล็ก โดยท่อทั้งสองต่อท่อขนาดเล็ก ที่มีขนาดและความยาวเท่ากันยื่นออกมาด้านข้าง และมีเทียนไขอยู่ที่ปลายท่อ



คำถาม

ถ้าเป่าลมเข้าทางด้านท่อใหญ่ และออกทางท่อเล็ก เปลวเทียนเล่มที่ 1 และเล่มที่ 2 จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

- ก. เปลวเทียนเล่มที่ 1 เบนเข้าหาท่อ ส่วนเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนออกจากท่อ
- ข. เปลวเทียนเล่มที่ 1 เบนออกจากท่อ ส่วนเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนเข้าหาท่อ
- ค. เปลวเทียนเล่มที่ 1 และเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนออกจากท่อ
- ง. เปลวเทียนเล่มที่ 1 และเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนเข้าหาท่อ
- จ. (เขียนคำตอบเอง)

อธิบายเหตุผล

.....

Observation

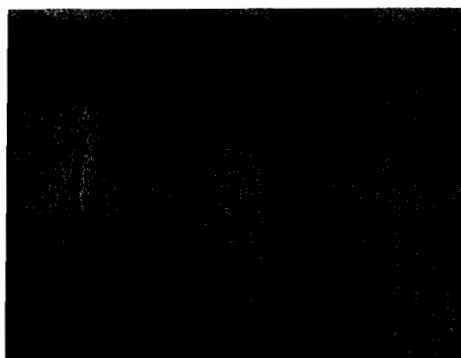
.....

Explanation

.....

สถานการณ์ 7

ท่ออันหนึ่ง ปลายด้านหนึ่งมีขนาดใหญ่ ส่วนปลายอีกข้างมีขนาดเล็ก และท่อทั้งสองเจาะรูให้มีขนาดเท่ากัน แล้วต่อเข้าหากันด้วยสายยางที่บรรจุน้ำดังรูป โดยให้ระดับน้ำฝั่งท่อใหญ่เป็น L_1 และฝั่งท่อเล็กเป็น L_2



คำถาม

ถ้าเป่าลมเข้าทางด้านท่อใหญ่ และออกทางท่อเล็ก ระดับน้ำ L_1 และ L_2 จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

- ก. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
- ข. L_1 ลดต่ำลง ส่วน L_2 สูงขึ้น
- ค. L_1 สูงขึ้น ส่วน L_2 ลดต่ำลง
- ง. L_1 และ L_2 ลดต่ำลง
- จ. L_1 และ L_2 สูงขึ้น
- ฉ. (เขียนคำตอบเอง)

อธิบายเหตุผล

.....

.....

Observation

.....

.....

Explanation

.....

.....

ภาคผนวก ค
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ของไหล
สอนครั้งที่ 1 เรื่องแรงลอยตัว

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
เวลา 32 ชั่วโมง
เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน : มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

2. สาระสำคัญ

การที่วัตถุจะลอยหรือจะจมในของเหลวปริมาณหนึ่งที่เกี่ยวข้อง คือ ความหนาแน่นของวัตถุและความหนาแน่นของของเหลว โดยที่ ความหนาแน่นวัตถุ น้อยกว่าความหนาแน่นของของเหลว วัตถุจะลอย ในของเหลว แต่ถ้าเท่ากับความหนาแน่นของของเหลว วัตถุจะลอยปริ่มในของเหลว และถ้าความหนาแน่นวัตถุมากกว่าความหนาแน่นของของเหลว วัตถุจะจม ในของเหลว

แรงลอยตัว (Buoyant force) เป็นแรงที่ของไหล (ของเหลว/ก๊าซ) กระทำต่อวัตถุใดๆ ที่จมทั้งก้อนหรือบางส่วนในของไหลนั้น มีทิศทางขึ้นในแนวตั้ง ซึ่งแรงลอยตัวมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมอยู่ในของเหลว

3. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 3.1 ความสามารถในการคิด
- 3.2 ความสามารถในการแก้ปัญหา

4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 4.1 ซื่อสัตย์สุจริต
- 4.2 มีวินัย
- 4.3 ใฝ่เรียนรู้
- 4.4 มุ่งมั่นในการทำงาน
- 4.5 มีจิตสาธารณะ

5. ผลการเรียนรู้

5.1 ทดลองและอธิบายเกี่ยวกับแรงลอยตัวและกฎของอาร์คิมิดีส พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้อง

6. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 6.1 อธิบายเกี่ยวกับแรงลอยตัวได้ (K)
- 6.2 ทดลองเกี่ยวกับแรงลอยตัวได้ (P)
- 6.3 คำนวณหาปริมาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแรงลอยตัวได้ (P)
- 6.4 มีจิตวิทยาศาสตร์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (A)

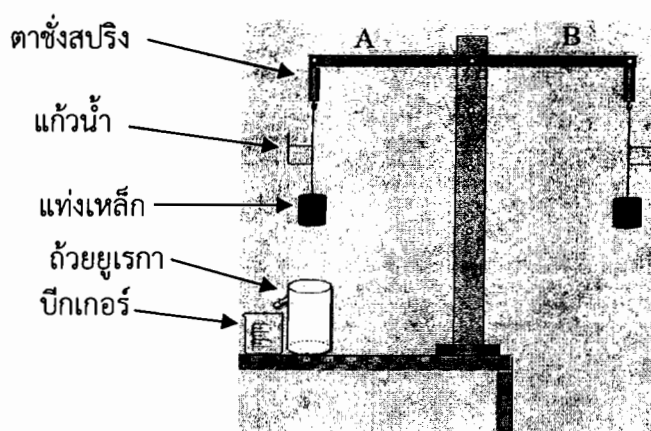
7. กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ POE

- ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 8 กลุ่มๆละ 4 คน

7.1 ขั้นการทำนาย (Predict) (P)

ครูอธิบายอุปกรณ์และกำหนดสถานการณ์ต่อไปนี้

คานสามารถหมุนได้อย่างอิสระ ที่ปลายทั้งสองของคานฝั่ง A และคานฝั่ง B แขนด้วยตาชั่งสปริง แก้วน้ำ และแท่งเหล็กที่มีมวลและขนาดเท่ากัน พบว่าคานอยู่ในภาวะสมดุล และตาชั่งสปริงอ่านค่าได้ค่าหนึ่ง โดยมีถ้วยยูเรกาที่บรรจุน้ำจนเต็มวางอยู่ด้านล่างของคานฝั่ง A ซึ่งมีบีกเกอร์เปล่าวางอยู่ที่พวยของถ้วยยูเรกา



ให้นักเรียนสังเกต อภิปรายและทำนายโดยครูใช้คำถามดังนี้

สถานการณ์ 1 : ถ้าค่อย ๆ ลดระดับความสูงของคานลงจนแท่งเหล็กที่อยู่ฝั่ง A จมลงไปจนมิดในน้ำที่อยู่ในถ้วยยูเรกา

- จากสถานการณ์ข้างต้นจงตอบคำถามต่อไปนี้

1. คานมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
2. น้ำในถ้วยยูเรกามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
3. จงเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงทั้งฝั่ง A และ B

สถานการณ์ 2 : (ต่อเนื่องจากสถานการณ์ 1) ถ้าเทน้ำจากบีกเกอร์ลงในแก้วน้ำฝั่งคาน A - จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. คานมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
2. น้ำในถ้วยยูเรกามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร
3. จงเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงทั้งฝั่ง A และ B

7.2 ขั้นการสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล (Observe) (O)

1. ครูอธิบายอุปกรณ์และนักเรียนทำนายผลที่เกิดขึ้นตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ และให้อธิบายเหตุผลที่ตอบ ลงในใบบันทึก
2. ครูให้ตัวแทนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของกลุ่ม พร้อมทั้งให้เหตุผลที่ตอบ
3. ครูให้นักเรียนทำการทดลองตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยการส่งตัวแทนนักเรียนออกมาเป็นผู้สาธิต สังเกตผลที่เกิดขึ้น

7.3 ขั้นอธิบาย (Explain) (E)

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปราย จนได้ข้อสรุปดังต่อไปนี้

เมื่อวัตถุจุ่มลงไปใต้น้ำจะมีแรงลอยตัวช่วยพยุงแท่งเหล็กเอาไว้ ทำให้แท่งเหล็กมีน้ำหนักเบากว่าตอนที่อยู่บนอากาศ ตาชั่งสปริงจึงอ่านค่าได้น้อยลง แรงดึงลงที่คานฝั่ง A จึงมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับคานฝั่ง B ซึ่งมีแรงดึงลงมากกว่าจึงทำให้คานฝั่งคานฝั่ง A อยู่สูงกว่าคานฝั่ง B และแท่งเหล็กเมื่อจุ่มลงไปใต้น้ำ น้ำจะถูกแทนที่เท่ากับปริมาตรของแท่งเหล็ก เนื่องจากน้ำเต็มถ้วยยูเรกาพอดี ปริมาตรของน้ำที่ถูกแทนที่จึงล้นออกมายังบีกเกอร์ ดังนั้นคานฝั่ง A สูงกว่าคานฝั่ง B น้ำในถ้วยยูเรกา ล้นออกมายังบีกเกอร์ ตาชั่งสปริงอ่านค่าได้น้อยลง

ถ้าเทน้ำจากบีกเกอร์ลงในแก้วน้ำฝั่งคาน A คานฝั่ง A และฝั่ง B จะสมดุล ระดับน้ำในถ้วยยูเรกาเท่าเดิม ตาชั่งสปริงอ่านค่าได้มากขึ้น เพราะปริมาตรของน้ำที่ล้นออกมายังบีกเกอร์มีน้ำหนักเท่ากับน้ำหนักของแท่งเหล็กที่หายไป เมื่อเทน้ำจากบีกเกอร์ลงในแก้วน้ำ แรงดึงลงที่คานฝั่ง A จึงมีค่ามากขึ้น ตาชั่งสปริงจึงอ่านค่าได้มากขึ้นและมีแรงดึงลงเท่ากับคานฝั่ง B จึงทำให้คานฝั่ง A และฝั่ง B สมดุลต่อกัน เมื่อแท่งเหล็กจุ่มลงไปใต้น้ำจนมิดแล้ว น้ำจะไม่ได้ถูกแทนที่ด้วยปริมาตรใดๆอีก ปริมาณน้ำในถ้วยยูเรกาจึงมีค่าเท่าเดิมไม่มีการเปลี่ยนแปลง

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

8.1 หนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 5 ของ สสวท.

8.2 ชุดการทดลอง เรื่องแรงลอยตัว

8.3 ใบบันทึกกิจกรรม

9. การวัดและประเมินผล

การวัดผลประเมินผลด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	การทดสอบ	แบบทดสอบ	มีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิด
2. ด้านทักษะกระบวนการ	การบันทึกกิจกรรม	ใบบันทึกกิจกรรม	อธิบายผลการทำกิจกรรมได้ถูกต้อง ร้อยละ 70
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรม ความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบบันทึกคุณลักษณะที่พึงประสงค์	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

10. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ..... ผู้สอน

(นายมานะ ชาทิมมนตรี)

ตำแหน่ง ครู อันดับ คศ. 2

ภาคผนวก ง
แบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

ต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ 3 โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกรื่องกลศาสตร์ของไหล

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง () หน้าข้อความที่ตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่าน

1. เพศ () ชาย () หญิง

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้ ใช้เพื่อสำรวจความคิดเห็น และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการทดลองราคาถูกรื่องกลศาสตร์ของไหล ในรายวิชาฟิสิกส์ 3 รหัสวิชา ว32203 กรุณาตอบแบบสอบถามให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียนมากที่สุด เกี่ยวกับสิ่งที่เกิดขึ้นในกิจกรรมนี้ โดยให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นของนักเรียน เพียงช่องเดียว/คำถาม เท่านั้น ในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้ จะไม่มีผลกระทบใดๆ ต่อนักเรียน โปรดพิจารณาคำตอบที่นักเรียนให้ข้อมูล ให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด

โดยเลือก	1	หมายถึงความพึงพอใจ	น้อยที่สุด
	2	หมายถึงความพึงพอใจ	น้อย
	3	หมายถึงความพึงพอใจ	ปานกลาง
	4	หมายถึงความพึงพอใจ	มาก
	5	หมายถึงความพึงพอใจ	มากที่สุด

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	1	2	3	4	5
วันที่	จำนวนผู้ตอบ				
1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน					
2. ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นในระหว่างเรียน					
3. ครูผู้สอนอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจน					
4. ครูตอบคำถามแก่นักเรียนได้เมื่อเกิดข้อสงสัย					

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
ด้านที่ ๕ - ชุดการทดลองราคาถูก					
5. ชุดการทดลอง เรื่องของไหล มีความน่าสนใจ					
6. ชุดการทดลอง เรื่องของไหล ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับของไหลดียิ่งขึ้น					
7. ในการทดลอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยช่วยกระตุ้นการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อแก้ปัญหาในห้องปฏิบัติการ					
8. ในการทดลอง นักเรียนคิดว่า นักเรียนมีพัฒนาการเกี่ยวกับทักษะปฏิบัติการทดลอง(practical skill) ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น					
9. ในการทดลอง ทำให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจที่จะเรียนรู้วิทยาศาสตร์					
10. ในระหว่างที่ทำการทดลอง ผู้เรียนได้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างเพื่อนในกลุ่ม					
11. นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตัวเองอย่างมีความสุข					
ด้านที่ ๖ - การเรียนรู้แบบ POE					
12. การเรียนรู้เรื่องของไหล กิจกรรม ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (POE) ทำให้เข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น					
13. ในการทดลอง นักเรียนมีความเพลิดเพลินกับกิจกรรมทำนาย-สังเกต-อธิบาย(POE)					
14. ในการทดลอง นักเรียนคิดว่า การใช้ใบกิจกรรม POE เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการทำนายผลการทดลอง					
15. ในการทดลอง นักเรียนพยายามทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่าง สิ่งที่ทำนายกับ สิ่งที่ได้จากการสังเกตของนักเรียน					
16. ในการทดลอง นักเรียนคิดว่า การใช้ใบกิจกรรม POE เป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์					

ภาคผนวก จ

คะแนนจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

ตารางที่ จ.1 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก
เรื่องกลศาสตร์ของไหล

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	9	27
2	8	20
3	8	11
4	5	20
5	8	23
6	7	22
7	7	16
8	5	15
9	5	20
10	8	27
11	4	13
12	5	7
13	7	26
14	8	12
15	7	11
16	8	29
17	9	31
18	6	30
19	5	26
20	7	15
21	7	24
22	7	15
23	6	12

ตารางที่ จ.1 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการทดลองราคาถูก
เรื่องกลศาสตร์ของไหล (ต่อ)

นักเรียนคนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
24	4	5
25	2	7
26	6	15
27	8	15
28	2	6
29	8	25
รวม	186	525
เฉลี่ย	6.41	18.10
ร้อยละ	14.25	40.23
SD	1.86	7.70

ตารางที่ จ.2 จำนวนนักเรียนที่มีการพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละข้อ

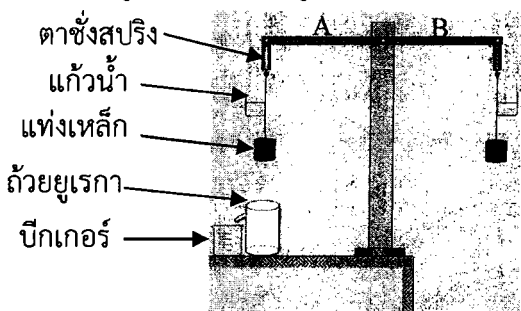
ข้อที่	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
1	8	29.57
2	15	51.72
3	19	58.62
4	23	79.31
5	16	55.17
6	21	72.41
7	14	48.28
8	15	51.72
9	15	51.72
10	12	41.38
11	16	55.17
12	15	51.72
13	10	34.48
14	22	75.86
15	10	34.48
รวม	231	52.62

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างใบบันทึกการเรียนรู้ (work sheet) ของนักเรียน

สถานการณ์ 1

คานสามารถหมุนได้อย่างอิสระ ที่ปลายทั้งสองของคานฝั่ง A และคานฝั่ง B แขนของตาชั่งสปริง แก้วน้ำและแท่งเหล็กที่มีขนาดและมวลเท่ากัน พบว่าคานอยู่ในภาวะสมดุล และตาชั่งสปริงอ่านค่าได้ค่าหนึ่ง โดยมีถ้วยยูเรกาที่บรรจุน้ำจนเต็มวางอยู่ด้านล่างของคานฝั่ง A ซึ่งมีบีกเกอร์เปล่าวางอยู่ที่พวยของถ้วยยูเรกา



ตาชั่งสปริง

ก่อนจุ่ม
 คานฝั่ง A ค่าที่อ่านได้... 1.6 ...N
 คานฝั่ง B ค่าที่อ่านได้... 1.6 ...N

หลังจุ่ม
 คานฝั่ง A ค่าที่อ่านได้... 1.2 ...N
 คานฝั่ง B ค่าที่อ่านได้... 1.6 ...N

คำถาม

ถ้าค่อยๆลดระดับความสูงของคานลง จนแท่งเหล็กที่อยู่ฝั่ง A จมลงไปในน้ำที่อยู่ในถ้วยยูเรกา คานและน้ำในถ้วยยูเรกา และค่าที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

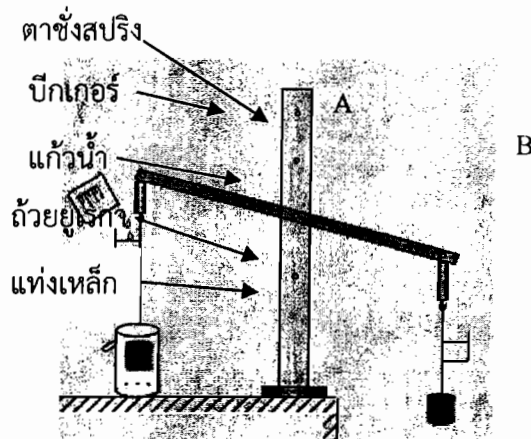
	คาน	ระดับน้ำในถ้วยยูเรกา	ค่าที่ตาชั่งสปริง A อ่านค่าได้
ก.	A สูงกว่า B	สูงขึ้นแต่ยังไม่ล้นออก	น้อยลง
ข.	A ต่ำกว่า B	สูงขึ้นแต่ยังไม่ล้นออก	น้อยลง
ค.	A สูงกว่า B	ล้นออกมาถึงบีกเกอร์	น้อยลง
ง.	A ต่ำกว่า B	ล้นออกมาถึงบีกเกอร์	มากขึ้น
จ.	A และ B ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง
ฉ.	A และ B ไม่เปลี่ยนแปลง	สูงขึ้นแต่ยังไม่ล้นออก	น้อยลง
<input checked="" type="checkbox"/>	A และ B ไม่เปลี่ยนแปลง	ล้นออกมาถึงบีกเกอร์	มากขึ้น
ช.	.....	.....	.....

อธิบายเหตุผล
 เพราะคานที่สมดุลจะยังคงสมดุล ตอนที่ในถ้วยยูเรกา น้ำล้นออกมาถึงบีกเกอร์

Observation
 คาน A สูงกว่า B น้ำในถ้วยยูเรกา ล้นออกมาถึงบีกเกอร์ ค่าที่ตาชั่งสปริง A อ่านค่าได้มากขึ้น

Explanation เมื่อวัตถุจุ่มลงในน้ำแรงลอยตัวจะขึ้น ซึ่งทำให้ น้ำที่ไหลออกไป คือน้ำที่หนักกว่า น้ำที่ไหลเข้ามา คือน้ำที่หนักกว่า น้ำที่ไหลออกไปคือน้ำที่หนักกว่า น้ำที่ไหลเข้ามาคือน้ำที่หนักกว่า น้ำที่ไหลออกไปคือน้ำที่หนักกว่า น้ำที่ไหลเข้ามาคือน้ำที่หนักกว่า

สถานการณ์ 2



ตาชั่งสปริง

ก่อนเทน้ำ

คานฝั่ง A ค่าที่อ่านได้...1.2...N

คานฝั่ง B ค่าที่อ่านได้...1.5...N

หลังเทน้ำ

คานฝั่ง A ค่าที่อ่านได้...1.5...N

คานฝั่ง B ค่าที่อ่านได้...1.5...N

น้ำหนักของน้ำที่เท...0.189...N (หาจาก $W=mg$)

คำถาม

จากสถานการณ์ที่ 1 ถ้าเทน้ำจากบีกเกอร์ลงในแก้วน้ำฝั่งคาน A คานและน้ำในถ้วยยูเรกา และค่าที่อ่านได้จากตาชั่งสปริงจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

	คาบ	ระดับน้ำในถ้วยเรกา	ค่าที่ตาซึ่งสปริง A อ่านค่าได้
ก.	A สูงกว่า B	ไม่เปลี่ยนแปลง	มากขึ้น
ข.	A ต่ำกว่า B	ไม่เปลี่ยนแปลง	มากขึ้น
ค.	A สูงกว่า B	ล้นออกมายังบีกเกอร์	มากขึ้น
ง.	A ต่ำกว่า B	ล้นออกมายังบีกเกอร์	มากขึ้น
๕	A และ B สมดุล	ไม่เปลี่ยนแปลง	มากขึ้น
ฉ.	A และ B สมดุล	ล้นออกมายังบีกเกอร์	มากขึ้น
ช.	.....	.....	.....

อธิบายเหตุผล

เพราะว่า ปรอทที่ล้นออกมาคือในแก้วที่อยู่ฝั่งคาบ A คือปรอทที่กดของเหลวนี้สูงเกินไป
 ฝั่งคาบ B มีพื้นที่ที่กดของเหลวนี้ต่ำ และของเหลวนี้ที่กดของเหลว A เริ่มที่จะไหลลงสู่ฝั่ง
 ฝั่งคาบ B ก็เลยมากขึ้นด้วย

Observation

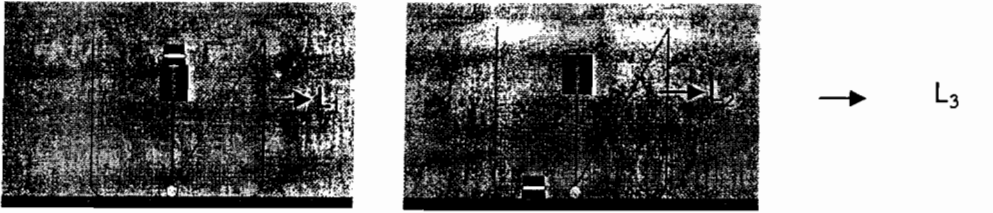
๑. คาบ A และ คาบ B สมดุล ระดับน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลง ค่าที่ตาซึ่งสปริงคาบ A เริ่มมากขึ้น

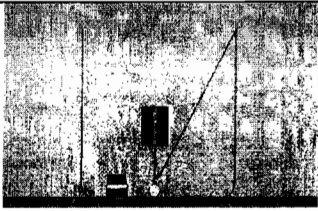
Explanation

เพราะว่า ปรอทของหน้า... ที่ล้นออกมา มีพื้นที่ที่กดของเหลวนี้มากกว่าหน้า... เมื่อหน้า
 ของคาบ A มีพื้นที่ที่กดของเหลวนี้ต่ำกว่า และเมื่อตัว A เริ่มจะล้นออกมาแล้ว ฝั่งคาบ A หรือ
 คาบ B สมดุลกัน และเมื่อที่ล้นออกมาเท่าที่มี ของของเหลวนี้ที่กดของเหลวนี้... และเมื่อของเหลว
 นี้ที่กดของเหลวนี้... หรือ เมื่อหน้าของเหลวนี้ที่กดของเหลวนี้... หรือ

สถานการณ์ 3

มีลิงกับจระเข้เป็นเพื่อนรักกัน วันหนึ่งลิงอยากจะลงเล่นน้ำในสระที่จระเข้อาศัยอยู่ แต่
 ตัวเองว่ายน้ำไม่เป็นจระเข้จึงอาสาพาลิงลงไปในสระน้ำ โดยให้ลิงนั่งบนหลังของตน กำหนดให้
 ระดับน้ำที่ขอบสระเป็น L_1 เมื่อจระเข้ว่ายน้ำไปถึงกลางสระ ปรากฏว่าลิงได้พลัดตกจากหลังจระเข้
 และจมลงไปใต้น้ำ ให้ระดับน้ำที่ขอบสระตอนนี้เป็น L_2 หลังจากนั้นจระเข้จึงดำน้ำลงไปเพื่อช่วยลิง
 ให้ระดับน้ำที่ขอบสระตอนนี้เป็น L_3





คำถาม

ระดับน้ำที่ขอบสระ L_1 , L_2 และ L_3 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

Prediction

ก. $L_1 = L_2 = L_3$

ข. $L_1 < L_2 < L_3$

ค. $L_1 > L_2 > L_3$

ง. $L_3 < L_1 < L_2$

จ. $L_3 > L_1 > L_2$

ฉ. _____ (เขียนคำตอบเอง)

อธิบายเหตุผล

มองจากระดับน้ำซึ่งเท่ากันแต่เมื่อลึกลงไปน้ำจึงใสหรือขุ่นลง L_1 จึงมากกว่า L_1
แต่พอลึกลงไประดับน้ำในสระต่างออกไป และ L_2 จึงมีขนาดเล็กกว่า

Observation

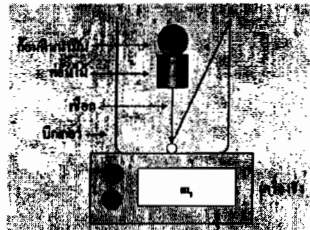
จ. $L_3 > L_1 > L_2$

Explanation

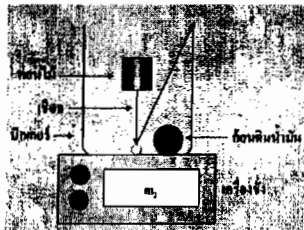
L_1 ใสกว่าโดยตลอดในน้ำที่ใสกว่าที่มองเห็นที่ลึกน้อยหรือตื้นกว่าในน้ำที่ใสกว่าที่มองเห็นที่ลึกกว่า L_2 จึงน้อยกว่า แต่พอลึกลงไปในน้ำที่ใสกว่าที่มองเห็นที่ลึกกว่าหรือตื้นกว่าที่มองเห็น L_3 จึงมีระดับน้ำที่ลึก

สถานการณ์ 4

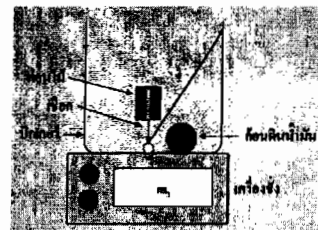
ก้อนดินน้ำมันวางบนท่อนไม้เบา ลอยน้ำอยู่ในบีกเกอร์และถูกดึงด้วยเชือกดังรูป ก. ถ้าบีกเกอร์นี้วางบนเครื่องชั่งดิจิตอล ปรากฏว่าเครื่องชั่งอ่านค่าน้ำหนักได้ m_1 ต่อมาก้อนดินน้ำมันตกลงไปในน้ำดังรูป ข. เครื่องชั่งอ่านค่าน้ำหนักได้ m_2 หลังจากนั้นดึงเชือกเพื่อให้ท่อนไม้จมลงไปในน้ำดังรูป ค. เครื่องชั่งอ่านค่าน้ำหนักได้ m_3



ก.



ข.



ค.

คำถาม

ค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากเครื่องชั่ง m_1, m_2 และ m_3 มีความสัมพันธ์กันอย่างไร

Prediction

- ก. $m_1 = m_2 = m_3$
- ข. $m_1 < m_2 < m_3$
- ค. $m_1 > m_2 > m_3$
- ง. $m_3 < m_1 < m_2$
- จ. $m_3 > m_1 > m_2$
- ฉ. (เขียนคำตอบเอง)

อธิบายเหตุผล

เพราะ ผลลัพท์ของก้อนดินน้ำมัน และ ท่อนไม้ มีค่า เท่า เดิม จึงทำให้ น้ำหนักที่อ่านได้ เท่า เดิม ทั้ง ๓ ครั้ง

Observation

ก. $m_1 = m_2 = m_3$

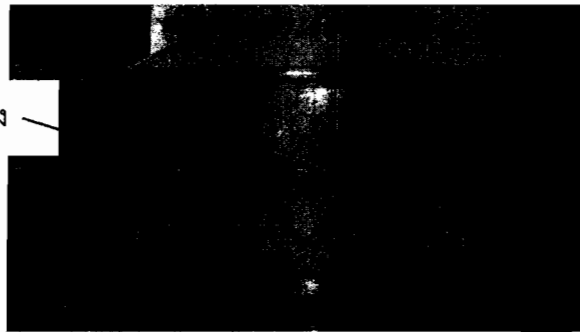
Explanation

เพราะ ผลลัพท์ของมวล มีค่า เท่า เดิม จึงทำให้ น้ำหนักที่อ่านได้ เท่า เดิม ทั้ง ๓ ครั้ง

สถานการณ์ 5

ลูกปิงปอง 2 ลูก ถูกแขวนด้วยเชือกเบา โดยลูกปิงปองอยู่สูงระดับเดียวกันและห่างกันเพียงเล็กน้อย

ลูกปิงปอง



คำถาม

ถ้าเป่าลมเข้าด้านบน ระหว่างลูกปิงปองทั้ง 2 ลูกปิงปองจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

- ก. แยกออกจากกัน
- ข. หุบเข้าหากัน
- ค. หาดทิศทางที่แน่ชัดไม่ได้

อธิบายเหตุผล

เพราะ ลูกปิงปองมีขนาดเล็ก เวลาเป่าลมตรงกลางจึงทำให้ลูกปิงปองหุบเข้าหากัน

เพราะ เวลาเป่าลมเข้าไปตรงกลางจะทำให้มีแรงดึงดูดลูกปิงปอง 2 ลูกเข้าหากัน

Observation

ข. หุบเข้าหากัน

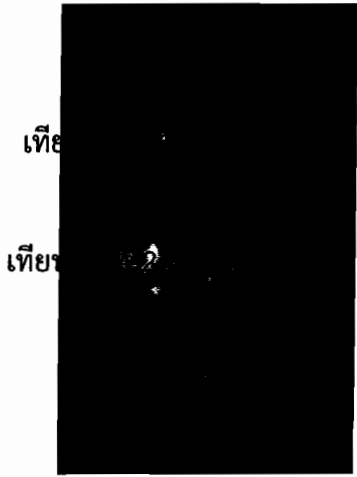
Explanation

เพราะ เมื่อเป่าลมเข้าตรงกลางระหว่างลูกปิงปอง จะทำให้ลูกปิงปองทั้งสองตัวมีแรงดึงดูดเข้าหากัน

เพราะเวลาเป่าลมเข้าไปตรงกลางจะทำให้ลูกปิงปองทั้งสองตัวมีแรงดึงดูดเข้าหากัน

สถานการณ์ 6

ท่ออันหนึ่ง ปลายด้านหนึ่งมีขนาดใหญ่ ส่วนปลายอีกข้างมีขนาดเล็ก โดยท่อทั้งสองต่อท่อขนาดเล็ก ที่มีขนาดและความยาวเท่ากันยื่นออกมาด้านข้าง และมีเทียนไขอยู่ที่ปลายท่อ



คำถาม

ถ้าเป่าลมเข้าทางด้านท่อใหญ่ และออกทางท่อเล็ก เปลวเทียนเล่มที่ 1 และเล่มที่ 2 จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

- ก. เปลวเทียนเล่มที่ 1 เบนเข้าหาท่อ ส่วนเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนออกจากท่อ
- ข. เปลวเทียนเล่มที่ 1 เบนออกจากท่อ ส่วนเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนเข้าหาท่อ
- ค. เปลวเทียนเล่มที่ 1 และเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนออกจากท่อ
- ง. เปลวเทียนเล่มที่ 1 และเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนเข้าหาท่อ
- จ. _____ (เขียนคำตอบเอง)

อธิบายเหตุผล

การเป่าลมเข้าทางด้านท่อใหญ่ ทำให้เกิดแรงดันที่หัวเทียนเล่มที่ 1 เบนเข้าหาท่อ หรือ
ท่อเล็กกว่าจะมี อากาศไหลผ่านเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนออกจากท่อ

Observation

ก. เปลวเทียนเล่มที่ 1 เบนเข้าหาท่อ ส่วนเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนออกจากท่อ

Explanation

การเป่าลมเข้าทางด้านท่อใหญ่ ทำให้เกิดแรงดันที่หัวเทียนเล่มที่ 1 เบนเข้าหาท่อ หรือ
ท่อเล็กกว่าจะมี อากาศไหลผ่านเปลวเทียนเล่มที่ 2 เบนออกจากท่อ
หรือ เบนเข้าหาท่อ

สถานการณ์ 7

ท่ออันหนึ่ง ปลายด้านหนึ่งมีขนาดใหญ่ ส่วนปลายอีกข้างมีขนาดเล็ก และท่อทั้งสองเจาะรูให้มีขนาดเท่ากัน แล้วต่อเข้าหากันด้วยสายยางที่บรรจุน้ำดังรูป โดยให้ระดับน้ำฝั่งท่อใหญ่เป็น L_1 และฝั่งท่อเล็กเป็น L_2



คำถาม

ถ้าเป่าลมเข้าทางด้านท่อใหญ่ และออกทางท่อเล็ก ระดับน้ำ L_1 และ L_2 จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

Prediction

- ก. ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
 ข. L_1 ลดต่ำลง ส่วน L_2 สูงขึ้น
 ค. L_1 สูงขึ้น ส่วน L_2 ลดต่ำลง
 ง. L_1 และ L_2 ลดต่ำลง
 จ. L_1 และ L_2 สูงขึ้น
 ฉ. _____ (เขียนคำตอบเอง)

อธิบายเหตุผล

เพราะ ลมที่เป่าเข้าไปภายในท่อใหญ่ที่ L_1 มีระดับน้ำสูงต่ำกว่าเพราะ อากาศภายในท่อใหญ่ที่ L_2 มีระดับน้ำสูง L_1 จึงมีระดับน้ำเพิ่มขึ้น เพราะ อากาศภายในท่อ ตัน L_2 สูง มีระดับน้ำในท่อ L_1

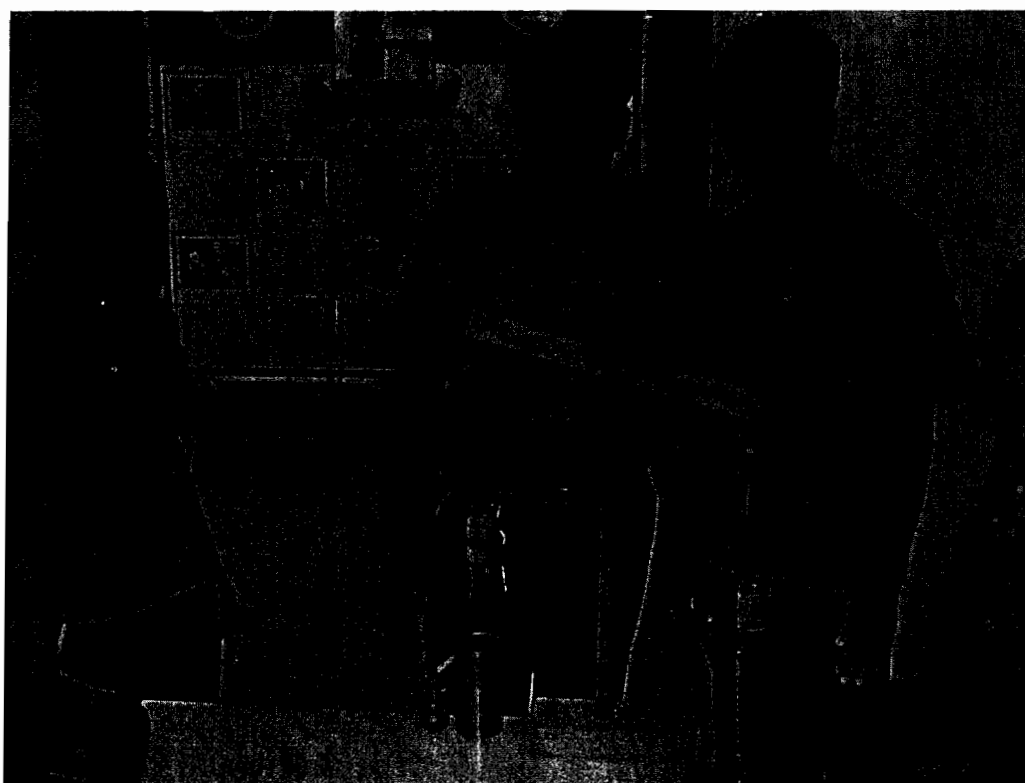
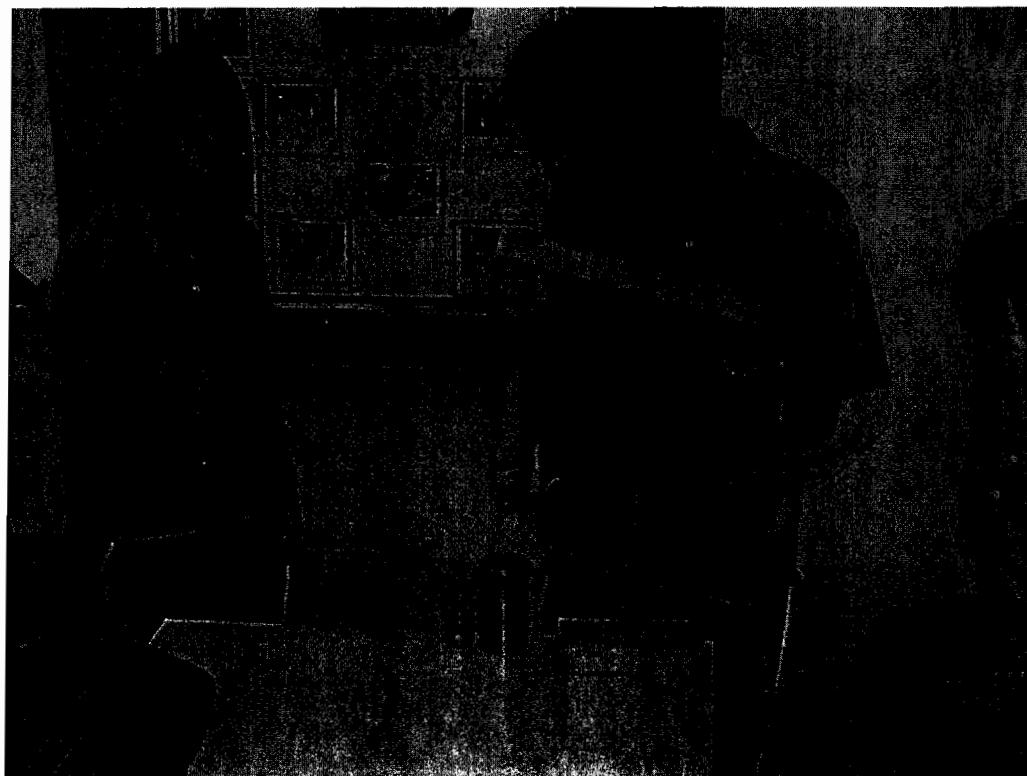
Observation

จ. L_1 ลดต่ำลง ส่วน L_2 สูงขึ้น

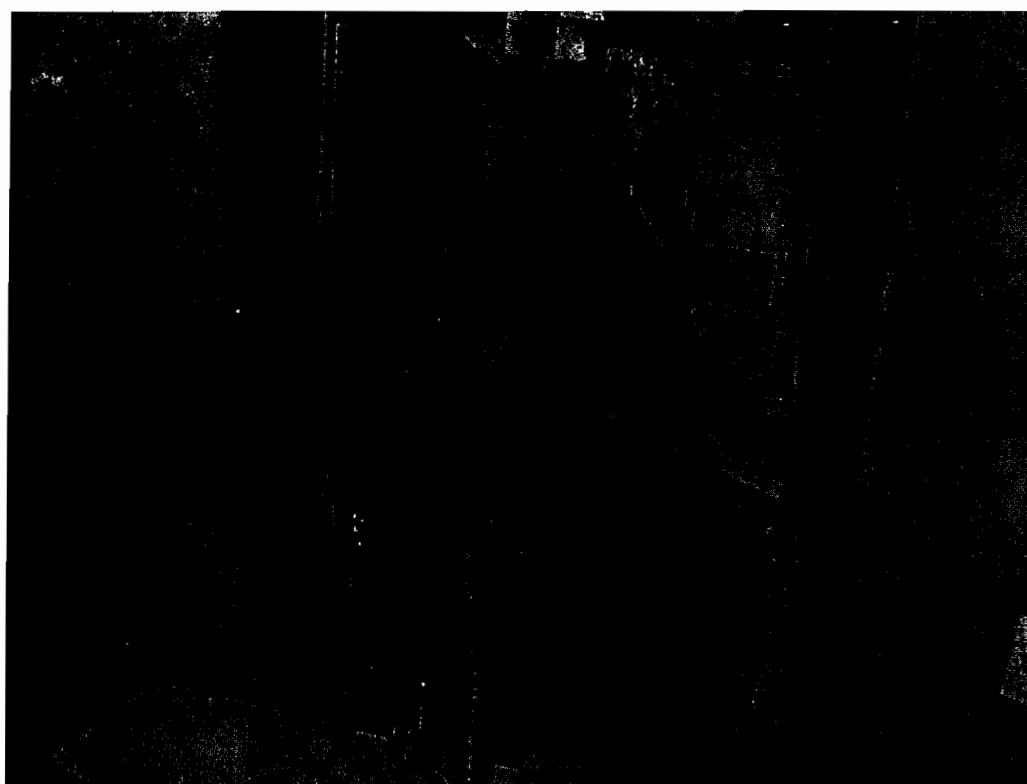
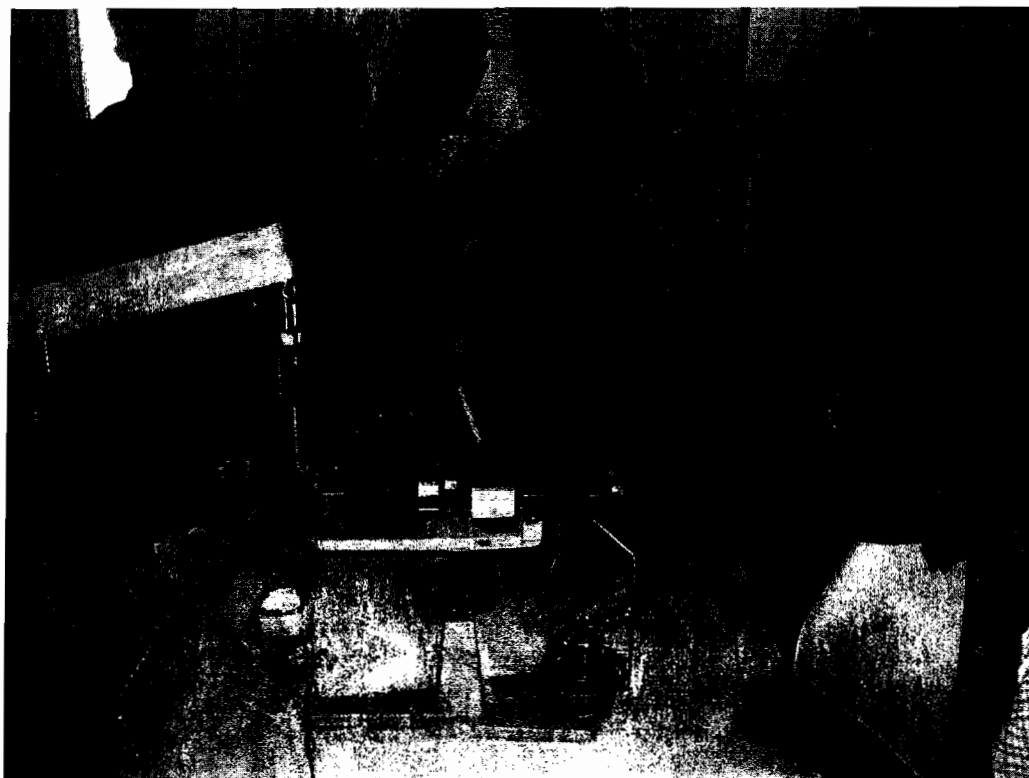
Explanation

เพราะ ลมที่เป่าเข้าไปภายในท่อใหญ่ที่ L_1 มีระดับน้ำสูงต่ำกว่าเพราะ อากาศภายในท่อใหญ่ที่ L_2 มีระดับน้ำสูง L_1 จึงมีระดับน้ำเพิ่มขึ้น เพราะ อากาศภายในท่อ ตัน L_2 สูง มีระดับน้ำในท่อ L_1

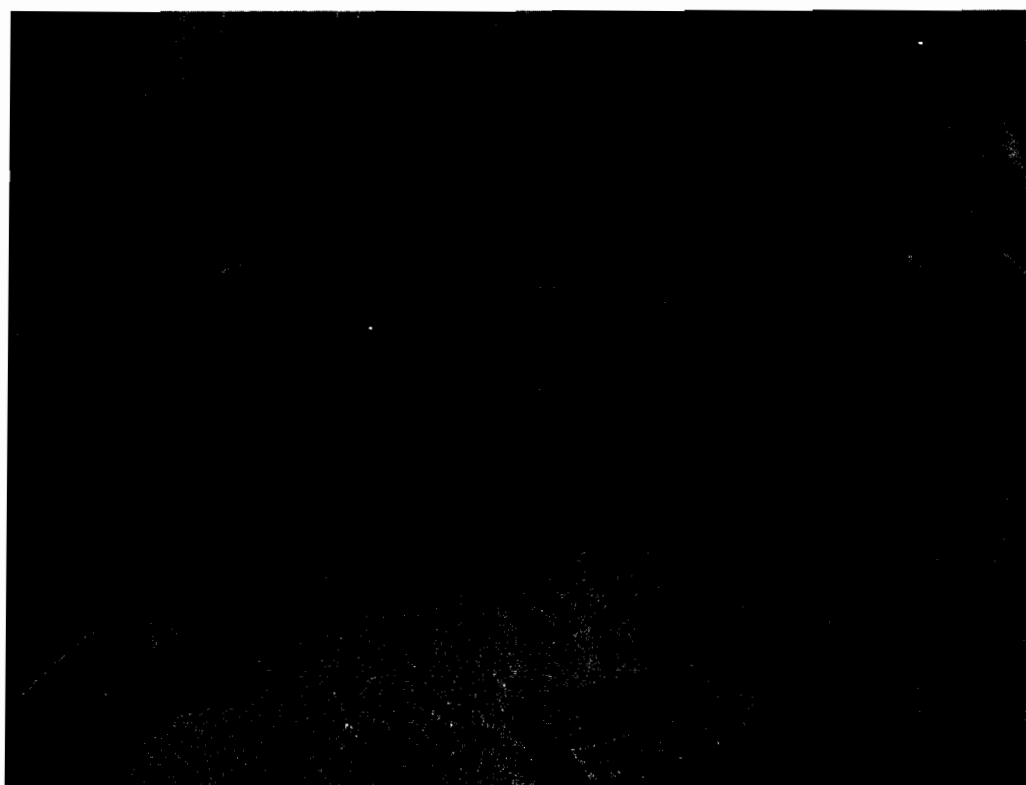
ภาคผนวก ข
ภาพประกอบกิจกรรม



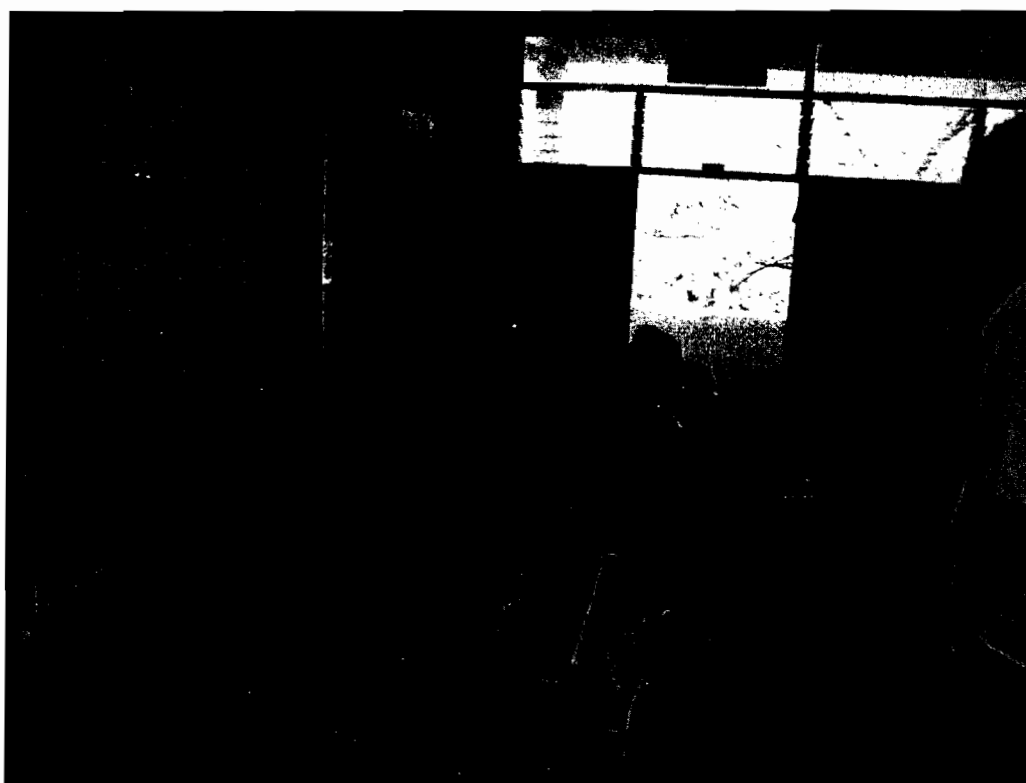
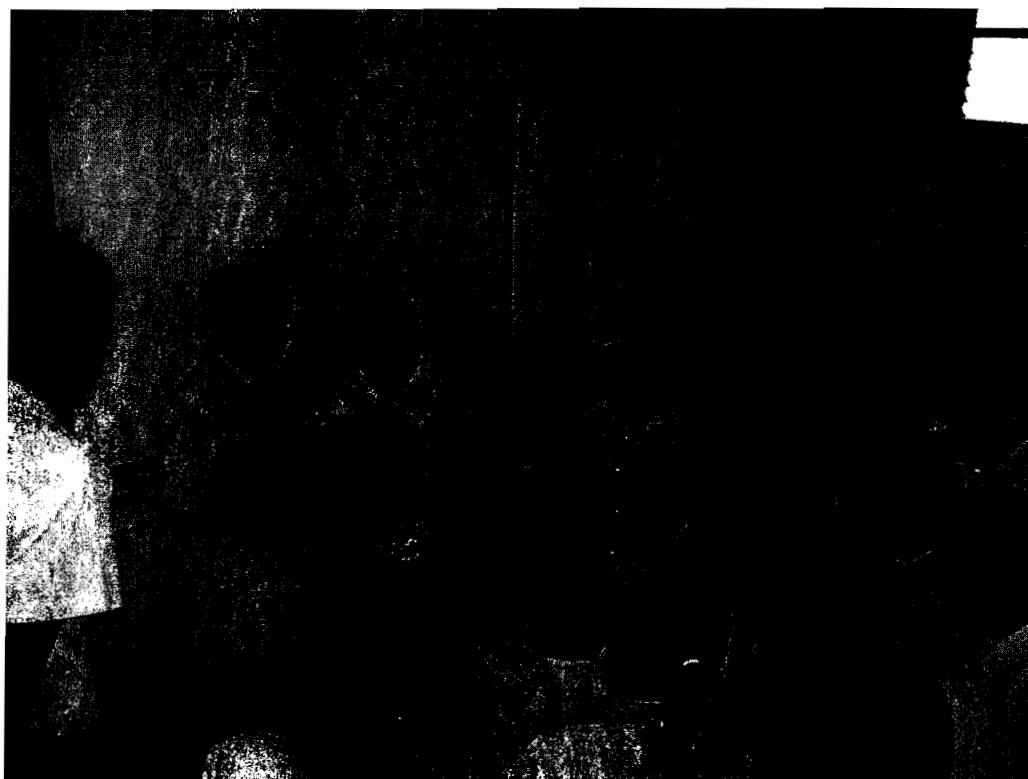
ภาพที่ ข.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 1



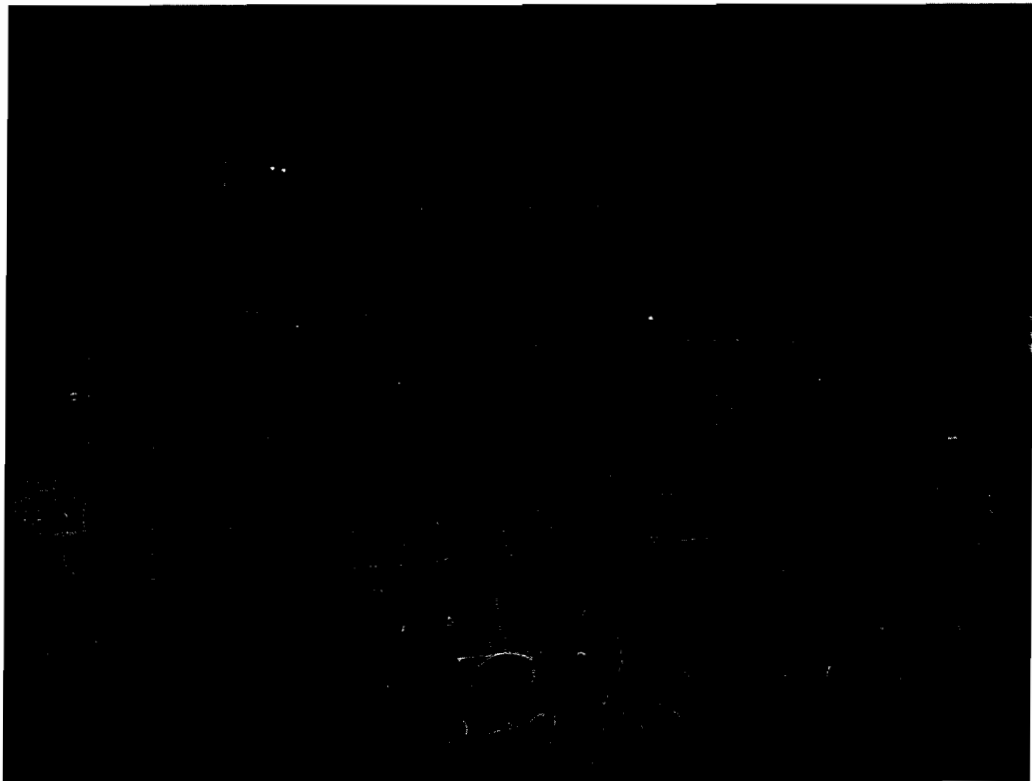
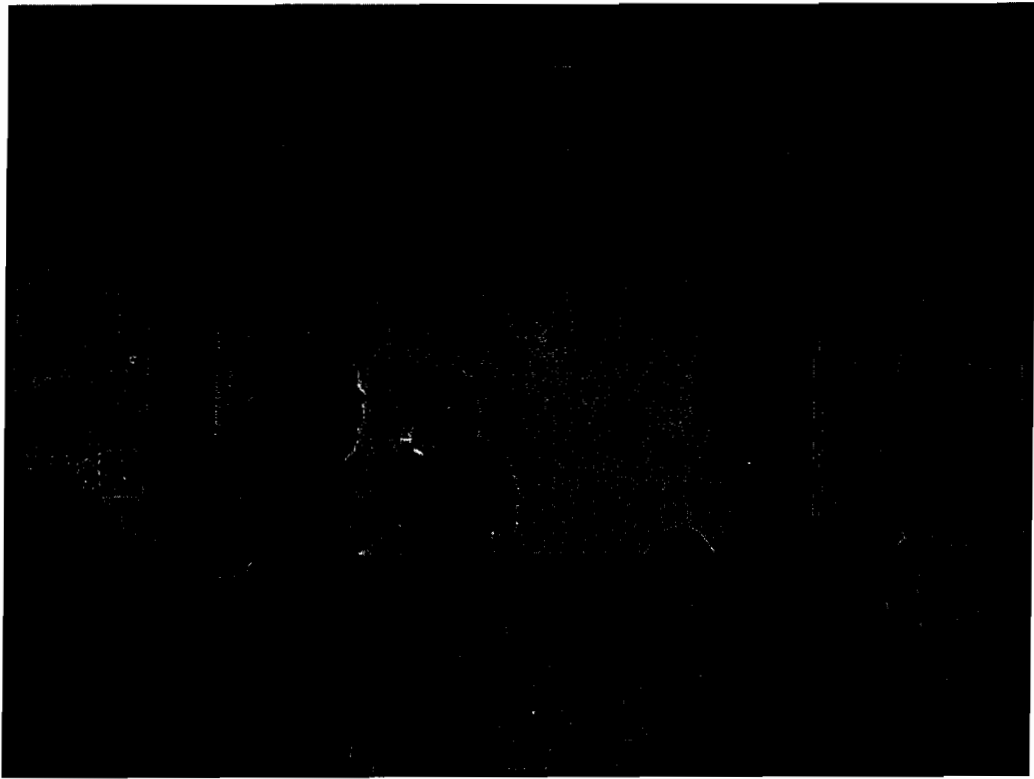
ภาพที่ ข.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 2



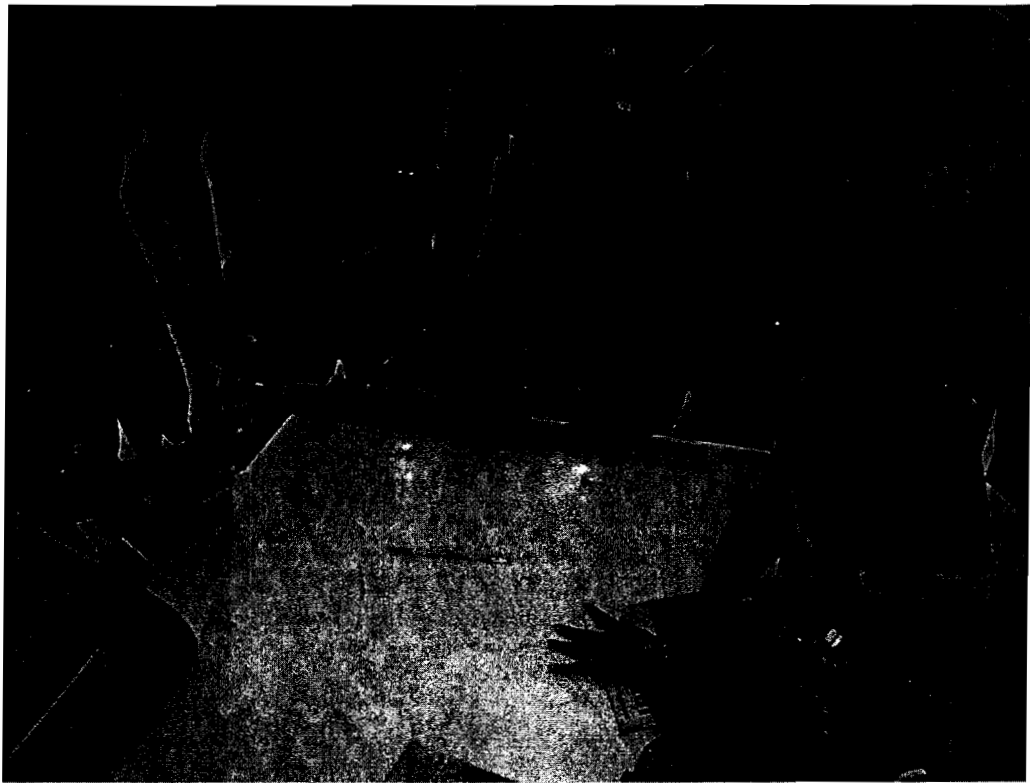
ภาพที่ ข.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 3



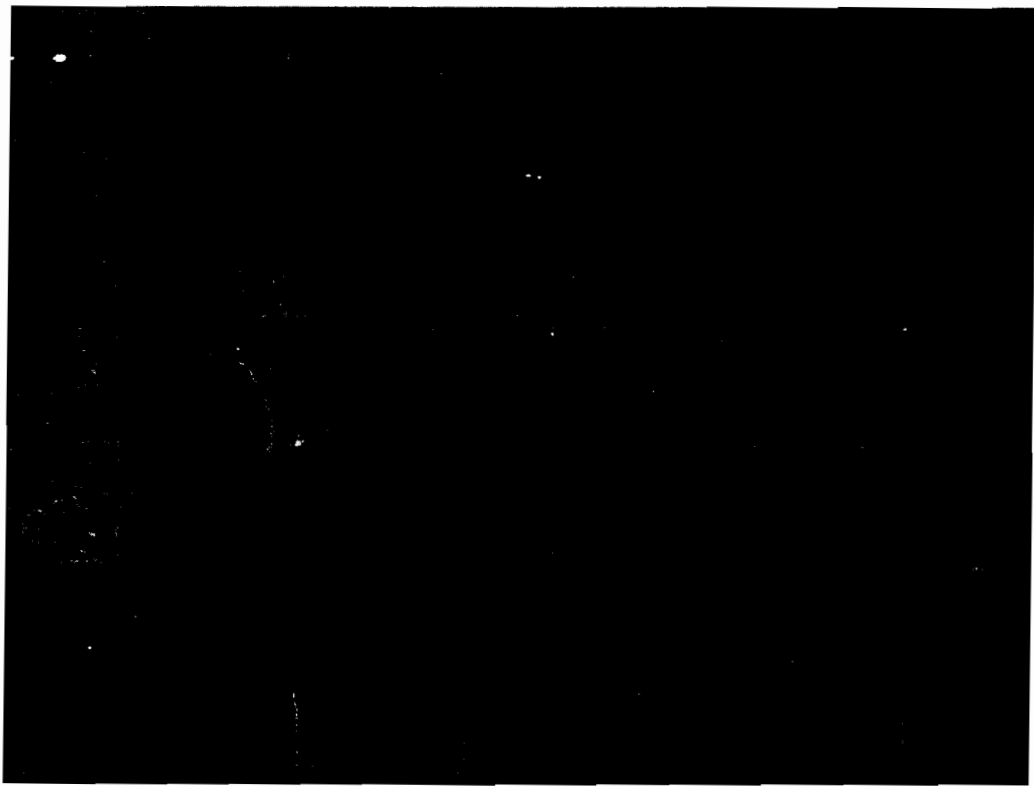
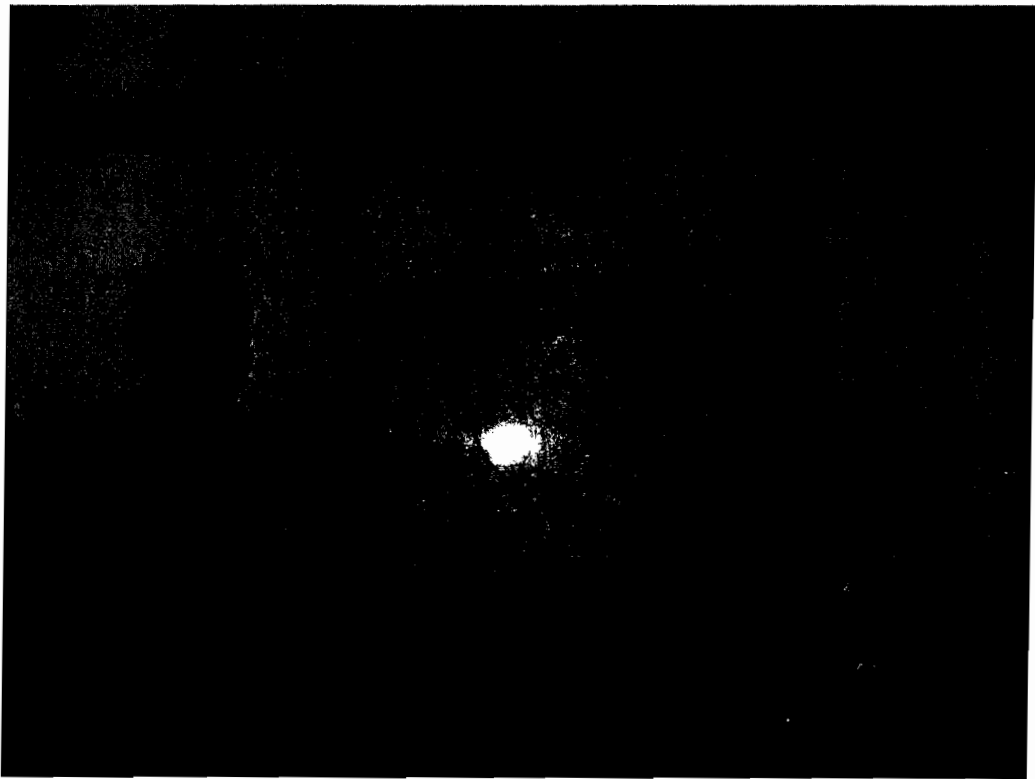
ภาพที่ ข.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 4



ภาพที่ ข.5 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 5



ภาพที่ ข.6 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 6



ภาพที่ ข.7 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถานการณ์ที่ 7

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายมานะ ชาทิมมนตรี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2546 – 2549 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ พ.ศ. 2550 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2551 – 2553 โรงเรียนกุดดินจี่พิทยาคม อำเภอากลาง จังหวัดหนองบัวลำภู พ.ศ. 2554 – ปัจจุบัน โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ
ตำแหน่ง	ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนนาหนองทุ่มวิทยา อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ อีเมล gpa_ntw@hotmail.com

