



การเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไทย
ด้วยชุดการทดลองอเนกประสงค์

ผ่องค์ศักดิ์ สีอะวงศ์

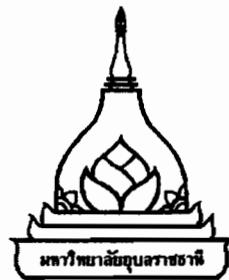
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา พ.ศ. 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



**ENHANCEMENT STUDENTS' UNDERSTANDING ON FLUID
MECHANICS USING MULTIPURPOSE EXPERIMENTAL SET**

NARONGSUK SIHAWONG

**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**



ในรั้วของวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาภาษาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไหลดค์ยชุดการทดลองออนไลน์ประส่งค์

ผู้วิจัย นายณรงค์ศักดิ์ สีหะวงศ์

คณะกรรมการสอน

ดร.โชคศิลป์ ชนเชิง

ประธานกรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดม พิพราช

กรรมการ

ดร.วัชรินทร์ เมฆดา

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ดร.โชคศิลป์ ชนเชิง)

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริยากร พงษ์รัตน์)

รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดีเยี่ยม จากอาจารย์ที่ปรึกษา
ดร. โชคศิลป์ ธนเชิง อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ที่ได้กรุณ้าให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่
เริ่มต้นจนสำเร็จเรียนรู้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างดีเยี่ยม
จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุดม พิพราช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรุ่งพิรหม
ที่กรุณ้าให้คำแนะนำที่ดีสำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ
รองผู้อำนวยการ คณะครุและนักเรียน โรงเรียนกาญจนากิจวิทยาลัย กาฬสินธุ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ
และอำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์และเก็บข้อมูลวิจัย ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำและให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องวิจัยในครั้งนี้
ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สวท.) ที่ให้เงินทุน
สนับสนุนในการศึกษาระดับวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอน้อมระลึกถึงพระคุณบิดา มารดา พี่สาว น้องสาว และนางณัฐร์ยาน
สีหะวงศ์ ผู้ที่เคยเป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในการศึกษาและทำวิจัยในครั้งนี้ และขอน้อม
ระลึกถึงพระคุณของครู อาจารย์ทุกท่าน ที่อบรม สั่งสอน ถ่ายทอดความรู้ จนผู้วิจัยประสบผลสำเร็จ
ด้วยดี ประ祐ชนที่ได้รับจากการวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้สอนใจในการศึกษาทั้งมวล



(นายณรงค์ศักดิ์ สีหะวงศ์)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไทยด้วยชุดการทดลอง
ออกแบบ

โดย : ณรงค์ศักดิ์ สีหะวงศ์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตรศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ดร. โฉมศิลป์ ธนาเสียง

คำที่สำคัญ : กลศาสตร์ของไทย การเสริมสร้างความเข้าใจ ชุดการทดลองออกแบบ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไทย โดยใช้ชุดทดลองออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕ โรงเรียนกาญจนากิจภัตยาลัย พลสินธุ์ อำเภอเทราวด จังหวัดพลสินธุ์ ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๕๖ กลุ่มตัวอย่างจำนวน ๔๙ คน ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง รูปแบบของการวิจัยนี้คือใช้การทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดทดลองออกแบบกลศาสตร์ของไทย ชั้งประกอบด้วย ๔ ปฏิบัติการทดลอง คู่มือชุดทดลอง แผนการสอนที่ใช้การทดลองฟิสิกส์ในการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดความเข้าใจ ค่าสถิติที่ใช้ในการวิจัยคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบ t-test และค่า average normalized gain ($<<g>>$) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนโดยใช้ชุดการทดลองมีความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทย และมีคะแนนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($<<g>> = 0.60$) ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนแบบปกติที่มีพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง ($<<g>> = 0.48$) ผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดทดลองช่วยให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยมากขึ้นกว่าเดิม

ABSTRACT

TITLE : ENHANCEMENT STUDENTS' UNDERSTANDING ON FLUID
MECHANICS USING MULTIPURPOSE EXPERIMENTAL SET
BY : NARONGSUK SIHAWONG
DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE
MAJOR : SCIENCE EDUCATION
CHAIR : CHOKESIN TANAHOUNG, Ph.D.

KEYWORDS : FLUID MECHANICS / ENHANCEMENT /
MULTIPURPOSE EXPERIMENTAL SET

The purpose of this research was to develop students' understanding of fluid mechanics using a multipurpose experimental set. The purposively selected participants were 49 grade 11 students studying in the first semester of 2013 from Kanchanapisekwithayalai Kalasin School, Amphur Khoawong, Kalasin Province. Pre-test/post-test, control, and experimental groups were used in the research. The study's instruments were a fluid mechanics multipurpose experimental set consisting of four experiments, an experimental manual set, lesson plans, and a conceptual test. The data were analyzed by the use of averages, standard deviations, t-tests, and average normalized gain. The results showed that the post-test mean score was statistically significantly higher than the pre-test mean score at a level of .05 and the average normalized gain was at the medium gain level ($\langle\langle g \rangle\rangle = 0.60$) for the experimental group. The average normalized gain for the students who were taught using the multipurpose experimental set was higher than the control group students who were taught using traditional teaching methods (medium gain, $\langle\langle g \rangle\rangle = 0.48$). The results showed that the experimental set can be used to develop students' understanding of fluid mechanics.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 กลศาสตร์ของไฟล	6
2.2 วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง	12
2.3 ความคิดรวบยอด	17
2.4 Normalized Gain	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	26
3.2 แบบแผนการวิจัย	27
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	28
3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	29
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	34
3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า	
4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการพัฒนาความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไทย	37
4.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไทย	41
4.3 ผลการวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ ของไทย	42
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	44
5.2 อภิปรายผล	44
5.3 ข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	46
ภาคผนวก	
ก ส่วนประกอบชุดทดลองอนเนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย	51
ข คู่มือชุดทดลองอนเนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย	53
ค แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องของไทย	80
ง แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไทย และแบบบันทึก การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ	100
จ แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองอนเนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย และแบบสอบถามเจตคติของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง	109
ฉ ภาพกิจกรรม ตัวอย่างผลงานนักเรียน และบันทึกการสัมภาษณ์อย่าง ไม่เป็นทางการ	117

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 หลักการจัดกลุ่มตามแบบของ Slavin	27
4.1 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทย ก่อนเรียน ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองอเนกประสงค์กลศาสตร์ของไทยและนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ	37
4.2 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทย หลังเรียน ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองอเนกประสงค์กลศาสตร์ของไทยและนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ	38
4.3 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการเรียน การสอนแบบวิธีปกติ (บรรยาย)	39
4.4 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองอเนกประสงค์เรื่องกลศาสตร์ของไทย	39
4.5 จำนวนนักเรียนและร้อยละ จำแนกตามระดับการพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยของนักเรียน	40
4.6 ผลการประเมินคุณภาพชุดทดลองตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	41
4.7 ผลการวิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไทย	42

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แรงดันที่ทำต่อพื้นที่	6
2.2 แรงที่กระทำต่อวัตถุ ณ ตำแหน่งใดๆ ที่ระดับความลึก h	7
2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความดันของproto	9
2.4 ความสัมพันธ์ของความดันที่กระทำต่อของไอลในระบบปิด	9
2.5 การหาค่าแรงดึงตัวในสถานการณ์ต่างๆ	10
2.6 ความสัมพันธ์ของงานและผลังงานในการอธิบายการไอลของของไอล	11
2.7 ขั้นตอนที่สำคัญของการสอนโดยใช้การทดลอง	13
2.8 เทคนิควิธีเพื่อช่วยให้การสอนโดยใช้การทดลองมีประสิทธิภาพ	14
2.9 ข้อเสนอแนะในการใช้วิธีการสอนโดยใช้การทดลองให้มีประสิทธิภาพ	16
2.10 ประเภทความคิดรวบยอดของ รัสเซลล์ และออชูเบล	18
3.1 แบบแผนการศึกษาวิจัย	28
3.2 องค์ประกอบของคู่มือชุดทดลองเรื่องของไอล	30
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไอล	31
3.4 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจ	32
3.5 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	35
ก.1 ส่วนประกอบชุดทดลองออกแบบประสัติกกลศาสตร์ของไอล	52
ก.1 นักเรียนกำลังทดลองเรื่องกฎของปานคัล	118
ก.2 นักเรียนกำลังทดลองเรื่องความดันในของเหลว	118
ก.3 นักเรียนกำลังทดลองเรื่องหลักของเบรนนูลี	119
ก.4 บรรยายกาศขณะนักเรียนกำลังทดลอง	120
ก.5 การตอบคำถามก่อนการทดลองของนักเรียน	121
ก.6 ทฤษฎีของความดันที่นักเรียนสรุปอภิมาจากการค้นคว้า	122
ก.7 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	124
ก.8 สรุปผลการทดลองและการตอบคำถามหลังการทดลองของนักเรียน	124

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ฉ.9 การตอบคำถามชวนคิดของนักเรียน	125
ฉ.10 บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการด้านความเข้าใจในกลศาสตร์ ของไทย	126

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัจจุบัน

การกำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตรา 22 กล่าวไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด ฉะนั้น ครู ผู้สอน และผู้จัดการศึกษาจะต้องเปลี่ยนแปลงบทบาทจากการเป็นผู้ชี้นำ ผู้ถ่ายทอดความรู้ ไปเป็นผู้ช่วยเหลือ ส่งเสริม และสนับสนุนผู้เรียนในการแสดงออกความรู้ และให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้สร้างสรรค์ความรู้ของตน การจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานนอกจากมุ่งปลูกฝังค่านิยม จริยธรรม พัฒนาการคิดของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์คิดอย่างมีวิจารณญาณ ซึ่งหลักการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีแนวคิดในการสอนว่าในการจัดการเรียนการสอนครูต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญและช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีต่างๆ เช่น การให้ผู้เรียนได้เรียนโดยการกระทำ (learning by doing) (ทิศนา แบบฉบับ, 2552 : 119) การจัดเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้นจะเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าการให้ผู้เรียนฟังครูบรรยายตลอดทั้งหมด ครูจะใช้เวลาไม่นานในการให้ข้อมูลเบื้องต้น แนะนำแนวทาง เวลาส่วนใหญ่จะเน้นให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรม ทั้งนี้อุปทานความคิดว่าผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ด้วยการมีส่วนร่วม (Active) มากกว่าการเรียนแบบรับฟัง (Passive) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะพยายามเข้าใจความรู้สักที่ครูนำมาสอน (องค์ วิเศษสุวรรณ์ และอeilin สมิธ, 2550)

การสอนด้วยชุดทดลองเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้ทำการทดลองด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ช่วยกระบวนการสร้างความรู้ของนักเรียนและจัดสิ่งแวดล้อมของนักเรียนให้เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับหลักการสอนของ Jerome Bruner นักจิตวิทยาแนวพุทธิปัญญา กล่าวว่าหลักการสอนโดยวิธีค้นพบด้วยตนเองเป็นแนวทางในการนำมาดัดแปลงเป็นวิธีการสอนต่างๆ เช่น การสอนแก้ปัญหา การสอนแบบวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็นวิธีการสอนที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดของตนเอง การเรียนรู้ของผู้เรียนว่าจะต้องมีการเรียนรู้ได้ นอกเหนือจากนั้น John Dewey ก็มีหลักฐานเกี่ยวกับการสอน การเรียนรู้ของผู้เรียนว่าจะต้องมีการทำกิจกรรมด้วยการปฏิบัติจริง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นก็เพียงแค่นักเรียนมีโอกาสกระทำด้วยตนเอง

(สุรังค์ โควตระกูล, 2544 : 295) ปรัชญาของ Dewey เป็นปรัชญาที่สะท้อนอุดมคติในเรื่อง การศึกษาที่ยกย่องประสบการณ์ทั้งปวงที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน เน้นให้รู้เรียนมีการเรียนรู้จากสถานการณ์ที่เป็นจริง เพาะกายการศึกษาตามแนวคิดของ Dewey คือ ความเจริญของงานทั้งด้านร่างกาย ศติปัญญา และคุณธรรม ดังนั้นกระบวนการสร้างสรรค์ประสบการณ์ใหม่ที่ต่อเนื่องกับประสบการณ์เก่าไปเรื่อยๆ ต้องส่งเสริมให้เกิดประสบการณ์ใหม่เพื่อเป็นวิถีนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในปัจจุบันและอนาคตได้ ซึ่งการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นปฏิบัติจริง เป็นการจัดกิจกรรมในลักษณะกลุ่ม ปฏิบัติงานที่เรียนรู้ด้วยประสบการณ์ตรงจากการแข่งขันสถานการณ์จริง และการแก้ปัญหา เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการกระทำ ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง ฝึกคิด ฝึกลงมือทำ ฝึกทักษะกระบวนการต่างๆ ฝึกการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และฝึกการเสาะแสวงหาความรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ผู้เรียนได้เรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและการปฏิบัติ ตามแนวประชาธิปไตย กระบวนการการเรียนรู้แบบแก้ปัญหา เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น (ประทุม อังกร โรหิต, 2543)

เมื่อพิจารณาปiramidการเรียนรู้ (learning pyramid) ซึ่งได้อธิบายว่าการเรียนรู้ของมนุษย์เกิดจาก การรับรู้โดยวิธีต่างๆ ซึ่งร้อยละของการจดจำได้ของความรู้เหล่านี้ก็ต่างกันไป คือ การเรียนรู้จากการฟังบรรยายจะเกิดการจดจำได้ร้อยละ 5 การเรียนรู้จากการอ่านจะเกิดการจดจำได้ร้อยละ 10 การเรียนรู้จากการได้ยิน ได้เห็นจะเกิดการจดจำได้ร้อยละ 20 การเรียนรู้จากการสาธิตจะเกิดการจดจำได้ร้อยละ 30 การเรียนรู้จากการอภิปรายในกลุ่มเพื่อถกปัญหาจะเกิดการจดจำได้ร้อยละ 50 การเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจะเกิดการจดจำได้ร้อยละ 75 และจะเกิดการเรียนรู้มากที่สุดร้อยละ 90 จากการสอนผู้อื่น (Atherton J S, 2010) วิธีการสอนโดยใช้การทดลองคือกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการที่ผู้สอนและผู้เรียน กำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง ผู้สอนให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนและให้ผู้เรียนลงมือทดลองปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลอง และ สรุปการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทดลอง ซึ่งวิธีการสอนดังกล่าวเนี่ยมีข้อดีหลายประการ เช่น ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ผ่านกระบวนการพิสูจน์ ทดสอบ และเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดีมีความเข้าใจ และจะช่วยการเรียนรู้นั้นได้ดี นอกจากนี้ผู้เรียนยังได้มีโอกาสพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการคิด ทักษะกระบวนการคิด หลักการและความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อทำให้ผู้เรียนมองภาพรวมในเนื้อหาของวิชานั้นอีกด้วย (ทิศนา แขนนพี, 2552 : 333 ; ลือ กาญจนวนิช และคณะ, 2529) ซึ่งเมื่อเทียบกระบวนการจัดการเรียนการสอน ด้วยการเน้นทดลองทางวิทยาศาสตร์เข้ากับ

ปรัมมิคการเรียนรู้ (learning pyramid) แล้วถือว่าเป็นการเรียนรู้ด้วยการลงมือทำเอง อาจทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และจัดความรู้นั้นได้ถึงร้อยละ 75 หากในขณะเรียนนักเรียนบางส่วนที่ได้มีโอกาสอธิบายให้ผู้อื่นฟังอาจเกิดการเรียนและจัดความรู้ได้ถึงร้อยละ 90 จึงถือว่าการสอนโดยใช้การทดลองเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่น่าสนใจและนักเรียนมีโอกาสประสบความสำเร็จในการเรียนรู้สูง

การสอนเรื่องกลศาสตร์ของไอล ในรายวิชาฟิสิกส์โดยทั่วไปจะเน้นทักษะการคำนวณซึ่งนักเรียนจะจัดจำสูตร หรือสมการความสัมพันธ์ต่างๆ สำหรับการนำไปสู่บวกผลประเมินผลเท่านั้น ไม่ได้เรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์พื้นฐานทางฟิสิกส์ รวมไปถึงความคิดรวบยอดของเนื้อหา เพื่อนำไปประยุกต์แต่อย่างใด เมื่อเวลาผ่านไปผู้เรียนก็อาจลืมได้ อันเนื่องมาจากความรู้ที่เกิดขึ้น เป็นความรู้ที่เกิดจากการจำที่จะมีในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เท่านั้น นี่ได้เกิดจากความเข้าใจที่ถ่องแท้และลึกซึ้ง นอกจากรู้สึกว่าได้เลิ่งเห็นปัญหาอีกว่า หากผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ไม่เกิดความเข้าใจในหลักการของกลศาสตร์ของไอลแล้ว จะส่งผลต่อเนื้อหาต่อไปที่มีการใช้กลศาสตร์ของไอล เป็นพื้นฐานในการต่อยอดความรู้ด้านฟิสิกส์ จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยคิดว่าวิธีการสอนที่จะสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ต้องเป็นวิธีการสอนที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ ซึ่งเป็นความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจของผู้เรียนโดยตรง จึงเห็นว่าวิธีการสอนโดยใช้การทดลองจะส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจตลอดจนพัฒนาคิดรวบยอดให้มีความคงทนของความรู้ที่ yuanan ยิ่งขึ้น จึงสร้างชุดทดลองสำหรับเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไอลขึ้นมา เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านปฏิบัติการทางฟิสิกส์ และพัฒนาองค์ความรู้ด้วยตนเองได้

1.2 วัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียน เรื่องกลศาสตร์ของไอลด้วยชุดทดลอง ออกแบบร่วมกับกลศาสตร์ของไอลที่สร้างขึ้น

1.2.2 สมมติฐานของการวิจัย

การสอนกลศาสตร์ของไอลด้วยชุดทดลองออกแบบร่วมกับกลศาสตร์ของไอล สามารถพัฒนาความคิดรวบยอด และเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนได้ดีขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 23 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 26 คน รวมทั้งหมดจำนวน 49 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนกาญจนากิจวิทยาลัย พะสินธ์ อำเภอเขาง่วง จังหวัดพะสินธ์

1.3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 26 คน โดยเลือกแบบเจาะจงจากประชากร

1.3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ	ชุดทดลองของนักประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น
ตัวแปรตาม	ความเข้าใจของนักเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไทย
เนื้อหา	วิชาฟิสิกส์ เรื่องของไทย
ระยะเวลา	เวลาเรียน 16 ค่ำ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาพลังส์ เนื่องจากได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองผ่านชุดทดลอง และทำให้เกิดการพัฒนาเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไทย

1.4.2 ได้ชุดทดลองออกแบบคึกศาสตร์ของไทยที่สามารถใช้ทดลองเพื่อค้นหาและพิสูจน์ความจริงพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ เรื่องของไทย

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ความเข้าใจ หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง และความสามารถนำความรู้เรื่องกลศาสตร์ของไทยไปประยุกต์ใช้ โดยวัดจากแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไทย

1.5.2 ชุดทดลองเอนกประสงค์ หมายถึง ชุดทดลองที่สร้างขึ้นเพื่อพัฒนาเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไทย ซึ่งชุดทดลองเอนกประสงค์ 1 ชุด สามารถทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไทยได้ 4 ปฏิบัติการทดลอง คือ 1) การทดลองเรื่องความดันในของเหลว 2) การทดลองเรื่องกฎของปascal 3) การทดลองเรื่องแรงดึงดูด และ 4) การทดลองเรื่องหลักของเบรนนูลี

1.5.3 คุณภาพทดลอง หมายถึง เอกสารประกอบการทดลอง ซึ่งใช้ร่วมกับชุดทดลอง

onenk ประสงค์กลศาสตร์ของไทยที่มีการทดลองทั้งหมด 4 ปฏิบัติการทดลอง โดยคู่มือชุดทดลองจะประกอบด้วย แนวคิดหลัก คำถานก่อนการทดลอง วัสดุประสงค์การทดลอง อุปกรณ์การทดลอง ทฤษฎี วิธีทดลอง คำถานหลังการทดลอง คำถานชวนคิด

1.5.4 การเรียนการสอนโดยการทดลอง หมายถึง การเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไทยผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงผ่านการทดลองด้วยชุดทดลอง อนenk ประสงค์ โดยผู้สอนทำหน้าที่ชี้แนะนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติ ลงมือทำด้วยตนเอง

1.5.5 การเรียนการสอนแบบปกติ หมายถึง การเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไทยผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายหน้าชั้นเรียน

1.5.6 Normalized Gain ($\langle g \rangle$) หมายถึง การประเมินผลต่างของคะแนนสอบก่อนเรียน และหลังเรียนเพื่อเทียบ โอกาสการพัฒนาความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไทย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

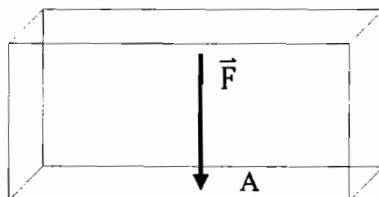
งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพัฒนาและเสริมสร้างความเข้าใจของนักเรียนเรื่องกลศาสตร์ของไทยโดยใช้ชุดทดลองออกแบบค์กลศาสตร์ของไทย เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย เนื้อหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับกลศาสตร์ของไทย วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง ความคิดรวบยอด Normalized Gain งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนโดยใช้ชุดทดลอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกลศาสตร์ของไทย

2.1 กลศาสตร์ของไทย

2.1.1 ความดัน

2.1.1.1 ความดันและแรงดัน (Pressure and Force)

แรงดัน (Force) คือ แรงทั้งหมดที่กดลงบนพื้นที่ถูกกระทำ ความดัน (Pressure) คือ แรงดันที่กระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วย สมมุติบันพื้นที่ A ตารางเมตร มีแรงดัน \vec{F} นิวตัน



ภาพที่ 2.1 แรงดันที่กระทำต่อพื้นที่

$$\therefore \text{ความดัน } P \text{ ที่เกิดขึ้นบนพื้นที่นี้คือ} \quad P = \frac{\vec{F}_\perp}{A} \quad (1)$$

กำหนดให้ P คือ ความดัน มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)

\vec{F} คือ แรงที่กระทำตั้งจากกับพื้นที่ มีหน่วยเป็น นิวตัน (N)

A คือ พื้นที่ ที่รับแรงกระทำ มีหน่วยเป็น ตารางเมตร (m^2)

ระบบ SI 1 ปascal (Pascal) = 1 นิวตันต่อตารางเมตร (N/m²)

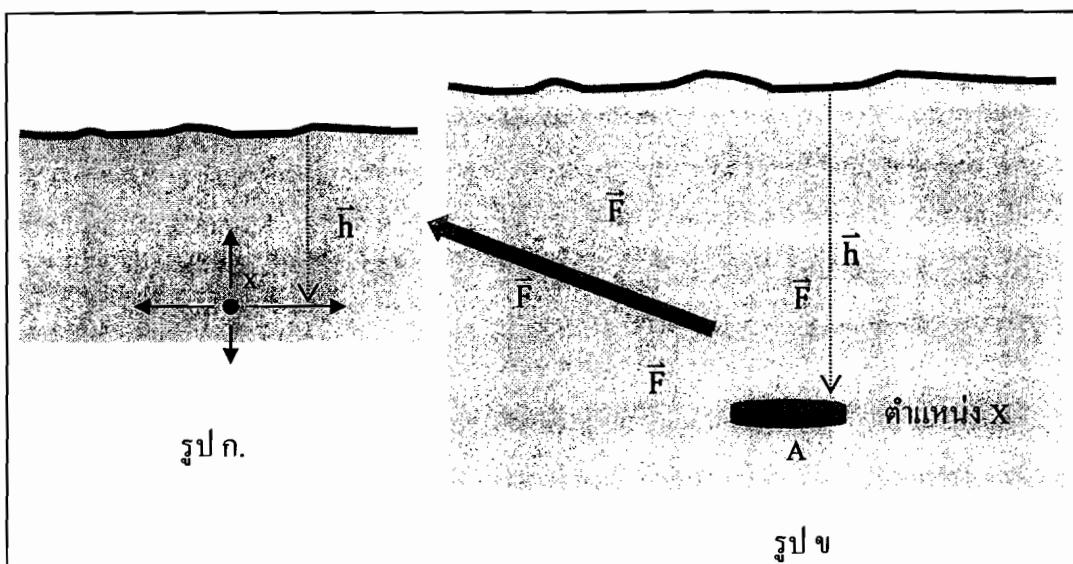
ทางอุตุนิยมวิทยา 1 บาร์ (Bar) = 10⁵ ปascal

1 บรรยากาศ (Atmosphere) = 1 บาร์ (Bar)

1 บรรยากาศ (Atmosphere) = 1.01 x 10⁵ นิวตันต่อตารางเมตร (N/m²)

2.1.1.2 ความดันของของเหลว

ของเหลวเป็นสถานะหนึ่งของสาร ดังนั้น จึงมีมวลและเกิดน้ำหนักขึ้น บริเวณใดที่ถูกของเหลวทับอยู่ จะถูกกดด้วยแรงที่เท่ากับน้ำหนักของของเหลวนั้น



ภาพที่ 2.2 แรงที่กระทำต่อวัตถุ ณ ตำแหน่งใดๆ ที่ระดับความลึก h

พิจารณาจาก รูป ก. ณ ตำแหน่ง X เป็นตำแหน่งใดๆ ที่อยู่ในของเหลว ที่ระดับความลึก h จะถูก แรงดันของของเหลวนี้กระทำทุกทิศทุกทางในทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสเสมอ เมื่อ พิจารณาที่ตำแหน่ง X ด้วย รูป ข. ที่ขยายใหญ่ขึ้น จะแสดงให้เห็นว่า ณ ตำแหน่ง X จะมี แรงของของเหลวที่หัวตัด A ตารางเมตร สูง h เมตร ดังนั้น ณ ตำแหน่ง X จะเกิดความดัน เนื่องจาก ของเหลวนี้กดทับ ดังนี้

$$\therefore \text{น้ำหนักที่กดทับที่ตำแหน่ง X คือ } m\vec{g} = \rho V\vec{g} = \rho A\vec{h}\vec{g}$$

$$\text{ความดันของเหลวที่ระดับ } h \text{ คือ } P = \frac{\vec{F}}{A} = \frac{\rho A\vec{g}h}{A} = \rho\vec{g}h$$

$$\text{ดังนั้น } P = \rho \bar{g} h \quad (2)$$

กำหนดให้ P คือ ความดันของเหลว มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2)

ρ คือ ความหนาแน่นของเหลว มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (kg/m^3)

\bar{g} คือ ความเร่งจากแรงดึงดูดของโลก มีหน่วยเป็น เมตรต่อ (วินาที)² (m/s^2)

h คือ ระดับความลึกของเหลว มีหน่วยเป็น เมตร (m)

ลักษณะสำคัญของความดันของเหลว 1) ณ ตำแหน่งใดๆ ในของเหลว แรงดันของเหลวมีทุกทิศทางรอบตำแหน่งนั้นๆ 2) ของเหลวที่อยู่ติดกับภาชนะจะส่งแรงดันออกในทิศตั้งฉากกับผิวสัมผัสภายใต้สภาพแรงดึงดูดของโลก ความดันของเหลว ณ ตำแหน่งใดๆ ขึ้นกับความลึกของตำแหน่งนั้น วัดจากผิวของเหลว (\bar{h}) และความหนาแน่นของเหลว (ρ) ตามสมการ $P = \rho \bar{g} h$ และเท่ากันทุกทิศทาง 3) ความดันของเหลวภายใต้แรงดึงดูดของโลกจะขึ้นกับระดับลึกจากผิวของเหลวโดยไม่ขึ้นอยู่กับรูปร่างของภาชนะเลย

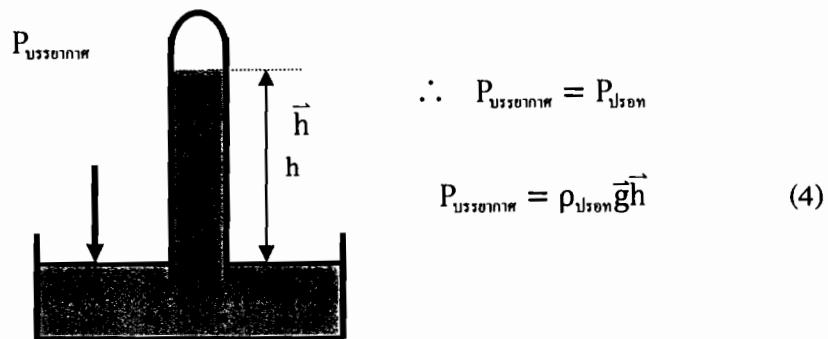
2.1.1.3 ความดันเกจ (P_w)

ความดันเกจ คือ ความดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักของของเหลวนั้น ใช้สัญลักษณ์ P_w

$$P_w = \rho \bar{g} h \quad (3)$$

2.1.1.4 ความดันบรรยากาศ (Atmosphere pressure)

托里切利 (Torricelli) ใช้หลอดแก้ว บรรจุปืนที่เต็มแล้วกว่าลงในอ่างปืนท น้ำหนักของปืนจะดึงตัวของลงมาทำให้ส่วนบนหลอดเป็นที่ว่าง แต่ยังคงมีปืนที่ตั้งในหลอดได้ เพราะ มีอากาศดันศักย์ความดัน P_a แสดงว่า ความดันของอากาศเท่ากับความดันเนื้องจากน้ำหนักของปืน สูง \bar{h}

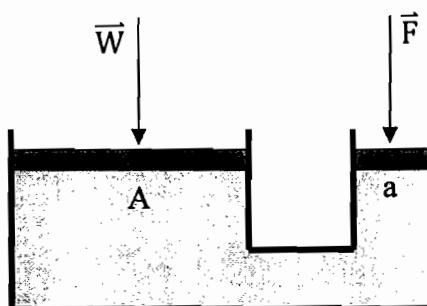


ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศกับความดันของป্রอุท

จากการทดลอง เมื่อค่าว่าป্রอุทในหลอดแก้วจะมีความสูงจากผิวป্রอุท ในอ่างเท่ากับ 76 cm ความหนาแน่นของป্রอุทเท่ากับ $13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ (เมื่อ ค่า $g = 9.8 \text{ m/s}^2$) จะได้ $P_a = 13.6 \times 10^3 \times 9.8 \times 0.76 = 1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ความดันของบรรยากาศบนโลกได้ 3 วิชี 1) บวกเป็นหน่วยความดัน เช่น วันนี้อากาศมีความดัน $1.01 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 2) บวกเป็นความสูงของป্রอุท เช่น วันนี้อากาศมีความดันของป্রอุทสูง 76 cm หรือ 760 mmHg 3) บวกเป็นความสูงของน้ำ เช่น วันนี้อากาศมีความดันเท่ากับน้ำสูง 10.3 m

2.1.2 กฎของป่าสคัล

กฎของป่าสคัล มีใจความว่า “ถ้าเพิ่มแรงดัน (ความดัน) ให้กับของไอล ที่บรรจุในภาชนะปิด ณ จุดใดๆ ความดัน นั้น จะส่งผลกระทบต่อไป ทำให้ทุกๆ ส่วนของไอลได้รับ ความดันที่เพิ่มขึ้น เท่ากันหมด”



ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์ของความดันที่กระทำต่อของไอลในระบบปิด

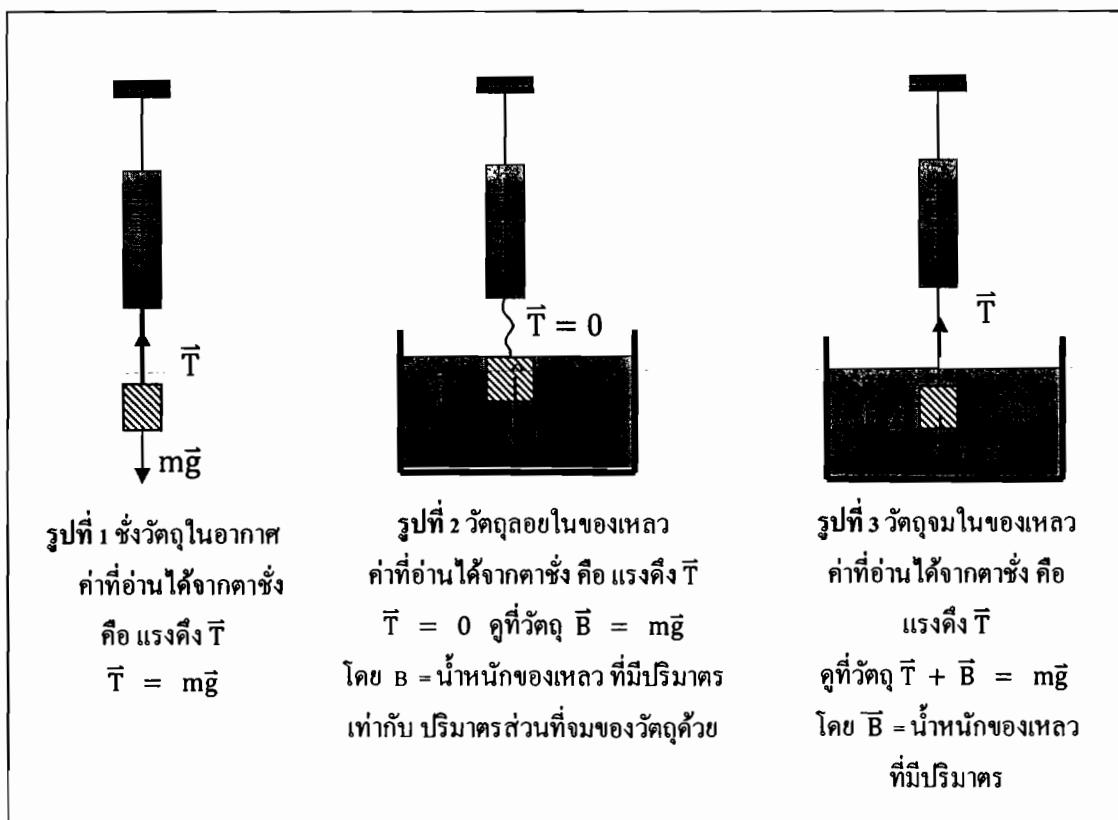
$$\text{จะได้ } P_A = P_a \quad (5)$$

$$\frac{\bar{W}}{A} = \frac{\bar{F}}{a}$$

$$\text{หรือ} \quad \frac{\bar{W}}{F} = \frac{A}{a} \quad (6)$$

2.1.3 แรงดึงดูดตัว

หลักของอาร์คิมิดีส มีใจความว่า “แรงดึงดูดตัวที่เกิดขึ้นกับวัตถุ (ไม่ว่าวัตถุนั้นจะ沉 หรือ浮) ย่อมมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวนั้น ที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่沉 ในของของเหลว”



ภาพที่ 2.5 การหาค่าแรงดึงดูดตัวในสถานการณ์ต่างๆ

2.1.4 หลักของแมร์นูลี

หลักความคันของของไหหล จะกล่าวถึงของไหหล (ของเหลว, อากาศ (แก๊ส)) ที่เคลื่อนที่ไม่อญုนิ่งเมื่อชนของเหลวในอ่าง หรือ น้ำในเขื่อน ที่มีการไหหลอย่างเป็นโดยจะใช้ความคิดเกี่ยวกับของไหหลในอุดมคติที่สรุปได้ว่า 1) ทุกอนุภาคในของไหหล เมื่อ เคลื่อนผ่านจุดเดียวกันจะมีความเร็วเท่ากัน และเมื่อไหหลผ่านจุดต่างๆ กันจะมีความเร็วเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้ 2) ของไหหลมี

การไหลดโดยไม่หมุน และไม่สามารถอัดได้ 3) ของไหลมีการไหลดโดยไม่มีแรงด้านเนื่องจากความหนืดของของไหลด 4) ของไหลด ณ ตำแหน่งใด จะมีความหนาแน่นคงตัว

ความต่อเนื่องของการไหลด จะมีอัตราการไหลดที่คงตัวเสมอ โดยจะหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{อัตราการไหลด} = A\vec{v}$$

(7)

โดย อัตราการไหลด ณ ตำแหน่งใดๆ จะคงตัว

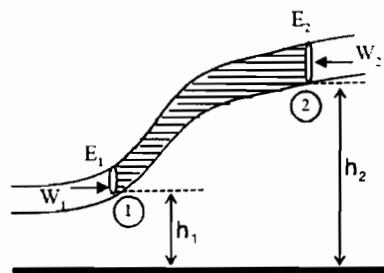
$$A\vec{v} = \text{กำลังตัว}$$

(8)

$$A_1\vec{v}_1 = A_2\vec{v}_2$$

(9)

แบร์ นูลี ได้ใช้หลักความสัมพันธ์ระหว่างงาน และพลังงานในการอธิบายการไหลดของของไหลด ดังนี้ จากหลักทรงพลังงาน ที่ว่าพลังงานจะไม่มีการสูญหายแต่มีการเปลี่ยนรูปได้ ดังนั้น ทุกๆ ตำแหน่งจะมีพลังงานเท่ากัน



ภาพที่ 2.6 ความสัมพันธ์ของงานและพลังงานในการอธิบายการไหลดของของไหลด

จะได้

$$W_1 + E_1 = W_2 + E_2 \quad (10)$$

$$W_2 - W_1 = E_2 - E_1$$

$$P_1V_1 - P_1V_1 = (E_k + E_p)_2 - (E_k + E_p)_1$$

$$P_1V_1 - P_1V_1 = (E_{k2} - E_{k1}) - (E_{p2} - E_{p1})$$

$$P_1 V_1 - P_1 V_1 = \left(\frac{1}{2} m \vec{v}_2^2 - \frac{1}{2} m \vec{v}_1^2 \right) - (m \vec{g} \vec{h}_2 - m \vec{g} \vec{h}_1)$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 \vec{v}_1^2 + \rho_1 \vec{g} \vec{h}_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_2 \vec{v}_2^2 + \rho_2 \vec{g} \vec{h}_2 \quad (11)$$

$$\text{หรือ } P + \frac{1}{2} \rho \vec{v}^2 + \rho \vec{g} \vec{h} = \text{ค่าคงตัว ณ ตำแหน่งใดเสมอ (สมการของเบร์นูลลี)}$$

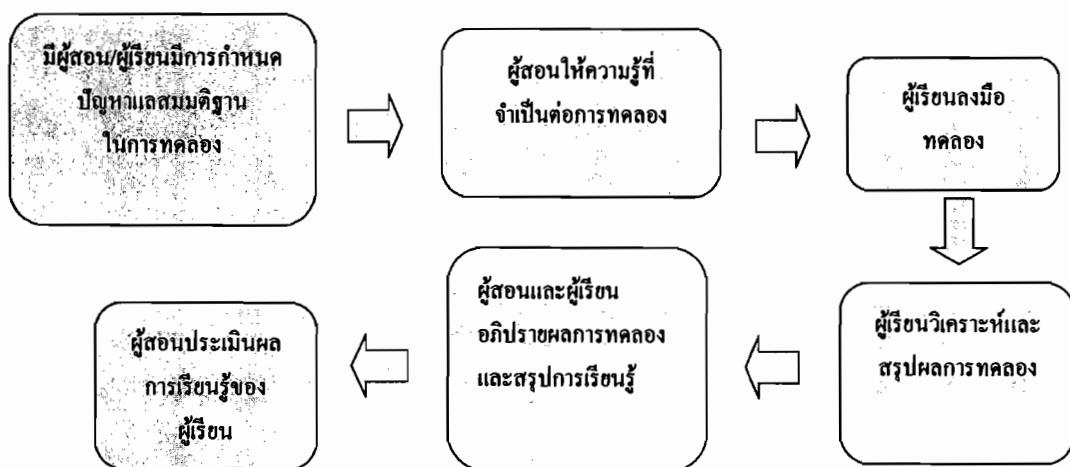
2.2 วิธีการสอนโดยใช้การทดลอง

วิธีสอนโดยการใช้การทดลอง คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการที่ผู้สอน/ผู้เรียนกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง ผู้สอนให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนและให้ผู้เรียนลงมือทดลอง ปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนด โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลองและสรุป การเรียนรู้ที่ได้รับจากการทดลอง (ทิศนา แ xenon พี, 2552 : 333) และยังถือว่าวิธีการสอนดังกล่าว เป็นส่วนสำคัญที่เน้นการพัฒนาวิธีการทดลอง และรูปแบบของการปฏิบัติการ เพื่อที่จะให้นักเรียน ได้มีความเข้าใจเนื้อหาวิชาที่เป็นข้อเท็จจริง กว้าง หลักการหรือทฤษฎีได้ถูกต้อง เป็นการทดลอง เพื่อทดสอบหรืออธิบายขั้นสิ้นที่ทราบคำตอบแล้ว และเป็นการปฏิบัติการเพื่อเตาะแสวงหาความรู้ใหม่ เป็นการเน้นการหาแนวทางให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง หรือคิดค้นคำตอบ ได้ด้วยตนเอง โดยใช้การทดลองเป็นศูนย์กลางในการเรียนการสอน นักเรียนจะเป็นผู้กระทำการทดลองด้วยตนเอง เป็นผู้วางแผนการทดลอง การเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ดำเนินการทดลอง การสังเกต บันทึกผลการทดลองวิเคราะห์ผลการทดลอง ประมวลและการสรุปผล เป็นการช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบ ด้วยตนเอง (กพ เลาห ไพบูลย์, 2541 : 137) นอกจากนี้แล้วการสอนโดยการใช้การทดลองยังเป็นการสอนที่ให้ผู้เรียนกระทำการเรียนรู้ได้การแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด โดยการทดลอง ปฏิบัติการใช้ทฤษฎีโดยผ่านการสังเกต การทดลอง ภายใต้สภาพที่ควบคุมไว้ (บุญชน ศรีสะอาด, 2537 : 68)

โดยทั่วไปแล้ว วัตถุประสงค์ของวิธีการสอนโดยใช้การทดลองช่วยให้ผู้เรียนรายบุคคล หรือรายกลุ่มเกิดการเรียนรู้ โดยการเห็นผลประจักษ์จากการคิด และการกระทำของตนเอง ทำให้การเรียนรู้นั้นตรงกับความเป็นจริง มีความหมายสำหรับผู้เรียน และจำได้นาน ซึ่งองค์ประกอบของวิธีการสอนนี้ จะต้องมีผู้สอนและผู้เรียน มีปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง มีการทดลอง และมีผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นจากการทดลอง (ทิศนา xenon พี, 2552 : 333) นอกจากนี้ เคิว น้ำเบิล และโรเบิร์ต แคนนอน (สุนทร โกรตะบรรเทา, 2535 : 76-78) ยังกล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการสอนแบบทดลองว่า เป็นการสอนที่ต้องการให้บรรลุ 2 ประการประกอบด้วยประการที่ 1 คือ

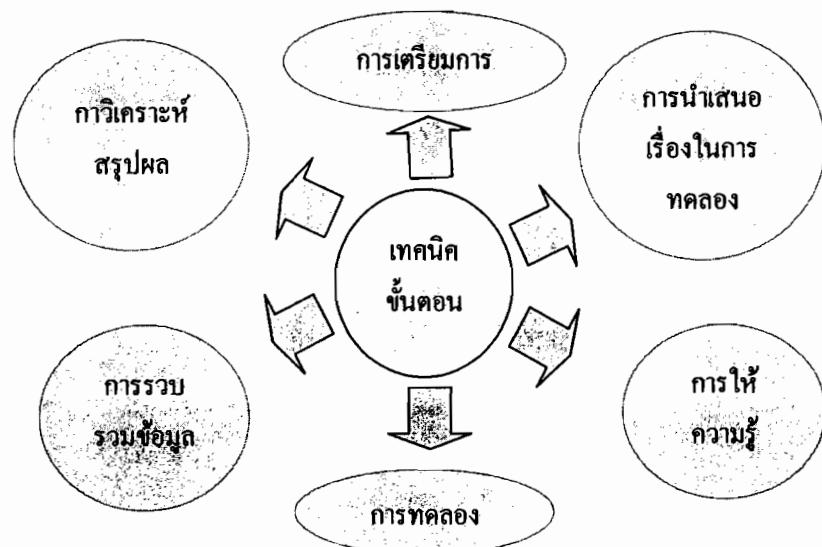
การเรียนรู้ทักษะและเทคนิคภาคปฏิบัติ ห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่ซึ่งจัดขึ้น เพื่อให้โอกาสสนักศึกษา ได้ชื่นชมฝีกทักษะและเทคนิคหลายอย่าง ซึ่งต้องมีก่อนจบรายวิชานี้ออกไป ทักษะและเทคนิคเหล่านี้ควรระบุอย่างดีที่สุดว่านักศึกษาควรบรรลุอะไรบ้าง เมื่อจบรายวิชานี้และประการที่ 2 คือ การเข้าใจกระบวนการเสาะแสวงหาความรู้ตามหลักวิทยาศาสตร์ วัสดุประสงค์ข้อนี้มีความสำคัญพื้นฐานต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์อย่างเห็นได้ชัด และในขั้นเรียนภาคปฏิบัติเป็นโอกาสเดียวที่สุดสำหรับให้นักศึกษามีความเข้าใจ เพื่อให้พัฒนาความเข้าใจชัดเจนและนิทักษะที่จำเป็น โดยทั่วไปแล้วการเสาะแสวงหาความรู้ตามหลักวิทยาศาสตร์มีลักษณะ 4 ประการคือ วิเคราะห์ เอกสาร มีวิจารณญาณ การกำหนดปัญหาต่างๆ หรือปัญหาใหม่ การวิเคราะห์และตีความข้อมูลการทดลองตลอดถึงการรายงานผลด้วยสื่อการเขียนและวาจา

ทิศนา แบบนิยม (2552 : 333) ได้กล่าวถึงขั้นตอนที่สำคัญของการสอนที่จะขาดไม่ได้ ไว้ 6 ขั้นตอนดังแผนภาพที่ 2.7 ทำให้มองเห็นลำดับขั้นตอนของการสอนโดยใช้การทดลองให้ชัดเจนขึ้น เริ่มตั้งแต่ขั้นตอนแรก คือการกำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง โดยผู้สอนและผู้เรียนในลำดับขั้นต่อไป ผู้สอนต้องให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทดลอง ให้ขั้นตอนและรายละเอียดในการทดลองแก่ผู้เรียน โดยใช้วิธีการต่างๆตามความเหมาะสม เมื่อผู้เรียนมีความรู้ในการทำการทดลองแล้วจึงเริ่มทำการทดลอง โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นตามขั้นตอนที่กำหนดและบันทึกข้อมูล การทดลองได้ เมื่อนักเรียนได้ผลการทดลองแล้วขั้นตอนต่อไปผู้เรียนต้องนำผลดังกล่าวมาวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลองให้มีความสอดคล้องกับปัญหาและสมมติฐานที่ตั้งไว้แต่แรก เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ที่ถูกต้องผู้สอนและผู้เรียนต้องอภิปรายผลการทดลองและสรุปการเรียนรู้ร่วมกันและอันดับสุดท้ายผู้สอนประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน



ภาพที่ 2.7 ขั้นตอนที่สำคัญของการสอนโดยใช้การทดลอง

นอกจากนี้ยังได้เสนอเทคนิคและข้อแนะนำในการใช้วิธีสอนโดยใช้การทดลองให้มีประสิทธิภาพโดยแต่ละเทคนิคจะมีความแตกต่างกันตามขั้นตอนดังแสดงดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 เทคนิควิธีเพื่อช่วยให้การสอนโดยใช้การทดลองมีประสิทธิภาพ

จากแผนภาพที่ 2.8 แสดงขั้นตอนที่จำเป็นต้องมีเทคนิค เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนที่เน้นการทดลองเกิดประสิทธิภาพ ซึ่งในขั้นแรกคือการเตรียมการ ผู้สอนจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดปัญหาที่จะใช้ในการทดลอง และกระบวนการหรือขั้นตอนในการดำเนินการทดลองให้ชัดเจน รวมทั้งจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จะใช้ในการทดลองให้พร้อมและลงชื่อนักการทดลองด้วยตนเองเพื่อจะได้รับประเมินปัญหาข้อข้อของของอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งอาจนำมาใช้ในการปรับขั้นตอนการดำเนินการและรายละเอียดต่างๆ ให้รอดกุมขึ้น ผู้สอนอาจจำเป็นต้องทำเอกสารรูปแบบการทดลองให้ผู้เรียนและอาจจัดทำประเด็นคำถามที่จะให้ผู้เรียนหาคำตอบ หรือแนวทางที่จะให้ผู้เรียนสังเกตผลการทดลอง นอกจากนี้ในบางกรณีที่การทดลองต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ที่จำเป็น ซึ่งหากผู้เรียนขาดความรู้ค้างกล่าว จะไม่สามารถทำการทดลองได้ จึงควรมีการตรวจสอบความรู้ผู้เรียนก่อนให้ทำการทดลอง โดยผู้สอนจะต้องตรวจสอบความปลดภัย รวมทั้งเตรียมการทั้งทางด้านป้องกันและแก้ไขปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นด้วย

ขั้นตอนการนำเสนอเรื่อง ปัญหา ที่จะใช้ในการทดลอง ผู้สอนอาจเป็นผู้นำเสนอปัญหาที่จะใช้ในการทดลอง แต่ถ้าทำให้ผู้เรียนมีความรู้สึกว่าปัญหามาจากตัวผู้เรียนเอง ได้ก็จะยิ่งดี จะทำให้การเรียนรู้หรือการทดลองนั้นมีความหมายสำหรับผู้เรียนมากขึ้น

**ขั้นตอนการให้ความรู้/ขั้นตอน/รายละเอียดในการทดลอง ผู้สอนอาจเป็นผู้กำหนดค
ขั้นตอนและรายละเอียดในการทดลองเอง หรืออาจให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนและกำหนดค
ขั้นตอนในการทดลองก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมกับสาระ แต่การให้ผู้เรียนร่วมกันดำเนินการนั้น จะ
ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะต่างๆ ได้เพิ่มขึ้นอีก และผู้เรียนจะกระตือรือร้นมากขึ้น เพราะเป็นผู้คิดเอง
อย่างไรก็ตาม ครุยว่าเป็นต้องพยายามให้คำปรึกษาและความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด**

**ขั้นตอนการทดลอง การทดลองทำได้หลายแบบ ผู้สอนอาจให้ผู้เรียนลงมือทดลองตาม
ขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ทั้งหมด โดยครุทำหน้าที่สังเกตและให้คำแนะนำหรือให้ข้อมูลป้อนกลับแก่
ผู้เรียน หรือผู้สอนอาจลงมือทำการทดลอง ให้ผู้เรียนสังเกตแล้วทำการทดลองตามไปทีละขั้นหรือ
ผู้สอนอาจลงมือทำการทดลองให้ผู้เรียนศูนย์กระบวนการแล้วให้ผู้เรียนไปทำการทดลองด้วย
ตนเอง ผู้สอนจะใช้เทคนิคไหนนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมสมกับลักษณะของการทดลองครั้งนั้นผู้เรียน
จะเรียนด้วยวิธีนี้ได้ดี หากมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จำเป็น ผู้สอนจึงควรฝึกฝนให้
ผู้เรียนก่อนให้ผู้เรียนทำการทดลองหรือไม่ก็ต้องฝึกไปพร้อมๆ กัน**

**ขั้นการรวบรวมข้อมูล ผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่ผู้เรียนในการสังเกตการณ์ทดลอง
บันทึกข้อมูลการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ รวมทั้งให้ความเอาใจใส่ใน
กระบวนการทดลอง และกระบวนการทำงานร่วมกันของผู้เรียนด้วย**

**ขั้นการวิเคราะห์สรุปผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้ ผู้สอนควรให้คำแนะนำแก่
ผู้เรียนเกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการ
คิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์เรื่องอื่นๆ ได้อีกมากมาย
นอกจากนั้น ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีการวิเคราะห์ ภูมิปัญญาเกี่ยวกับกระบวนการในการสำรวจหา
ความรู้ กระบวนการอื่นๆ และสรุปการเรียนรู้ร่วมกันด้วย**

**นอกจากนั้น (บุญชน ศรีสะอาด, 2537 : 69-70) ยังมีข้อแนะนำในการใช้วิธีการสอนโดย
ใช้การทดลองให้มีประสิทธิภาพดังแสดงในแผนภาพที่ 2.9**



1. ผู้สอนจะต้องวางแผนและประสานงานกับผู้เรียนอย่างใกล้ชิด
2. ความมีคุณภาพ (Laboratory Manual) ให้ผู้เรียนศึกษาล่วงหน้า
3. จะต้องมีอุปกรณ์ต่างๆอย่างเหมาะสมและเพียงพอ
4. ระมัดระวังตรวจสอบการใช้วัสดุที่เหมาะสม
5. อย่างความสัมพันธ์ระหว่างผลการทดลองกับสิ่งที่เรียนผ่านมา
6. พิจารณาถึงวัฒนธรรมของผู้เรียน ผลที่คาดว่าจะได้รับและการเสี่ยงอันตราย
7. ให้ทำการจดบันทึกรายงานการปฏิบัติการทุกรั้ง
8. วางแผนกิจกรรมสำหรับผู้ที่ทำปฏิบัติการเสร็จก่อนเวลาที่กำหนดไว้เสมอ

ภาพที่ 2.9 ข้อเสนอแนะในการใช้วิธีการสอนโดยใช้การทดลองให้มีประสิทธิภาพ

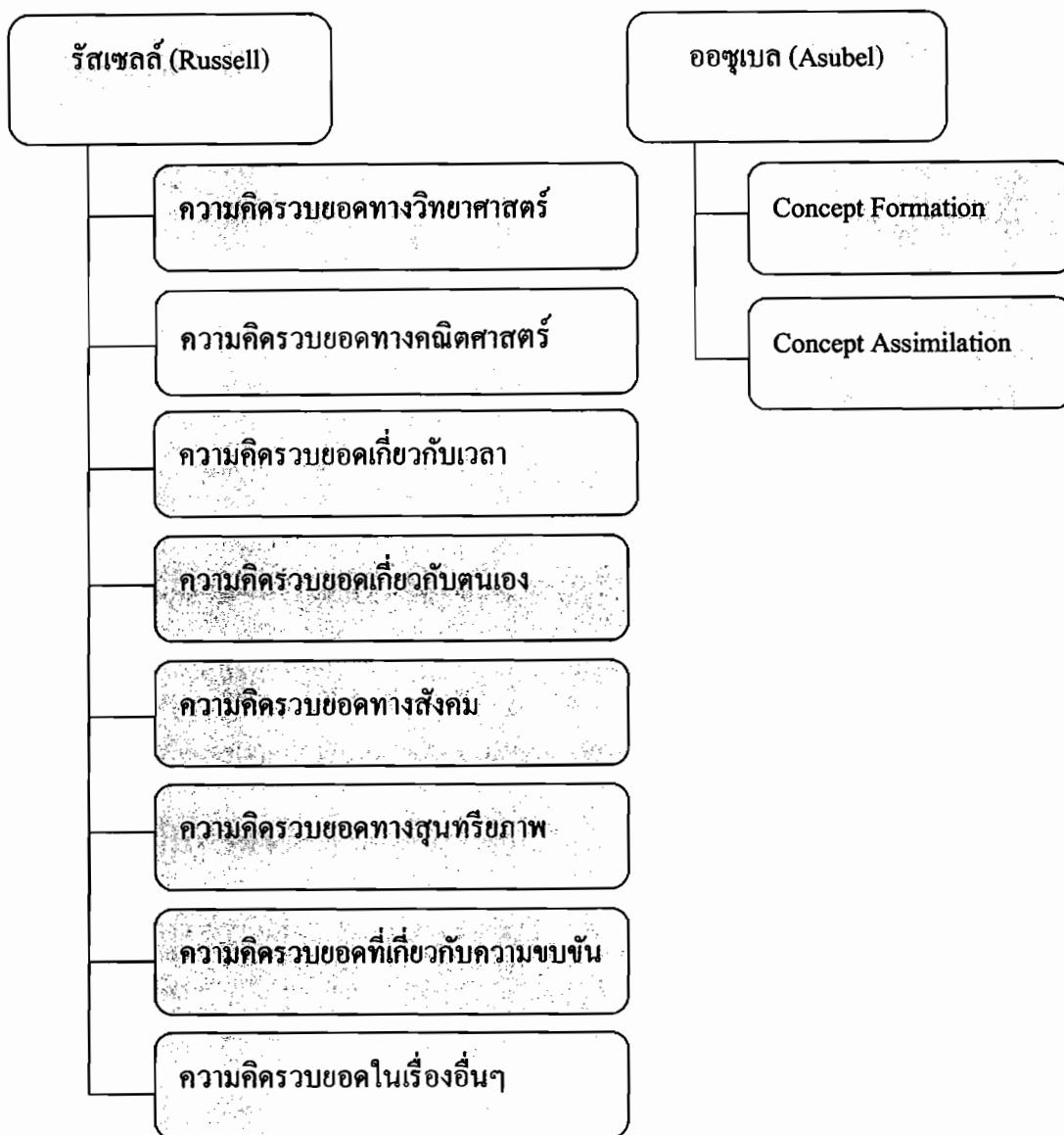
ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้การทดลองนี้ข้อดีหลายประการ โดยหลักแล้วเป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้ผ่านกระบวนการต่างๆ ได้พิสูจน์ ทดสอบและเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเอง จึงเกิดการเรียนรู้ได้ดี มีความเข้าใจและจะทำการเรียนรู้นั้นได้นาน อีกทั้งเป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนมีโอกาสได้เรียนรู้ และพัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆ จำนวนมาก เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการตรวจสอบหาความรู้ ทักษะกระบวนการคิด และทักษะกระบวนการกลุ่ม รวมทั้งได้พัฒนาลักษณะนิสัยไฟร์ ที่สำคัญเป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมาก จะทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ (ทิศนา แบบมูล, 2552 : 336) นอกจากนั้นเป็นวิธีการสอนที่ผู้สอนมีอิสระที่จะให้ความช่วยเหลือ และการสอนแก่ผู้เรียนที่ต้องการความช่วยเหลือ ในการทำกิจกรรมการเรียนสามารถดำเนินการ ได้หลายรูปแบบ โดยการทดลองอาจดำเนินโดยผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่มเล็กๆ ก็ได้ซึ่งผู้เรียนอาจศึกษากิจกรรม วิธีปฏิบัติ จากสื่อที่สามารถเรียนด้วยตนเอง ได้เป็นเทคนิคที่เป็นรากฐานของการแก็บัญหาช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การสรุป ครอบคลุมคืนพบความรู้ ส่งผลให้เพิ่มพูนความสามรถในการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น มีทักษะมากขึ้น และช่วยพัฒนาเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) (บุญชน ศรีสะอาด, 2537 : 69)

ทั้งนี้กระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การทดลองยังคงมีข้อจำกัดบางประการอยู่เช่นกัน นั่นคือเป็นวิธีสอนที่มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ เครื่องมือ วัสดุ สำหรับผู้เรียน จำนวนมาก และต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรม เนื่องจากการดำเนินการแต่ละขั้นตอน ต้องใช้เวลา (ทิศนา แบบมูล, 2552 : 336) ในบางกรณีที่ให้การปฏิบัติเป็นรายบุคคล ผู้เรียนบางคน อาจขาดแรงจูงใจในการทำงานคนเดียว หรือในกรณีที่ให้การปฏิบัติเป็นกลุ่ม สมาชิกบางคนอาจหลีกเลี่ยงการปฏิบัติงาน และถ้าผู้เรียนพัฒนาไปได้ด้วย หรือทำไม่ได้ ก็จะมีส่วนทำให้ผู้เรียนมีความ

คาดหวังในตัวเองค่าและเห็นว่าบางครั้งต้องใช้ทรัพกรามากซึ่งอาจไม่คุ้มกับผลที่ได้รับถ้าวางแผนและจัดระบบไม่ดีอาจล้มเหลวหรือเกิดผลไม่คุ้มก็ได้จึงหมายที่ใช้ได้กับบางวิชาเท่านั้น

2.3 ความคิดรวบยอด

ได้มีผู้นิยามความหมายของความคิดรวบยอดไว้หลายท่าน เช่น กิลฟอร์ด (Guilford, 1952 : 1-3) กล่าวว่า ความคิดรวบยอดหมายถึง สัญลักษณ์ที่เกิดมาจากการณ์ที่ได้พบเห็น สิ่งต่างๆ และสามารถแยกแยะสิ่งของเหล่านั้นออกเป็นประเภทได้และในประเภทเดียวกันก็จะมีเอกลักษณ์ร่วมกันอยู่ด้วย ด้านแมคโคนัลด์ (McDonald, 1959 : 184) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอดว่า ความคิดรวบยอด คือกลุ่มของเหตุการณ์ที่มีลักษณะเฉพาะร่วมกัน ไม่ใช่เหตุการณ์ในตัวมันเอง แต่เป็นความคิดรวบยอดในกลุ่มเรื่อง เหตุการณ์หรือลักษณะจำเพาะที่ແเน้นอนความคิดและความเข้าใจนั้นเป็นนามธรรมและเป็นข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องนั้น ในระยะหนึ่งหรือตลอดไปก็ได้ ทั้งนี้ พรรณี ชูทัยเจิต (2545 : 241) ได้กล่าวไว้ De-Cocco (1974) ได้ให้ความหมายของ concept ไว้ว่า concept คือกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน อาจจะแยกออกเป็นประเภทของสิ่งของ การกระทำ หรือความคิด โดยทั่วไปเราเรียน concept ของสิ่งต่างๆ ด้วยชื่อของสิ่งนั้น เช่น หนังสือ สงเคราะห์ นักเรียน ผู้หญิงสาว หม้อ สิ่งเร้าบางอย่าง ไม่จัดเป็น concept เช่น หนังสือสามก๊ก เด็กชายคำ เพราะสิ่งเร้าเหล่านี้เป็นสิ่งเร้าเฉพาะ ไม่ใช่สิ่งเร้าเป็นกลุ่ม ดังนั้นจึงได้กล่าวว่า concept หมายถึง ความสามารถที่ผู้เรียนจะมองเห็นความเหมือนของสิ่งเร้า และสามารถจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีลักษณะร่วมกัน ไว้เป็นพวกร่วมกัน ได้ นั่นคือ การเรียนรู้ลักษณะที่แยกสิ่งของ การกระทำ หรือความคิดออกเป็นประเภทต่างๆ นอกจากนั้น สุริยา รัตนพลที (2545 : 9) ได้ให้ความหมายของความคิดรวบยอด คือความคิดความเข้าใจที่สรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเกิดจากการได้รับประสบการณ์ที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ หลายๆ แบบแล้วใช้ลักษณะของสิ่งนั้น หรือเรื่องนั้นมาประมวลเข้าด้วยกัน และสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มเป็นพวกรา ได้ และพรพิมล ยังจิม (2546 : 9) กล่าวว่า ความหมายของความคิดรวบยอดคือ ความสามารถของผู้เรียนที่เข้าใจลักษณะร่วมกันสามารถจำแนก หรือสรุปเป็นกลุ่มหรือเป็นพວกรa ได้ซึ่งเกิดจากการได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น



ภาพที่ 2.10 ประเภทความคิดรวบยอดของ รัสเซลล์ และอชูเบล

ประเภทของความคิดรวบยอด ถูกจัดแบ่งหลายแบบด้วยกัน ในที่นี้จะยกตัวอย่างประเภทความคิดรวบยอดของ รัสเซลล์ (Russell) และอชูเบล (Asubel) ดังแผนภาพที่ 2.10 ซึ่งได้แสดงถึงประเภทของความคิดรวบยอดของนักการศึกษา 2 ท่านคือ รัสเซลล์ (Russell, 1965 : 124-155 ; อ้างอิงจาก บุญยนุช ฤลเพชร, 2552 : 10-11) ได้แบ่งประเภทความคิดรวบยอดออกเป็น 8 ลักษณะ คือ 1) ความคิดรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเวลา และที่ว่างรวมอยู่ด้วยกัน เพราะวิทยาศาสตร์เขียนอยู่กับการวัดที่แน่นอน เวลา น้ำหนักและปริมาณการณ์อื่นๆ ด้วย 2) ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) คือ ความคิดรวบยอดที่เกี่ยวกับ

จำนวนและการวัด ซึ่งมีอยู่ส่วนในชีวิตประจำวัน 3) ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเวลา (Concept of Time) ความคิดรวบยอดที่มีความสัมพันธ์กับความคิดรวบยอด เรื่องที่ว่าง (Concept of Space) แต่ ความคิดรวบยอดในเรื่องเวลาเป็นนามธรรมมากกว่า เช่น กลางคืน เช้า บ่าย เย็น และฤดูกาลต่างๆ 4) ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับตนเอง (Self Concept) คือการที่บุคคลมีความรู้สึกว่าตัวเขาเอง คือใคร เป็นอะไร เป็นอย่างไร 5) ความคิดรวบยอดทางสังคม (Social Concept) เป็นความคิดรวบยอด เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล ชนชั้น ประชาริปไท ศีลธรรม 6) ความคิดรวบยอดทาง สุนทรียภาพ (Aesthetic Concept) เป็นความคิดรวบยอดซึ่งสัมพันธ์กับความสวยงาม ขึ้นอยู่กับ ความคิดรวบยอดทางสังคมด้วย 7) ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความขำขัน (Humour Concept) เป็น ความคิดรวบยอดที่อยู่ในขอบข่ายของสังคมที่บุคคลนั้นอาศัยอยู่ บางสิ่งเป็นของขำขันในสังคมหนึ่ง แต่อาจไม่เป็นของขำในอีกสังคมหนึ่งก็ได้ 8) ความคิดรวบยอดในเรื่องอื่นๆ (Miscellaneous Concept) เช่น เกี่ยวกับความตาย เพศ สมรรถภาพ เป็นต้น

ทางค้าน ออชูเบล (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2544 : 303) ได้สรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ ความคิดรวบยอดอาจแบ่งออกได้เป็น 2 อย่าง คือ Concept Formation และ Concept Assimilation โดยให้ความหมายของกระบวนการเรียนรู้ทั้งสองประเภทดังนี้ Concept Formation หมายถึง การเรียนรู้ ความคิดรวบยอดจากประสบการณ์ของการเรียนรู้ เป็นการเรียนรู้โดยการค้นพบ หรือ ใช้วิธีอุปมา ตัวอย่างเช่น เด็กที่เรียนรู้ความคิดรวบยอดของเครื่องใช้ประจำวัน เช่น หมวก รองเท้า โดยการมีประสบการณ์ว่าถ้าจะออกไปข้างนอกจะต้องสวมหมวกที่ครีมะ สวมรองเท้าที่เท้า เป็นต้น เด็กรับรู้ปร่าง หมวก และคำว่าหมวก แทนสิ่งที่ตนรับรู้และโน้มภาพ ส่วน Concept Assimilation เป็นการเรียนรู้ความคิดรวบยอดแบบอนุมาน โดยทราบคำจำกัดความของความคิดรวบยอดพร้อมกับ ตัวอย่างของความคิดรวบยอดและคุณลักษณะวิกฤติของความคิดรวบยอดนั้น เด็กโตและผู้ใหญ่ใช้ กระบวนการนี้

ออชูเบล (สุรางค์ โค้วตระกูล, 2544 : 304) กล่าวถึงหลักการสอนความคิดรวบยอด ไว้ 5 ประการ คือ 1) ความคิดรวบยอดที่มีความหมายกว้าง และมีคุณลักษณะวิกฤติที่สามารถคลุม ความคิดรวบยอดที่ย่อยออกไปหลายๆ ชนิด 2) เน้นให้นักเรียนทราบถึงคุณลักษณะวิกฤติของ ความคิดรวบยอด 3) จัดกลุ่มสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะวิกฤติร่วมกับความคิดรวบยอดที่ได้บอกผู้เรียนใน ข้อนี้ 4) ให้ตัวอย่างเฉพาะของสิ่งเร้า ซึ่งอาจจะเป็นสัตว์ วัตถุ สิ่งของที่มีคุณลักษณะเหมือนกับ ความคิดรวบยอด 5) สรุปลักษณะที่เด่นหรือวิกฤติของความคิดรวบยอด บ่อย พร้อมกับให้ตัวอย่าง

นอกจากหลักการสอนความคิดรวบยอดของออชูเบลแล้ว มีนักจิตวิทยาอีกหลายคน ได้ เสนอแนวรูปแบบ (Models) การสอนแบบต่างๆ เป็นต้นว่า วิธีสอนของคนเยอรมันเป็นวิธีตรงข้ามกับ ออชูเบล เรียกว่า Bottom-up Model ซึ่งมีหลักการว่าในการสอนความคิดรวบยอด ควรจะเริ่ม

ความคิดรวบยอดที่เฉพาะและง่ายก่อน โดยให้ผู้เรียนทราบคำจำกัดความและคุณลักษณะของความคิดรวบยอดเพื่อจะได้ใช้เป็นพื้นฐานที่จะสร้างกฎ หรือหลักการที่จะเรียนรู้ความคิดรวบยอดที่กว้างหรือสูงขึ้น โดยมองเห็นความสัมพันธ์ของความคิดรวบยอดเฉพาะกับความคิดรวบยอดรวม

คลอสไมเนอร์ (Klausmcicr) และเฟรเยอร์ (Frayer) (สุรางค์ โควตระกูล, 2544 : 304) กับผู้ร่วมทำงาน ได้ทำการศึกษาการเรียนรู้ความคิดรวบยอดของนักเรียนกลุ่มนี้ในโรงเรียน และได้ติดตามผลกระทบ พบร่วมกับการเรียนรู้ความคิดรวบยอด ผู้เรียนตามขั้นพัฒนาของสติปัญญา และได้แบ่งขั้นกระบวนการเรียนรู้ความคิดรวบยอดออกเป็นสามขั้น คือ ขั้นแรกเป็นกระบวนการเรียนรู้ปฐرم (Concrete Level Processes) และกระบวนการเรียนรู้ขั้นเหมือน (Identity Level) ขั้นที่สองเป็นกระบวนการเรียนรู้ขั้นที่จะสามารถแบ่งสิ่งต่างๆ เป็นจำพวกที่มีคุณลักษณะวิถีเดียวกัน (Beginning Classificatory Level) และขั้นสุดท้ายเป็นกระบวนการเรียนรู้ขั้นสูงสุด (Formal Level Processes)

พรรมี ชัยเจนจิต (2545 : 241) ได้นำเสนอลำดับขั้น ในการสอนเพื่อให้เกิดความคิดรวบยอดไว้ 7 ขั้นตอนดังนี้ 1) กำหนดคัวคูกประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อเด็กได้เรียนความคิดรวบยอดได้แล้วจะทำอะไร ได้บ้าง เช่น เรียนเรื่องสัตว์บก สามารถแยกสัตว์บกออกจากสัตว์ประเภทอื่นได้ 2) วิเคราะห์ความคิดรวบยอดที่จะให้เรียน ถ้าความคิดรวบยอดที่จะเรียนมีหลากหลายมิติ ลักษณะที่ไม่จำเป็นลง โดยเน้นลักษณะที่เด่นและสำคัญ โดยจัดลำดับเป็นหมวดหมู่เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย เช่น นก มี 2 ขา มี 2 ปีก 3) ใช้สื่อทางภาษาในการสอน อธิบายให้เข้าใจหรือแนะนำให้สังเกตลักษณะร่วมที่เด่น การใช้ภาษาเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนความคิดรวบยอด ผู้เรียนจะต้องรู้จักคำต่างๆ มาก 4) ตัวอย่างที่นำมาให้คุณร่มตัวอย่างที่ถูกและตัวอย่างที่ผิดควรคู่กันไป จะได้ผลที่ดีกว่าตัวอย่างที่ถูกอย่างเดียวหรือผิดอย่างเดียว เช่น การสอนความคิดรวบยอดของนก ก็ยกตัวอย่างที่เป็นนกชนิดต่างๆ เช่น นกแก้ว นกบุนทอง ฯลฯ ส่วนตัวอย่างที่ไม่ใช่นก คือ แมว หมา แมลง ฯลฯ แล้วให้เด็กสังเกตลักษณะเด่นของนกเปรียบเทียบกับสัตว์อื่นๆ 5) ให้คุ้นตัวอย่างต่างๆ ทั้งในทางบวกและทางลบค่อนเนื่องกันไป แต่ให้ตัวอย่างทางลบก่อนแล้วตามด้วยตัวอย่างทางบวก จะช่วยให้เรียนความคิดรวบยอดง่ายขึ้น (จากผลการวิจัย) 6) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม โต้ตอบและให้กำลังใจเป็นการเสริมแรงทุกระยะถือว่าการเสริมแรงเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่งในการเรียนความคิดรวบยอด และ 7) พยายามให้นักเรียนอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดที่เรียนไป ด้วยคำพูดของตนเอง

2.4 Normalized Gain

บทความเรื่องการประเมินผลการเรียนรู้แบบใหม่ โดยการใช้ผลสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Normalized Gain:A new assessment method by using pre-test and post-test scores) ของอภิสิทธิ์ คงไชย และคณะ (2550) กล่าวถึงว่ากระบวนการที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเรียนการสอน คือการประเมินผล เพื่อให้รู้ว่าผลขัจการการเรียนการสอนนั้น บรรลุวัตถุประสงค์หรือไม่ หรือนักเรียนได้เรียนรู้มากขึ้นเพียงใด ผู้วัดข้อมูลที่นิยมประเมินผลการเรียนด้วยวิธีทางสถิติ มาใช้ในการตัดสินผลการเรียน เช่น การใช้ t-test, z-test เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียน และดูว่าหลังจากเรียนรู้ด้วยวิธีการนั้นๆ แล้วผลการเรียนรู้ของนักเรียนให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ หรือไม่ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าผลการเรียนด้วยวิธีนี้ดีขึ้นมากน้อยเพียงใด โดยการประเมินผลที่นิยมกันคือการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนเรียน (pre-test) และหลังเรียน (post-test) ซึ่งจะดูความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบอย่างนี้ ว่ามีผลการเรียนเพิ่มขึ้นหรือไม่อย่างไร และหากต้องการเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างสองวิธี เราสามารถดูได้โดยการเปรียบเทียบว่า คะแนนสอบของนักเรียนกลุ่มใดมากกว่ากัน ซึ่งอาจสรุปว่ากลุ่มนี้มีผลต่างคะแนนก่อนและหลังมากกว่าจะมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นมากกว่า หรือเปลกความได้ว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้ด้วยวิธีการนั้นมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นมากกว่า หรือผลการสอนด้วยวิธีนี้ดีกว่าอีกวิธี

บทความที่ อภิสิทธิ์ คงไชย และคณะ (2550) นำเสนอเป็นวิธีการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนอีกวิธีหนึ่งที่จะสามารถบอกผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด โดยดูได้ทั้งภาพรวมทั้งชั้นเรียน คูเตล์แล็บแนวคิดควบยอด คูเตล์ละข้อและคูเตล์รายบุคคล ซึ่งวิธีการประเมินนี้ได้มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายในต่างประเทศ โดยเฉพาะในกลุ่มวิชาทางฟิสิกส์ศึกษา วิธีการประเมินนี้เรียกว่า normalized gain

ผู้ที่คิดวิธีการประเมินผลการเรียนรู้จากคะแนนสอบก่อนเรียน (pre-test) และหลังเรียน (post-test) แบบ normalized gain (normalized เป็นคำที่มาจากศัพท์ทางความคัมฟิสิกส์ ซึ่งหมายถึง การทำให้มีโอกาสความเป็นไปได้เท่าๆ กัน โดยมีค่าเป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ 1 เท่ากัน) คือ Richard R. Hake นักฟิสิกส์แห่ง University of Indiana โดย Hake ทราบว่าในการสอนแต่ละครั้งจะมีข้อจำกัดในเรื่องคะแนนต่ำสุด (Minimum or floor effect) ที่ทุกคนจะมีโอกาสได้คะแนนต่ำสุด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0 และโอกาสที่จะได้คะแนนสูงสุด (Maximum or ceiling effect) ไม่เกินร้อยละ 100 หรือที่เรียกว่า Floor and ceiling effect ด้วยปัญหานี้จึงได้เสนอวิธีการในการประเมินผลการเรียนรู้เพิ่มขึ้น (Normalized gain) โดยหาได้จากการอัตราส่วนของผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (Actual gain) ต่อผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain) โดยเขียนเป็นสมการความสัมพันธ์ได้

$$\text{คั่งนี้ } \langle g \rangle = \frac{(\% \text{post-test}) - (\% \text{pre-test})}{100\% - (\% \text{pre-test})} \quad (12)$$

โดยที่	$\langle g \rangle$	แทนค่า normalized gain
	$\% \text{post-test}$	แทนค่า ร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียน
	$\% \text{pre-test}$	แทนค่า ร้อยละค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียน

การประเมินข้างต้นทำให้สามารถแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกเป็นกลุ่มได้สามระดับคือ

High gain (ระดับสูง) ค่า normalized gain มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.7 ($\langle g \rangle \geq 0.7$)

Medium gain (ระดับปานกลาง) ค่า normalized gain มีค่าระหว่าง 0.3 ถึง 0.7
($0.3 \leq \langle g \rangle < 0.7$)

Low gain (ระดับต่ำ) ค่า normalized gain มีค่าระหว่าง 0.0 ถึง 0.3 ($0.0 \leq \langle g \rangle < 0.3$)

มีการจัดแบ่งประเภทของ normalized gain เป็น 4 ประเภทคือ กันดังจะได้กล่าวต่อไปนี้

Class normalized gain หมายถึงการพิจารณาว่าผลการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งชั้นนั้นเพิ่มขึ้นคิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ โดยดูได้จากคะแนนเฉลี่ยของทั้งชั้น ทั้งก่อนและหลังเรียน การพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนในลักษณะนี้ใช้เพื่อคุ้วงผลการเรียนการสอน โดยภาพรวมของทั้งชั้นนั้นมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด ซึ่งโดยทั่วไปนักวิจัยจะอ้างถึงเนื่องจากสามารถออกเป็นภาพรวมของทั้งชั้น อย่างไรก็ตามในการคิดคำนวณเพื่อหาค่า normalized gain นี้ อาจใช้การนับคะแนนหรือนับจำนวนนักเรียนที่ตอบข้อสอบได้ถูกต้อง เพื่อมาเข้าสูตรการคำนวณ ผลการคำนวณที่ได้จะเป็นการบอกภาพรวมของทั้งชั้นว่ามีผลการเรียนรู้ดีขึ้นมากน้อยเพียงใด

Single student normalized gain หมายถึง การพิจารณาว่านักเรียนแต่ละคนมีพัฒนาการเรียนรู้อย่างไร โดยดูได้จากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนแต่ละคน ในการหาค่า $\langle g \rangle$ ของนักเรียนแต่ละคนทั้งชั้นแล้วมาหาค่าเฉลี่ย หรืออาจจะเรียกว่าเป็นค่าเฉลี่ย $\langle g \rangle$ ของนักเรียนห้องนี้ ซึ่งควรจะเป็นค่าเดียวกันไป class normalized gain แต่ละค่าที่ได้จากการนี้จะพบว่ามีค่าไม่เท่ากัน โดยค่าเฉลี่ยค่าวิธีนี้จะมีค่าอยู่ในช่วง ร้อยละ 5 ขึ้นไป ของ class normalized gain โดยที่จำนวนประชากรที่ทดสอบต้องมีค่าตั้งแต่ 20 คนขึ้นไป

Single test item normalized gain หมายถึงการพิจารณาว่าจำนวนนักเรียนที่ตอบถูกเพิ่มขึ้นเป็นเท่าใดของข้อสอบข้อที่เรากำลังพิจารณาในการสอนก่อนเรียนและหลังเรียน การพิจารณาในลักษณะนี้มีข้อดี คือทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อข้อสอบข้อนั้นๆ เป็นอย่างไร ซึ่งสามารถนำมาเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการเรียนการสอน ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับข้อสอบนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี สำหรับข้อสอบชุดหนึ่งๆ จะมีการแบ่งหมวดหมู่ของข้อสอบออกเป็นกลุ่มตาม

แนวความคิดรวมยอด ที่ผู้สร้างแบบทดสอบได้ตั้งไว้ดังเด็ตตอนแรก คั่งน้ำ้นจึงนิยมที่จะพิจารณาผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนต่ออุปกรณ์สอบกลุ่มนั้นๆ อันจะทำให้บอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจต่อแนวความคิดรวมยอดนั้นๆ เป็นอย่างไร

Conceptual dimensional normalized gain เป็นการคูณว่าพัฒนาการหรือผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนที่มีต่อความคิดรวมยอดหนึ่งๆ เป็นอย่างไร การพิจารณาผลการเรียนรู้ในลักษณะนี้จะใช้ในการณ์ที่ต้องการคูณว่านักเรียนมีผลการเรียน หรือมีพัฒนาการต่อการเรียนในหัวข้อนั้นๆ เป็นอย่างไร เนื่องจากการสอบครั้งหนึ่งๆ จะมีการสอบรวมยอด เพื่อที่จะดูผลการเรียนที่นักเรียนสอบได้ต่อข้อสอบชุดคนั้นๆ ซึ่งข้อสอบมาตรฐานทั่วไปจะมีการวัดความเข้าใจหลากหลาย ความคิดรวมยอด อยู่ในข้อสอบชุดเดียวกัน ดังนั้นหากเราคูณเฉพาะคะแนนรวม ไม่อาจบอกได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจผิดในเรื่อง ใดมากหรือน้อย เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอน ได้ตรงประเด็นที่นักเรียนมีความเข้าใจผิดกันมากหรือน้อย ส่วนประเด็นที่นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่คืออยู่แล้วเราจะสามารถนำไปพัฒนาต่อได้อีก

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติพงษ์ หมอกนุงเมือง (2546) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบทดลอง โดยทำการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนฟากกว้านวิทยาคม อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา พบว่าความรู้เสริมกิจกรรมการออกแบบทดลองสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และส่งผลให้นักเรียนดังกล่าว มีทักษะปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก โดยมีเกณฑ์ประเมินผลร้อยละ 88.06 และผู้ทำวิจัยเรื่องนี้ยังสังเกตเห็นว่า ขณะที่นักเรียนทำการวิจัย ออกแบบการทดลองบรรยายกาศในการเรียนการสอน ไม่ตึงเครียด สนุกสนาน เพลิดเพลิน นักเรียนมีความสุขในการเรียน

นพพร เสนีย์คุปต์ (2547) ได้สร้างและพัฒนาชุดทดลอง เรื่องโนเมนตัมและการชนใน 2 มิติ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อชุดทดลอง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนโภธินบูรณะเพชรบูรี จังหวัดเพชรบูรี ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองมีประสิทธิภาพทางวิทยาศาสตร์เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์โนเมนตัมและมีคุณภาพอยู่ในระดับดี ชุดทดลองมีประสิทธิภาพทางการศึกษา $89.47/82.67$ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังสูงกว่าก่อนเรียน

ชูจิต สาระภาค (2547) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการใช้เครื่องมือในการทดลองทางฟิสิกส์ ของนักศึกษาในสถาบันราชภัฏสุรินทร์ ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดฝึก

ปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 ผลการวิจัยพบว่าคะแนนทางการเรียนของนักศึกษาที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดฝึกหัดเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อันเนื่องมาจากการสอนที่ผู้จัดใช้เน้นกิจกรรมการทดลองทั้งหมด ทำให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการทดลอง และได้มีโอกาสฝึกทักษะการใช้เครื่องมือการทดลองก่อนลงมือปฏิบัติจริง จึงเป็นผลให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจทั้งในเนื้อหาวิชาและเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง โดยการค้นพบด้วยตนเองจากการทดลอง

อาทิตย์ จันทร์ส่งแสง (2549) ได้พัฒนาชุดทดลองเรื่อง การวัดอัตราการไหล วิชากลศาสตร์ของไหล สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูงปีที่ 1 สาขาวิชา อุตสาหกรรมการผลิต และสาขาวิชาเทคนิคบานยนต์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังใช้ชุดทดลองของนักศึกษา ซึ่งพบว่าชุดทดลองที่ได้สร้างขึ้น ได้รับความสนใจแก่นักศึกษา ทำให้เกิดความสนุกสนานในขณะที่กำกิจกรรมการทดลอง จึงส่งผลให้นักศึกษาที่ใช้ชุดทดลองดังกล่าว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่ไม่ได้เรียนด้วยชุดทดลอง และพบว่าชุดทดลองที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ $84.93/81.51$

ศักดิ์วินูลย์ จันทร์รายี (2550) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แหล่งเรียนรู้ ในชุมชนในสาระการเรียนวิทยาศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 เรื่องงานและพลังงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย 2 อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 25 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 69.49 ซึ่งผ่านเป้าหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่โรงเรียนกำหนดคือร้อยละ 60 และจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เป้าหมายที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 มีจำนวน 19 คน จากนักเรียนทั้งหมด 25 คน คิดเป็นร้อยละ 76 นักเรียนมีความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก และความคิดเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านสาระการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแหล่งเรียนรู้ในชุมชน มีความหมายอยู่ในระดับมากทุกรายการ

ดวงใจ ศวาศรี (2550) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องงานและพลังงานของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนคูเมืองวิทยา อำเภอหนองบัวแดง จังหวัดชัยภูมิ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT และจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้แบบ 4MAT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

น้ำค้าง จันเสริม (2551) ได้ทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจโน้มติ ก่อนเรียน เรื่องงานและพลังงานและพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องงานและพลังงาน บนพื้นฐานของทฤษฎี คอนสตัคติวิสต์ โดยใช้วิธี POE สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนคูส่วนแวงพิทยาคม

จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่า นักเรียนร้อยละ 70 ได้พัฒนามัลติมีเดียตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

พวงเพชร ศรีคิรินทร์ (2552) ได้พัฒนามัลติมีเดียตามแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วย มัลติมีเดียที่พัฒนาขึ้น โดยได้ทำการศึกษา กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสามเพ็งพิทยาคม อำเภอสามเพ็ง จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ผู้เรียนกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เพ็ญพร บรรณ จำปา (2551) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องงานและ พลังงาน วิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการสอน SSCS MODEL และการสอนปกติ ของนักเรียน โรงเรียนพานพร้าว อำเภอศรีเชียงใหม่ จังหวัดหนองคาย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยใช้รูปแบบการสอน SSCS MODEL สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการใช้ชุดการทดลองออกแบบเพื่อพัฒนาความเข้าใจของผู้เรียนเรื่อง กลศาสตร์ของไอล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โรงเรียนกาญจนากิ่งวิทยาลัย พAshinru อําเภอ博文 จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ประกอบด้วย

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 แบบแผนการศึกษาวิจัย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 สติติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนสาขาวิชาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนกาญจนากิ่งวิทยาลัย พAshinru อําเภอ博文 จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 120 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 และ 5/5 จำนวน 49 คน โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 จำนวน 26 คน เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งนำมาแบ่งกลุ่มตามหลักการการจัดกลุ่มของ Slavin (1990 : 76) โดยใช้คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ในขณะที่นักเรียน เรียนอยู่ระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 มาเรียงลำดับแล้วแยกนักเรียนออกเป็นนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนแล้วนำมาจัดเข้ากลุ่มจำนวน 6 กลุ่ม และใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นในการจัดการเรียนการสอน ส่วนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/4 จำนวน 23 คน เป็นกลุ่มควบคุมที่ใช้การเรียนแบบปกติ สำหรับกลุ่มทดลองจะมีนักเรียนเก่ง ปานกลาง และอ่อนคละกันไปในอัตราส่วน นักเรียนเก่ง:นักเรียนปานกลาง:นักเรียนอ่อน เป็น 1 : 2 : 1 โดยสามารถในแต่ละกลุ่มเป็นดังในตารางที่ 3.1

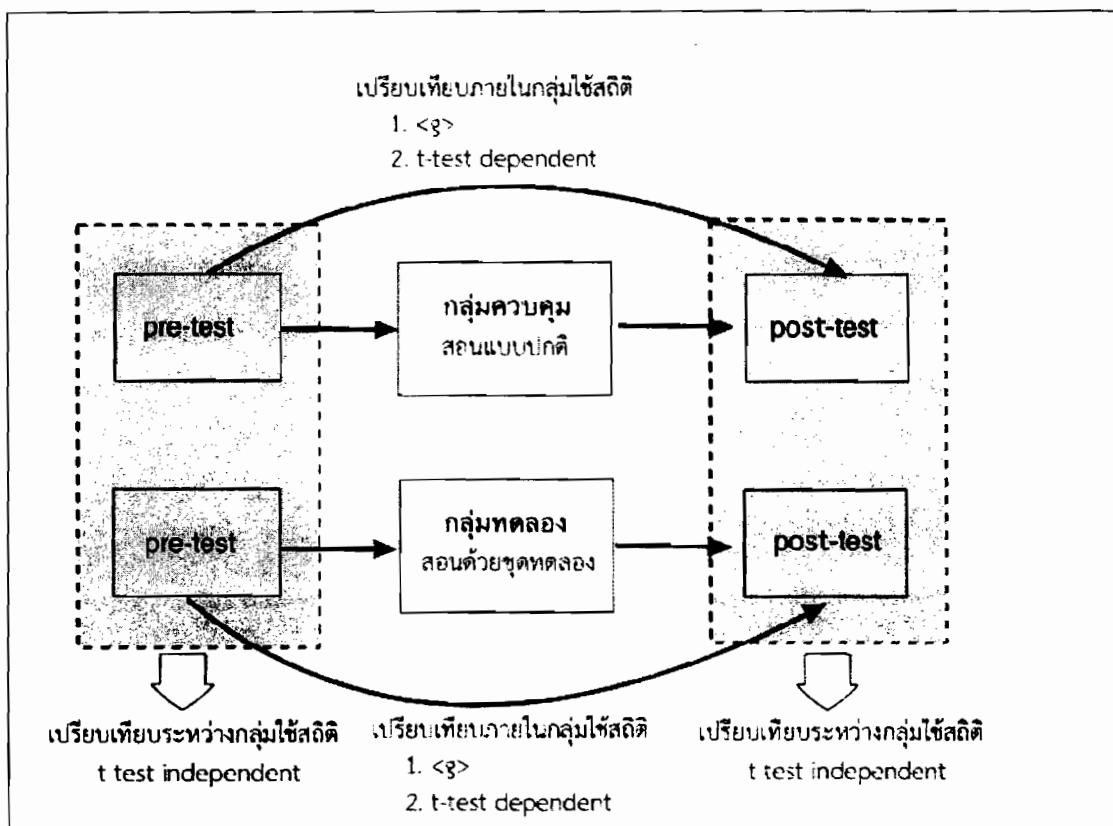
ตารางที่ 3.1 หลักการจัดกลุ่มตามแบบของ Slavin

กลุ่ม	สมาชิกในแต่ละกลุ่ม					
A	1	7	13	19	25	
B	2	8	14	20	26	
C	3	9	15	21		
D	4	10	16	22		
E	5	11	17	23		
F	6	12	18	24		

เลขที่แสดงในตาราง 3.1 เป็นอันดับคะแนนเฉลี่ย จากการทดสอบวิชาฟิสิกส์เพิ่มเติม ในขณะที่นักเรียน ที่เรียนอยู่ระดับมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 เรียงจากสูงไปต่ำ โดยเลข 1 เป็นนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุด และเลข 26 คือนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำสุด ดังนั้น สมาชิกในกลุ่ม A จะประกอบไปด้วยนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเป็นอันดับ 1 อันดับ 7 อันดับ 13 อันดับ 19 และอันดับ 25 ส่วนสมาชิกในกลุ่ม B จะประกอบไปด้วยนักเรียนที่ได้คะแนนสูงสุดเป็น อันดับ 2 อันดับ 8 อันดับ 20 อันดับ และอันดับ 26 จากการขั้นนักเรียนด้วยวิธีดังกล่าวจะทำให้ในแต่ละกลุ่มนี้จำนวนนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน

3.2 แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงกึ่งทดลอง ใช้รูปแบบการวิจัยแบบมีการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Pretest posttest control group design) โดยสรุปเป็นขั้นตอน ได้ดัง ภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แบบแผนการศึกษาวิจัย

จากภาพที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนในการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โดยทำการ pre-test ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลที่ได้มามาวิเคราะห์เบรียบเทียบทั้งสองกลุ่ม ด้วยสถิติ t-test independent หลังจากนั้นดำเนินการสอน โดยกลุ่มทดลองสอนด้วยชุดทดลองส่วนกลุ่มควบคุมสอนด้วยวิธีปกติแล้วทำการ post-test ทั้งสองกลุ่มเสร็จแล้วนำผลที่ได้มามาวิเคราะห์เบรียบเทียบภายในกลุ่มด้วยสถิติ normalized gain <> และสถิติ t-test dependent ส่วนการวิเคราะห์เบรียบเทียบระหว่างกลุ่มใช้สถิติ t-test independent

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.3.1 ชุดทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไทย

3.3.2 คู่มือชุดทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไทย

3.3.3 แผนการจัดการเรียนรู้

3.3.4 แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไทย

3.3.5 แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองของนักประสมศึกษาศาสตร์ของไทย

3.3.5 แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อชุดทดลอง

3.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 ชุดทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไทย

ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีจุดประสงค์ เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ เรื่องของไทยทั้ง ในส่วนที่เป็นสติ๊กศาสตร์ของไทย และพลศาสตร์ของไทย โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง คือ

3.4.1.1 ชุดการทดลองเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องแรงดันของเหลว

3.4.1.2 ชุดการทดลองเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องกฎของปานคลาล

3.4.1.3 ชุดการทดลองเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องแรงดึงด้วยตัว

3.4.1.4 ชุดการทดลองเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องหลักของแบร์นูลี

โดยการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง จะถูกบรรจุไว้ในชุดการทดลองของนักประสมศึกษาศาสตร์ของไทย 1 ชุด และจะเน้นการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือทดลอง บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์และสรุปผลการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งกิจกรรมการทดลองต่างๆจะช่วยให้นักเรียน ได้เข้าใจในหลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับกับเรื่องนั้นๆได้ดียิ่งขึ้น โดยผู้สอนจะให้คำชี้แนะนำเกี่ยวกับ แนวคิดหลักแนวคิดรวมยอดของแต่ละการทดลอง โดยรายละเอียดของชุดทดลองดังกล่าวปรากฏในภาคผนวก ก

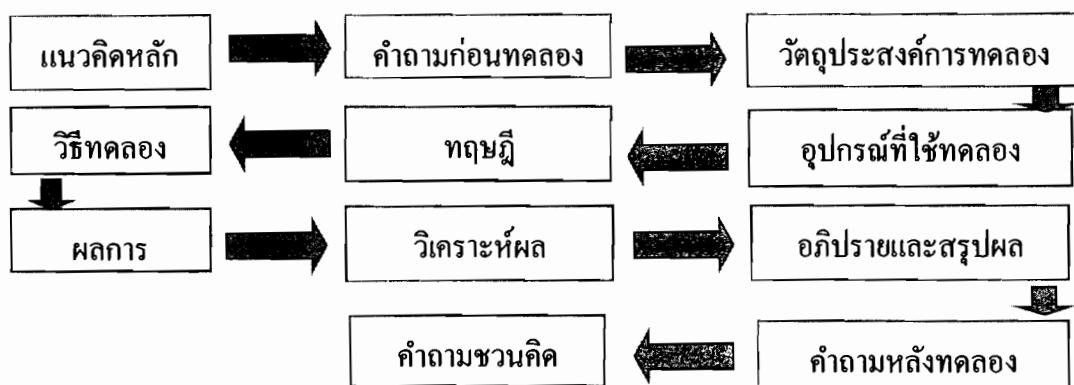
3.4.2 คู่มือชุดทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไทย

การสร้างคู่มือทดลอง ของชุดทดลองของนักประสมศึกษาศาสตร์ของไทย จะเน้นกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการทดลองปฏิบัติการทางฟิสิกส์ด้วยชุดทดลอง ที่เน้นกระบวนการ เสริมสร้างความเข้าใจ และฝึกวิเคราะห์การแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์เรื่องกลศาสตร์ของไทย ซึ่งผู้วิจัยได้มีการสร้างคู่มือชุดทดลองดังนี้

ในขั้นแรกศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอนจากเอกสารวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างคู่มือชุดทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไทย ที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังจากนั้นจึงศึกษาจุดประสงค์ และรายละเอียดของ เนื้อหา โจทย์ปัญหาและการประยุกต์ใช้เรื่องกลศาสตร์ของไทย ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างคู่มือชุดทดลอง โดยแยกลำดับขั้นการทำปฏิบัติทางการฟิสิกส์ไว้ 4 ชุดการทดลอง โดยที่คู่มือชุดทดลองแต่ละตอน ประกอบด้วยส่วนต่างๆ 11 ส่วนคือ แนวคิดหลัก คำถາມก่อนทดลอง วัตถุประสงค์การทดลอง

อุปกรณ์การทดลอง ทฤษฎี วิธีการทดลอง ผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง อภิปรายและสรุปผลการทดลอง คำตามหลังทดลองและคำตามชวนคิด ดังแสดงเป็นแผนผังในภาพที่ 3.2

ในลำดับขั้นต่อนานำคู่มือชุดทดลองดังกล่าวเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา กิจกรรม ข้อสอบย่อย และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง หลังจากนั้นผู้วิจัยทำการปรับปรุงคู่มือชุดทดลองตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ ข้อเสนอแนะแล้วจึงนำคู่มือชุดทดลองที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมส่วนประกอบของชุดการสอนแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ให้ อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง แล้วนำคู่มือชุดทดลองที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลอง ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 3.2 องค์ประกอบของคู่มือชุดทดลองเรื่องของไทย

3.4.3 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องกลศาสตร์ของไทย ในแต่ละแผนจะเน้นการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติจริง ผ่านการทดลองทาง ฟิสิกส์ด้วยชุดทดลอง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้หลักวิทยาศาสตร์ด้วยการทดลอง มีขั้นตอนการสร้างเป็นลำดับ ดังนี้ ศึกษาเอกสาร คำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิธีการสอน โดยใช้การทดลอง เทคนิคและข้อเสนอแนะในการใช้วิธีการสอน โดยใช้การทดลองที่มี ประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องกลศาสตร์ ของไทย ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แล้วจึงสร้างแผนการเรียนรู้ เรื่อง กลศาสตร์ของไทย จำนวน 4 แผน ระยะเวลาในการสอน 16 คาบ ได้ดำเนินการสร้างแผนการจัดการ เรียนรู้ตามขั้นตอนที่สรุปดังแผนภาพที่ 3.3

- ศึกษาเนื้อหา สาระ เรื่องกลศาสตร์ของไทย
- ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบทดลอง
- กำหนดเนื้อหาและผลการเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหาวิชาแต่ละแผนการสอน
- สร้างแผนการสอนที่เน้นการทดลอง จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที
- นำแผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
- ปรับปรุงแผนการสอนตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ข้อเสนอแนะ
- นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
- นำมาปรับปรุงแก้ไข
- ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบอีกรอบ
- นำแผนการสอนที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไทย

จากแผนภาพที่ 3.3 เป็นการแสดงขั้นตอนการดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไทยที่เน้นการสอนแบบทดลอง ได้เริ่มจากศึกษาเนื้อหาสาระเรื่องกลศาสตร์ของไทย จากคู่มือครุและตำราแบบเรียน จากหลักสูตรของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศึกษาเอกสาร งานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบทดลองเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง หลังจากนั้นจึงกำหนดเนื้อหา และผลการเรียนรู้ของแต่ละเนื้อหาวิชา แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การประเมินผล แล้วจึงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องกลศาสตร์ของไทยที่เน้นการทดลอง จำนวน 16 คาบ คาบละ 50 นาที และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา และให้ข้อเสนอแนะใน

การปรับปรุง หลังจากนั้นจึงปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาได้ให้ข้อเสนอแนะ แล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการสอน สื่อการสอน การวัดและประเมินผลและเวลาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกรอบแล้วนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.4 แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไทย

การสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจนี้มีลำดับขั้นดังภาพที่ 3.4

- ศึกษาเอกสารหลักสูตร
- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้และสาระสำคัญ
- ศึกษาวิธีการเขียนแบบทดสอบปัจจุบัน
- สร้างแบบทดสอบวัดความคิดรวบยอดแบบปัจจุบัน จำนวน 30 ข้อ
- นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา
- ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านวัดผล 3 ท่าน
- หาค่าความสอดคล้องของแบบทดสอบ
- Try out แบบทดสอบกับนักเรียน ม. 6/1 จำนวน 25 คน
- หาค่าอำนาจจำแนก (*r*) หาค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ (*p*)
- คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (*p*) ระหว่าง 0.28 - 0.78 และค่าอำนาจจำแนก (*r*) ระหว่าง 0.44-0.78 จำนวน 20 ข้อ
- หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
- นำแบบทดสอบใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจ

จากภาพที่ 3.4 เป็นลำดับการสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไทย ซึ่งมีขั้นตอนเริ่มต้นด้วยการศึกษาเอกสารหลักสูตร ได้แก่ คู่มือครุวิชาพิสิกส์ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คำอธิบายรายวิชาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเรื่องกลศาสตร์ของไทย หลังจากนั้นจึงวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้และสาระสำคัญ เรื่องกลศาสตร์ของไทย จากคำอธิบายรายวิชา และทำการศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบปรนัย แล้วจึงสร้างแบบทดสอบวัดความเข้าใจแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ ให้สอดคล้องกับเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง แล้วนำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาชารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พิจารณา แล้วจึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านวัดผล จำนวน 3 ท่านเพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับเนื้อหาจุดประสงค์โดยใช้ดัชนี IOC (Index Of Item Objective Congruence: IOC) ตามวิธีของ Rovinelli และ Hambleton ข้อสอบที่มีค่า IOC เฉลี่ยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ตั้งแต่ 0.67 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เมื่อได้ข้อสอบที่เหมาะสมสมแล้วนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง ที่ได้เรียนเรื่องกลศาสตร์ของไทย ด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้น ในที่นี้ผู้วิจัยได้นำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 25 คน และนำผลจากแบบทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) หาค่าความยากง่ายเป็นรายข้อ (p) โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.28-0.78 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.44-0.78 จำนวน 20 ข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับมีค่าเหมาะสมแล้วจึงนำแบบทดสอบใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.5 แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองออกแบบประสิทธิภาพของกลศาสตร์ของไทย

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพ ชุดทดลองออกแบบประสิทธิภาพของกลศาสตร์ของไทย เป็นแบบสอบถามมาตราอันดับ 5 อันดับ ตามวิธีของลิโคร์ท โดยกำหนดให้มี ระดับคีนากร ดี ปานกลาง พ่อใช้ และปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ โดยมีขั้นตอนการสร้างโดยเริ่มจากศึกษาแนวทางการสร้างแบบประเมินจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ หลังจากนั้น จึงสร้างแบบประเมินคุณภาพชุดทดลองออกแบบประสิทธิภาพของกลศาสตร์ของไทยซึ่งประกอบด้วย 2 ด้าน คือ 1) ด้านเครื่องมือชุดทดลอง 5 ข้อ และ 2) ด้านคุณมีกิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียน 5 ข้อ แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นการประเมินเชิงปริมาณ และส่วนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิด เพื่อให้ผู้ประเมินสามารถเพิ่มเติมชี้แจง หรือเสนอแนะความคิดเห็นที่หัวข้อการประเมินไม่ได้กล่าวถึงได้

3.4.6 แบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อชุดทดลอง เรื่องกลศาสตร์ของไทย

ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดเจตคติของนักเรียนต่อชุดทดลอง เรื่องกลศาสตร์ของไทย

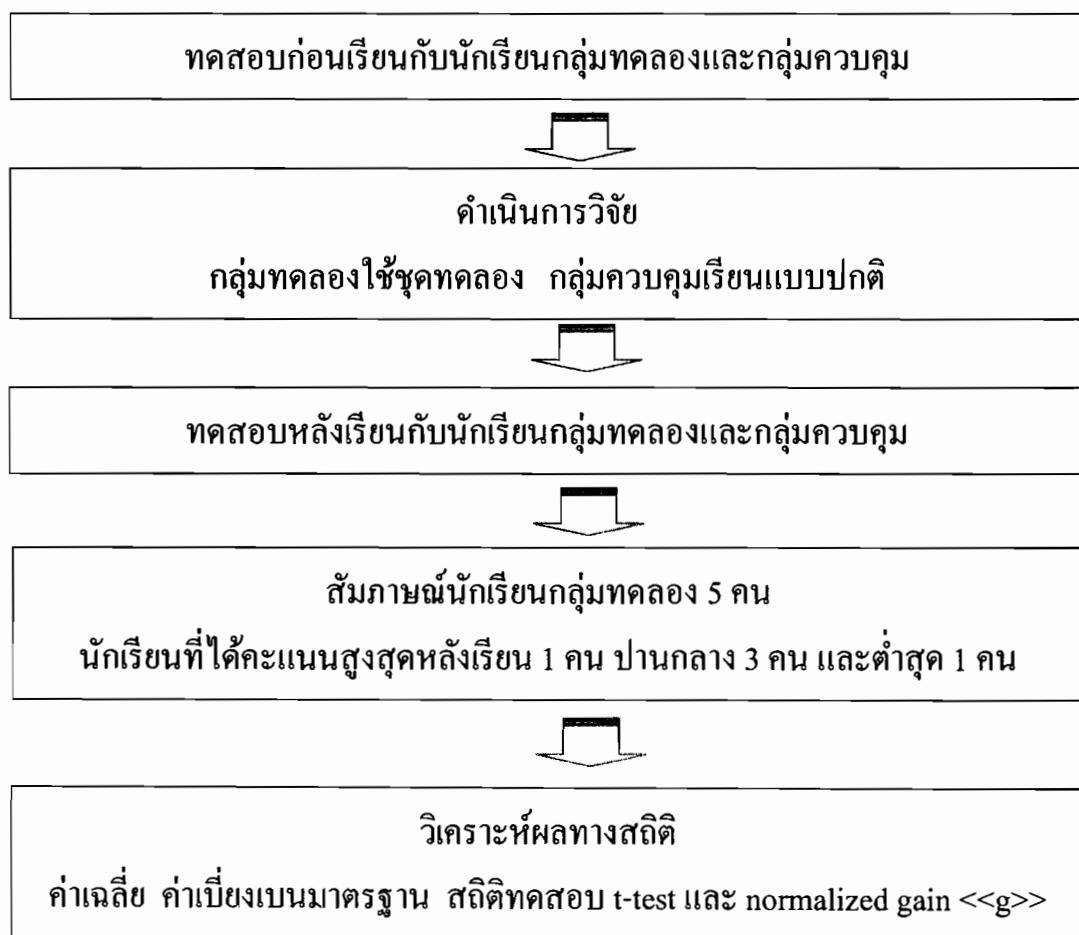
เป็นแบบสอบถามมาตราอันดับ 5 อันดับ โดยกำหนดให้มี ระดับต่ำสุด คือ ปานกลาง พอยใช้ และปรับปรุง มีคะแนนเป็น 5, 4, 3, 2 และ 1 ตามลำดับ โดยมีข้อต่อการสร้างโดย ศึกษาแนวทางการสร้างแบบวัดเขตติจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ หลังจากนั้นจึงสร้างแบบวัดเขตติของนักเรียนต่อชุดทดลอง เรื่องกลศาสตร์ของไอลซึ่งประกอบด้วย 2 ค้าน คือ 1) ค้านเครื่องมือชุดทดลอง 5 ข้อ และ 2) ค้านคู่มือกิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียน 10 ข้อ แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นการประเมินเชิงปริมาณ และส่วนที่ 2 เป็นแบบปลายเปิดเพื่อให้ผู้ประเมินสามารถเพิ่มเติมชี้แจงหรือเสนอแนะความคิดเห็นที่หัวข้อการประเมินไม่ได้กล่าวถึงได้

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 คาบ คาบละ 50 นาที โดยมี ข้อต่อในการดำเนินการวิจัยดังนี้ ประการแรกทำการทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไอล กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลอง(กลุ่มทดลอง) และนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม) แล้วนำคะแนนก่อนเรียนดังกล่าวของนักเรียนทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบ คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนระหว่างนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยค่าสถิติทดสอบที่ (independent t-test) จากนั้นจึงดำเนินการวิจัย

โดยนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 26 คน ได้รับการเรียนการสอนด้วยชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล ตามแผนการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบทดลอง จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง 20 นาที ในเวลา 16 คาบ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 23 คน ได้รับการเรียนการสอนแบบปกติ เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในเนื้อหา นักเรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมถูกทดสอบความรู้ หลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไอล ซึ่งเป็นชุดเดียวกับแบบทดสอบ ก่อนเรียน แต่สับข้อและตัวเลือกกัน แล้วนำคะแนนหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มมาวิเคราะห์ โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนระหว่างนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วย สถิติทดสอบที่ (independent t-test) อีกทั้งเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติทดสอบที่ (dependent t-test) และศึกษาการพัฒนาความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไอล ก่อน และหลังการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มด้วยค่า average normalized gain (<>g>) เพื่อศึกษาว่านักเรียนทั้งสองกลุ่มมีการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไอล อยู่ในระดับใดแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

นอกจากนั้น ผู้วิจัยสุ่มสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการกับนักเรียน ที่ผ่านการเรียน การสอนด้วยชุดทดลอง จำนวน 5 คน ที่ได้รับการสุ่มแบบเจาะจง โดยเลือกนักเรียนที่ได้คะแนน หลังเรียนสูงสุด 1 คน นักเรียนที่ได้คะแนนหลังเรียนระดับปานกลาง 3 คน และนักเรียนที่ได้คะแนน หลังเรียนต่ำสุด 1 คน เพื่อตรวจสอบว่า นักเรียนทำแบบทดสอบด้วยความเข้าใจหรือจากการเดา โดยให้นักเรียนตอบคำถาม และแสดงวิธีการคิดวิเคราะห์แบบทดสอบที่นักเรียนทำได้ถูกต้อง ใน การทดสอบหลังเรียนอย่างละเอียด ซึ่งกระบวนการดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและการ วิเคราะห์ข้อมูลสรุปได้ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนดำเนินการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้มีการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบวัดความความเข้าใจ และการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนที่ได้จากการทดสอบความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไทย โดยค่าสถิติที่ใช้คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับมาตรฐาน IOC หากค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเข้าใจโดยใช้สูตร kr_{21} ของ Kuder-Richardson ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลของนักเรียน สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) average normalized gain ($<>g>>$) และค่าสถิติทดสอบที่ (t-test)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและเสริมสร้างความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไทย ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนกาญจนากิจวิทยาลัย การสินธุ์ อำเภอเทา Wang จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยใช้ชุดทดลองonenek ประسنก์กลศาสตร์ของไทย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบการทดลอง 4 ชุดการทดลอง ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยตัวเอง โดยมีครูผู้สอนโดยชี้แนะ ผู้วิจัยทำการวิจัยนักเรียน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่จัดให้มีการเรียนการสอนแบบปกติ (บรรยาย) จำนวน 23 คน และอีกกลุ่มคือ กลุ่มที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองจำนวน 26 คน ซึ่งผู้วิจัยอนามัยผลการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไทย

ผลของการพัฒนาและเสริมสร้างความเข้าใจ ในเรื่องกลศาสตร์ของไทย ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลอง และนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบวิธีปกติ (บรรยาย) ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทย ก่อนเรียน ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenek ประسنก์กลศาสตร์ของไทยและนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ

รูปแบบการสอน	N	\bar{X}	SD	t – test
แบบใช้ชุดทดลอง	26	2.31	0.86	1.51
แบบปกติ	23	1.91	0.81	

P<.05, df = 47, t = 1.68

ข้อมูลจากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนโดยใช้ชุดทดลองonenek ประسنก์กลศาสตร์ของไทยมีค่าเป็น 2.31 ซึ่งสูงกว่าคะแนน

เฉลี่ยของนักเรียน ที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งมีค่าเป็น 1.91 และเมื่อนำคะแนนทดสอบก่อนเรียนของทั้งสองกลุ่ม มาทดสอบค่าสถิติแบบที่ (independent t-test) ได้ค่าเป็น 1.51 ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าวิกฤติจากตารางทางสถิติที่ระดับ .05 df = 47 ที่มีค่าเป็น 1.68 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงถือได้ว่า ความเข้าใจในกลศาสตร์ของไหหลวงของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม อยู่ในระดับใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจในกลศาสตร์ของไหหลวง หลังเรียน ของนักเรียนที่ผ่าน การเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonen กับการประเมินค่าเฉลี่ยของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ

รูปแบบการสอน	N	\bar{X}	SD	t – test
แบบใช้ชุดทดลอง	26	12.92	2.39	4.94**
แบบปกติ	23	10.65	2.78	

P<.05, df = 47, t = 1.68

ข้อมูลจากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอน โดยใช้ชุดทดลองonen กับการประเมินค่าเฉลี่ยหลังเรียน ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งมีค่าเป็น 12.92 ซึ่งสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งมีค่าเป็น 10.65 และเมื่อนำคะแนนทดสอบก่อนเรียนของทั้งสองกลุ่มมาทดสอบค่าสถิติแบบที่ (independent t-test) ได้ค่าเป็น 4.94 ซึ่ง มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤติ จากตารางทางสถิติที่ระดับ .05 df = 47 ที่มีค่าเป็น 1.68 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ย หลังเรียนของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอน โดยใช้ชุดทดลองonen กับการประเมินค่าเฉลี่ย หลังเรียนของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการเรียน การสอนแบบวีชีปกติ (บรรยาย)

การทดสอบ	N	\bar{X}	SD	t – test	$\langle g \rangle$	ระดับการพัฒนาความเข้าใจ
ก่อนเรียน	23	1.91	0.81	22.19**	0.48	ปานกลาง
หลังเรียน	23	10.65	2.78			

P<.05, df = 22, t = 1.72

ข้อมูลจากตารางที่ 4.3 ชี้ให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติมีค่าเป็น 1.91 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติมีค่าเป็น 10.65 ค่าสถิติทดสอบที่ (dependent t-test) มีค่าเป็น 22.19 มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤติจากตารางทางสถิติที่ระดับ .05 df = 22 ที่มีค่าเป็น 1.72 แสดงว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่า คะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณา การพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยเฉลี่ยได้ค่า average normalized gain ($\langle g \rangle$) เท่ากับ 0.48 บ่งชี้ว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ มีพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ ของไทยอยู่ในระดับปานกลาง หรืออาจกล่าวได้ว่า มีคะแนนพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ ของไทยเพิ่มขึ้นจริงคิดเป็นร้อยละ 48

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบวัดความเข้าใจ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ผ่านการเรียน การสอนด้วยชุดทดลองออนไลน์ประกอบทรงเครื่องกลศาสตร์ของไทย

การทดสอบ	N	\bar{X}	SD	t – test	$\langle g \rangle$	ระดับการพัฒนาความเข้าใจ
ก่อนเรียน	26	2.31	0.86	34.89**	0.60	ปานกลาง
หลังเรียน	26	12.92	2.39			

P<.05, df = 25, t = 1.71

ข้อมูลจากตารางที่ 4.4 ชี้ให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองออนไลน์ประกอบทรงเครื่องกลศาสตร์ของไทยมีค่าเป็น 2.31 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน

ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenek ประสังค์เรื่องกลศาสตร์ของไทยมีค่าเป็น 12.92 ค่าสถิติทดสอบที่ (dependent t-test) มีค่าเป็น 34.89 มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤติจากตารางทางสถิติที่ระดับ .05 df = 25 ที่มีค่าเป็น 1.71 แสดงว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenek ประสังค์เรื่องกลศาสตร์ของไทยมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาการพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยเฉลี่ยได้ค่า average normalized gain ($<<g>>$) เป็น 0.60 บ่งชี้ว่านักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenek ประสังค์เรื่องกลศาสตร์ของไทยมีพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยอยู่ในระดับปานกลาง หรืออาจกล่าวได้ว่ามีคะแนนพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยเพิ่มขึ้นจริงคิดเป็นร้อยละ 60

ผลการเปรียบเทียบการพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทย ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenek ประสังค์กลศาสตร์ของไทย และนักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนด้วยวิธีปกติ ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.5 จำนวนนักเรียนและร้อยละ จำแนกตามระดับการพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยของนักเรียน

ระดับพัฒนาการ ของความเข้าใจ	จำนวนนักเรียน		ร้อยละ	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
สูง (high gain)	3	-	12	0
ปานกลาง (medium gain)	23	22	88	96
ต่ำ (low gain)	-	1	0	4

จากข้อมูลในตารางที่ 4.5 พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองทั้งหมด 26 คนซึ่งผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenek ประสังค์กลศาสตร์ของไทยจะมีพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยอยู่ในระดับสูง จำนวน 3 คน (คิดเป็นร้อยละ 12) ระดับปานกลาง จำนวน 23 คน (คิดเป็นร้อยละ 88) และไม่มีนักเรียนที่มีพัฒนาการอยู่ในระดับต่ำ ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมทั้งหมด 23 คนซึ่งผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ จะมีพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยอยู่ในระดับปานกลาง จำนวน 22 คน (คิดเป็นร้อยละ 96) ระดับต่ำ จำนวน 1 คน (คิดเป็นร้อยละ 4) และไม่มีนักเรียนที่มีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง

4.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินคุณภาพชุดทดลองตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ระดับ
1. ด้านเครื่องมือชุดทดลอง			
1.1 ชุดทดลองมีความแข็งแรงคงทน	4.60	0.89	ดีมาก
1.2 ชุดทดลองคึ่งคุดและเร้าความสนใจของนักเรียน	4.60	0.55	ดีมาก
1.3 มีความปลดปล่อยขณะปฏิบัติการทดลอง	4.80	0.45	ดีมาก
1.4 การทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.60	0.55	ดีมาก
1.5 ชุดทดลองสามารถเสริมความเข้าใจในกลศาสตร์ของไอลได้	4.60	0.89	ดีมาก
2. ด้านคุณภาพกิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียน			
2.1 เนื้อหาในชุดกิจกรรมการทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	4.40	0.89	ดี
2.2 เรียงลำดับกิจกรรมการทดลองได้เหมาะสม	4.60	0.89	ดีมาก
2.3 นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทดลอง	4.40	0.89	ดี
2.4 เอกสารรายงานการทดลองสอดคล้องกับกิจกรรมการทดลอง	4.80	0.45	ดีมาก
2.5 คำ丹าท้ายการทดลองและแบบทดสอบท้ายกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น	4.40	0.89	ดี
ค่าเฉลี่ยโดย平均	4.58	0.74	ดีมาก

จากการประเมินคุณภาพชุดทดลองonenกประสงค์กลศาสตร์ของไอล พบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความพอใจอย่างยิ่งต่อการใช้ชุดทดลองในการสอน โดยมีค่าเฉลี่ยในการพร้อมอยู่ในระดับดีมาก มีค่า \bar{X} เท่ากับ 4.58 และค่า SD เท่ากับ 0.74 เมื่อพิจารณารายละเอียดของข้อคำ丹า พบว่า หัวข้อชุดทดลองมีความปลดปล่อยขณะปฏิบัติการทดลอง และเอกสารรายงานการทดลองสอดคล้องกับกิจกรรมการทดลอง มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4.80 ส่วนหัวข้อเนื้อหาในชุดกิจกรรมการทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และหัวข้อคำ丹าท้ายการทดลองและแบบทดสอบท้ายกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ 4.40 เมื่อคูณใน平均แล้ว ชุดทดลองonenกประสงค์กลศาสตร์ของไอลมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

4.3 ผลการวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์เจตคติของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล

รายการประเมิน	\bar{X}	SD	ระดับ
1. ด้านเครื่องมือชุดทดลอง			
1.1 ชุดทดลองใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.88	0.43	ดีมาก
1.2 ชุดทดลองคึ่งคุณและเร้าความสนใจของนักเรียนในการเรียนรู้	4.69	0.62	ดีมาก
1.3 รูปทรงและขนาด ออกแบบได้เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.73	0.78	ดีมาก
1.4 มีความปลอดภัยขณะทำการทดลอง	4.69	0.88	ดีมาก
1.5 ชุดทดลองสามารถเสริมความเข้าใจในกลศาสตร์ของไอลได้	4.77	0.71	ดีมาก
2. ด้านคุณภาพกิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียน			ดีมาก
2.1 ลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย	4.85	0.61	ดีมาก
2.2 รูปภาพประกอบการทดลองชัดเจน	4.54	0.71	ดีมาก
2.3 ตารางบันทึกผลการทดลองเข้าใจง่าย	4.88	0.43	ดีมาก
2.4 ข้อความในใบกิจกรรมการทดลองอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน	4.77	0.65	ดีมาก
2.5 เนื้อหาใบความรู้ชัดเจนเข้าใจง่าย	4.77	0.59	ดีมาก
2.6 เนื้อหา กิจกรรมเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.62	0.85	ดีมาก
2.7 กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดความคิดรวบยอด	4.92	0.27	ดีมาก
2.8 นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.88	0.43	ดีมาก
2.9 เอกสารรายงานการทดลองสอดคล้องกับกิจกรรมการทดลอง	4.73	0.60	ดีมาก
2.10 คำถานท้ายการทดลองและแบบทดสอบท้ายกิจกรรม ทำให้นักเรียน มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น	4.73	0.67	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม	4.76	0.62	ดีมาก

จากการสอน โดยใช้ชุดทดลองonen กประส่งค์กลศาสตร์ของไอล พบร่วมนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการใช้ชุดทดลองในการสอน โดยมีค่าเฉลี่ยโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76 และค่า S.D เท่ากับ 0.62 เมื่อพิจารณารายละเอียดของข้อถาน พบร่วกิจกรรมการทดลองทำให้เกิดความคิดรวบยอด มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4.92 รองลงมาคือชุดทดลองใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน

ตารางบันทึกผลการทดลองเข้าใจง่าย และนักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม ส่วน รูปภาพ ประกอบการทดลองชัดเจน มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 4.54 ซึ่งจะเห็นได้ว่า โดยภาพรวมแล้วนักเรียนมี เจตคติต่อการใช้ชุดทดลองออกแบบประสบการณ์ศาสตร์ของไทยอยู่ในระดับดีมาก

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

คะแนนทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไหล่ก่อนเรียนของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenekประส่งค์กลศาสตร์ของไหล่ กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนคะแนนทดสอบวัดความเข้าใจหลังเรียนของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอน ด้วยชุดทดลองonenekประส่งค์กลศาสตร์ของไหล่ มีค่าสูงกว่าคะแนนทดสอบวัดความเข้าใจกลศาสตร์ของไหล่ ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenekประส่งค์กลศาสตร์ของไหล่ มีพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไหลอยู่ในระดับปานกลาง ($<g> = 0.60$) ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งมีพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไหล อยู่ในระดับปานกลาง ($<g> = 0.48$) และพบว่า คะแนนทดสอบพัฒนาการความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไหลหลังเรียน ของกลุ่มนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenekประส่งค์กลศาสตร์ของไหล มีค่าสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการประเมินคุณภาพชุดทดลองonenekประส่งค์กลศาสตร์ของไหล พบร่วมกับผู้เชี่ยวชาญมีความพอใจอย่างยิ่งต่อการใช้ชุดทดลองในการสอน โดยมีค่าเฉลี่ยในการพรวมอยู่ในระดับคีมาเกมี \bar{X} เท่ากับ 4.58 และค่า SD เท่ากับ 0.74 และจากการสอนโดยใช้ชุดทดลองonenekประส่งค์กลศาสตร์ของไหลบ้าง พบร่วมกับนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการใช้ชุดทดลองในการเรียนการสอน โดยมีค่าเฉลี่ยโดยการพรวมอยู่ในระดับคีมาเกมีค่า \bar{X} เท่ากับ 4.76 และค่า SD เท่ากับ 0.62

5.2 อภิปรายผล

คะแนนทดสอบพัฒนาการความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไหลก่อนเรียน ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenekประส่งค์กลศาสตร์ของไหล กับนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ความรู้พื้นฐานเบื้องต้นในกลศาสตร์ของไหลของนักเรียนทั้งสองกลุ่ม มีความใกล้เคียงกัน ส่วน

คะแนนทดสอบพัฒนาการความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไทยหลังเรียน ของนักเรียนที่ผ่านการเรียน การสอนด้วยชุดทดลองonenกประสงค์กลศาสตร์ของไทย มีค่าสูงกว่าคะแนนทดสอบความเข้าใจ กลศาสตร์ของไทย ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองonenกประสงค์กลศาสตร์ของไทยมี การพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทย อよุในระดับปานกลาง ($<g>$ = 0.60) ซึ่งสูงกว่า กลุ่มที่ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งมีการพัฒนาการความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทยอยู่ ในระดับปานกลาง ($<g>$ = 0.48) และพบว่าคะแนนทดสอบพัฒนาการความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ ของไทยหลังเรียนของกลุ่มนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอน ด้วยชุดทดลองonenกประสงค์กลศาสตร์ ของไทยมีค่าสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นผลจากการใช้ชุด ทดลองonenกประสงค์กลศาสตร์ของไทย เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนแบบทดลอง อัน เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาระบวนการคิด โดยผู้เรียนจะได้ฝึกคิดและค้นคว้าหาความรู้ ด้วยตัวเองจากการลงมือปฏิบัติ นักเรียนจึงมีโอกาสได้พัฒนาทักษะด้านต่างๆ ในกรอบทดลองพร้อม ทั้งนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เข้ามาช่วยแก้ปัญหา วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลได้อย่างมีเหตุผล โดยกระบวนการจัดการเรียนการสอน จะใช้คู่มือชุดทดลองที่มีคำอธิบายตามลำดับขั้นตอน อย่างต่อเนื่อง ตามรูปแบบที่ผู้จัดทำไว้ ซึ่งผู้เรียนจะสามารถนำกฎหรือทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ปัญหาได้ เป็นผลให้นักเรียนมีพัฒนาการความเข้าใจ ในกลศาสตร์ของไทยมากกว่ากลุ่มที่ ผ่านการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่ สุรางค์ โค้ตระกูล (2544 : 121-215) ได้กล่าวไว้ว่าทฤษฎีการเรียนรู้ของ Jerome Bruner และ John Dewey เม้นให้ใช้หลักการที่ ผู้เรียนต้องมีการทำกิจกรรมที่มีการลงมือปฏิบัติจริง จึงจะทำให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการ เรียนรู้ได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยในครั้งนี้ผู้จัดทำได้ข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

5.3.1 ในการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การทดลองครุภัณฑ์สอนควรเตรียมอุปกรณ์ให้ พร้อม และทำคู่มือการทดลองให้กระชับกุญแจเข้าใจง่าย เพื่อกระชับเวลาในการทำการทดลอง

5.3.2 สำหรับชุดทดลองonenกประสงค์กลศาสตร์ของไทยที่ผู้จัดทำได้จัดทำขึ้นนี้ ยังขาดการ ทดลองเรื่อง แรงตึงผิว และความหนืด ซึ่งในการวิจัยครั้งถัดไปควรเพิ่มการทดลองนี้เข้าไปในชุด ทดลองonenกประสงค์ เพื่อทำให้ชุดทดลองสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กิตติพงษ์ หมอกุมงเมือง. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะภาคปฏิบัติในวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยเสริมกิจกรรมการออกแบบการทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

ชูจิต สาระภาค. ผลการใช้ชุดฝึกปฏิบัติการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการใช้เครื่องมือ การทดลองในวิชาปฎิบัติการฟิสิกส์ของนักศึกษาสถาบันราชภัฏ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

คงใจ ส华ศศรี. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องงานและพลังงานโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4MAT กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ของนักเรียนชั่วชั้นที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ, 2550.

ทิศนา แรมณี. ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

นพพร เสนีย์คุปต์. การพัฒนาชุดทดลองวิทยาศาสตร์ เรื่อง โน้ม-men ตัมและการชนใน 1 มิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2547.

น้ำด่าง จันเสริม. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องงานและพลังงาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานทฤษฎีคอนสตั๊ดติวิสต์ โดยวิธี Predict-Observe-Explain (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

บุญชุม ศรีสะอด. การพัฒนาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สุวิชาสาส์น, 2541.

ประทุม อังกร โรหิต. ปรัชญาปฎิบัตินิยม รากฐานปรัชญาการศึกษาในสังคมประชาธิปไตย. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ปุณยนุช ぐลเพชร. การศึกษาความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพระตำหนักสวนกุหลาบ. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2552.

เพ็ญพรรณ จำปา. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องงานและพลังงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- พรพิมล ยังจิม. ผลการแก้ไขความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์เรื่องรากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณ์โดยใช้เทคนิคการสอนแบบรวมความคิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2546.
- พรณี ชูชัยเจนจิต. จิตวิทยาการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : บริษัทเมธิปัลส์ จำกัด, 2545.
- พวงเพชร ศรีครินทร์. การพัฒนามodelติ่มดีตามแนวคิดนักคิดศัลลานครินทร์ เรื่องงาน และ พลังงานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. การค้นคว้าอิสระปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยสารคาม, 2552.
- กพ เดชา ไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์วัสดุการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.
- ลดา การุณยานนิช และคณะ. วิธีการสอนทั่วไป. กรุงเทพมหานคร : ชีเอ็คบุ๊คชั้น, 2529.
- ศักดิ์วิญญูลย์ จันทรารักษ์. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้ในชุมชนในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ช่วงชั้นที่ 4 เรื่องงานและพลังงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.
- สุนทร โกรตะบรรเทา. เทคนิคการสอนครรภ์. กรุงเทพมหานคร : บริษัทชีเอ็คบุ๊คชั้น จำกัด, 2535.
- สุรังค์ โค้วตระกูล. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- สุริยา รัตนพลที. ความคิดรวบยอดที่ผิดพลาดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและการจัดหมู่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดเบญจมบพิตร. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, 2545.
- อนงค์ วิเศษสุวรรณ์ และเอียน สมิธ. “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ”, วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา. 18(2) : 1-10, 2550.
- อภิสิทธิ์ คงไชย และคณะ. “การประเมินการเรียนรู้แบบใหม่โดยการใช้ผลการสอนก่อนเรียน และหลังเรียน”, วารสาร มสด.วิชาการ. 11(21) : 86-94, 2550.
- อาทิตย์ นทร์ส่องแสง. การพัฒนาชุดทดลอง เรื่อง การวัดอัตราการไหลสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1 สาขาวางอุตสาหกรรมการผลิตและสาขาวางเทคนิค yanynct. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์มหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี, 2549.

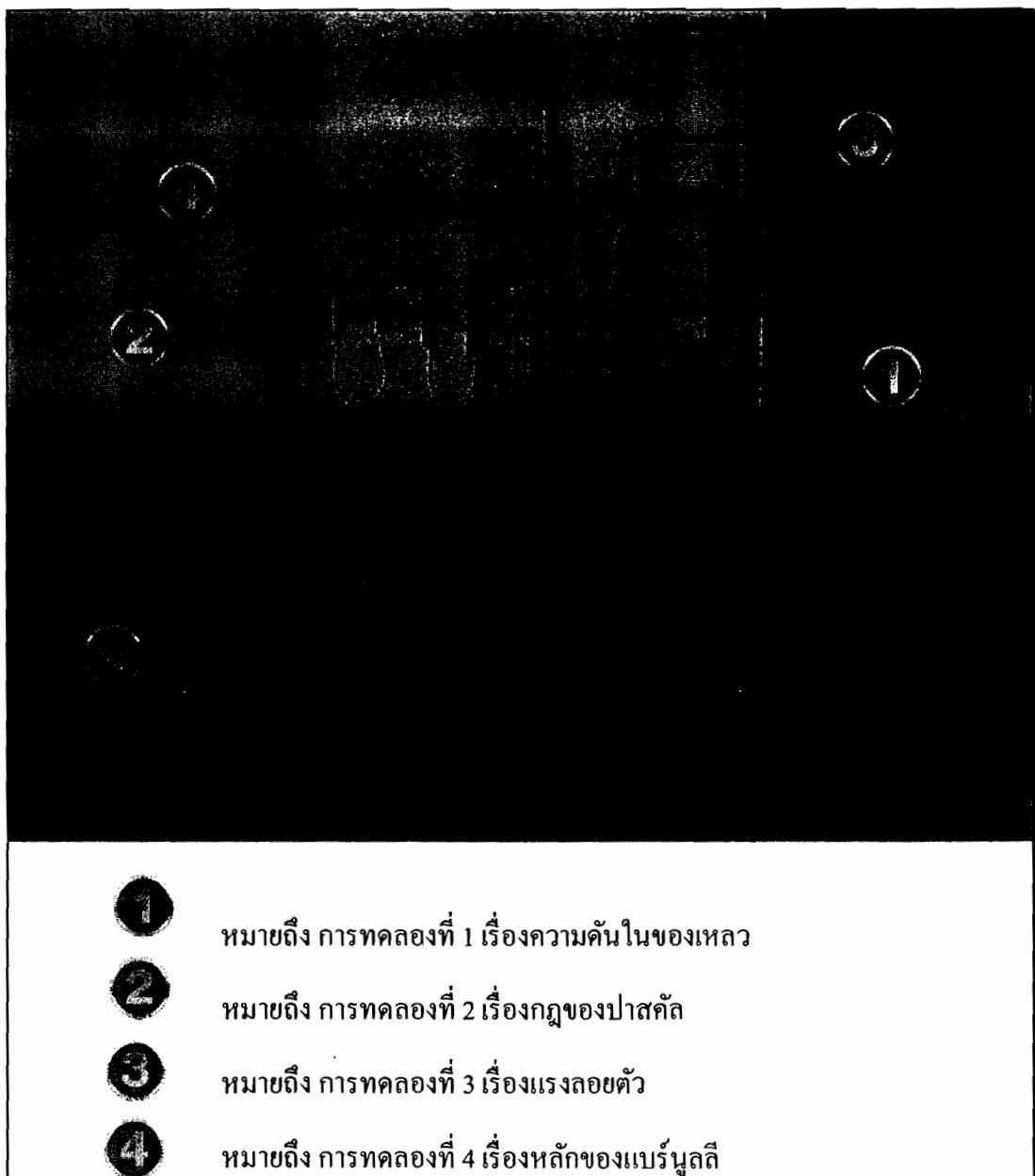
เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Atherton J S. "Learning and Teaching", learningandteaching .
<http://www.learningandteaching.info/learning/myths.htm>. 5 December, 2010.
- Guilford, J.P. General Psychology. New Jersey: Nostrand Company, 1952.
- McDonald, F.J. Education Psychology. San Francisco: Wadsworth Publishing, 1959.
- Slavin,R.E. Theory,Research and Practice. New Jersey: Englewood Cliffs,Prentice-Hall, 1990.

ภาคพนวก

ภาคผนวก ก

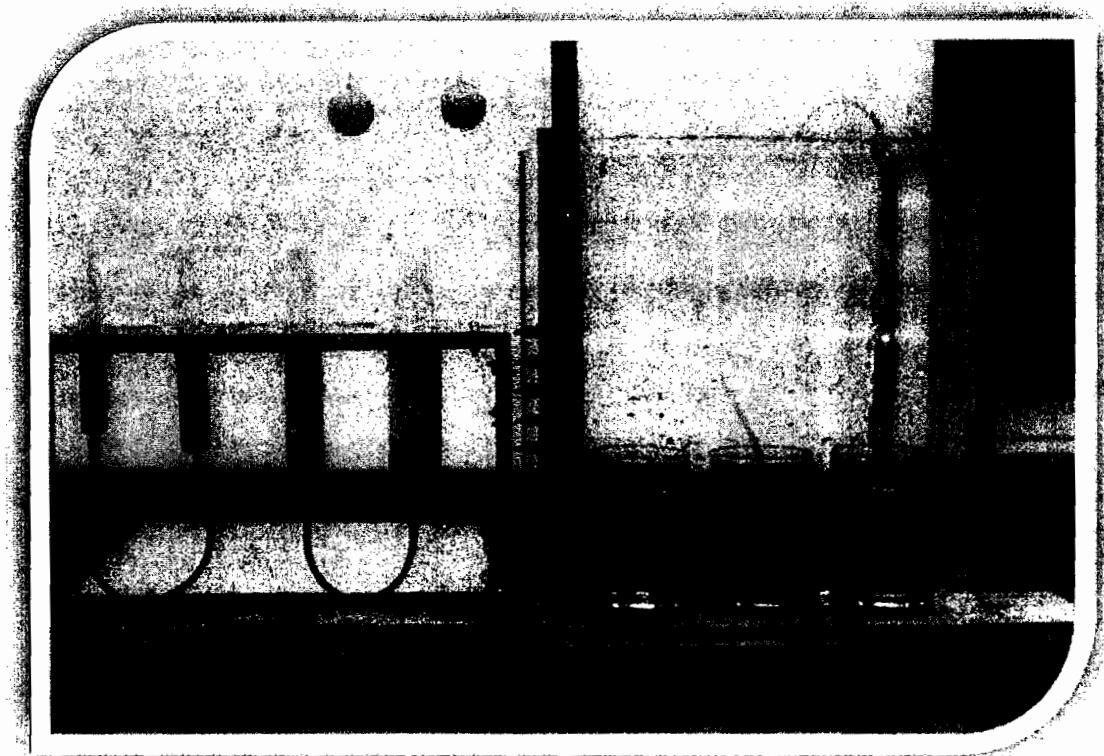
ส่วนประกอบชุดทดลองอเนกประสงค์กลศาสตร์ของไอล



ภาพที่ ก.1 ส่วนประกอบชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไอล

ภาคผนวก ข
ญี่ปุ่นชุดทดลองอเนกประสงค์ก่อสร้างตัวอย่างใหม่

**คู่มือชุดทดลอง
กลศาสตร์ของไอล
วิชาพิสิกส์**



กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนกาญจนากิจวิทยาลัย กาฬสินธุ์

ชื่อ.....ห้อง.....เลขที่.....กลุ่ม.....

การทดลองที่ 1

เรื่อง

ความดันในของเหลว

แนวคิดหลัก

ความดัน(P) เป็นปริมาณสเกลาร์ที่แทนขนาดของแรงกระทำตั้งจากกับพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย นั่นคือ $P = \frac{F}{A}$ ส่วนความดันบรรยากาศ (P_a) คือความดันของอากาศที่กดลงบนตัวเราซึ่งขึ้นกับตำแหน่งบนโลก ความดันบรรยากาศปกติคือความดันที่ความสูงระดับน้ำทะเล มีค่าเท่ากับ 1 บรรยากาศ(1 atm) โดยความดันมีหน่วยที่สำคัญคือ 1. บรรยากาศ (atmosphere : atm) 2. ปาสคาล (Pascal : Pa = N/m²) 3. บาร์ (Bar) 4. มิลลิเมตรปืน (mmHg)

หากเรามีของเหลวความหนาแน่น ρ ใส่ภาชนะไว้ ชุดต่างๆ ในของเหลวนี้จะมีความดันสองส่วนคือ 1. ความดันบรรยากาศ (P_a) และ 2. ความดันที่เกิดจากน้ำหนักของของเหลว ซึ่งมีขึ้นกับระดับความลึกจากผิวดินของเหลว เท่ากับ ρgh ดังนั้นความดันของของเหลวที่ระดับความลึก h จะมีค่า $P = P_a + \rho gh$ โดย แต่คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

คำถามก่อนการทดลอง

- นักเรียนคิดว่าระดับความลึกที่ต่างกันในของเหลวนิดเดียวกันมีผลต่อความดันหรือไม่ อย่างไร
-
-
-

- นักเรียนคิดว่าที่ระดับความลึกเดียวกันความดันในของเหลวต่างชนิดกันจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
-
-
-

วัสดุประสงค์การทดลอง

- เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) ความลึก (h) และ ความหนาแน่น (ρ)
- เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) แรงดัน (F) และ พื้นที่รับแรง (A)

อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|---------------------------|---------------|
| 1. ชุดทดลองกลศาสตร์ของไอล | 4. ดินน้ำมัน |
| 2. น้ำ/น้ำมันพืช/น้ำเกลือ | 5. ตะปูเข็ม |
| 3. แก้ว | 6. สีผสมอาหาร |

ກມ່ານ

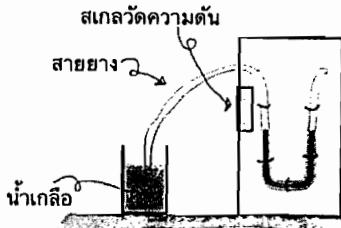
วิธีทดลอง

ຕອນທີ 1

1. จุ่นสายยางลงในของเหลวที่บรรจุไว้ในแก้วที่ระดับความลึก 4 cm, 8 cm, 12 cm และ 16 cm

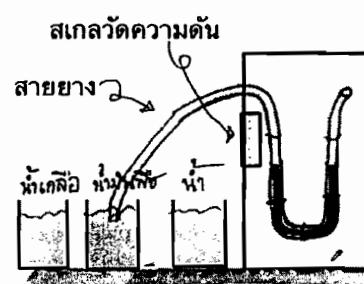
แล้วบันทึกค่าความดันที่ระดับความลึกต่างๆข้างต้น ลงในตารางบันทึกผล

- นำข้อมูลที่ได้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) กับ ความลึก (h)
 - วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง สเกลวัดความดัน

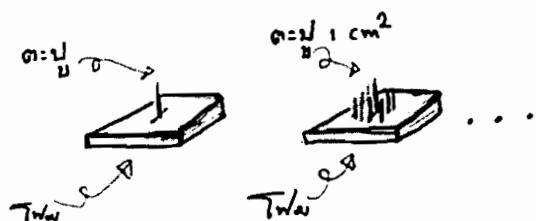


ตอนที่ 2

- จุ่มสายยางลงในน้ำที่บรรจุไว้ในแก้วที่ระดับความลึก 10 cm แล้วบันทึกค่าความดันลงในตารางบันทึกผล
- ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เปลี่ยนของเหลวเป็นน้ำมันพืช และน้ำเกลือ
- นำข้อมูลที่ได้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดัน(P) กับ ความหนาแน่น (ρ)
- วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 3

- บันดินน้ำมันให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมขนาด $8 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$
- นำตะปู 1 ดอกเสียบเข้าไปในกระถุกอีกด้าน แล้วบันดินน้ำมันวางบนตะปู สังเกตผลที่เกิดขึ้น
- ทำเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่เพิ่มจำนวนตะปูขึ้นเรื่อยๆ จนมีพื้นที่สัมผัส $1 \text{ cm}^2, 2 \text{ cm}^2, 3 \text{ cm}^2, 4 \text{ cm}^2$ และ 5 cm^2 ตามลำดับ
- วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

**ผลการทดลอง****ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1**

ระดับความลึก(cm)	4	8	12	16
ความดัน(N/m^2)				

ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 2

ความหนาแน่น (kg/m^3)	น้ำมันพืช	น้ำ	น้ำเกลือ
ความดัน(N/m^2)			

ตอนที่ 3

วิเคราะห์ผลการทดสอบ

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

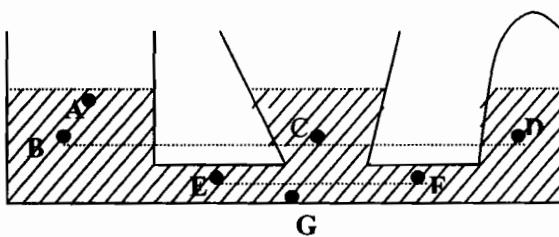
คำถ้ามหลังการทดลอง

1. ระดับความลึกที่ต่างกันในของเหลวชนิดเดียวกันมีผลต่อความดันหรือไม่ย่างไร
-
-
-

2. ที่ระดับความลึกเดียวกันความดันในของเหลวต่างชนิดกันจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
-
-
-

คำถ้ามชวนคิด

1. จงเรียงลำดับความดันของ ของเหลวชนิดเดียวกันที่ต่อถึงกัน จากมากไปน้อย



ตอบ.....

เหตุผลที่ตอบ.....

.....

.....

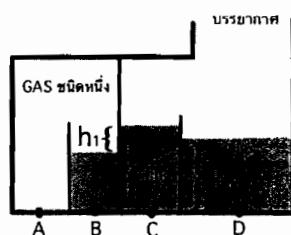
.....

.....

.....

.....

2. ของเหลวชนิดเดียวกันบรรจุในภาชนะดังรูป จงเรียงลำดับความดันที่จุด A,B,C และ D จากมากไปน้อย (กำหนด $h_3 > h_2 > h_1$)



ตอบ.....

เหตุผลที่ตอบ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

การทดลองที่ 2

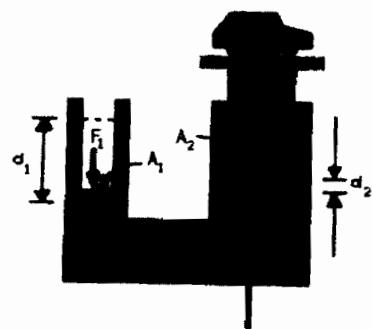
กลศาสตร์ของไอล

(กฎของปascall)

แนวคิดหลัก

กฎของปаскаล กล่าวว่า ความดันที่กระทำต่อของไอลในภาชนะปิดจะถูกส่งต่อไปยังทุกส่วนของของไอลและผนังภาชนะบรรจุของไอล เช่น เครื่องยกไฮดรอลิก เป็นตัวอย่างการประยุกต์กฎของปัสคัลที่เชื่อถือ

สมมุติว่าเราออกแรง \vec{F}_1 ใส่ข่องเหลวด้านหนึ่งจนเกิดความดัน P_1 ทำให้เกิดความดัน P_2 ไปออกแรง \vec{F}_2 บนถังอีกด้าน จะได้ว่า $P_1 = \frac{\vec{F}_1}{A_1}$ และ $P_2 = \frac{\vec{F}_2}{A_2}$ แต่กฎปัสคัลบอกว่า $P_1 = P_2$ จึงทำให้ $\frac{\vec{F}_1}{A_1} = \frac{\vec{F}_2}{A_2}$



คำถามก่อนการทดลอง

1. นักเรียนคิดว่าถ้ามีแรงภายนอกมากระทำต่อของเหลวที่อยู่ในภาชนะปิดความดันในของของเหลวจะเป็นอย่างไร
-
-
-
-
-

วัสดุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษากฎของปัสคัล

อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|---------------------------|--------------|
| 1. ชุดทดลองกลศาสตร์ของไอล | 3. ดินน้ำมัน |
| 2. น้ำมัน | 4. สายวัด |

ପ୍ରମେତ୍ୟ

วินิจฉัย

1. วางแผนราย 500 กรัม บนลูกสูบใหญ่ ขณะเดียวกันก็วางแผนน้ำลงบนลูกสูบเล็กเรื่อยๆ จนลูกสูบทั้งสองอยู่ในสมดุล (ระดับของเหลวในกระบอกสูบเท่ากัน)
 2. ทำเช่นเดียวกับข้อ 1 แต่เปลี่ยนขนาดกระบอกสูบเล็กให้เล็กลงอีก 2 ขนาด
 3. บันทึกผลลงตารางบันทึกผล

ผลการทดสอบ

ตารางบันทึกผลการทดสอบ

ขนาดระบบอกรถูบ	น้ำหนักที่ทำให้ระบบสมดุล (F) [N]	พื้นที่หน้าตัด(A) [m ²]	F/A [N/m ²]
ระบบอกรถูบใหญ่			
ระบบอกรถูบเล็ก 1			
ระบบอกรถูบเล็ก 2			
ระบบอกรถูบเล็ก 3			

วิเคราะห์ผลการทดสอบ

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

คำถ้ามหลังการทดสอบ

1. นักเรียนคิดว่าถ้ามีแรงกดนอกร่างกายทำต่อของเหลวที่อยู่ในร่างกายจะเป็นอย่างไร

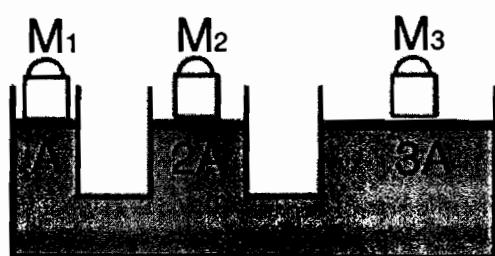
.....
.....
.....
.....

2. เรายาสามารถนำหลักการณ์ของกฎป่าสักด้วยไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง

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

คำถ้ามชวนคิด

จากรูป ระบบซึ่งประกอบด้วยระบบบอกรสูนและลูกสูน 3 ชุด ภายในบรรจุคิวบของเหลว ที่มีพื้นที่หน้าตัดของระบบบอกรสูนเป็น A, 2A และ 3A ซึ่งมีมวล M_1 , M_2 และ M_3 วางอยู่บนลูกสูนแต่ละชุดตามลำดับ ถ้าถือได้ว่าลูกสูนทุกอันมีน้ำหนักเบามากและไม่มีแรงเสียดทานระหว่างผิวของระบบบอกรสูนและลูกสูน เมื่อระบบอยู่ในภาวะสมดุล จงหาความสัมพันธ์ระหว่าง M_1 , M_2 และ M_3

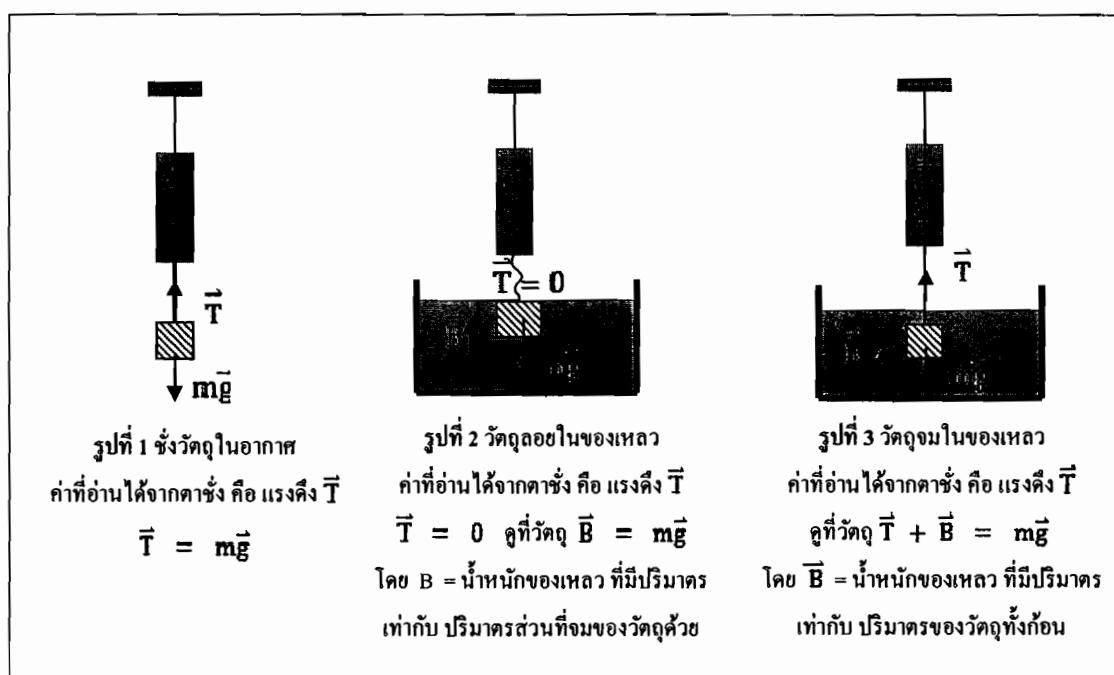


ວິທີກຳ

การทดลองที่ 3 กลศาสตร์ของไหล (แรงดึงตัว)

แนวคิดหลัก

หลักของอาร์คิมิดีส มีใจความว่า “แรงดึงตัวที่เกิดขึ้นกับวัตถุ (ไม่ว่าวัตถุนั้นจะ沉หรือ浮) ย่อมมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลว”



คำถามก่อนการทดลอง

1. น้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศและของเหลวมีค่าแตกต่างกันหรือไม่ เพราะเหตุใด
จึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าปริมาตรของวัตถุมีผลต่อการชนในของเหลวหรือไม่อย่างไร

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

ວັດຖຸປະສົງຄໍການທດລອງ

- เพื่อศึกษาแรงดึงดูดที่กระทำต่อวัตถุที่อยู่ในของเหลว
 - เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงดูดตัวกับปริมาตรของวัตถุ

ឧបករណ៍ការទទួល

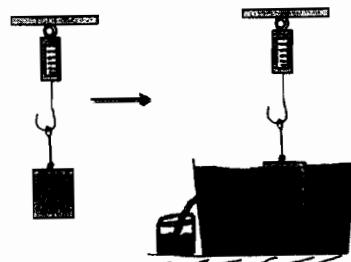
- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. ชุดทดลองกลศาสตร์ของไอล | 4. เครื่องซั่งสปริง |
| 2. น้ำ | 5. บิกเกอร์ |
| 3. คินน้ำมัน | 6. สีผสมอาหาร |

ກຜນ້າ

วิธีทดลอง

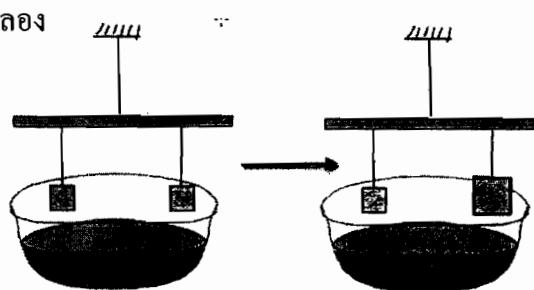
ตอนที่ 1

1. ชั่งน้ำหนักดินน้ำมันในอากาศแล้วบันทึกผล
2. ชั่งน้ำหนักดินน้ำมันในน้ำ โดยใช้บิกเกอร์รองน้ำที่ล้วนสะอาด แล้วบันทึกผล
3. ทำข้อ 1 และ 2 ซ้ำ แต่เปลี่ยนจากดินน้ำมันเป็น แท่งไม้
4. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



ตอนที่ 2

1. ติดตั้งอุปกรณ์ดังรูป จุ่มดินน้ำมัน(ขนาดเท่ากัน)ลงน้ำสังเกตการณ์ของดินน้ำมันจาก ระดับของ水上 แล้วบันทึกผล
2. ติดตั้งอุปกรณ์ดังรูป จุ่มดินน้ำมัน(ขนาดไม่เท่ากัน)ลงน้ำสังเกตการณ์ของดินน้ำมันจาก ระดับของ水上 แล้วบันทึกผล
3. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1

ทดลองโดยใช้ดินน้ำมัน

ทดลองครั้งที่	น้ำหนักในอากาศ (N)	น้ำหนักในน้ำ (N)	ปริมาตรน้ำที่ล้น (cm ³)	น้ำหนักน้ำที่ล้น (N)
1				
2				
3				
เฉลี่ย				

ผลการทดสอบ (ต่อ)

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอนที่ 1

ทดลองโดยใช้แท่งไม้

ทดสอบครั้งที่	น้ำหนักในอากาศ (N)	น้ำหนักในน้ำ (N)	ปริมาตรน้ำที่ล้น (cm ³)	น้ำหนักน้ำที่ล้น (N)
1				
2				
3				
เฉลี่ย				

ตอนที่ 2

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

วิเคราะห์ผลการทดสอบ

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

คำถ้ามหลังการทดสอบ

1. น้ำหนักของวัตถุที่ซึ่งในอากาศและของเหลวมีค่าเป็นอย่างไร เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

2. ปริมาตรของวัตถุมีผลต่อการจำในของเหลวหรือไม่ย่างไร

คำถ้ามชวนคิด

1. งดให้เหตุผลว่าเวลาปลาราตรีทำไม่จึงลอยหาง่ายท่องในน้ำ

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

2. เมื่อน้ำวัดถูกหนึ่งใส่ลงในน้ำ ปรากฏว่าวัดถูกนี้ลอกน้ำ โดยมีปริมาตรของวัตถุคงลงในของเหลว 0.4 เท่าของปริมาตรวัตถุทั้งหมดความหนาแน่นของวัตถุนี้จะเป็นกี่เท่าของความหนาแน่นของน้ำ ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

ວຽກທຳ

การทดลองที่ 4

กลศาสตร์ของไหล

(หลักของแบร์นูลี)

แนวคิดหลัก

หลักความดันของของไหล จะกล่าวถึงของไหล (ของเหลว อากาศ(แก๊ส)) ที่เคลื่อนที่ไปอยู่นั่ง เมื่อมีแรงของเหลวในอ่าง หรือ น้ำในเขื่อน ที่มีการไหลอย่างเป็นโดยจะใช้ความคิดเกี่ยวกับ ของไหลในอุณหภูมิที่สูงไปได้ว่า

1. ทุกอนุภาคในของไหล เมื่อเคลื่อนผ่านจุดเดียวกันจะมีความเร็วเท่ากัน และเมื่อไหลผ่านชุดต่างๆ กันจะมีความเร็วเท่ากันหรือแตกต่างกันก็ได้
2. ของไหลมีการไหลโดยไม่หนุน และไม่สามารถอัดได้
3. ของไหลมีการไหลโดยไม่มีแรงต้านเนื่องจากความหนืดของของไหล
4. ของไหล ณ ตำแหน่งใด จะมีความหนาแน่นคงตัว

และความต่อเนื่องของการไหล จะมีอัตราการไหลที่คงตัวเสมอ โดยจะหาได้จากการดังต่อไปนี้

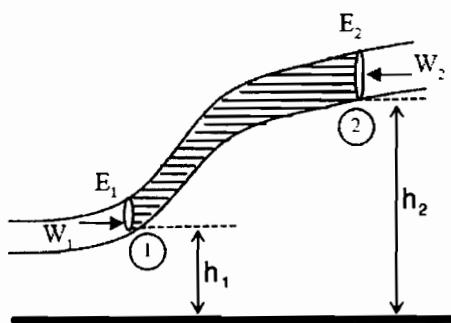
$$\text{อัตราการไหล} = A\vec{v}$$

โดย อัตราการไหล ณ ตำแหน่งใดๆ จะคงตัว

$$A\vec{v} = \text{คงตัว}$$

$$A_1\vec{v}_1 = A_2\vec{v}_2$$

แบร์นูลี ได้ใช้หลักความสัมพันธ์ระหว่างงานและพลังงานในการอธิบาย การไหลของของไหล ดังนี้ จากหลักทรงพลังงาน ที่ว่าพลังงานจะไม่มีการสูญหายแต่มีการเปลี่ยนรูปได้ ดังนั้น ทุกๆ ตำแหน่งจะมีพลังงานเท่ากัน



จะได้

$$W_1 + E_1 = W_2 + E_2$$

$$W_2 - W_1 = E_2 - E_1$$

$$P_1 V_1 - P_1 V_1 = (E_k + E_p)_2 - (E_k + E_p)_1$$

$$P_1 V_1 - P_1 V_1 = (E_{k2} - E_{k1}) - (E_{p2} - E_{p1})$$

$$P_1 V_1 - P_1 V_1 = \left(\frac{1}{2} m \vec{v}_2^2 - \frac{1}{2} m \vec{v}_1^2 \right) - (m \vec{g} \vec{h}_2 - m \vec{g} \vec{h}_1)$$

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho_1 \vec{v}_1^2 + \rho_1 \vec{g} \vec{h}_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho_2 \vec{v}_2^2 + \rho_2 \vec{g} \vec{h}_2$$

หรือ $P + \frac{1}{2} \rho \vec{v}^2 + \rho \vec{g} \vec{h} =$ ค่าคงตัว ณ ตำแหน่งใดเสมอ (สมการของเบรน์นูลี)

คำถามก่อนการทดลอง

- นักเรียนคิดว่าทำใน ขั้นตอนสิบล้อวิ่งแข่งรถจะที่เราเดินอยู่มันจึงรู้สึกเหมือนรถดึงดูด เราเข้าไปได้ท้องรถ
-
.....
.....
.....
.....

- นักเรียนคิดว่าความดันกับความเร็ว มีความสัมพันธ์กันหรือไม่อย่างไร
-
.....
.....
.....
.....

วัตถุประสงค์การทดลอง

- เพื่อตรวจสอบหลักของเบรน์นูลี
- เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) และ ความเร็ว (v)

อุปกรณ์การทดสอบ

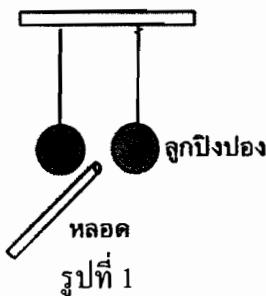
1. ชุดทดลองกษาสตร์ของไนล
 2. หลอดดูด
 3. ด้าม
 4. ถุงปิงปอง

ກອມກົດ

วิธีทดลอง

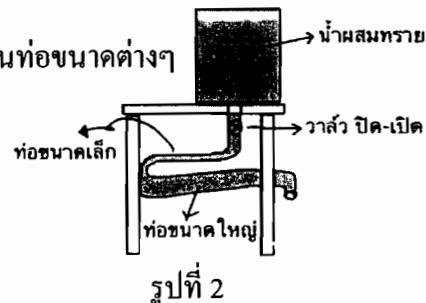
ตอนที่ 1

1. ติดตั้งอุปกรณ์ดังรูป 1
2. เปล่อลมเข้าช่องว่างระหว่างลูกปิงปองทั้งสอง
3. ติดตั้งอุปกรณ์ดังรูป 2
4. ปล่อยน้ำให้ไหลผ่านเข้าไประหว่างเรือทั้งสอง
5. สังเกต บันทึก วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



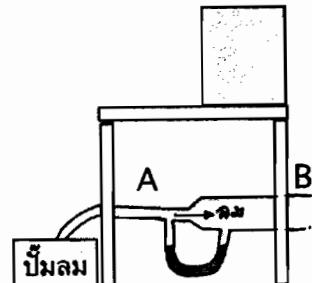
ตอนที่ 2

1. บรรจุน้ำในกล่อง เททรายใส่แล้วคนให้น้ำขุ่น
2. เปิดวาล์วให้น้ำไหลผ่านห้องขนาดต่างๆ
3. สังเกตความเร็วของเม็ดทรายที่ไหลผ่านห้องขนาดต่างๆ
4. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



ตอนที่ 3

1. ปั๊ลมเข้าทางค้าน A
2. สังเกตระดับน้ำในหลอดตัว喻
3. ปั๊ลมเข้าทางค้าน B
4. สังเกตระดับน้ำในหลอดตัว喻
5. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง



ผลการทดสอบ

ตอนที่ 1

ตอนที่ 2

ตอนที่ 3

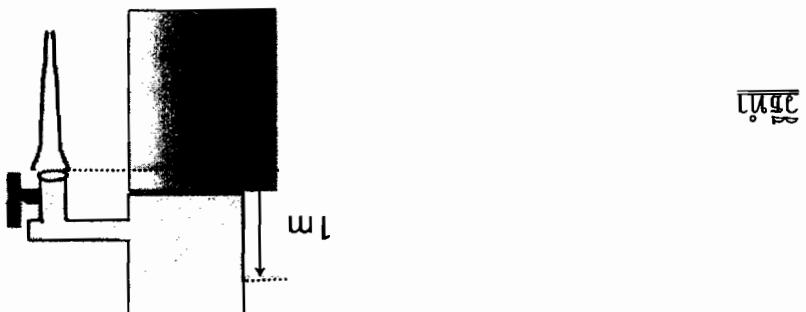
ԵՐԵՎԱՆԻ ՏԵՍԱԿԱՐԱԿՐՈՅԱ ՊՐԵՄԻԱ

ԵՐԵՎԱՆԻ ՏԵՍԱԿԱՐԱԿՐՈՅԱ ՊՐԵՄԻԱ

คำตามหังการทดสอบ

1. นักเรียนคิดว่าทำไม่ ขั้นตอนสิบล้อวิ่งแข่งเรายังที่เราเดินอยู่ริมถนนปิงรุ้สกแม่ยอนรถดึงคูคเราเข้าไปตีท้องรถ

2. เครื่องบินสามารถดรอปยูร์บันท่องฟ้าได้อย่างไร



ԵՄՈՒ Ը ՏԱՏՅԱՆԵՐԻ ԼԵԿԵՐՆ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԹԵՇԵՐՈՒՄ ԽԵՎԵՇԵՐՈՒՄ
ԵՐԱՅԵՆ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ
ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ ԱՅՍԱՐԱ

ԱՐԵՎԱՏՅԱՆ

ภาคผนวก ก
แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องของใกล้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาพิสิกส์ รหัสวิชา ว32201

หน่วยที่ 2 ของไหหลวง

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3.5 ชั่วโมง

กลุ่มสารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่อง ความดันในของไหหลวง

ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ สีหวังย์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เช่น ใจว่าวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้ (สสวท.)

- อธิบายความหมายของความดันในของเหลว ทดลองและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันในของเหลว กับความหนาแน่น ความถึกของของเหลว และความร่องโน้มถ่วง
- อธิบายความหมาย ทำความสัมพันธ์ระหว่างความดันเกจและความดันสมบูรณ์ของของเหลว และคำนวณหาปริมาณทั้งสองจากสถานการณ์ที่กำหนดให้
- วิเคราะห์และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือวัดความดันชนิดต่าง ๆ ได้รวมทั้ง อธิบายปรากฏการณ์ เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับความดัน

ผลการเรียนรู้

- อธิบายความหมายของความดันในของเหลว
- อธิบายความสัมพันธ์ ของความดัน (P), ความถึก (h), ความหนาแน่น (ρ), แรงดัน (P) และพื้นที่รับแรง (A)
- อธิบาย วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลองได้
- มีจิตวิทยาศาสตร์

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้พละศึกษาและสุขศึกษาเรื่องความปลอดภัย

แนวความคิดหลัก

ความคันของของเหลว หมายถึงอัตราส่วนระหว่างขนาดของแรงกระทำที่ตั้งจากกับพื้นที่หนึ่งหน่วย ความคันของของเหลวแปรผันตรงกับความลึกและความหนาแน่นของของเหลว ความคันของของเหลวเท่ากับผลรวมของความดันบรรยากาศกับปริมาณความคันเกจ ซึ่งเป็นความคันที่เกิดจากน้ำหนักของเหลวเพียงอย่างเดียว ผลรวมของความคันบรรยากาศกับความคันเกจ จึงเรียกว่า ความคันสมบูรณ์ ความคันของเหลวเดียวกันที่ระดับเดียวกันมีค่าเท่ากันเสมอ โดยรูปร่างภายนะบรรจุไม่มีผลใด ๆ เครื่องมือวัดความคันได้แก่ แม่นอมิเตอร์ แบรอมิเตอร์proto แบรอมิเตอร์แอนีรอยด์ อัลติมิเตอร์ บูร์ค่อนเกจ และเครื่องวัดความคันโลหิต

เนื้อหาสาระ

ในคู่มือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย

ทักษะกระบวนการ

ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคัน (P), ความลึก (h), ความหนาแน่น (ρ), แรงดัน (P) และ พื้นที่รับแรง (A)

คุณลักษณะ (จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจ ฝรั่ง ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ภาระงาน

- ทำการทดลองเรื่องความคันในของเหลว ตามคู่มือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียน

1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

- 1.1 ให้นักเรียนสังเกตสายนำ้ที่พุ่งออกจากรูของแท่งค์เก็บนำ้ของชุดทดลองความดันในของไอล
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างของเหลวที่มีความดัน ร่วมกันอภิปรายถึงการเปลี่ยนแปลงความดัน รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถาม เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องความดันในของเหลว

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (60 นาที)

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4-5 คน
- 2.2 ครูชี้แจงอุปกรณ์ และขั้นตอนในการทำการทดลองเรื่องความดันในของไอล จากคู่มือทดลอง
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงความดันในของเหลวและทำการทดลอง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (45 นาที)

- 3.1 ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
- 3.2 ครูถามนักเรียนแต่ละกลุ่มว่าได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.3 ครูตั้งคำถามว่า
 - เหตุใดน้ำจึงพุ่งออกจากรูที่เจาะไว้
 - กราฟของความดันและความลึกมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - กราฟของความดันและความหนาแน่นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร
 - ความดันในของเหลวหายใจอย่างไร
- 3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการศึกษาความดันในของเหลว

กิจกรรมรวมยอด

4. ขั้นขยายความรู้ (90 นาที)

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องความดันในของเหลวจากคำダメาหลังการทดลอง
- 4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความดันในของเหลว

5. ขั้นประเมินผล (30 นาที)

- 5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนยื่นกลับไปอ่านบันทึกประสบการณ์เดิม สิ่งที่ต้องการรู้ และขอบเขตเป้าหมาย แล้วพูดและบันทึกสิ่งที่ได้เรียนรู้ และตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อนอธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)
- 5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัย (คำダメาชวนคิด)
- 5.3 ให้นักเรียนบันทึกหลังเรียน
- 5.4 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก รายงานการทดลอง และผลงาน หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธีสัมภาษณ์เพิ่มเติม

การวัดและประเมินผล

1. วิธีวัดและประเมินผล

- 1.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัย (คำダメาชวนคิด)
- 1.2 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์การให้คะแนน ใบงาน และรายงานการทดลอง หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธีสัมภาษณ์เพิ่มเติม

2. เครื่องมือวัดและประเมินผล

- 2.1 ข้อสอบอัตนัย (คำダメาชวนคิด)
- 2.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 ข้อสอบอัตนัย (คำダメาชวนคิด) ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

- 3.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
- 3.3 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

4. วัสดุอุปกรณ์

- 4.1 ชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย
- 4.2 คู่มือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 5.1 ชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย
- 5.2 คู่มือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย
- 5.3 ห้องสมุด
- 5.4 ฐานข้อมูล Internet <http://www.sripatum.ac.th/online/physics5/k03.htm>

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

- 6.1 ค้านการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - 6.1.1 ค้านความรู้ความคิด
 - 6.1.2 ค้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.1.3 ค้านจิตวิทยาศาสตร์
- 6.2 ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไข
- 6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว32201
หน่วยที่ 2 ของไทย
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3.5 ชั่วโมง

กลุ่มสารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เรื่อง กฏของปascall
ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ สีอะวงศ์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหารู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้ (สสวท.)

อธิบายกฎของปascall วิเคราะห์ทำความสัมพันธ์ตามกฎของพาสคัลและนำกฎของปасคัลไปอธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิก และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นอภิปรายเกี่ยวกับกฎของพาสคัล
2. อธิบายความสัมพันธ์เกี่ยวกับแรง, ความดัน และพื้นที่ในของเหลวระบบปิด
3. อธิบาย วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลองได้
4. มีจิตวิทยาศาสตร์

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้พละศึกษาและสุขศึกษาเรื่องความปลอดภัย

แนวความคิดหลัก

เมื่อเพิ่มกฎของปัสคัลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มจะถูกถ่ายทอดไปยังทุก ๆ ตำแหน่งในของเหลวรวมทั้งผนังของภาชนะด้วย นำหลักการนี้ไปสร้างเครื่องอัดไฮดรอลิก

เนื้อหาสาระ

ในคู่มือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย

ทักษะกระบวนการ

ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน(Р), แรง(F) และ พื้นที่รับแรง(A) ในของเหลวซึ่งอยู่ในระบบปิด

คุณลักษณะ (จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจฝรั่ງ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็น และยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่นความมีเหตุผล และ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ภาระงาน

ทำการทดลอง เรื่องกฎของปascala ตามคู่มือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ ของไทย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียน

1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

- 1.1 ให้นักเรียนสังเกตการทำงานของแม่แรงกรณ์
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกตัวอย่างการทำงานของเครื่องไฮดรอลิกอื่น ๆ ร่วมกัน อภิปราย กระบวนการทำงาน รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่องกฎของ พาสคัล และเครื่องอัดไฮดรอลิก

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (60 นาที)

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4-5 คน
- 2.2 ครุชีแข่งอุปกรณ์ และขั้นตอนในการทำการทดลองเรื่องกฎของปascala จากคู่มือทดลอง

2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงกฎของป่าสักด้วยการทำกราฟคลอง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (45 นาที)

3.1 ครูสู่มนักเรียนบางกลุ่มนำเสนอผลการทำกราฟคลองหน้าชั้นเรียน

3.2 ครูถามนักเรียนแต่ละกลุ่มว่าได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.3 ครูตั้งคำถามว่า

- กฎของพาราสค์ลอกล่าวว่าอย่างไร

3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการทำกราฟคลองเรื่องกฎของป่าสักด้วยการทำกราฟ

กิจกรรมรวมยอด

4. ขั้นขยายความรู้ (90 นาที)

4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องกฎของป่าสักด้วยการทำกราฟคลอง

4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเกี่ยวกับกฎของป่าสักด้วยการทำกราฟ

5. ขั้นประเมินผล (30 นาที)

5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่ เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อน อธิบาย หรือวางแผนสืบค้นเพิ่มเติม)

5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด)

5.3 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก รายงานการทำกราฟ ผลลัพธ์ หากเขียนไม่เพียงพอให้รีวิว สัมภาษณ์เพิ่มเติม

การวัดและประเมินผล

1. วิธีวัดและประเมินผล

- 1.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด)
- 1.2 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จากเกณฑ์ การให้คะแนน ใบงาน และรายงานการทดลอง หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธีสัมภาษณ์เพิ่มเติม

2. เครื่องมือวัดและประเมินผล

- 2.1 ข้อสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด)
- 2.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 ข้อสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด) ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
- 3.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
- 3.3 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

4. วัสดุอุปกรณ์

- 4.1 ชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไอล
- 4.2 ญี่มือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไอล

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 5.1 ชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไอล
- 5.2 ญี่มือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไอล
- 5.3 ห้องสมุด
- 5.4 ฐานข้อมูล Internet <http://www.sripatum.ac.th/online/physics5/k03.htm>

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

- 6.1 ด้านการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - 1.1 ด้านความรู้ความคิด
 - 1.2 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

- 1.3 ค้านจิตวิทยาศาสตร์
- 6.2 ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไข
- 6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว32201

หน่วยที่ 2 ของไหหล

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3.5 ชั่วโมง

กลุ่มสารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่อง แรงดึงดูดตัว

ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ สีหวังย์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้ (สสวท.)

1. ทดลองและวิเคราะห์หาแรงดึงดูดตัวที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุในของเหลว และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
2. อธิบายหลักของอาร์คิมีเดียนสำหรับหลักการของอาร์คิมีเดียนไปใช้อธิบายและแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องได้

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นอภิปรายเกี่ยวกับหลักของอาร์คิมีเดียน
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงดูดตัวกับความหนาแน่น และปริมาตรของวัตถุ
3. อธิบาย วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลองได้
4. มีจิตวิทยาศาสตร์

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้พละศึกษาและสุขศึกษาเรื่องความปลอดภัย

แนวความคิดหลัก

แรงดึงดูดที่กระทำต่อวัตถุที่จมอยู่ในของเหลวเรียกว่าแรงดึงดูดตัว ซึ่งจะช่วยพยุงให้วัตถุขึ้นมากขึ้น วัตถุที่จมในของเหลวทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วน จะถูกแรงดึงดูดกระทำ และแรง

โดยตัวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัดถู้น้ำหนักที่ กรณีวัตถุนั้นแทนที่ ขนาดแรงดึงดูดตัวจะเท่ากับขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุ กรณีวัตถุลอย ขนาดแรงดึงดูดตัวจะเท่ากับขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมในของเหลว

เนื้อหาสาระ

ในคู่มือชุดทดลองเอนกประสงค์ก่อศาสตร์ของไทย

ทักษะกระบวนการ

ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงดูดตัวกับความหนาแน่น และปริมาตรของวัตถุ

คุณลักษณะ (จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมีเหตุผล และ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ภาระงาน

ทำการทดลองเรื่องแรงดึงดูดตัว ตามคู่มือชุดทดลองเอนกประสงค์ก่อศาสตร์ ของไทย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียน

1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

- 1.1 ให้นักเรียนคุยคิดโอลูมเพฟโฟมรองรรถกันน้ำท่วม
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันอภิปรายว่าแพ โฟมรองรรถสามารถถabilize ได้อย่างไร
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับ เรื่องแพ โฟมรองรรถกันน้ำท่วม

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (60 นาที)

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4-5 คน
- 2.2 ครุชี้แจงอุปกรณ์ และขั้นตอนในการทำการทดลองเรื่องแรงดึงดูดตัว จากคู่มือทดลอง
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงแรงดึงดูดตัวในของเหลวและการทดลอง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (45 นาที)

- 3.1 ครุสุ่มนักเรียนบางกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
- 3.2 ครุถามนักเรียนแต่ละกลุ่มว่าได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด

3.3 ครุตั้งคำถามว่า

- น้ำหนักตัวในอากาศและน้ำหนักตัวในน้ำเท่ากันหรือไม่ อย่างไร
- น้ำที่ล้นออกมากหรือน้ำที่ถูกตัด去ที่มีปริมาตรเท่าใด
- น้ำหนักของน้ำที่ล้นออกมากเท่ากับน้ำหนักตัวที่หายไปหรือไม่
- ถ้าทดลองกับตัวอื่น เช่น ไม้ จะได้ผลอย่างไร
- ถ้าแรงดึงดูดตัวมีค่านากกว่าน้ำหนักปลา จะเกิดอะไรขึ้น
- ถ้าแรงดึงดูดตัวมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักปลา ปลาจะเคลื่อนที่อย่างไร
- หลักของอาร์คิมิดีสก์ล่าวว่าอย่างไร

- 3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการทดลองเรื่องแรงดึงดูดตัว

กิจกรรมรวมยอด

4. ขั้นขยายความรู้ (90 นาที)

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องแรงดึงดูด จากการทดลอง
- 4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเกี่ยวกับแรงดึงดูด

5. ขั้นประเมินผล (30 นาที)

- 5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบ ว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่ เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อน อธิบาย หรืออ่านแผนสืบค้นเพิ่มเติม)
- 5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด)
- 5.3 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จาก เกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก รายงานการทดลอง และผลงาน หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธี สัมภาษณ์เพิ่มเติม

การวัดและประเมินผล

1. วิธีวัดและประเมินผล

- 1.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด)
- 1.2 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จาก เกณฑ์การให้คะแนน ใบงาน และรายงานการทดลอง หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธี สัมภาษณ์เพิ่มเติม

2. เครื่องมือวัดและประเมินผล

- 2.1 ข้อสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด)
- 2.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 ข้อสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด) ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
- 3.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
- 3.3 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

4. วัสดุอุปกรณ์

- 4.1 ชุดทดลองonenak ประสังค์กลศาสตร์ของไทย
- 4.2 คู่มือชุดทดลองonenak ประสังค์กลศาสตร์ของไทย

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 5.1 ชุดทดลองonenak ประสังค์กลศาสตร์ของไทย
- 5.2 คู่มือชุดทดลองonenak ประสังค์กลศาสตร์ของไทย
- 5.3 ห้องสมุด
- 5.4 ฐานข้อมูล Internet <http://www.sripatum.ac.th/online/physics5/k03.htm>

6. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้

- 6.1 ค้านการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - 6.1.1 ค้านความรู้ความคิด
 - 6.1.2 ค้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.1.3 ค้านจิตวิทยาศาสตร์
- 6.2 ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไข
- 6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายวิชาฟิสิกส์ รหัสวิชา ว32201

หน่วยที่ 2 ของไอล

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 3.5 ชั่วโมง

กลุ่มสารการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เรื่อง หลักของแบร์นูลลี

ผู้สอน นายณรงค์ศักดิ์ สีหะวงศ์

มาตรฐานการเรียนรู้ ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ เช่น ใจว่าวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้ (สสวท.)

1. อธิบายความหมายของไอลอุคุณคติ เส้นกระแส และหลอดการไอลได้
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ตามสมการต่อเนื่อง สมการของแบร์นูลลีและคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้
3. อธิบายหลักของแบร์นูลลี และทำกิจกรรมเพื่อตรวจสอบหลักของแบร์นูลลี
4. นำสมการของแบร์นูลลี และหลักของแบร์นูลลีไปอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องได้

ผลการเรียนรู้

1. สืบค้นอภิปรายเกี่ยวกับหลักของแบร์นูลลี
2. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) และ ความเร็ว (v)
3. อธิบาย วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลองได้
4. มีจิตวิทยาศาสตร์

การบูรณาการ

บูรณาการกับกลุ่มสาระการเรียนรู้พละศึกษาและสุขศึกษาเรื่องความปลอดภัย

แนวความคิดหลัก

ของไทยอุดมคติมีการให้ผลย่างสม่ำเสมอ มีการให้โดยไม่หมุน มีการให้โดยไม่มีแรงด้านเนื่องจากความหนืด และไม่สามารถอัดได้ ทางเดินของการให้ของของไทย เรียกว่า เส้นกระแทก มัดของเส้นกระแทกเรียกว่าหลอดของการให้ ผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดกับอัตราเร็ว ของการให้ผลอุดมคติ ไม่ว่าจะอยู่ตำแหน่งใดของหลอดการให้ จะมีค่าคงตัวเสมอ ผลคูณนี้เรียกว่า อัตราการให้ผลรวมของความดัน พลังงานของต่อหนึ่งหน่วยบริมาตร และพลังงานศักย์ในเม็ด ต่อหนึ่งหน่วยบริมาตร ณ ตำแหน่งใด ๆ ภายในท่อที่ของให้ผ่าน มีค่าคงตัวเสมอ และอัตราเร็วของ ของเหลวที่พุ่งออกจากรูด้านข้างถังจะเท่ากับอัตราเร็วของวัตถุที่ตกแบบเสื่อเจาะระดับสูงเท่ากัน และ ไม่ขึ้นกับชนิดของของเหลว

เนื้อหาสาระ

ในคูมือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย

ทักษะกระบวนการ

ทำการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน (P) และ ความเร็ว (v)

คุณลักษณะ (จิตวิทยาศาสตร์)

ความสนใจ ใฝ่รู้ ความรอบคอบ การร่วมแสดงความคิดเห็นและยอมรับฟังความคิดเห็น ของผู้อื่น ความมีเหตุผล และ การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์

ภาระงาน

ทำการทดลอง เรื่องหลักของเบรนนูลี ตามคูมือชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ ของไทย

กระบวนการจัดการเรียนรู้

กิจกรรมนำสู่การเรียน

1. ขั้นสร้างความสนใจ (15 นาที)

- 1.1 ให้นักเรียนบินปลายสายยางแล้วสังเกตการเคลื่อนที่ของน้ำที่ผ่านออกมาน้ำ
- 1.2 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันยกดัวร่างการเคลื่อนที่ของของไทย ร่วมกันอภิปรายถึงความคื้นที่เปลี่ยนไป รวมทั้งการนำไปใช้ประโยชน์
- 1.3 ให้นักเรียนร่วมกันคั่งคำถามเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการรู้ จากเนื้อหาที่เกี่ยวกับเรื่อง พลศาสตร์ของ ของไทย หลักของแบร์นูลี

กิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (60 นาที)

- 2.1 แบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มละ 4-5 คน
- 2.2 ครูชี้แจงอุปกรณ์ และขั้นตอนในการทำการทดลองเรื่องหลักของแบร์นูลี จากคู่มือทดลอง
- 2.3 นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงหลักของแบร์นูลีและทำการทดลอง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (45 นาที)

- 3.1 ครูสุ่มนักเรียนบางกลุ่มนำเสนอผลการทดลองหน้าชั้นเรียน
- 3.2 ครูถามนักเรียนแต่ละกลุ่มว่า ได้ผลการศึกษาเหมือนกันหรือต่างกันอย่างไร เพราะเหตุใด
- 3.3 ครูตั้งคำถามว่า
 - เมื่อใช้ที่เป่าลมเป่าระหว่างลูกปิงปองสองลูก ลูกปิงปองทั้งสองจะเคลื่อนที่อย่างไร เพราะเหตุใด
 - ของไทยอุณหภูมิหมายความว่าอย่างไร
 - สมการความต่อเนื่องเป็นอย่างไร
 - สมการของแบร์นูลีเป็นอย่างไร
- 3.4 นักเรียนทั้งหมดร่วมกันสรุปผลจากการทดลองเรื่องหลักของแบร์นูลี

กิจกรรมรวมยอด

4. ขั้นขยายความรู้ (90 นาที)

- 4.1 นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาโจทย์เรื่องหลักของแบร์นูลี จากคำถามหลังการทดลอง
- 4.2 นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปเกี่ยวกับหลักของแบร์นูลี

5. ขั้นประเมินผล (30 นาที)

- 5.1 ให้นักเรียนแต่ละคนตรวจสอบว่าได้เรียนรู้ตามที่ตั้งเป้าหมายครบถ้วนหรือไม่ เพียงใด ถ้ายังไม่ครบถ้วนจะทำอย่างไรต่อไป (อาจสอบถามให้ครูอธิบายเพิ่มเติม สอบถามให้เพื่อน อธิบาย หรืออ้างแผนสืบค้นเพิ่มเติม)
- 5.2 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด)
- 5.3 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จาก เกณฑ์การให้คะแนน สมุดบันทึก รายงานการทดลอง และผลงาน หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธี สัมภาษณ์เพิ่มเติม

การวัดและประเมินผล

1. วิธีวัดและประเมินผล

- 1.1 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด)
- 1.2 ครูให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนจิตวิทยาศาสตร์ จาก เกณฑ์การให้คะแนน ในงาน และรายงานการทดลอง หากข้อมูลไม่เพียงพอใช้วิธีสัมภาษณ์ เพิ่มเติม

2. เครื่องมือวัดและประเมินผล

- 2.1 ข้อสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด)
- 2.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2.3 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์

3. เกณฑ์การประเมิน

- 3.1 ข้อสอบอัตนัย (คำถามชวนคิด) ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
- 3.2 แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75
- 3.3 แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ ได้คะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

4. วัสดุอุปกรณ์

- 4.1 ชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย
- 4.2 ภูมิปัญญาชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย

5. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

- 5.1 ชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย
- 5.2 ภูมิปัญญาชุดทดลองเอนกประสงค์กลศาสตร์ของไทย
- 5.3 ห้องสมุด
- 5.4 ฐานข้อมูล Internet <http://www.sripatum.ac.th/online/physics5/k03.htm>

6. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

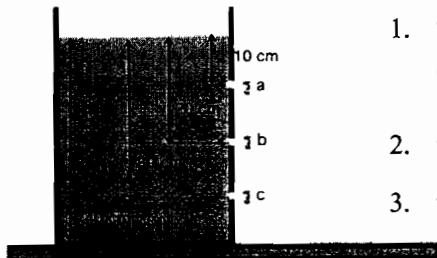
- 6.1 ด้านการบรรลุผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
 - 6.1.1 ด้านความรู้ความคิด
 - 6.1.2 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 6.1.3 ด้านจิตวิทยาศาสตร์
- 6.2 ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้และแนวทางแก้ไข
- 6.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบวัดความเข้าใจ เรื่องกลศาสตร์ของไหล
และแบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ

แบบทดสอบวัดความเข้าใจเรื่องกลศาสตร์ของไทย

1. เทน้ำใส่ถังทรงกระบอกจนระดับน้ำสูง 40 เซนติเมตรจากก้นถัง โดยจะระบุที่ด้านข้างถัง จำนวน 3 รู ดังรูป พิจารณาข้อความที่กล่าวถึงตำแหน่ง a, b และ c



1. น้ำที่พุ่งออกจากรู a จะเคลื่อนที่ไปได้ไกลสุด ในแนวระดับเพราะอยู่บนสุด
2. ความดันณ ตำแหน่ง c มีค่ามากที่สุด
3. ความเร็วน้ำที่พุ่งออกจากรู b มีค่ามากสุด

ข้อใดถูกต้อง

- ก. ถูกข้อ 1 และ ข้อ 2
 - ข. ถูกข้อ 2 และ ข้อ 3
 - ค. ถูกข้อ 2
 - ง. ถูกทุกข้อ
2. ใส่น้ำในภาชนะเบาที่มีรูปร่างต่างกันโดยน้ำมีปริมาตรเท่ากันและมีระดับความสูงเท่ากัน ปริมาณไคต่อไปนี้อาจไม่เท่ากัน
- ก. น้ำหนักของน้ำ
 - ข. แรงดันน้ำที่ก้นภาชนะ
 - ค. ความดันน้ำที่ก้นภาชนะ
 - ง. แรงปฏิกิริยาปกติที่พื้นกระทำต่อ ก้นภาชนะ
3. รูปร่างภาชนะ 3 ใบ คือ A B และ C มีขนาด $5 \times 10 \times 20$ ลูกบาศก์เซนติเมตร บรรจุน้ำเต็มปิดฝาไว้ งพิจารณาข้อความต่อไปนี้
1. แรงดันที่ก้นภาชนะทั้ง 3 เท่ากัน
 2. น้ำหนักของน้ำในภาชนะทั้ง 3 เท่ากัน
 3. แรงดันที่ก้นภาชนะ B มีค่ามากที่สุด
 4. ความดันที่ก้นภาชนะ A มีค่ามากที่สุด

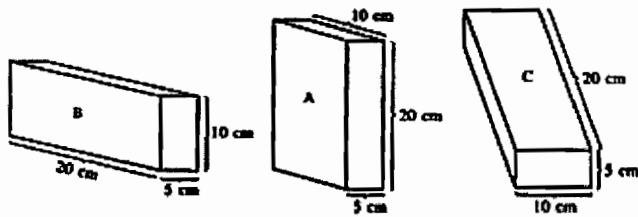
คำตอบที่ถูกคือ

ก. ข้อ 1 และ 2

ข. ข้อ 3 และ 4

ค. ข้อ 1, 2 และ 4

ง. ข้อ 2 และ 4



4. ความดันของของเหลวขึ้นอยู่กับอะไรบ้าง

1. ความลึก

2. ความหนาแน่นของของเหลว

3. ปริมาตรของภาชนะที่ใส่ของเหลว

4. พื้นที่ฐานของภาชนะที่ใส่ของเหลว

ก. 1, 2

ข. 2, 3

ค. 3, 4

ง. คำตอบเป็นแบบอื่น

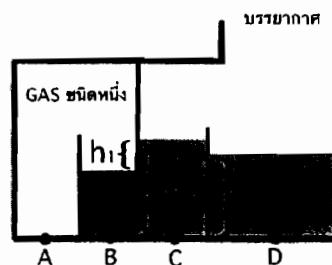
5. ของเหลวนิคเดียวกันบรรจุในภาชนะดังรูป จงเรียงลำดับความดันที่จุด A, B, C และ D จากมากไปน้อย (กำหนด $h_3 > h_2 > h_1$)

ก. $P_C > P_B > P_D > P_A$

ข. $P_C > P_D > P_B > P_A$

ค. $P_B = P_C > P_D > P_A$

ง. $P_C > P_B = P_D > P_A$



6. ข้อใดต่อไปนี้เป็นหลักการของกฎปascal (Pascal's Principle)

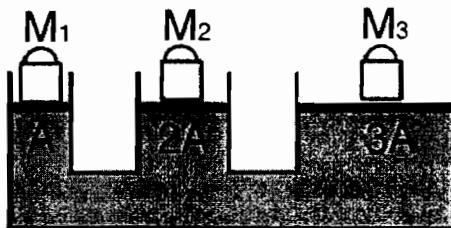
ก. เมื่อให้แรงต่อของเหลวในระบบปิดใด ๆ แรงนั้นจะกระจายไปทั่วเนื้อของเหลวเท่ากันหมด

ข. เมื่อให้ความดันต่อของเหลวในระบบปิดใด ๆ ความดันนั้นจะกระจายไปทั่วเนื้อของของเหลวเท่ากันหมด

ค. ในของเหลวปิดใด ๆ เมื่อได้รับแรงดันภายนอก แรงดันนั้นจะกระจายไปทั่วเนื้อของของเหลวเท่ากันหมด

ง. ถูกทุกข้อ

7. จากรูป ระบบชั้งประกอบค่วยระบบอกสูบและลูกสูบ 3 ชุด ภายในบรรจุค่วยของเหลว ที่มีพื้นที่หน้าตัดของระบบอกสูบเป็น A , $2A$ และ $3A$ ซึ่งมีมวล M_1 , M_2 และ M_3 วางอยู่บนลูกสูบแต่ละชุด ตามลำดับ ถ้าถือได้ว่าลูกสูบทุกอันมีน้ำหนักเบามาก และไม่มีแรงเสียดทานระหว่างผิวของระบบอกสูบ และลูกสูบ เมื่อระบบอยู่ในภาวะสมดุล ความสัมพันธ์ระหว่าง M_1 , M_2 และ M_3 คือ



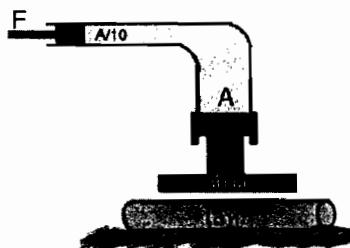
ก. $M_1 = M_2/2 = M_3/3$

ข. $3M_1 = 2M_2 = M_3$

ค. $M_1 = M_2 = M_3$

ง. $M_1 + M_2 = M_3$

8. วิธีหนึ่งที่นิยมขึ้นรูปโลหะคือการกด โดยใช้เครื่องกดไฮดรอลิก ถ้าเราต้องการแรงกด 1,000 KN ที่หัวกด ซึ่งพื้นที่หน้าตัดระบบอกสูบหัวตัดมีค่าเท่ากับ A ส่วนค้านระบบอกสูบให้แรงมีพื้นที่หน้าตัดระบบอกสูบหัวตัดมีค่าเท่ากับ $A/10$ ต้องออกแรง F ค้านระบบอกสูบให้แรงขนาดเท่าไร



ก. 10 KN

ข. 100 KN

ค. 10,000 KN

ง. 100,000 KN

9. นายรักษา มีความสามารถอัดแรงได้เพียง 49 นิวตันต่อครั้ง ถ้าเขาต้องการยกวัตถุมวล 500 กิโลกรัม โดยเครื่องอัดไฮดรอลิกที่มีระบบอกอัดและระบบอกยกเป็นทรงกระบอก อย่างทราบว่า อัตราส่วนอย่างน้อยที่สุดของรัศมีระบบอกยกต่อรัศมีระบบอกอัดมีค่าเท่าไร ($g=9.8 \text{ m/s}^2$)

ก. 5

ข. 10

ค. 50

ง. 100

10. เครื่องอัดไฮดรอลิกเครื่องหนึ่งลูกสูบใหญ่ มีรัศมี 0.5 เมตร และลูกสูบเล็กมีรัศมี 0.05 เมตร ถ้าออกแรงกดลูกสูบเล็ก 100 นิวตัน จะยกวัตถุมวลเท่าไรได้

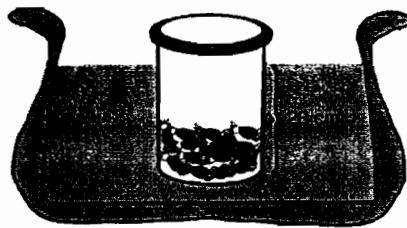
ก. 1,000 กิโลกรัม

ข. 1,000 นิวตัน

ค. 10,000 กิโลกรัม

ง. 100,000 นิวตัน

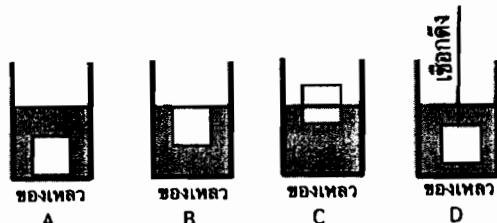
11. ขวดใส่สูกความตึงกระบอกใบหนึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ลอยอยู่ในน้ำดังรูป คำนวณว่าขวดและสูกความโน้มถ่วงกันเท่ากันเท่าไร



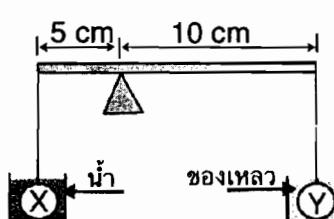
- ก. 780 g
ข. 1180 g
ค. 1570 g
ง. 1960 g

12. หินรูปสี่เหลี่ยมน 4 ชิ้น มีความหนาแน่น ρ_O และมีปริมาตรเท่ากัน เมื่อนำไปหยอดในของเหลว 4 ชนิดและวัดอุณหภูมิ ได้ผลดังรูป ขากทราบว่าแรงดึงดูดในของเหลวใดมีค่าเท่ากัน

- ก. A และ B
ข. B และ C
ค. A และ D
ง. A B และ D



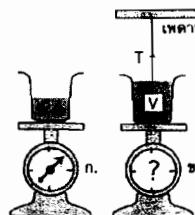
13. จากรูป X และ Y เป็นวัตถุที่มีรัศมีเท่ากัน แต่ความหนาแน่นของ X เป็น 2 เท่าของ Y ถ้าคานที่ผูกวัตถุ ทึ้งสองอยู่ในสมดุล ความหนาแน่นของเหลวมีค่าเท่าใด (กำหนดความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ $1,000 \text{ กิโลกรัม}/\text{เมตร}^3$)



- ก. $200 \text{ kg}/\text{m}^3$
ข. $500 \text{ kg}/\text{m}^3$
ค. $1,000 \text{ kg}/\text{m}^3$
ง. $1,500 \text{ kg}/\text{m}^3$

14. จากรูป ถ้า V เป็นปริมาตรวัตถุที่นำมาถ่วงน้ำ และถูกดึงไว้ด้วยเชือกซึ่งมีความตึง T , ρ เป็นความหนาแน่นของน้ำ และ g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก จากรูป ก มาเป็นรูป ข เนื่องจากเรื่องซึ่งจะตามข้อใด

- ก. เท่าเดิม
ข. เพิ่มขึ้น $\rho V g$
ค. ลดลง $\rho V g$
ง. ลดลง T



15. เรือทรงสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 0.5 เมตร สูง 0.5 เมตร ยาว 1 เมตร จะสามารถบรรทุกคนที่มีมวล 60 กิโลกรัม ได้มากที่สุดกี่คน จึงจะไม่ทำให้เรือนี้จม กำหนดให้เรือนี้มีมวล 40 กิโลกรัม

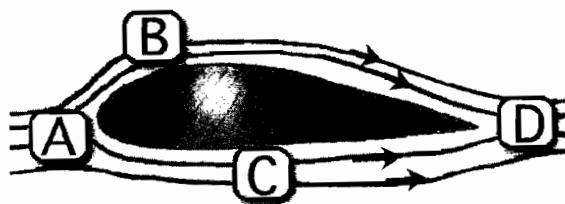
ก. 2

ข. 3

ค. 4

ง. 5

16. ในรูปเป็นภาพตัดขวางของปีกเครื่องบินและแสดงเส้นการไหลของอากาศ บริเวณใดมีความดันต่ำที่สุด



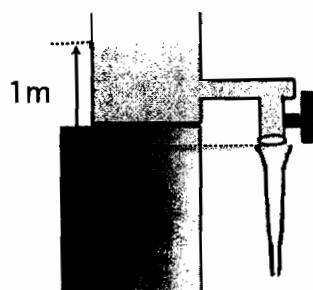
ก. A

ข. B

ค. C

ง. ทุกจุดมีความดันเท่ากัน

17. แท่งน้ำขนาดใหญ่มีน้ำสูง 1 เมตร ด้านบนเปิดออกสู่บรรยากาศ วางแผนอ่ายุ่บันแท่นสูงดังรูป หากเปิดน้ำให้ไหลออกจากหัวหอยก็จะมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม จงหาอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำเมื่อน้ำอยู่ที่ปากหอย กับเมื่อน้ำไหลลงมาเป็นระยะทาง 3 เมตร



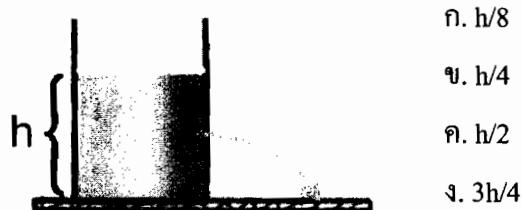
ก. 1

ข. $\sqrt{3}$

ค. 2

ง. 3

18. ภาชนะรูปทรงกระบอกไม่มีฝาใบหนึ่งบรรจุของเหลวสูง h วัดจากก้นภาชนะ โดยภาชนะจะว่างอยู่บนพื้นราบ จะต้องเจาะรูที่ตำแหน่งใดจึงจะทำให้น้ำที่พุ่งออกมานեื่องที่ไปได้ไกลสุดในแนวระดับ

ก. $h/8$ ข. $h/4$ ค. $h/2$ ง. $3h/4$

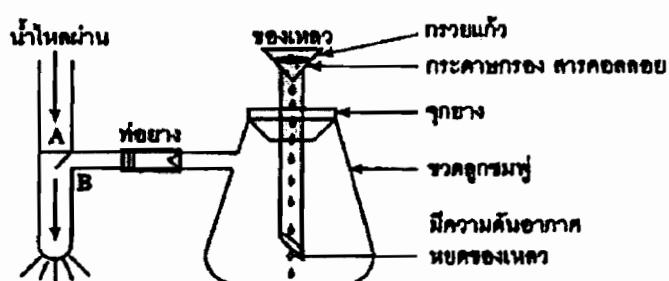
19. พิจารณาข้อใดถูก

- ก. พื้นที่หน้าตัดของท่อลดลง อัตราเร็วของของไหลดเพิ่มขึ้น ความคันในของไหลดลดลง
- ข. พื้นที่หน้าตัดของท่อลดลง อัตราเร็วของของไหลดลดลง ความคันในของไหลดลดลง
- ค. พื้นที่หน้าตัดของท่อเพิ่มขึ้น อัตราเร็วของของไหลดลดลง ความคันในของไหลดลดลง

ลดลง

- ก. พื้นที่หน้าตัดของท่อเพิ่มขึ้น อัตราเร็วของของไหลดเพิ่มขึ้น ความคันในของไหลดลดลง

20. ระบบกรองสารดังแสดงในรูปต่อไปนี้ เมื่อมีน้ำไหลดผ่านท่อ คำอธิบายใดถูกต้อง



A = ตำแหน่งของลิ้น ปิด-เปิด เมื่อมีน้ำไหลดผ่านท่อ

B = ตำแหน่งของลิ้น ปิด-เปิด เมื่อมีน้ำไหลดผ่านท่อ

- ก. อัตราการหดเพิ่มมากขึ้น เพราะความคันอากาศเหนือรูขับเพิ่มขึ้น
- ข. อัตราการหดเพิ่มมากขึ้น เพราะความคันอากาศเหนือรูขับลดลง
- ค. อัตราการหดเพิ่มมากขึ้น เพราะความคันอากาศในช่วงปูร่องลดลง
- ง. อัตราการหดเป็นปกติเหมือนเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกิดขึ้น

**แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการด้านความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทย
ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองกลศาสตร์ของไทย**

ลำดับการสุ่มที่..... คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) ได้..... คะแนน

แบบทดสอบข้อที่นักเรียนทำได้ถูกต้องในการสอบหลังเรียน (ให้ทำเครื่องหมาย ✓)

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ										
ข้อที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ตอบ										

จากการสัมภาษณ์โดยการให้นักเรียน อธิบายวิธีคิด วิเคราะห์ แบบทดสอบข้อที่นักเรียนทำได้ถูกต้อง
ในการทดสอบหลังเรียน พบว่า

อธิบายได้อย่างถูกต้องชัดเจน จำนวน.....ข้อ คือ ข้อ.....

อธิบายได้ถูกต้องบ้าง จำนวน.....ข้อ คือ ข้อ.....

ไม่สามารถอธิบายได้ จำนวน.....ข้อ คือ ข้อ.....

จากการสัมภาษณ์โดยการให้นักเรียน อธิบายวิธีคิด วิเคราะห์ แบบทดสอบข้อที่นักเรียนทำผิดในการ
ทดสอบหลังเรียน พบว่า

อธิบายได้อย่างถูกต้องชัดเจน จำนวน.....ข้อ คือ ข้อ.....

อธิบายได้ถูกต้องบ้าง จำนวน.....ข้อ คือ ข้อ.....

ไม่สามารถอธิบายได้ จำนวน.....ข้อ คือ ข้อ.....

บันทึกเพิ่มเติม

ภาคผนวก จ

แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองอเนกประสงค์ก่อตัวสครับของไทย
และแบบสอบถามเจตคติของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง

แบบวัดเจตคติของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล

แบบสอบถามนี้ เป็นแบบสอบถามวัดเจตคติของนักเรียนต่อชุดทดลองก่อนและหลังจากที่ได้เรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล

คำชี้แจง : แบบสอนตามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 เจตคติของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล จำนวน 15 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ

- | | |
|--|--------------|
| 1. ค้านเครื่องมือชุดทดลอง | จำนวน 5 ข้อ |
| 2. ค้านคู่มือกิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียน | จำนวน 10 ข้อ |

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 เจตคติของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล

ข้อเสนอแนะในการตอบแบบสอบถาม

1. แบบประเมินมีทั้งหมด 15 ข้อ
2. โปรดเขียนเครื่องหมาย ลงในมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ตามความคิดเห็นของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล
3. ระดับคะแนนจะแสดงดังนี้

ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก	หมายถึง	5
ผลการประเมินอยู่ในระดับดี	หมายถึง	4
ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง	หมายถึง	3
ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้	หมายถึง	2
ผลการประเมินอยู่ในระดับปรับปรุง	หมายถึง	1

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
()	ท่านชอบวิชากลศาสตร์ของไอลมากเพียงใด	<input checked="" type="checkbox"/>				

จากตัวอย่าง ข้อที่ () หมายความว่าท่านชอบวิชากลศาสตร์ของไอลมากที่สุด ได้คะแนนระดับ 5 แต่ถ้าชอบในระดับน้อยกว่านี้ตามลำดับ ก็ให้ขีดเครื่องหมายตามช่องทางขวาที่เหมาะสม

แบบสอนตามเจตคติของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเครื่องมือชุดทดลอง					
1.1 ชุดทดลองใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน					
1.2 ชุดทดลองคึ่งคุณและเร้าความสนใจของนักเรียนใน การเรียนรู้					
1.3 รูปทรงและขนาด ออกแบบได้เหมาะสมต่อการใช้งาน					
1.4 มีความปลอดภัยขณะทำการทดลอง					
1.5 ชุดทดลองสามารถเสริมความเข้าใจในกลศาสตร์ ของไอลได้					
2. ด้านคุณภาพกิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียน					
2.1 ลำดับขั้นการทดลองเข้าใจง่าย					
2.2 รูปภาพประกอบการทดลองชัดเจน					
2.3 ตารางบันทึกผลการทดลองเข้าใจง่าย					
2.4 ข้อความในใบกิจกรรมการทดลองอ่านเข้าใจง่าย ไม่สับสน					
2.5 เนื้อหาในความรู้ชัดเจนเข้าใจง่าย					
2.6 เนื้อหา กิจกรรมเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด					
2.7 กิจกรรมการทดลองทำให้เกิดความคิดรวบยอด					
2.8 นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม					
2.9 เอกสารรายงานการทดลองสองกล้องกับกิจกรรม การทดลอง					
2.10 คำถ้าท้ายการทดลองและแบบทดสอบท้ายกิจกรรมทำให้ นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น					

ข้อเสนอแนะ

แบบประเมินคุณภาพชุดทดลองเอนกประสงค์ก่อผลศาสตร์ของไทย

แบบประเมินชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้าน วิชาการศาสตร์ของ
ไทย เกี่ยวกับคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของ ไทย ที่ผู้จัดได้สร้างขึ้น

คำชี้แจง : แบบประเมินชุดนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ ของไทย จำนวน 10 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 ค้านคือ

- ค้านเครื่องมือชุดทดลอง จำนวน 5 ชิ้น
 - ค้านคู่มือกิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียน จำนวน 5 ชิ้น

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล

ข้อเสนอแนะในการตอบแบบประเมิน

1. แบบประเมินมีทั้งหมด 10 ข้อ

2. โปรดเขียนเครื่องหมาย ลงในมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ความคิดเห็นของท่านหลังจากทดสอบชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไอล

3. ระดับคะแนนกำหนดไว้ดังนี้

ผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก	หมายถึง	5
ผลการประเมินอยู่ในระดับดี	หมายถึง	4
ผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลาง	หมายถึง	3
ผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้	หมายถึง	2
ผลการประเมินอยู่ในระดับปรับปรุง	หมายถึง	1

ตัวอย่าง

ข้อที่	ข้อคำนวณความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
()	ชุดทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไอลสามารถนำไปใช้งานได้	<input checked="" type="checkbox"/>				

จากตัวอย่าง ข้อที่ () หมายความว่าชุดทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไอลสามารถนำไปใช้งานได้มากที่สุด ได้คะแนนระดับ 5 แต่ถ้าชุดทดลองเรื่องกลศาสตร์ของไอลสามารถนำไปใช้งานได้ในระดับน้อยกว่านี้ตามลำดับ ก็ให้ขึ้นเครื่องหมายตามช่องทางขวาที่เหมาะสม

แบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง เรื่อง กลศาสตร์ของไนล โดยเชี่ยวชาญเกี่ยวกับ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเครื่องมือชุดทดลอง					
1.1 ชุดทดลองมีความแข็งแรงคงทน					
1.2 ชุดทดลองดึงดูดและเร้าความสนใจของนักเรียน					
1.3 มีความปลอดภัยขณะปฏิบัติการทดลอง					
1.4 การทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
1.5 ชุดทดลองสามารถเสริมความเข้าใจในกลศาสตร์ของไอล์ได้					
2. ด้านคู่มือกิจกรรมการทดลองสำหรับนักเรียน					
2.1 เนื้อหาในชุดกิจกรรมการทดลองสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
2.2 เรียงลำดับกิจกรรมการทดลองได้เหมาะสม					
2.3 นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการทดลอง					
2.4 เอกสารรายงานการทดลองสอดคล้องกับกิจกรรมการทดลอง					
2.5 คำตามท้ายการทดลองและแบบทดสอบท้ายกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น					

ข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ฉ

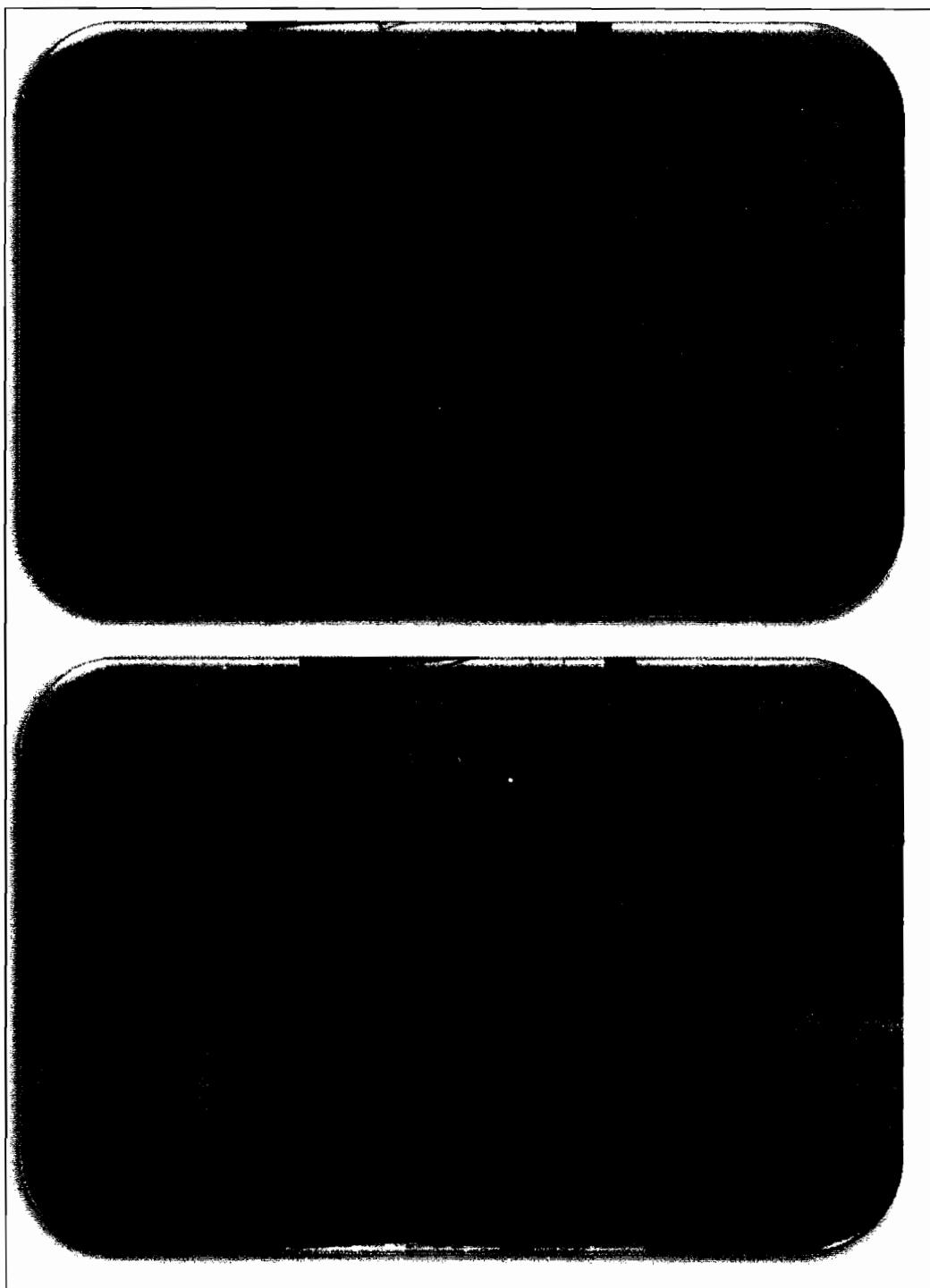
กิจกรรม ตัวอย่างผลงานนักเรียน และบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ



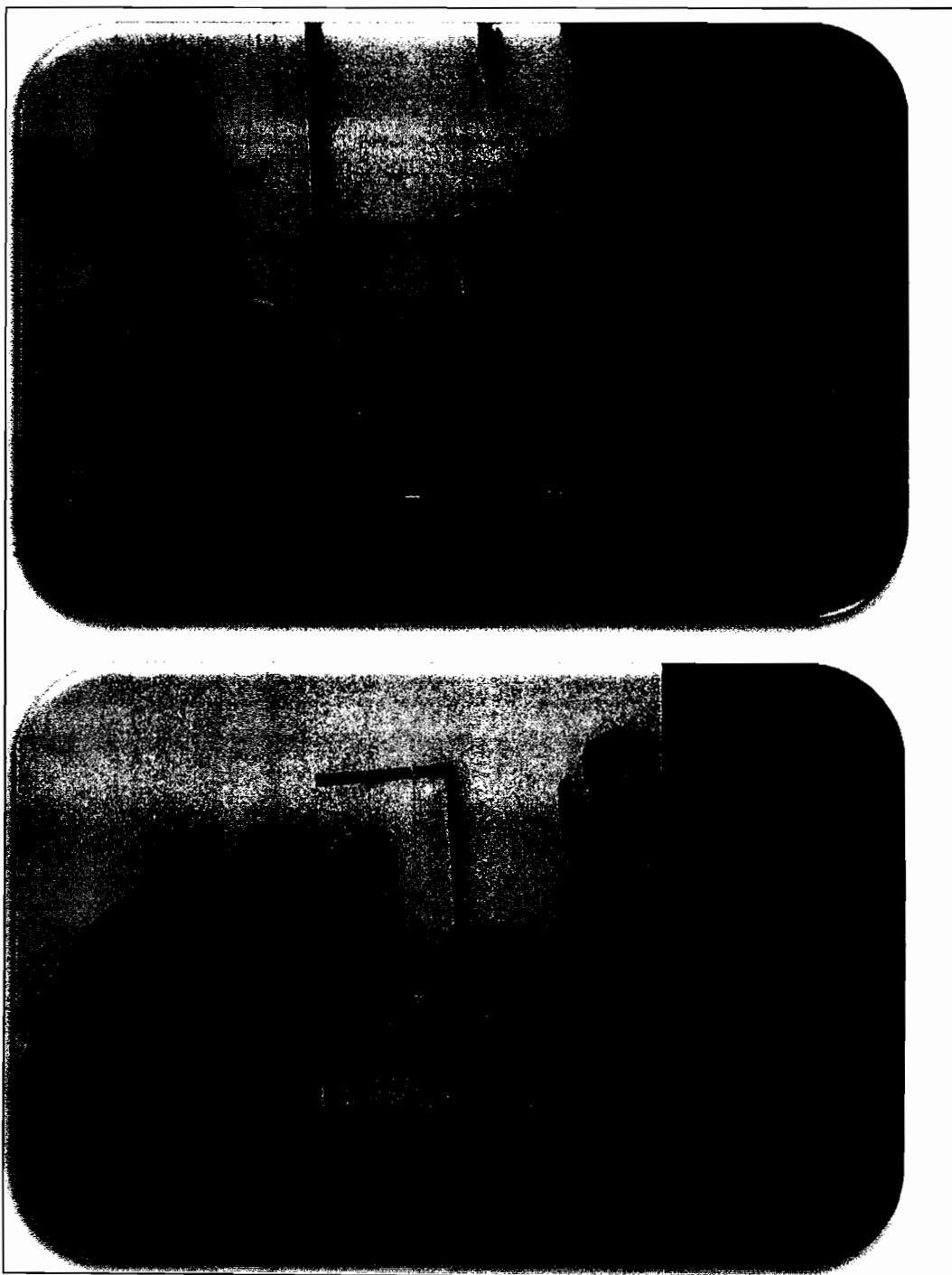
ภาพที่ ฉ.1 นักเรียนกำลังทคลองเรื่องกฎหมายปาสكل



ภาพที่ ฉ.2 นักเรียนกำลังทคลองเรื่องความดันในของเหลว



ภาพที่ ฉ.3 นักเรียนกำลังทดลองเรื่องหลักของเบร์นูลี



ภาพที่ ฉ.4 บรรยายกาศขณะนักเรียนกำลังทดลอง

การทดลองที่ 1

เรื่อง

ความดันในของเหลว

แนวคิดหลัก

ความดัน(P) เป็นปริมาณสเกลาร์ที่แทนขนาดของแรงกระทำดึงจากก้นพื้นที่หนึ่งตารางหน่วย
นั้นคือ $P = \frac{F}{A}$ ซึ่งความดันบรรยายกาศ (P_a) คือความดันของอากาศที่ก่อตัวบนผิวน้ำ ซึ่งมีข้อแตกต่าง
ค่าแห่งแรงโน้มถ่วง ความดันบรรยายกาศปกติคือความดันที่ความสูงระดับน้ำทะเล มีค่าเท่ากับ 1 บาร์กาศ
(1 atm) โดยความดันมีหน่วยที่สำคัญคือ 1. บรรยายกาศ (atmosphere : atm) 2. ปascal (Pascal : Pa =
 N/m^2) 3. บาร์ (Bar) 4. มิลลิเมตรไพรอท (mmHg)

หากเรามีของเหลวความหนาแน่น ρ ใส่ภาชนะไว้ดูดต่ำๆ ในของเหลวจะมีความดันของส่วน
คือ 1. ความดันบรรยายกาศ (P_a) และ 2. ความดันที่เกิดจากน้ำหนักของของเหลว ซึ่งมีค่าเท่ากับระดับ
ความลึกจากผิวดินของเหลว เท่ากับ ρgh ดังนั้นความดันของของเหลวที่ระดับความลึก h จะมีค่า
 $P = P_a + \rho gh$ โดย g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

คำถามก่อนการทดลอง

1. นักเรียนคิดว่าระดับความลึกที่ต่างกันในของเหลวนิดเดียวกันมีผลต่อความดันหรือไม่
อย่างไร

.....
 $P = P_a + \rho gh$
.....

2. นักเรียนคิดว่าที่ระดับความลึกเดียวกันความดันในของเหลวต่างชนิดกันจะเท่ากันหรือไม่
อย่างไร

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

วัตถุประยุกต์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน(P), ความถึก(h) และ ความหนาแน่น(ρ)
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน(P), แรงดัน(F) และ พื้นที่รับแรง(A)

อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| 1. ชุดทดลองกลศาสตร์ของไอลส์ | 4. คินเนอร์มัน |
| 2. น้ำน้ำมันพิชเก้นเดลล์ | 5. ตะปูเข็ม |
| 3. แก้ว | 6. ชีฟ่อนอาหาร |

ทฤษฎี

กรอบที่ 1 ความดันทางในแนวตั้ง	กรอบที่ 2 แรงดันทางในแนวตั่ง
$F = \text{แรงดัน} / \text{ผิวน้ำที่ต้องการวัด}$ $P = \frac{F}{A}$	$P_{\text{ทั่วไป}} = \text{แรงดันทางในแนวตั้ง} + \text{แรงดันจากน้ำ}$ $P_{\text{ทั่วไป}} = \rho gh + P_0$
$P = \text{แรงดัน} / \text{ผิวน้ำ}$ $A = \text{พื้นที่} / \text{ความกว้าง}$	$P_h = \text{แรงดันทางในแนวตั้ง} \times P_0$ $P_h = \text{แรงดันทางในแนวตั้ง} \times 10^5$
$1 \text{ บาร์} = 1 \text{ กิโลกรัม}/\text{ตร.เมตร}^2 = 1.03 \times 10^5 \text{ นิวตัน}/\text{ตร.เมตร}^2$ $1 \text{ บาร์} = 1 \text{ กิโลกรัม}/\text{ตร.เมตร}^2$	$P_a = \text{แรงดันในอากาศ}$ $P_x = P_h + P_a$ $P_x = \text{แรงดันสัมบูรณ์} \times 10^5 \text{ นิวตัน}/\text{ตร.เมตร}^2$ $+ \text{แรงดันของอากาศ} \times 10^5 \text{ นิวตัน}/\text{ตร.เมตร}^2$
$1 \text{ บาร์} = 1 \text{ กิโลกรัม}/\text{ตร.เมตร}^2$ $1 \text{ บาร์} = 1 \text{ กิโลกรัม}/\text{ตร.เมตร}^2$	$P_x = P_y$ $P_{\text{ทั่วไป}} = P_h + P_a$ $P_{\text{ทั่วไป}} = \rho gh + P_0$

ภาพที่ ฉ.6 ทฤษฎีของความดันที่นักเรียนสรุปออกแบบจากการค้นคว้า

ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 1

ระดับความลึก(cm)	4	6	8	10
ความดัน(N/m ²)	390	690	780	980

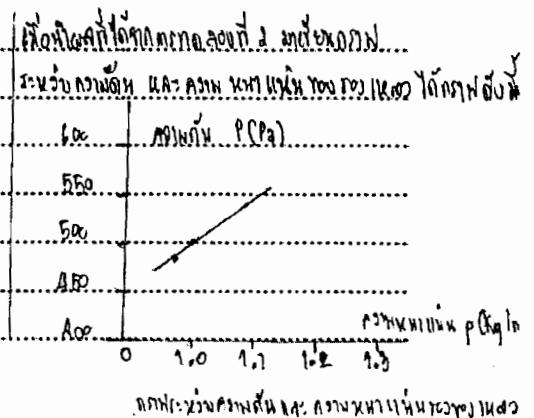
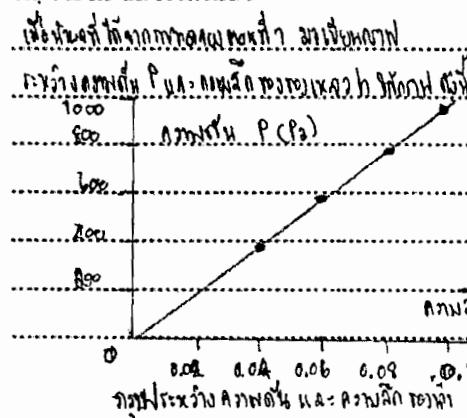
ตารางบันทึกผลการทดลองตอนที่ 2

ความหนาแน่น (kg/m ³)	น้ำมันพืช	น้ำ	น้ำเกลือ
	0.918×10^3	1.00×10^3	1.10×10^3
ความดัน(N/m ²)	490	600	740

ตอนที่ 3

ห้องที่ตั้งตัว(cm ³)	ผลการทดลอง
1	เมื่อเพิ่มน้ำลง ห้องตัวหุบ
1	เมื่อเพิ่มน้ำลง ห้องตัวหุบต่อไป
3	เมื่อเพิ่มน้ำลง ห้องตัวหุบหุบ
6	เมื่อเพิ่มน้ำลง ห้องตัวหุบหุบ
5	เมื่อเพิ่มน้ำลง ห้องตัวหุบหุบ

วิเคราะห์ผลการทดลอง



ภาพที่ ฉ.7 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

รูปแบบการทดลองที่ 1 ทึ้ง

(1) เมื่อถุงฯลฯ หัก ร้าวใน จึงจะมีน้ำหนักคงที่ น้ำหนักที่ก่อตัว ทางด้านท้องคือแรงดึงดูด แรงดันที่จะหักหงับทางด้านในที่ไม่อาจฝ่าฟันได้ ซึ่งที่หักหงับในขณะนี้ ถูกหักหงับ แรงดันที่จะหักหงับ

(2) จึงทำให้เมื่อเวลาใช้ช่วงเวลาที่หักหงับแล้ว น้ำหนักในชั้นนอกที่ถูกดึงดูดอยู่คืบหน้า ทางด้านในจะลดลง จนถึงจุดที่น้ำหนักเท่ากัน ระหว่างนี้ น้ำหนักทางด้านในจะลดลง

(3) จึงสามารถกล่าวได้ว่า น้ำหนักที่หักหงับ น้ำหนักที่หักหงับ แรงดันที่หักหงับ ทางด้านในจะลดลง

(4) ตามที่กล่าวมาแล้ว น้ำหนักทางด้านในที่หักหงับ น้ำหนักทางด้านในที่หักหงับ ทางด้านในที่หักหงับ น้ำหนักทางด้านในที่หักหงับ ทางด้านในที่หักหงับ ทางด้านในที่หักหงับ

รูปแบบการทดลองที่ 2

เมื่อถุงฯลฯ หักหงับ (เรียกว่าหักหงับ) จึงมีน้ำหนักคงที่ที่หักหงับ น้ำหนักที่หักหงับ ทางด้านในที่หักหงับ น้ำหนักทางด้านในที่หักหงับ

ทางด้านในที่หักหงับ น้ำหนักทางด้านในที่หักหงับ ทางด้านในที่หักหงับ

คำถานาหลังการทดลอง

1. ระดับความลึกที่ต่างกันในของเหลวชนิดเดียว กันนีผลต่อความดันหรือไม่อย่างไร

เช่นๆ น้ำหนักคงที่ที่หักหงับที่น้ำหนักที่หักหงับ น้ำหนักที่หักหงับ ทางด้านในที่หักหงับ ทางด้านในที่หักหงับ

$$P = P_a + \rho gh$$

2. ที่ระดับความลึกเดียวกันความตื้นในของเหลวต่างชนิดกันจะเพิ่มกันหรือไม่ อย่างไร

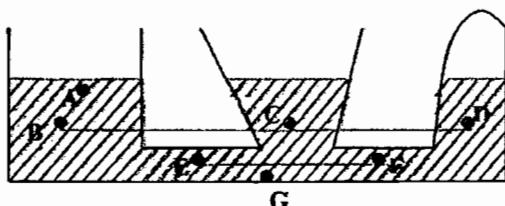
ไม่ เช่น น้ำหนักคงที่ที่หักหงับที่น้ำหนักที่หักหงับ น้ำหนักที่หักหงับ ทางด้านในที่หักหงับ

ทางด้านในที่หักหงับ น้ำหนักทางด้านในที่หักหงับ ทางด้านในที่หักหงับ

ภาพที่ ฉ.8 สรุปผลการทดลองและการตอบคำถานาหลังการทดลองของนักเรียน

คำานวนชวนคิด

1. จงเรียงลำดับความดันของ ของเหลวชนิดเดียวกันที่ต่อถึงกัน จากมากไปน้อย

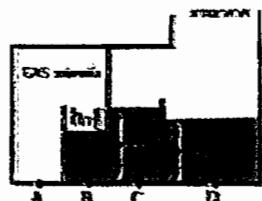


ตอบ

$$P_d > P_E = P_F > P_B = P_C = P_D > P_A$$

เหตุผลที่ตอบ ถ้าจะทราบ $P = P_0 + \rho gh$ จะพบว่าความดันที่หัวไก่จะเท่ากับความดันที่หัวไก่ทางขวาที่สูงกว่าหัวไก่ทางซ้าย แต่ในรูปนี้หัวไก่ทางซ้ายอยู่ในช่องทางเดียว ไม่มีทางเดินสู่หัวไก่ทางขวา ดังนั้นหัวไก่ทางซ้ายจะมีความดันต่ำกว่าหัวไก่ทางขวา ดังนั้น $P_A < P_D$. หัวไก่ทางขวาอยู่ในช่องทางเดียว ไม่มีทางเดินสู่หัวไก่ทางซ้าย ดังนั้น $P_D > P_E = P_F$. หัวไก่ทางซ้ายอยู่ในช่องทางเดียว ไม่มีทางเดินสู่หัวไก่ทางขวา ดังนั้น $P_E = P_F$. ดังนั้น $P_D > P_E = P_F > P_B = P_C > P_A$ (อยู่บนต้นไปเรื่อยๆ) น้ำหนักของหัวไก่ A, C, D ทำให้ความดันหัวไก่ต่ำกว่าหัวไก่ B และหัวไก่ E, F ทำให้ความดันหัวไก่ต่ำกว่าหัวไก่ A, C, D ดังนั้น $P_D > P_E = P_F > P_B = P_C > P_A$.

2. ของเหลวชนิดเดียวกันบรรจุในภาชนะดังรูป จงเรียงลำดับความดันที่จุด A,B,C และ D จากมากไปน้อย
(น้ำหนัก $h_3 > h_2 > h_1$)



ตอบ

$$P_B = P_C > P_D > P_A$$

เหตุผลที่ตอบ ถ้าจะทราบ $P = P_0 + \rho gh$ จะพบว่าหัวไก่ที่หัวไก่ A อยู่ต่ำกว่าหัวไก่ที่หัวไก่ D ดังนั้น $P_A < P_D$. หัวไก่ที่หัวไก่ D อยู่ต่ำกว่าหัวไก่ที่หัวไก่ C ดังนั้น $P_D > P_C$. หัวไก่ที่หัวไก่ C อยู่ต่ำกว่าหัวไก่ที่หัวไก่ B ดังนั้น $P_C > P_B$. หัวไก่ที่หัวไก่ B อยู่ต่ำกว่าหัวไก่ที่หัวไก่ A ดังนั้น $P_B > P_A$. ดังนั้น $P_B = P_C > P_D > P_A$.

$$P_A + \rho g(h_3 - h_1) = P_A + \rho g h_3$$

$$\text{หรือ } P_D = P_A + \rho g h_2$$

$$P_A + \rho g(h_2 - h_1) = P_A + \rho g h_2$$

$$\text{หรือ } h_2 > h_1 \text{ ดังนั้น } P_D > P_A$$

$$P_A = P_A$$

$$\text{ดังนั้น } P_B = P_C > P_D > P_A$$

แบบบันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการด้านความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทย
ของนักเรียนที่ผ่านการเรียนการสอนด้วยชุดทดลองกลศาสตร์ของไทย

ลำดับการสุ่มที่.....1..... คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนนเต็ม 20 คะแนน) ได้.....17..... คะแนน
แบบทดสอบข้อที่นักเรียนทำได้ถูกต้องในการสอบหลังเรียน (ให้ทำเครื่องหมาย ✓)

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ตอบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ข้อที่	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ตอบ	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓	

จากการสัมภาษณ์โดยการให้นักเรียน อธิบายวิธีคิด วิเคราะห์ แบบทดสอบข้อที่นักเรียนทำได้ถูกต้องในการทดสอบหลังเรียน พบว่า

อธิบายได้อย่างถูกต้องชัดเจน จำนวน.....17..... ข้อ คือ ข้อ...1 - 16, 19.....

อธิบายได้ถูกต้องบ้าง จำนวน..... ข้อ คือ ข้อ.....

ไม่สามารถอธิบายได้ จำนวน..... ข้อ คือ ข้อ.....

จากการสัมภาษณ์โดยการให้นักเรียน อธิบายวิธีคิด วิเคราะห์ แบบทดสอบข้อที่นักเรียนทำผิดในการทดสอบหลังเรียน พบว่า

อธิบายได้อย่างถูกต้องชัดเจน จำนวน..... ข้อ คือ ข้อ.....

อธิบายได้ถูกต้องบ้าง จำนวน.....2..... ข้อ คือ ข้อ.....15, 20.....

ไม่สามารถอธิบายได้ จำนวน....1..... ข้อ คือ ข้อ.....17.....

บันทึกเพิ่มเติม

นักเรียนได้รับการสอนด้วยชุดทดลองกลศาสตร์ของไทย จำนวน 17 ชุด นักเรียนสามารถทำตามได้ด้วย
ความตั้งใจและพยายาม พยายามทำความเข้าใจอย่างดี แต่ยังคงมีข้อสงสัยอยู่บ้าง เช่น ข้อ 17 นักเรียนเข้าใจว่า
การทดลองน้ำหนักต้องใช้แรงดึงดูด แต่ในความจริงแล้ว แรงดึงดูดจะมาจากการดึงดูดของโลก ไม่ใช่แรงดูด

ภาพที่ ณ.10 บันทึกการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการด้านความเข้าใจในกลศาสตร์ของไทย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายณรงค์ศักดิ์ สีหะวงศ์
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2546 – 2549 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2550 ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี พ.ศ. 2553-2557 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา พ.ศ. 2551 – พ.ศ. 2556
ประวัติการทำงาน	ครูโรงเรียนยางชุมน้อยพิทักษ์ ตำบลยางชุมน้อย อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ พ.ศ. 2556 – ปัจจุบัน ครูโรงเรียนกาญจนากิจภิทัยวิทยาลัย พาสินธุ์ ตำบลคุ้มเก่า อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ ตำแหน่ง ครู
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	ครูโรงเรียนกาญจนากิจภิทัยวิทยาลัย พาสินธุ์ ตำบลคุ้มเก่า อำเภอเขาวง จังหวัดกาฬสินธุ์ อีเมล์ toom_phy@hotmail.com

