# การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE)

ยศธร บรรเทิง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

# THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPTS ABOUT FLUID STATICS USING PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)

YOTSATORN BUNTERNG

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

YEAR 2013

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

**ใบรับรองวิทยานิพนธ์**

**มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**

**ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**

**สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์**

**เรื่อง** การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE)

**ผู้วิจัย** นายยศธร บรรเทิง

**คณะกรรมการสอบ**

| | |
|---|---|
| ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง | ประธานกรรมการ |
| ดร.สุระ วุฒิพรหม | กรรมการ |
| ดร.จินตวัฒน์ ตันอมาตยรัตน์ | กรรมการ |

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

.....

(ดร.สุระ วุฒิพรหม)

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี**

**ปีการศึกษา 2556**

# กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.สุระ วุฒิพรหม ผู้ซึ่งกรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอกราบขอบพระคุณ ดร.โชคศิลป์ ธนเฮือง และ ดร.จินตวัฒน์ ตันอมาตยรัตน์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆรวมถึงคณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่าน ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ต่างๆ ให้กับผู้วิจัย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษา และคุณครูทุกท่าน โดยเฉพาะกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือ เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณเพื่อนๆ วิทยาศาสตร์ศึกษา รุ่นที่ 5 ที่คอยให้ความช่วยเหลือ แนะนำ สร้างแรงจูงใจ ให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่ได้ให้การช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา คุณค่าและประโยชน์ที่พึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัย ขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัยและสิ่งศักดิ์สิทธ์ทั้งหลายจงคลบันดาลให้ทุกท่านมีแต่ความสุข ความเจริญตลอดไป

(นายยศธร บรรเทิง)
ผู้วิจัย

# บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE)

โดย : ยศธร บรรเทิง

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์ศึกษา

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ดร.สุระ วุฒิพรหม

ศัพท์สำคัญ : มโนมติทางวิทยาศาสตร์ ของไหลสถิต แบบสำรวจ MPEX วิธีการสอนแบบ POE

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ และศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก จำนวน 37 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ผลการทดสอบด้วยสถิติค่าที แบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน และ Normalized Gain พบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 จัดอยู่ในระดับระดับสูง และจากการวิเคราะห์ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ พบว่า นักเรียนมีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความก้าวหน้าของความคาดหวังที่เห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้นในระดับน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.24

# ABSTRACT

TITLE : THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC CONCEPTS ABOUT FLUID STATICS USING PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)

BY : YOTSATORN BUNTERNG

DEGREE : MASTER DEGREE OF SCIENCE

MAJOR : SCIENCE EDUCATION

CHAIR : SURA WUTTIPROM, Ph.D.

KEYWORDS : SCIENTIFIC CONCEPTS / FLUID STATICS / MPEX / PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE)

This research aimed to development of scientific concepts and to study expectations for learning in fluid statics of the grade 11 students by using Predict-Observe-Explain (POE) learning activity. The samples of this research were 37 students in grade 11 from Nayiasuksa Ratchamungkalapisek school, Ubon Ratchathani Province. They were selected purposively. The dependent samples t-test analysis and normalized gain revealed that after Predict–Observe-Explain (POE) learning activity, the scientific concept of students in fluid static score was significantly increased at statistical level of .05 and the average of students' normalized gain was 0.73 which was in high gain level. The analysis of expectations in learning Physics shows that the students' expectation score was significantly increased at statistical level of .05 and the increased of students' expectation favored of experts was in low level with normalized gain of 0.24.

# สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ก

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

สารบัญ ง

สารบัญตาราง ฉ

สารบัญภาพ ช

บทที่

**1 บทนำ**

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 3

1.3 สมมติฐานของการวิจัย 4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 5

**2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

2.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) 7

2.2 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept) 9

2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism Theory) 11

2.4 รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) 16

2.5 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ 18

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19

**3 วิธีดำเนินการวิจัย**

3.1 การออกแบบและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 25

3.2 การดำเนินการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล 34

# สารบัญ (ต่อ)


| | หน้า |
|---|---|
| **4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล** | |
| 4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต | 35 |
| 4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (MPEX) | 39 |
| **5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ** | |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย | 44 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 47 |
| **เอกสารอ้างอิง** | **48** |
| **ภาคผนวก** | |
| ก แผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ | 57 |
| ข แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต | 122 |
| ค แบบสำรวจความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ | 133 |
| ง คะแนนและผลคำนวณทางสถิติ | 139 |
| **ประวัติผู้วิจัย** | **148** |

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4.1 | เปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงลอยตัว ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) | 35 |
| 4.2 | ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยโดยใช้วิธี average normalized gain | 36 |
| 4.3 | ร้อยละความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ/ร้อยละความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบ Predict-Observe-Explain (POE) | 41 |
| 4.4 | เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบ ทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) | 42 |
| ค.1 | แบบสำรวจความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ | 134 |
| ค.2 | กลุ่มของความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ | 138 |
| ค.3 | แสดงความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ โดย A เป็นความคาดหวังระดับ 5 และ 4 ส่วน D เป็นความคาดหวังระดับ 1 และ 2 | 138 |
| ง.1 | คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนเป็นรายบุคคล | 140 |
| ง.2 | คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต | 142 |
| ง.3 | คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน แยกตามหัวข้อเรื่อง | 144 |
| ง.4 | คะแนนความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน แยกเป็นรายข้อ | 145 |
| ง.5 | คะแนนความก้าวหน้าของความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนแยกเป็นรายกลุ่ม | 147 |

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.1 | ลักษณะการผูกเชือกกับน็อตและคานไม้ โดยจัดให้สมดุลกัน | 27 |
| 3.2 | การหย่อนน็อตลงในน้ำที่ละข้างเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของคาน | 27 |
| 3.3 | ลักษณะการผูกเชือกกับคานไม้และดินน้ำมันที่มีมวลและปริมาตรต่างกัน โดยจัดให้สมดุลกัน | 28 |
| 3.4 | การหย่อนดินน้ำมันลงในน้ำทั้งสองข้างพร้อมกันเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของคาน | 29 |
| 3.5 | สื่อการสอนจากโปรแกรม PhET เรื่อง แรงลอยตัว | 30 |
| 3.6 | การใช้โปรแกรม PhET นำวัตถุต่างชนิดกัน มีปริมาตรเท่ากัน แต่มวลไม่เท่ากันไปชั่งในน้ำ | 30 |
| 3.7 | การใช้โปรแกรม PhET สร้างวัตถุต่างชนิดกันที่มีมวลเท่ากันแต่ปริมาตรไม่เท่ากัน | 31 |
| 3.8 | การใช้โปรแกรม PhET นำวัตถุต่างชนิดกันที่มีมวลเท่ากันแต่ปริมาตรไม่เท่ากันไปชั่งในน้ำ | 32 |
| 4.1 | ความสัมพันธ์ระหว่าง %pretest กับ %Actual gain ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) | 37 |
| 4.2 | ความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อสอบที่นักเรียนตอบถูกต้องในแต่ละข้อกับ Avg. Normalized gain ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) | 38 |
| 4.3 | ความคาดหวังของนักเรียนเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ | 39 |
| 4.4 | ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียนจำนวน 37 คน เปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ | 40 |
| 4.5 | เปรียบเทียบร้อยละความคาดหวังของนักเรียนจำนวน 37 คน ก่อนเรียนและหลังเรียน | 41 |
| 4.6 | เปรียบเทียบ Normalized Pre/Post Movement ของความคาดหวังของนักเรียนจำนวน 37 คน | 43 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกๆคน ทั้งการดำรงชีวิตประจำวันและในงานด้านต่างๆ เครื่องมือเครื่องใช้ตลอดจนผลผลิตต่างๆที่ใช้อำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตและการทำงานล้วนเป็นผลของวิทยาศาสตร์ ผนวกกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์แขนงอื่นๆซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างมากมายมีผลทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีมีส่วนสำคัญมากที่ช่วยให้การศึกษาค้นคว้าความรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ทั้งในปัจจุบันและในอนาคต

การจัดการเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมาก โดยมุ่งเน้นในเรื่องที่ว่าจะทำอย่างไร จะจัดกระบวนการเรียนรู้อย่างไรให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้ให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้และผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2546) ซึ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้จะต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดมโนมติวิทยาศาสตร์และเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ต้องเน้นให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ การแสดงความรู้ความเข้าใจ การแสวงหาความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและแก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตประจำวันให้เหมาะสมกับสภาพสังคม สภาพแวดล้อมของตนเองเป็นสำคัญ

ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เกิดจากมนุษย์ซึ่งได้มาจากกระบวนการสังเกต ประสบการณ์ที่ได้รับจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อาทิ ข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎี กฎ หรือหลักการ จะเห็นว่าความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์จึงคลอบคลุมถึงความเชื่อและเจตคติของผู้เรียน (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2550) หรืออาจกล่าวได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นเพียงความรู้ที่เกิดขึ้นเพียงชั่วคราวที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยอาศัยกระบวนการศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสามารถเปลี่ยนแปลงได้เสมอเมื่อการสังเกตและประสบการณ์เหล่านั้นไม่ถูกต้องหรือไม่เป็นไปตามทฤษฎีที่ได้ตั้งขึ้น โดยความรู้เหล่านั้นนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้กำหนดด้วยเครื่องมือ และสัญลักษณ์ตามวัฒนธรรม

เพื่อที่จะเผยแพร่ความรู้ที่ได้มาให้ผู้อื่นสามารถรับรู้และเข้าใจได้ ซึ่งที่กล่าวมานั้นจะเห็นว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่มนุษย์สร้างขึ้นมาด้วยจิต วิญญาณ และความมานะอุตสาหะของมนุษย์ (วรรณทิภา รอดแรงค้า, 2540) อาจกล่าวได้ว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนตรัคติวิสต์

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ การพัฒนาประสบการณ์ การพัฒนากระบวนการทางปัญญา มีการขยายความคิดรวบยอดที่กว้างขวางขึ้น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความคิดที่หลากหลาย และในขณะเดียวกันก็มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความรู้ของตนเอง และสร้างความรู้ที่เป็นของตนเองขึ้นมา เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ โดยผ่านกระบวนการคิดด้วยตนเอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2550) การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้เฉพาะตัว ที่เกิดจากความเชื่อความสนใจและประสบการณ์เดิมของผู้เรียน จากแนวความคิดในธรรมชาติวิชาวิทยาศาสตร์และทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของมนุษย์ที่ว่า ความรู้ของมนุษย์นั้นเป็นสิ่งที่ถูกสร้างขึ้นและสื่อสารผ่านตัวแทนโดยมีนักปรัชญาพยายามที่จะอธิบายถึงสิ่งที่เป็นตัวแทนภายในจิตใจของมนุษย์หรือตัวแทนความคิด (Mental Representation) ซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ระหว่างความคิดพื้นที่ในมโนภาพของมนุษย์เรากับพื้นที่แห่งความเป็นจริงและเป็นเครื่องมือที่ง่ายต่อการอธิบายสำหรับการสื่อสาร (Brewer, 1999) การที่จะใช้ตัวแทนเพื่ออธิบายความรู้ของมนุษย์จำเป็นต้องใช้ภาษาในการบอกหรืออธิบายความหมายเบื้องต้นด้วยคำพูด อาทิ สี รูปร่างของวัตถุแต่ถ้าจะอธิบายสิ่งต่างๆ ที่ซับซ้อนขึ้นอาจใช้ภาษามากกว่าภาษาทั่วๆ ไป อาทิ แผนที่ รูปภาพประกอบ แผนผัง กราฟ (Teller, 2006) คำอธิบายเหล่านี้เป็นสิ่งที่เรียกว่า ตัวแทนความคิด ของนักเรียน

การจัดกระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามความสามารถและเต็มตามศักยภาพของผู้เรียน สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในการดำเนินชีวิต โดยเกิดจากการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Bell, 1993) ซึ่งในปัจจุบันรูปแบบการสอนที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์มีหลายวิธี และวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เรียกว่า การทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่และอยู่บนพื้นฐานความเชื่อเดิม White and Gunstone (1992) ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนในการนำเสนอสถานการณ์และให้ผู้เรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้นถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากผู้เรียนทำนายแล้วให้ผู้เรียนสังเกตสถานการณ์ดังกล่าวโดยผู้เรียนจะต้องลงมือปฏิบัติการทดลอง สังเกต หรือหาวิธีพิสูจน์เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ครูสร้างขึ้น หลังจากนั้นก็ให้นักเรียนบอกสิ่งที่ผู้เรียนสังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองและ

ขั้นตอนสุดท้ายผู้เรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้ว่าแตกต่างกันอย่างไร

สภาพปัญหาในการจัดการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์เรื่องของไหลสถิต (Fluid) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29 พบว่าเมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนแล้ว นักเรียนมีมโนมติเกี่ยวกับเรื่อง ของไหล ที่หลากหลายหรือคลาดเคลื่อน อาจเป็นเพราะนักเรียนมีเจตคติ ความเชื่อ และความคาดหวังเกี่ยวกับสิ่งที่เขาจะได้เรียน (อัมพร วัจนะ, 2549) ซึ่งในที่นี้ "ความคาดหวัง" มีความหมายครอบคลุมถึงความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ฟิสิกส์และการสร้างความรู้ทางฟิสิกส์ นอกจากนี้มุมมองเกี่ยวกับฟิสิกส์ สิ่งที่นักเรียนคาดหวังว่าจะเกิดขึ้นในการเรียนฟิสิกส์มีบทบาทสำคัญต่อการตอบสนองของพวกเขา มีผลกระทบต่อสิ่งที่พวกเขาสนใจและตั้งใจฟังในระหว่างการเรียน และมีผลต่อการแปรความหมายจากสิ่งที่พวกเขาได้ยิน รวมถึงพฤติกรรมการสร้างความรู้และความเข้าใจของพวกเขาด้วย จึงควรสำรวจผู้เรียนแล้วทำการวิเคราะห์ความคาดหวังก่อน เพื่อครูสามารถนำวิธีการสอนที่เหมาะสม (Edward F. Redish, 2001) และช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาวิชามากขึ้น โดยการศึกษานั้นสามารถทำได้โดยการสัมภาษณ์ สังเกต แต่วิธีการดังกล่าวจะทำได้ยากในกรณีที่มีนักเรียนจำนวนมาก ดังนั้น แบบสำรวจสำหรับศึกษาความคาดหวังจึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับแก้ไขข้อจำกัดดังกล่าว Maryland Physics Expectations (MPEX) เป็นหนึ่งในแบบสำรวจที่สร้างขึ้นมาเพื่อวัดความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน ที่มหาวิทยาลัย Marylamd สร้างขึ้น (Edward F. Redish, 2001) เพื่อวัดความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์

จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ว่าสามารถพัฒนามโนมติ เรื่อง ของไหลสถิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองจากพื้นฐานความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

1.2.2 เพื่อศึกษาความคาดหวังของการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

**1.3 สมมติฐานของการวิจัย**

1.3.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ของไหลสถิต มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ของไหลสถิตสูงขึ้น

1.3.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ของไหลสถิต มีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้น

**1.4 ขอบเขตของการวิจัย**

**1.4.1 บริบทของการวิจัย** โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 29 เป็นโรงเรียนมัธยมขนาดกลาง มีนักเรียนประมาณ 750 คน ซึ่งในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายมีแผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับชั้นละ 2 ห้องเรียน โรงเรียนมีความพร้อมไม่มากเท่าที่ควรที่ได้รับการสนับสนุนในการพัฒนาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นอย่างดี

**1.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง** ได้แก่

1.4.2.1 ประชากรเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ 2 ห้องเรียน จำนวน 79 คน

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียนจำนวน 37 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

**1.4.3 ตัวแปรในการศึกษาวิจัย**

ตัวแปรอิสระ : วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ของไหลสถิต

ตัวแปรตาม : มโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต และความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์

**1.4.4 แบบแผนการวิจัย** (Research Design) : One Group Pretest-Posttest Design

**1.4.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

1.4.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ของไหลสถิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก ระยะเวลาในการศึกษา 12 ชั่วโมง

1.4.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต และแบบสำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้ฝึก วิธีการคิดหาเหตุผลเพื่อสืบเสาะหาความรู้ตามขั้นตอนวิธีสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) และนักเรียนเกิดมโนมติที่ถูกต้องตรงตามมโนมติทางวิทยาศาสตร์

1.5.2 เป็นฐานข้อมูลเพื่อให้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ในเนื้อหาอื่นๆของรายวิชาฟิสิกส์ต่อไป

1.5.3 เป็นฐานข้อมูลสำหรับผู้ที่จะวิจัยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคอนตรัคติวิสต์ต่อไป

## 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

**1.6.1 มโนมติ** คือ ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่จะตีความหรือสรุปความเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่บุคคลนั้นสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้ประสบการณ์ ความรู้เดิม วัยวุฒิ เหตุผล และข้อเท็จจริง มาประมวลเป็นความคิดหลักที่สามารถนำไปใช้บรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์เหตุการณ์ ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

**1.6.2 มโนมติทางวิทยาศาสตร์** คือ ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่จะตีความหรือสรุปความเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ อันเกิดจากข้อเท็จจริง หลักการ และผลการทดลองในทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันอย่างมีเหตุผลเป็นข้อสรุป และสามารถนำมาอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

**1.6.3 ของไหลสถิต** คือ ของไหลที่อยู่นิ่งในสภาพสมดุลที่เป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่หนึ่ง และข้อที่สามของนิวตัน เหมือนกับสภาพสมดุลอื่น โดยผู้วิจัยจะทำการศึกษา 3 หัวข้อเรื่อง คือ ความหนาแน่น ความดัน และแรงลอยตัว

**1.6.4 วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)** คือ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ส่งเสริมและฝึกนักเรียนคิด ทำนายเหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เหตุผล จากนั้นทำการสังเกต ทดลอง หรือสืบค้น เพื่อที่จะพิสูจน์หาคำตอบจากการทำนาย และอธิบายความเหมือนหรือความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกต ในขั้นการสอนมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 Predict (P) ครูให้นักเรียนทำนายหรือคาดคะเนผลจากสถานการณ์ปัญหาพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ

ขั้นที่ 2 Observe (O) ครูให้นักเรียนหาคำตอบโดยการสังเกต ทดลอง สำรวจ สืบค้น หรือวิธีการอื่นๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 3 Explain (E) ครูให้นักเรียนอธิบายถึงความเหมือนหรือแตกต่างระหว่างการทำนาย (P) และการหาคำตอบ (O) โดยให้เหตุผลประกอบ

**1.6.5 ความคาดหวัง** คือ ความเชื่อ ความรู้สึกนึกคิดหรือความคิดเห็นด้วยวิจารณญาณเกี่ยวกับความน่าจะเป็น ความคาดคะเน หรือการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่งจะก่อให้เกิดผลลัพธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

**1.6.6 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์** คือ ความรู้สึกนึกคิดหรือความคิดเห็นด้วยวิจารณญาณเกี่ยวกับความน่าจะเป็น ความคาดคะเน หรือการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) จะก่อให้เกิดผลต่อการเรียนฟิสิกส์

**1.6.7 นักเรียน** คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียนจำนวน 37 คน

# บทที่ 2
# เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science)

2.2 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept)

2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism Theory)

2.4 รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

2.5 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science)

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้ธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สำรวจตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและนำผลมาจัดระบบ หลักการ แนวคิดและทฤษฎี เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในอาชีพต่างๆ เครื่องมือ เครื่องใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันและในการทำงาน ล้วนเป็นผลความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่นๆ ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจในปรากฏการณ์ ธรรมชาติมากมาย ซึ่งมีผลทำให้เกิดการพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างมาก ในทางกลับกันเทคโนโลยีก็มีส่วนสำคัญมากที่จะให้มีการศึกษาหาค้นคว้าความรู้ทางวิทยาศาสตร์ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

Johnston & Southerland (2002) ได้อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ คือ คำอรรถาธิบายที่ใช้เกี่ยวกับสาระของวิทยาศาสตร์

Ledermam et al. (2002) กล่าวว่า "ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ เป็นการอ้างถึงญาณวิทยาและสังคมวิทยาของวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ในฐานะวิถีแห่งความรู้ หรือค่านิยม และความเชื่อที่มีอยู่ในองค์ความรู้และพัฒนาการขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์"

Lonsbury & Ellis (2002) ได้อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับญาณวิทยาศาสตร์หรือวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ที่ใช้ในการอธิบายธรรมชาติ การได้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการรู้ที่มาและการเปลี่ยนแปลงของความรู้นั้น จะช่วยให้บุคคลสามารถตัดสินใจเกี่ยวกับความสมเหตุสมผลและประโยชน์ของความรู้ที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ได้

จากคำอธิบายของนักการศึกษาดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (2006 อ้างอิงจากโชคชัย ยืนยง, 2551) ได้ให้ขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Nature of Science) ว่าจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง คือ

(1) การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

(2) การมีมุมมองที่เป็นวิทยาศาสตร์ (Scientific World View)

(3) องค์กร หน่วยงาน หรือสถาบันที่ทำงานร่วมกันในเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific Enterprise)

ชุมชนของนักวิทยาศาสตร์เป็นชุมชนที่ทำงานสืบเสาะ (Inquiry) หลักฐาน และประเด็นทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้ความสนใจอันใดอันหนึ่งร่วมกัน และแลกเปลี่ยนความรู้วิทยาศาสตร์กันอย่างเป็นเครือข่าย ข้อมูลที่แลกเปลี่ยนกันจะเกิดขึ้นระหว่างการอภิปรายกับเพื่อนร่วมงาน การเขียนบทความวิจัย และการประชุมสัมมนาทางวิทยาศาสตร์ จะเห็นได้ว่าการทำความเข้าใจความรู้วิทยาศาสตร์ จะต้องมีการเจรจา การอภิปราย การ validity และการตีความหมายข้อมูลผ่านกระบวนการทางสังคม กระบวนการนี้ทำให้ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้สาธารณะ (Public knowledge) สามารถพัฒนาต่อไปได้อย่างต่อเนื่องจากบุคคลหลายกลุ่ม นั่นคือ การสร้างองค์ความรู้วิทยาศาสตร์เป็น Social enterprise ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นในชุมชนของนักวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้วิทยาศาสตร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในแต่ละช่วงของการพัฒนา ซึ่งความรู้ที่มีความน่าเชื่อถือในปัจจุบัน อาจจะไม่ถูกต้องเลยก็ได้ในอนาคต ดังนั้น ภาพของวิทยาศาสตร์ จึงเป็นภาพของความรู้ที่น่าเชื่อถือได้ (Reliable knowledge) โดยผ่านทางวิธีการสืบเสาะที่มีมาตรฐาน เมื่อเผชิญกับการโต้แย้งระหว่างนักวิทยาศาสตร์ (Claxton, 1991; Driver et. Al. ; 1996 อ้างอิงจากโชคชัย ยืนยง, 2551)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) กำหนดขอบข่ายของธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ไว้ในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนา คือ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการ

สืบเสาะหาความรู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอนสามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูล และเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

เสาวลักษณ์ โรมา (2551 ; อ้างอิงจาก Billeh & Hasan, 1975) กล่าวธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยของตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ ผลผลิตของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจริยศาสตร์ของวิทยาศาสตร์

Doran, Guerin & Cavalieri (1974) กล่าวว่า ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยวิธีการและเป้าหมายของวิทยาศาสตร์ คุณลักษณะของนักวิทยาศาสตร์ ข้อตกลงเบื้องต้นของวิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ (Scientific World) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทุกคนจึงต้องเรียนรู้เพื่อนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ ดังนั้นเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เป็นผู้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้ได้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546)

## 2.2 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept)

### 2.2.1 มโนมติ (Concept)

มโนมติแปลมาจากคำว่า Concept ในภาษาอังกฤษ ซึ่งมีผู้ให้คำแปลเป็นคำศัพท์ภาษาไทยและนิยมใช้แตกต่างกันหลายคำ เช่น มโนทัศน์ มโนภาพ มโนมติ สังกัป แนวความคิด และความคิดรวบยอด (ไพโรจน์ เติมเตชาติพงษ์, 2550) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า มโนมติ ซึ่งมีได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์ (2537 ; อ้างอิงจาก Bruner, 1957) ได้ให้ความหมายของมโนมติไว้ว่า มโนมติ คือ การลงความคิดเห็นจากการสังเกตวัตถุหรือเหตุการณ์อย่างต่อเนื่องเพื่อหาลักษณะที่คล้ายๆ กัน และต้องสรุปเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะอื่นๆ ที่ไม่สามารถสังเกตได้จากวัตถุและเหตุการณ์นั้นด้วย

รพีพรรณ เหล็กหมื่นไว (2543 ; อ้างอิงจาก Fieldmam, 1987) ได้ให้ความหมายของมโนมติว่า หมายถึง ของสรุปที่เกิดจากการจัดสิ่งของ เหตุการณ์ หรือคนที่มีลักษณะคล้ายกันเข้าด้วยกัน ซึ่งมโนมติทำให้เกิดความเข้าใจสิ่งต่างๆ ได้ง่ายขึ้น มโนมติทำให้สามารถจำแนกสิ่งใหม่ที่พบเจอได้

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงศ์ (2550 ; อ้างอิงจาก Romey, 1968) ได้ให้ความหมายของมโนมติไว้ว่า มโนมติเป็นข้อสรุปสำคัญของกลุ่มความคิดหรือกลุ่มความจริงซึ่งแสดงให้เห็นถึงลักษณะที่ร่วมกันที่สำคัญของปัจจัยต่างๆ จากกลุ่มความคิดหรือกลุ่มความจริงจำนวนมากกว่า

น้ำค้าง จันเสริม (2551) ได้กล่าวถึง มโนมติ หมายถึง ความคิดหรือความเข้าใจภายในของตัวบุคคลที่จะตีความและสรุปความเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง อันเป็นผลเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้คุณลักษณะสำคัญที่เกี่ยวกับสิ่งนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปเป็นคุณสมบัติหรือลักษณะที่เฉพาะเจาะจงของสิ่งนั้น

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540) มโนมติ หมายถึง ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งแต่ละคนจะมีมโนมติเกี่ยวกับวัตถุหรือปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งแตกต่างกัน การที่บุคคลหนึ่งบุคคลใดสังเกตวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ และเกิดการรับรู้ บุคคลนั้นจะนำการรับรู้นี้มาสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของเขา ทำให้เกิดมโนมติซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์นั้นและทำให้เขามีความรู้ขึ้น

วราภรณ์ ภูปาทา (2545) มโนมติเป็นความคิดความเข้าใจที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์หลายๆ แบบเกี่ยวกับสิ่งนั้นๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2552) ได้ให้ความหมายของมโนมติไว้ดังนี้ มโนมติ หมายถึง ความเข้าใจต่อวัตถุหรือปรากฏการณ์ต่างๆ อาจเกิดจากการสังเกต รับรู้ และเชื่อมโยงกับประสบการณ์ของบุคคล แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปสร้างความเข้าใจของตนเอง โดยอาศัยลักษณะร่วมกันอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นเกณฑ์และสามารถอธิบายจัดจำแนกสิ่งใหม่ที่พบเจอได้โดยความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์

กล่าวโดยสรุป มโนมติหมายถึง ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่จะตีความหรือสรุปความเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ ซึ่งเป็นผลมาจากการที่บุคคลนั้นสังเกตหรือได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งนั้น แล้วใช้ประสบการณ์ ความรู้เดิม วัยวุฒิ เหตุผล และข้อเท็จจริงมาประมวลเป็นความคิดหลักที่สามารถนำไปใช้บรรยาย อธิบาย หรือพยากรณ์เหตุการณ์ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้อง

**2.2.2 มโนมติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Concept)**

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไว้หลายความหมาย ดังนี้

กรรณิกา แจ้งหมื่นไวย (2534 ; อ้างอิงจาก Klopfer, 1971) กล่าวว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง สิ่งที่เป็นนามธรรมอันเป็นผลที่ได้จากการศึกษาปรากฏการณ์ธรรมชาติ หรือความสัมพันธ์ต่างๆ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พบว่า มโนมตินั้นมีประโยชน์ในการศึกษาโลกธรรมชาติ

สมควร ขนชัยภูมิ (2545 ; อ้างอิงจาก ปรีชา วงศ์ชูศิริ, 2525) ได้ให้ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ไว้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดหลักที่คนเรามีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งช่วยให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวัตถุ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ โดยที่ความเข้าใจดังกล่าวจะแตกต่างไปตามประสบการณ์ของบุคคล

ทวีป บรรจงเปลี่ยน (2540) มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ได้จากการศึกษาข้อเท็จจริงและหลักทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและดีที่สุดและช่วยให้เกิดประโยชน์ในการคิดขั้นต่อไป นอกจากนี้มโนมติทางวิทยาศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจบทเรียนและความรู้ในระดับสูงได้อย่างแจ่มชัด

มณีกานต์ หินสอ (2549) สรุปได้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประเภทหนึ่ง ที่เกิดจากความคิด ความเข้าใจ ของกลุ่มนักวิทยาศาสตร์ที่สรุปต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในวิทยาศาสตร์

ไพโรจน์ เติมเตชาพงษ์ (2550) ได้ให้ความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ว่า หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งในทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นข้อสรุปที่นักวิทยาศาสตร์เห็นร่วมกัน

จากการศึกษาความหมายของมโนมติทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า มโนมติทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่จะตีความหรือสรุปความเกี่ยวกับวัตถุ เหตุการณ์ หรือปรากฏการณ์ต่างๆ อันเกิดจากข้อเท็จจริง หลักการ และผลการทดลองในทางวิทยาศาสตร์ แล้วนำมาประมวลเข้าด้วยกันอย่างมีเหตุผลเป็นข้อสรุป และสามารถนำมาอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลทางวิทยาศาสตร์ได้

## 2.3 ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism Theory)

### 2.3.1 แนวคิดตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับวามรู้และการได้มาซึ่งความรู้ โดยในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 นักปรัชญากลุ่มคอนสตรัคติวิสซึมเสนอความคิดเห็นที่ขัดแย้งกับความเชื่อเดิมที่ว่า ความรู้คือแหล่งสะสมของข้อเท็จจริง และความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ต่างๆ ประกอบเข้าด้วยกันเป็นเนื้อหาของศาสตร์ต่างๆ ความรู้มาจากข้อค้นพบความจริงหรือสิ่งที่มีอยู่แล้วจากประสบการณ์ผ่านประสาทสัมผัส แต่การเปลี่ยนแปลงอย่างพลิกผันของทฤษฎีทางฟิสิกส์สมัยใหม่ (Modern Physics) ซึ่งอธิบายมุมมองที่แตกต่างไปจากฟิสิกส์สมัยเดิม (Classical Physics) นักปรัชญากลุ่มคอนสตรัคติวิสซึมจึงหันมาทบทวนความเชื่อที่เกี่ยวกับทฤษฎีความรู้เสียใหม่ และเสมอว่า ความรู้ไม่ใช่สิ่งคงตัว แต่เป็นสิ่งที่มนุษย์คิดว่าสมเหตุสมผล เป็นคำอธิบายที่ดีที่สุดในช่วงเวลานั้น การรับรู้จะถูกเลือกหรือกำหนดตาม

ความคาดหวังของบุคคลนั้น จึงเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้ที่จะรวบรวมข้อมูลได้โดยสมบูรณ์ ดังนั้น ความรู้จึงไม่เป็นความจริงที่สมบูรณ์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีพยานหลักฐานใหม่หรือมุมมองใหม่ที่น่าเชื่อถือมากกว่า หรือให้คำอธิบายได้ในประเด็นที่ความรู้เดิมไม่สามารถให้ความกระจ่างได้ (หุมพันธ์ ขันทวี, 2553 ; วรรณจรีย์ มังสิงห์, 2541)

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมเป็นทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ และอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และมานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไรและความรู้ได้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่าเป็นสิ่งไม่หยุดนิ่ง มีการเปลี่ยนแปลงและถูกสร้างขึ้นภายในตัวบุคคลโดยอาศัยสื่อกลางทางสังคม และวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้ถูกมองว่าเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเองในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่และสร้างโมเดลของความจริงโดยคนเป็นผู้สร้างความหมายที่สร้างขึ้นโดยผ่านกิจกรรมทางสังคม และผ่านการร่วมมือแลกเปลี่ยนความคิดทั้งที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย (วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540 ; อ้างอิงจาก Fosnot, 1996)

ทฤษฎีพัฒนาการสร้างความรู้ทางเชาว์ปัญญาของ Piaget และ Vygotsky เป็นรากฐานที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) Piaget อธิบายว่า พัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของบุคคลมีการปรับตัวผ่านกระบวนการซึมซาบหรือดูดดื่ม (Assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) พัฒนาขึ้นเมื่อบุคคลรับและซึมซาบข้อมูลหรือประสบการณ์ใหม่เข้าไปสัมพันธ์กับความรู้หรือโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม หากไม่สามารถสัมพันธ์กันได้ จะเกิดการไม่สมดุลขึ้น (disequilibrium) บุคคลจะพยายามปรับสภาวะให้อยู่ในสภาวะสมดุล (equilibrium) โดยใช้กระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา Piaget เชื่อว่า คนทุกคนจะมีการพัฒนาเชาว์ปัญญาไปตามลำดับขั้น จากการมีปฏิสัมพันธ์และประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติและประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logico-mathermatical experience) รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ทางสังคม (social transmission) วุฒิภาวะ (maturity) และกระบวนการพัฒนาความสมดุลของบุคคลนั้น ส่วน Vygotsky ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมมาก เขาอธิบายว่ามนุษย์ได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมตั้งแต่แรกเกิด นอกจากสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติแล้วก็ยังมีสิ่งแวดล้อมทางสังคม ซึ่งก็คือวัฒนธรรมที่แต่ละสังคมสร้างขึ้น ดังนั้นสถาบันทางสังคมต่างๆ เริ่มตั้งแต่สถาบันครอบครัวจะมีอิทธิพลต่อพัฒนาการทางเชาว์ปัญญาของแต่ละบุคคล นอกจากนั้น ภาษายังเป็นเครื่องมือสำคัญของการคิด และการพัฒนาเชาว์ปัญญาขั้นสูง พัฒนาการทางภาษา และความคิดของเด็กเริ่มด้วยการพัฒนาที่แยกจากกัน แต่เมื่ออายุมากขึ้นพัฒนาการทั้งสองด้านจะเป็นไปร่วมกัน (สุริยะ ป้องขันธ์, 2550 ; อ้างอิงจาก หุมพันธ์ ขันทวี, 2553)

วรรณทิพา รอดแรงค้า, 2540 ; อ้างอิงจาก Bruner, 1977) มีแนวคิดเกี่ยวกับโครงสร้างความรู้ (Structure of Knowledge) ไว้ว่า การจัดแจงเนื้อหา หรือโครงสร้างทางความรู้เป็น

สิ่งจำเป็นมากที่จะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นความสำพันธ์ระหว่างความรู้ หรือประสบการณ์เดิมกับความรู้หรือประสบการณ์ใหม่ๆ ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้ จึงเป็นการผสมผสานระหว่างกระบวนการดังต่อไปนี้

(1) การค้นหาความรู้ (Acquisition) เป็นการรวบรวมความรู้ใหม่ๆ เข้ามาแทนที่ความรู้เดิม หรือเป็นการจัดโครงสร้างของความรู้ที่ได้รับมาให้เป็นระบบมากขึ้น

(2) การดัดแปลงความรู้ (Transformation) เป็นการจัดระเบียบโครงสร้างของข่าวสารความรู้เดิมให้สัมพันธ์ต่อเนื่องกับสถานการณ์หรือความรู้ใหม่ หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงข่าวสารความรู้ ที่ได้รับมาให้อยู่ในรูปแบบใหม่

(3) การประเมินผลความรู้ (Evaluation) เป็นการประเมินสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นหรือไม่

นักทฤษฎีคนสำคัญอีกคนหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อความเคลื่อนไหวของกลุ่มคอนสตัคติวิสซึม ได้แก่ ไพจิตร สะดวกการ (2539 ; David Ausubel, 1968) มีความเห็นว่า โครงสร้างส่วนบุคคล (The Child's own Personal Constructs) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของการศึกษา สิ่งสำคัญที่สุดที่ครูจะต้องรู้ในจุดเริ่มต้นของการสอน คือ สิ่งที่เด็กรู้ เพื่อที่ครูจะได้วางแผนการสอนโดยใช้ความรู้เดิมและกลวิธีการเรียนรู้เดิมของเด็กเป็นจุดเริ่มต้น Ausubel อธิบายว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ถ้าการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้น ผู้เรียนเคยมีพื้นฐานซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ได้ ซึ่งจะทำให้เกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย

รากฐานทางทฤษฎีอีกทางหนึ่ง ที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มคอนสตรัคติวิสซึม (Constructivism) คือ ทฤษฎีโครงสร้างส่วนบุคคล (Personal-Construcs) ที่ว่าด้วยการที่บุคคลจะสร้างความหมายต่อสิ่งต่างๆตามประสบการณ์เดิม ประสบการณ์และบุคลิกภาพส่วนตัวของบุคคลจะเป็นตัวกำหนดว่าเขาสร้างความหมายต่อสิ่งนั้นๆ อย่างไร

สรุปว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสซึมเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ ที่มีรากฐานมาจากปรัชญาจิตวิทยาและการศึกษาการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนจัดกระทำกับข้อมูล ไม่ใช่เพียงรับข้อมูลเข้ามาอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยที่มีความรู้ความเข้าใจ มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น รวมถึงสิ่งแวดล้อมต่างๆ และหน้าที่ของการรับรู้ การปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมดไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เป็นจริง หลักการนี้จึงเป็นกระบวนการทั้งทางด้านปัญญาและสังคมควบคู่กันไปด้วย

**2.3.2 ทรรศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้และความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ Constructivism)**

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540 ; อ้างอิงจาก Cobb, 1994) กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นกระบวนการที่ไม่ได้หยุดนิ่งอยู่กับที่ในการสร้าง รวบรวม และการตกแต่ง

ความรู้ ผู้เรียนมีโครงสร้างความรู้ที่ใช้ในการตีความหมายและทำนายเหตุการณ์ต่างๆ รอบตัวเขา โครงสร้างความรู้ของผู้เรียนอาจแปลกและแตกต่างตากโครงสร้างความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ

นอกจากนี้ Cobb ยังกล่าวถึงทรรศนะทางวัฒนธรรมสังคมของคอนสตรัคติวิสต์ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางสังคมและเป็นการร่วมมือกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในการประนีประนอมความหมายที่สร้างขึ้น บุคคลที่แวดล้อมผู้เรียนจะมีอิทธิพลต่อความคิดเห็นของผู้เรียน นอกจากนี้ผู้ใหญ่ที่อยู่รอบตัวผู้เรียน ภาษาและวัฒนธรรมเป็นปัจจัยที่สำคัญมากต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540 ; อ้างอิงจาก Bell, 1993) มีทรรศนะเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนว Constructivism ว่า การเรียนรู้ไม่ใช่การเติมสมองที่ว่างเปล่าของนักเรียนให้เต็ม หรือไม่ใช่การได้มาซึ่งความคิดใหม่ๆ ของนักเรียน แต่เป็นการพัฒนาหรือเปลี่ยนความคิดที่มีอยู่แล้วของนักเรียน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงมโนมติเป็นการสร้าง และการยอมรับความคิดใหม่ๆ หรือเป็นการจัดโครงสร้างทางความคิดเดิมที่มีอยู่แล้วใหม่ ซึ่งจะตระหนักว่านักเรียนเป็นผู้สร้างความคิดมากกว่าดูดซึมความคิดใหม่ๆ และนักเรียนเป็นผู้สร้างความหมายจากประสบการณ์ด้วยตนเอง

น้ำค้าง จันเสริม (2551 ; อ้างอิงจาก Carr, Hayes & Symington, 1991) มองความรู้ว่าเป็นอิสระจากคนชัดเจน ไม่กำกวมและปรากฏกับบุคคลที่ได้รับการฝึกฝน และกับบุคคลที่รอบคอบระมัดระวังโดยผ่านกระบวนการของการสำรวจโลกที่เขาอาศัยอยู่ ผู้เรียนถูกคาดหวังให้ค้นหาความหมายที่แท้จริงของความรู้นั้น

วรรณทิพา รอดแรงค้า (2540 ; อ้างอิงจาก Driver & Bell, 1986) ได้แสดงทรรศนะเกี่ยวกับความรู้ตามแนว Constructivism ไว้ดังนี้

"เมื่อพิจารณาตัวอย่างง่ายๆ เช่น การถูหวีพลาสติกกับผ้า แล้วนำหวีพลาสติกนั้นมาจ่อเหนือเศษกระดาษจะเห็นว่า หวีพลาสติกสามารถดูดเศษกระดาษขึ้นมาได้ ในกรณีนี้ เหตุการณ์ในโลกจริงๆ ซึ่งเป็นโลกของการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส (โลกของวัตถุและเหตุการณ์ที่เขาสามารถสัมผัสได้และสามารถมองเห็น) ซึ่งรวมทั้งการถูหวีกับผ้าแล้วหวีดูดกระดาษ เมื่อพิจารณาถึงชนิดของคำอธิบายที่เราต้องนำเสนอเหตุการณ์ในชั้นเรียน คำอธิบายอาจเกี่ยวกับความคิดของการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าจากหวีไปยังผ้า ประจุไฟฟ้าสุทธิบนหวีจะสร้างสนามไฟฟ้าบนกระดาษ จึงทำให้เกิดแรงบนกระดาษ จากที่กล่าวมาทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นประจุไฟฟ้า สนามไฟฟ้า และอื่นๆ ไม่ใช่เป็นส่วนที่เรารับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัส แต่มันเป็นการสร้างจินตนาการที่จะนำมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนโลกและส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติของความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสมโนมติและทฤษฎีไม่ได้มาจากการสังเกตด้วยวิธีอุปนัยอย่างง่ายๆ จึงไม่ต้องสงสัยเลยว่า เราทุกคนมีประสบการณ์เกี่ยวกับความยากลำบากเช่นเดียวกับนักเรียนในการสรุปข้อเท็จจริงจากผลที่ได้จากการลงมือปฏิบัติการทดลอง"

### 2.3.3 ความรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

เมื่อพิจารณาแนวคิดเกี่ยวกับความรู้และการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ จะเห็นว่ามีความสอดคล้องกับการสืบเสาะความรู้วิทยาศาสตร์ในธรรมชาติวิทยาศาสตร์ เพราะการสืบเสาะความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการพัฒนามโนมติต่างๆ ที่สามารถทดสอบด้วยตนเอง และพัฒนาความเข้าใจผ่านกระบวนการทางสังคมของชุมชนนักวิทยาศาสตร์ โดยจะเกิดระหว่างการอภิปรายจากผู้ร่วมงาน การเขียนบทความวิจัยและการประชุมสัมมนาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งวรรณทิพา รอดแรงค้า (2540) ได้สรุปการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

(1) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยแนวคิดเกี่ยวกับโลกตามธรรมชาติ (มโนมติ กฎ หลักการ) แนวคิดนี้อธิบายถึงโลกธรรมชาติ ส่วนประกอบของโลกและสิ่งที่อาศัยอยู่บนโลกว่ามีหน้าที่อย่างไรและมีความสัมพันธ์กันอย่างไร

(2) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความจริงชั่วคราว โดยจะเห็นจากแนวคิดที่ประกอบกันเป็นความรู้ทางวิทยาศาสตร์นี้เป็นแนวคิดที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนั้นปัจจุบันแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในหลายสาขาวิชามีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และเมื่อสังเกตและประสบการณ์ที่ได้ไม่เป็นไปตามมโนมติหรือทฤษฎีที่ตั้งขึ้น มโนมติหรือทฤษฎีนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลง หรือถูกแทนที่เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับการสังเกตและประสบการณ์

(3) ความรู้วิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ถูกสร้างขึ้นมาด้วยจิตวิญญาณ และความมานะอุตสาหะของมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างความรู้ขึ้นตลอดจนได้ดัดแปลงและเผยแพร่ขยายข่าวสารข้อมูลที่ได้จากการทดลองของเขาเหล่านั้น มโนมติและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่ประทับอยู่ในจิตใจของผู้สร้าง และสิ่งเหล่านั้นเป็นตัวที่ก่อให้เกิดบุคลิกภาพของนักวิทยาศาสตร์ขึ้นมาและนักวิทยาศาสตร์แต่ละคนแต่ละกลุ่มจะร่วมมือกันในการพัฒนาความคิดทางวิทยาศาสตร์

(4) ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นความรู้ที่สะสมมานาน ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์สร้างงานของเขาโดยอาศัยความรู้ในอดีตที่ได้ค้นพบเป็นพื้นฐาน และความสำเร็จของอนาคตก็ขึ้นอยู่กับความสำเร็จในปัจจุบัน

(5) นักวิทยาศาสตร์ไม่ประกาศว่าทฤษฎีของเขาเป็นความจริงสูงสุด

(6) หลักการของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาความเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยการทดสอบกฎและทฤษฎีที่สร้างขึ้น

## 2.4 รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

ทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism อธิบายไว้ว่า ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง จากการสังเกตและประสบการณ์ที่ได้รับ โดยผู้เรียนจะใช้ความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในการคาดคะเนหรือทำนายเหตุการณ์ จากรูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นรูปแบบการสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่ครูนำมาใช้เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสได้รับประสบการณ์จากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น โดยจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้จากการทดลอง สืบค้นข้อมูล ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนว Constructivism

รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นรูปแบบการสอนมีแนวคิดพื้นฐานจากกลุ่มนักศึกษาคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีหลักการสำคัญเกี่ยวกับความรู้เดิมและการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เรืองศักดิ์ ไตรฟื้น (2549 ; อ้างอิงจาก Kearney & Treagust, n.d.; Baodi, 2003) รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ได้รวมถึงการที่ผู้เรียนได้ทำนายผลการสาธิตด้วยตัวของผู้เรียนเองพร้อมทั้งให้เหตุผลที่เป็นไปได้สำหรับการทำนาย และการสังเกตอาจไม่ตรงกันก็ได้ รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) สามารถช่วยให้ผู้เรียนสำรวจ และพิสูจน์ว่าถูกต้องด้วยตัวผู้เรียนเอง โดยเฉพาะในการทำนายต้องให้เหตุผลประกอบ ส่วนในขั้นของการสังเกตอาจจะเกิดการขัดแย้งกับผลของการทำนาย ในที่สุดผู้เรียนก็จะสร้างความรู้และหลอมเป็นความรู้ของผู้เรียนเอง (Mabout, 2006 ; อ้างอิงจาก Searle & Gunstone, 1990 ; Tao & Gunstone, 1997) การปรับความเข้าใจให้ถูกต้อง ด้วยกระบวนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) จะช่วยให้ผู้เรียนตระหนักในความเข้าใจของตน และใช้โอกาสนั้นปรับความเข้าใจให้ถูกต้อง (อำนาจ อภิชาตวัลลภ, 2548)

รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีการที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่ และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม White & Gunstone (1992) ได้กล่าวว่า รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตการณ์ดังกล่าว จากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลจากการสังเกต ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) ขั้นตอนของการทำนาย (Predict: P) เป็นการทำนายว่าผลที่จะเกิดขึ้นจากการทดลอง กิจกรรม และสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นอย่างไรบ้าง โดยที่นักเรียนจะต้องให้เหตุผลเกี่ยวกับการทำนายของนักเรียนประกอบด้วย

(2) ขั้นของการสังเกต (Observe: O) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือทดลอง พิสูจน์ สังเกตหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหา

3. ขั้นของการอธิบาย (Explain: E) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะเกิดความขัดแย้งขึ้นระหว่างสิ่งที่ทำนายและผลที่ได้จากการหาคำตอบเกี่ยวกับการทดลอง กิจกรรมและสถานการณ์ปัญหาซึ่งนักเรียนจะต้องอธิบายให้ได้ว่าถ้าคำตอบที่ได้จากการทำการทดลองกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหาไม่เป็นไปตามขั้นแรกเพราะอะไร และในกรณีที่ไม่สามารถหาคำตอบได้ด้วยตนเองนักเรียนจะต้องร่วมมือกับเพื่อนในการหาคำตอบ

Kearney (2004) ได้ศึกษาการใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) โดยมีสื่อมัลติมีเดียเป็นฐาน พบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ที่ใช้คอมพิวเตอร์ร่วมด้วยนั้นช่วยส่งเสริมการเรียนแบบสนทนาโต้แย้ง โดยเฉพาะในขั้นของการทำนาย การแสดงเหตุผลและการสังเกต ซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

Kearney et al. (2001) ได้ศึกษาความเข้าใจของนักเรียนและครูเกี่ยวกับการพัฒนานวัตกรรมใหม่เพื่อใช้ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ควบคู่ไปกับการใช้คอมพิวเตอร์นั้นส่งผลทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ วิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่

Mabout (2006) ได้ศึกษามโนมติของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ ในการทำปฏิบัติการฟิสิกส์บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เกี่ยวกับเรื่องการเคลื่อนที่ พบว่านักศึกษามีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ และสามารถออกแบบการทดลอง และลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนของการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ในการอธิบายมโนทัศน์เรื่องการเคลื่อนที่ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการทดลองไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้

Russell et al. (2003) ได้ศึกษาบทบาทของการแสดงผลโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นฐานในการสนับสนุนโครงสร้างของความเข้าใจใหม่ในเรื่องกลศาสตร์การเคลื่อนที่ การวิจัยมี

วัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเข้าใจในการออกแบบกิจกรรม Microcomputer-Based Laboratory (MBL) ให้สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมโครงสร้างความเข้าใจของนักเรียน พบว่าความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับกลศาสตร์การเคลื่อนที่ของนักเรียนมีหลายแนวทาง นักเรียนมีเทคนิคในการคิดที่หลากหลายในการจัดการข้อมูลที่เกิดจากการเข้าใจ

สรุปว่า รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยเป็นการนำความรู้เดิมมาใช้เป็นฐานในการสร้างความรู้ใหม่ด้วยตัวของผู้เรียนเอง กระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนของการทำนาย (Predict: P) ขั้นตอนของการสังเกต (Observe: O) และขั้นตอนของการอธิบาย (Explain: E) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเป็นการส่งเสริมผู้เรียนให้รู้จักแสดงความคิดเห็นและสามารถอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

## 2.5 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์

ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของมหาวิทยาลัยแมรี่แลนด์ (Maryland Physics Expectations: MPEX) เป็นแบบสำรวจหนึ่งที่สร้างขึ้นมาที่วัดความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียน สร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1992 ที่ University of Washington และถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องล่าสุดในวันที่ 2 มีนาคม ค.ศ.2001 (E.F. Redish, 2001) มีทั้งหมด 34 ข้อ ที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ใน 5 ระดับ ตั้งแต่เห็นด้วยที่สุดจนกระทั่งไม่เห็นด้วยที่สุด ใช้เวลาในการทำแบบสำรวจ 15-20 นาที โดยแบบสำรวจ MPEX นี้ได้ผ่านการทดสอบความถูกต้อง (validity) โดยการสัมภาษณ์นักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มว่านักเรียนแปลความหมายแต่ละข้อความว่าอย่างไร และเพราะเหตุใดพวกเขาจึงเลือกตอบคำตอบนั้นๆ ซึ่งความคาดหวังเป็นเรื่องที่ซับซ้อนและมีหลายปัจจัยเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่แบบสำรวจ MPEX ได้ถูกแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม (อัมพร วัจนะ, 2549) ดังนี้

(1) Independence เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับการเรียนรู้ฟิสิกส์ ว่าเป็นการเรียนรู้โดยได้รับข้อมูลจากการอ่านหนังสือหรือจากผู้รู้ หรือเป็นการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างความเข้าใจด้วยตนเอง

(2) Coherence เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับโครงสร้างของความรู้ทางฟิสิกส์ หลักการทางฟิสิกส์ในเรื่องต่างๆ เช่น แสงและเสียง เป็นต้น ว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องเชื่อมโยงกันหรือเป็นสิ่งที่ไม่ขึ้นต่อกัน

(3) Concepts เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ ว่าเป็นเรื่องสูตรหรือหลักการที่ซ่อนอยู่ภายในสูตร

(4) Reality Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกความเป็นจริง

(5) Math Link เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับบทบาทของคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ ว่าคณิตศาสตร์เป็นเพียงเครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบ หรือคณิตศาสตร์ถูกใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์

(6) Effort เป็นกลุ่มความคาดหวังเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ และเข้าใจฟิสิกส์ ว่านักเรียนคาดหวังที่จะคิดหรือพิจารณาอย่างละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่ทำหรือผลลัพธ์ที่ได้กลับมาหรือไม่

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Kearney (2004) ได้ศึกษาการใช้วิธีการจัดการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) โดยมีสื่อมัลติมีเดียเป็นฐาน ในการเรียนแบบสนทนากลุ่มเล็ก งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแบบ Social Constructivist ที่จะวิเคราะห์และตีความจากบทสนทนาของนักเรียน ศึกษาพิจารณาผลสะท้อน การวิจารณ์ของคู่สนทนาของนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลเป็นแบบเชิงคุณภาพ ซึ่งเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกเสียง และการบันทึกภาพวีดีทัศน์ นอกจากนี้ยังมีการสัมภาษณ์ครูและนักเรียน การสังเกตชั้นเรียน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ที่ใช้คอมพิวเตอร์ร่วมด้วยนั้นช่วยส่งเสริมการเรียนแบบสนทนาโต้แย้ง โดยเฉพาะในขั้นของการทำนาย การแสดงเหตุผล และการสังเกต ซึ่งเป็นขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

Mabout (2006) ได้ศึกษามโนมติของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในสาขาวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ ในการทำปฏิบัติการฟิสิกส์บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เกี่ยวกับเรื่องการเคลื่อนที่ พบว่านักศึกษามีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ และสามารถออกแบบการทดลองและลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนของ POE ในการอธิบายมโนทัศน์เรื่องการเคลื่อนที่ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการทดลองไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2550 ; อ้างอิงจาก White & Gunstone, 1992) พบว่า การใช้เทคนิคทำนาย-สังเกต-การอธิบาย หรือ POE (Predict-Observe-Explain) เป็นวิธีการหนึ่งที่ครูสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีโอกาสสำรวจ ทดลอง และเก็บข้อมูล เพื่อพิสูจน์สิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ในอดีตได้ค้นพบด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้คือ

(1) ครูจำเป็นต้องจัดเตรียมสถานการณ์มากระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ถามคำถาม (ถ้านักเรียนสามารถจัดเตรียมสถานการณ์ได้เอง ควรให้นักเรียนเตรียมสถานการณ์ด้วยตนเอง) จากนั้น ครูจึงขอให้นักเรียนลองทำนายถึงสิ่งที่กำลังจะเกิดขึ้นต่อไป พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบ

(2) ครูสาธิตสถานการณ์นั้นให้นักเรียนดู จากนั้นจึงให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่สังเกตเห็น

(3) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสิ่งที่สังเกตได้โดยพยายามเชื่อมโยงถึงคำอธิบาย ครูต้องพยายามทำให้นักเรียนทุกคนรู้ว่าทุกคำอธิบายล้วนแต่มีประโยชน์สามารถช่วยครูและนักเรียนหาคำอธิบายที่ถูกต้องได้

อัมพร วัจนะ (2549) ได้สำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ Maryland Physics Expectations (MPEX) และได้ทำการการเปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ระหว่างครูและนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 121 คน และความคาดหวังของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาจำนวน 143 คน ผลจากการสำรวจพบว่ามีเพียงร้อยละ 27 ของความคาดหวังของนักเรียนและร้อยละ 48 ของความคาดหวังของครูที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ

น้ำค้าง จันเสริม (2551) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องงานและพลังงานบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ซึ่งมีการสำรวจมโนมติก่อนเรียนเรื่องงาน และพลังงานและพัฒนามโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องงานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้รูปแบบวิจัยเชิงตีความ การวิเคราะห์ข้อมูลเน้นการตีความมโนมติของนักเรียนจากแบบวัดมโนมติงาน และพลังงาน แผนผังมโนมติและการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม และประเมินมโนมติวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้กรอบแนวคิดมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องงานและพลังงานของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2548) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 ได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2551) ได้ศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ ชั้นปีที่ 2 จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสำรวจ Maryland Physics Expectations (MPEX) แบ่งความคาดหวังออกเป็น 6 ด้าน คือ

(1) ด้านการเรียนรู้

(2) ด้านโครงสร้างของความรู้

(3) ด้านเนื้อหาความรู้

(4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง

(5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์

(6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจ ผลจากการสำรวจพบว่าร้อยละ 47.7, 45.2 48.6, 46.5, 41.0, 45.0 และ 45.0 ของความคาดหวังเห็นด้วยของนักเรียนทั้ง 6 ด้านและในภาพรวม ตามลำดับตรงกับความคาดหวังเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญ

กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2553) ได้ศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักศึกษาวิทยาลัยแพทยศาสตร์ชั้นปีที่ 1 จำนวน 114 คน โดยใช้แบบสำรวจ Maryland Physics Expectations (MPEX) แบ่งความคาดหวังออกเป็น 6 ด้าน คือ

(1) ด้านการเรียนรู้

(2) ด้านโครงสร้างของความรู้

(3) ด้านเนื้อหาความรู้

(4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง

(5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์

(6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจ ผลจากการสำรวจพบว่าร้อยละ 27, 53, 57, 52, 56, 36 และ 37 ของความคาดหวังเห็นด้วยของนักเรียนทั้ง 6 ด้านและในภาพรวมตามลำดับตรงกับความคาดหวังเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญ

เกียรติมณี บำรุงไร่ (2553) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนมติทางเลือกที่หลากหลายโดยมโนมติทางเลือกในเรื่องตำแหน่งของวัตถุ แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มมโนมติ คือ

(1) เลือกจุดอ้างอิงขนาดใหญ่

(2) ระบุทิศทางง่าย

(3) ระบุทิศทางเทียบกับตนเอง

(4) ระบุทิศทางและระยะห่างเทียบกับจุดอ้างอิงและผลการพัฒนามโนมติเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ พบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 70 ได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติวิทยาศาสตร์

คำไพย พานุสี (2553) ได้ศึกษา มโนมติทางเลือก เรื่องแสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนกุดขอนแก่นวิทยาคม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) แบบทดสอบวัดมโนมติทางเลือก ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 ได้พัฒนามโนมติทางเลือกไปสู่มโนมติทางวิทยาศาสตร์ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2549)

เจริญ สุทธิอาคาร (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดทดลองเรื่องแรงเสียดทาน โดยการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.89 อยู่ในระดับสูง และความพึงพอใจในการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด

ณราภรณ์ บุญกิจ ( 2553) ได้ศึกษาตัวแทนความคิด เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนแคมป์สนวิทยาคม โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้รูปแบบ วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) แบบสอบถามคำถามปลายเปิด ใบงานและการสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการเกี่ยวกับเรื่องแสง พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีตัวแทนความคิดที่สอดคล้องกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์

พิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานของนักศึกษาคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรด้วยอีเลิร์นนิง จำนวน 42 คน โดยใช้ Maryland Physics Expectations (MPEX) สำรวจออกเป็น 6 ด้าน คือ

(1) ด้านการเรียนรู้

(2) ด้านโครงสร้างของความรู้

(3) ด้านเนื้อหาความรู้

(4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง

(5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์

(6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจ ผลจากการสำรวจพบว่าร้อยละ 30, 55, 59, 54, 58, 43 และ50 ของความคาดหวังเห็นด้วยของนักเรียนทั้ง 6 ด้าน และในภาพรวมตามลำดับตรงกับความคาดหวังเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญ

พิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีการผลิตพืชด้วยการเรียนการสอนแบบผสมผสาน จำนวน 67 คน โดยใช้ Maryland Physics Expectations (MPEX) สำรวจออกเป็น 6 ด้าน คือ

(1) ด้านการเรียนรู้

(2) ด้านโครงสร้างของความรู้

(3) ด้านเนื้อหาความรู้

(4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง

(5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์

(6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจ ผลจากการสำรวจพบว่าร้อยละ 35, 57, 63, 50, 58, 45 และ 51 ของความคาดหวังเห็นด้วยของนักเรียนทั้ง 6 ด้าน และในภาพรวม ตามลำดับมีความสอดคล้องกับความคาดหวังเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญในระดับต่ำ

รัตนาภรณ์ กลางมณี ( 2553) ได้ศึกษาการพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและความดัน โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโนนม่วง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถเมตาคอกนิชันเห็นได้ชัดเจนในขั้นการสังเกต/การทดลองโดยมีการวางแผน การตรวจสอบ และการประเมินผลด้วยตนเอง แสดงถึงความสามารถในการใช้กระบวนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ได้ในระดับดี ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้โดยมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

รุจิระ การิสุข (2554) ได้ศึกษา การพัฒนาความเข้าใจเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) โดยใช้ Maryland Physics Expectations (MPEX) ผลการวิจัยพบว่า ความคาดหวังเพิ่มขึ้นด้วยค่าดัชนีประสิทธิผล 0.03 และนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นโดยมีค่าเฉลี่ยดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.39

ศราวุธ นาเสงี่ยม (2554) ได้ศึกษาการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เพื่อพัฒนาความเข้าใจ แนวคิด เรื่องวงจรกระแสไฟฟ้าตรง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้เรียนรู้แบบ POEs มีความเข้าใจแนวคิดเรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรงหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง (0.73) และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

สงกรานต์ มูลศรีแก้ว (2553) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาตัวแทนความคิด เรื่อง ของไหลของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกแตกต่างกัน แต่ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ในภาพรวมนักเรียนมีตัวแทนความคิดที่แสดงออกมาได้ใกล้เคียงกับตัวแทนความคิดทางวิทยาศาสตร์

อุบลวรรณ ไท้ทอง (2554) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ไฟฟ้าเคมี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ

ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านเกณฑ์การประเมินสูงกว่าร้อยละ 60 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

3.1 การออกแบบและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2 การดำเนินการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

## 3.1 การออกแบบและการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว (One Group Pretest-Posttest Design) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

**3.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง** ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ของไหลสถิต ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก ระยะเวลาในการศึกษา 12 ชั่วโมง

3.1.1.1 การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1) ศึกษาโครงสร้างรายวิชาและวิเคราะห์หลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ของโรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก เรื่อง ของไหลสถิตโดยเลือกหัวข้อมา 3 หัวข้อ ได้แก่ ความหนาแน่น ความดัน และแรงลอยตัวหรือแรงพยุงของของเหลว

2) ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกิจกรรมการทดลองที่เกี่ยวกับของไหลสถิต

3) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้ ของไหล จำนวน 3 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หัวข้อเรื่อง ความหนาแน่น ประกอบด้วย กิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง มวลกับความหนาแน่น กิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ปริมาตรกับความหนาแน่น และกิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ความหนาแน่นของวัตถุชนิดเดียวกัน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 หัวข้อเรื่อง ความดันในของเหลว ประกอบด้วย กิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ความดันและความลึกในของเหลว กิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง ความดันและความหนาแน่น และกิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง ความดันและปริมาตรของของเหลว

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 หัวข้อเรื่อง แรงลอยตัว ประกอบด้วย กิจกรรมที่ 3.1 แรงลอยตัวในของเหลว 1 กิจกรรมที่ 3.2 แรงลอยตัวในของเหลว 2 กิจกรรมที่ 3.3 แรงลอยตัวในของเหลว 3 และกิจกรรมที่ 3.4 แรงลอยตัวในของเหลว 4

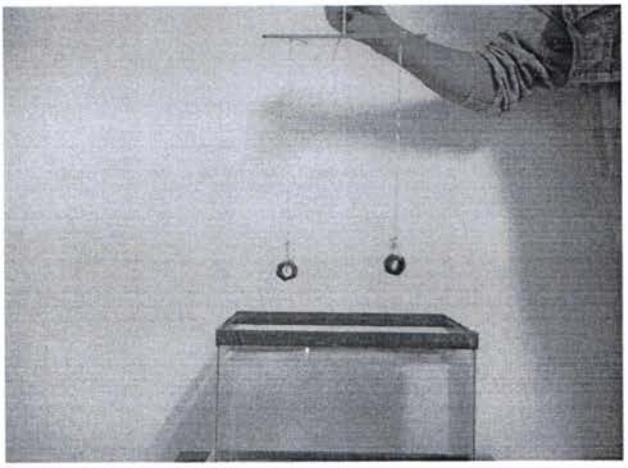
4) นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้คุณครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ และอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ เพื่อนำไปใช้ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนต่อไป

ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างลักษณะการทำกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 หัวข้อเรื่อง แรงลอยตัว ที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 4 - 5 คน (กลุ่มเดิมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1) จากนำครูนำเสนอสถานการณ์ตามใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แรงลอยตัว ดังต่อไปนี้

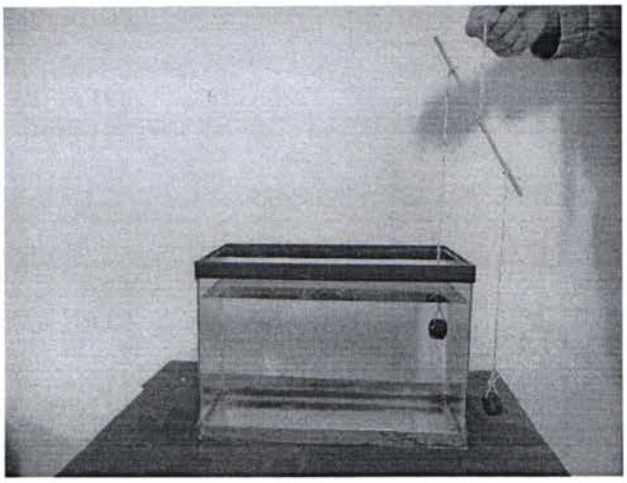
กิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 1

ขั้นการทำนาย (Predict) ครูนำอุปกรณ์ได้แก่ น็อต เชือกเบา ไม้ ภาชนะบรรจุน้ำมาแสดงให้นักเรียนดู จัดอุปกรณ์ดังภาพที่ 3.1 แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "ลักษณะคานไม้จะเป็นอย่างไร เมื่อจุ่ม น็อตลงทีละข้าง และจุ่มน็อตลงทั้งสองข้างพร้อมกัน เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น" (โดยให้นักเรียนทำนาย และอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)



**ภาพที่ 3.1** ลักษณะการผูกเชือกกับน็อตและคานไม้ โดยจัดให้สมดุลกัน

ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.1 ใบความรู้ที่ 3 ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3.1 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ดังภาพที่ 3.2

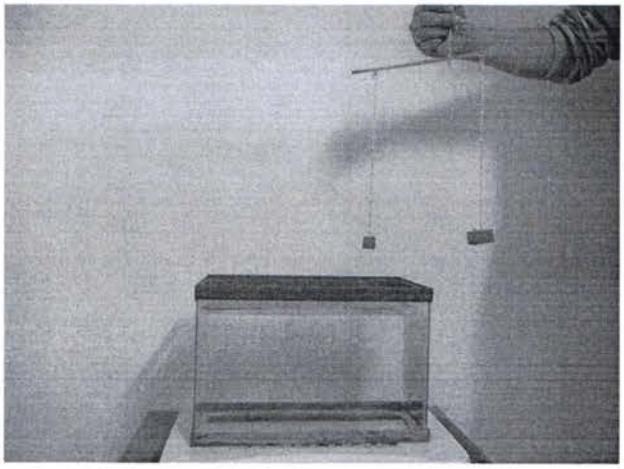


**ภาพที่ 3.2** การหย่อนน็อตลงในน้ำที่ละข้างเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของคาน

ขั้นการอธิบาย (Explain) ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแรงลอยตัวในเหลว หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวจะมีแรงยกหรือแรงพยุงมากระทำ เนื่องจากของเหลวนั้นส่งแรงดันกระทำต่อวัตถุเสมอ เรียกแรงนี้ว่า แรงลอยตัวหรือแรงพยุง"

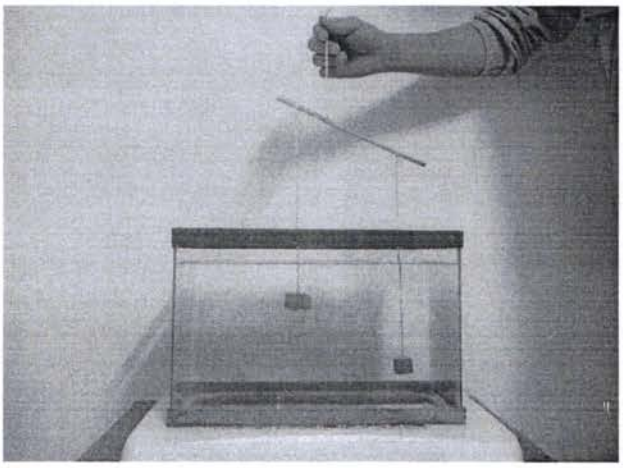
กิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แรงลอยตัวในเหลว 2

ขั้นการทำนาย (Predict) ครูนำอุปกรณ์ได้แก่ ดินน้ำมัน 2 ก้อนที่มีมวลและปริมาตรต่างกัน เชือกเบา ไม้ ภาชนะบรรจุน้ำ มาแสดงให้นักเรียนดู จัดอุปกรณ์ดังภาพที่ 3.3 แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "ลักษณะคานไม้จะเป็นอย่างไร เมื่อจุ่มดินน้ำมันลงทีละข้าง และจุ่มดินน้ำมันลงทั้งสองข้างพร้อมกัน เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น" (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)



**ภาพที่ 3.3** ลักษณะการผูกเชือกกับคานไม้และดินน้ำมันที่มีมวลและปริมาตรต่างกัน โดยจัดให้สมดุลกัน

ขั้นการสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล (Observe) ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3.2 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ดังภาพที่ 3.4

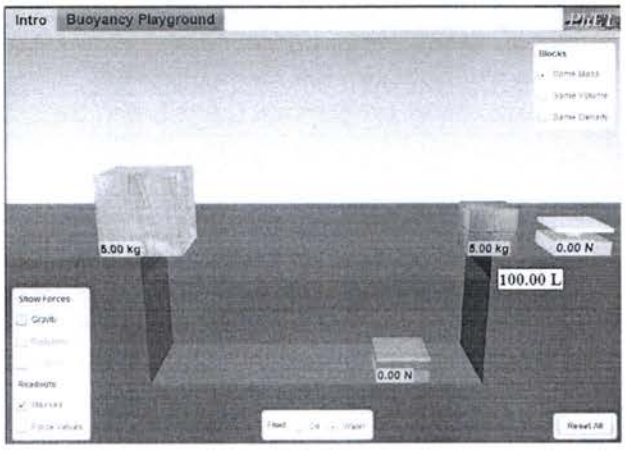


**ภาพที่ 3.4** การหย่อนดินน้ำมันลงในน้ำทั้งสองข้างพร้อมกันเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของคาน

ขั้นการอธิบาย (Explain) ครูสุ่มให้นักเรียน 1 - 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแรงลอยตัวในของเหลว หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "ในวัตถุชนิดเดียวกันแรงพยุงหรือ แรงลอยตัวของน้ำจะเพิ่มขึ้นตามปริมาตรของวัตถุที่มากขึ้นด้วย "

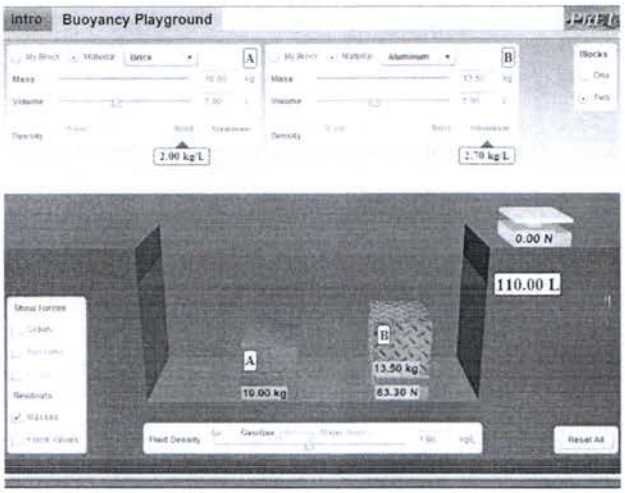
กิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 3

ขั้นการทำนาย (Predict) ครูเปิดโปรแกรม PhET เรื่อง แรงลอยตัว มาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "วัตถุต่างชนิดกัน ได้แก่ น้ำแข็ง ไม้ อิฐ อะลูมิเนียม ซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน แต่มีน้ำหนักไม่เท่ากัน เมื่อจุ่มลงในน้ำ แรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุทั้ง 4 ชนิดนี้จะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร" (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)




**ภาพที่ 3.5** สื่อการสอนจากโปรแกรม PhET เรื่อง แรงลอยตัว

ขั้นการสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล (Observe) ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3.3 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

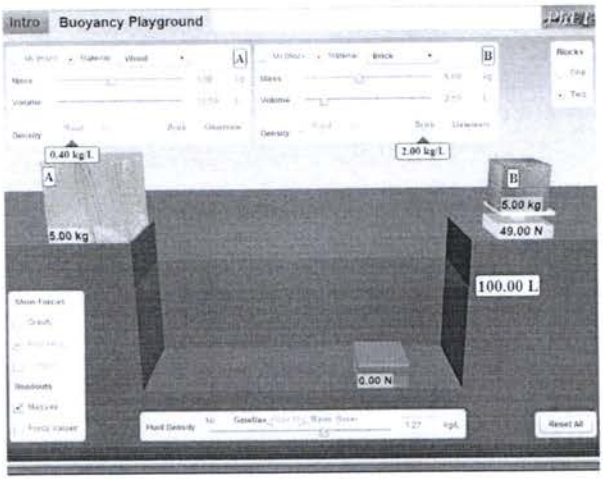



**ภาพที่ 3.6** การใช้โปรแกรม PhET นำวัตถุต่างชนิดกัน มีปริมาตรเท่ากันแต่มวลไม่เท่ากัน ไปชั่งในน้ำ

ขั้นการอธิบาย (Explain) ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับ น้ำหนักและแรงลอยตัว เมื่อวัตถุต่างชนิดกันแต่มีปริมาตรเท่ากัน หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม " สำหรับวัตถุลอยในของเหลวและวัตถุลอยปริ่มในของเหลว ขนาดของแรงลอยตัวจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศ และมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ สำหรับวัตถุจมในของเหลว ขนาดของแรงลอยตัวจะน้อยกว่าวัตถุที่ชั่งในอากาศ จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักวัตถุที่หายไปในของเหลว ซึ่งเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ "

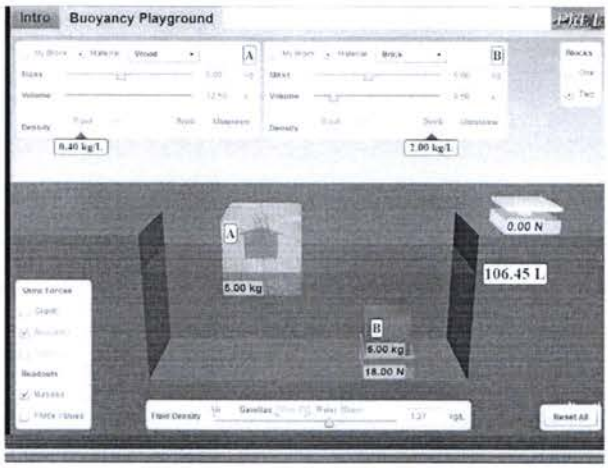
กิจกรรมที่ 3.4 เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 4

ขั้นการทำนาย (Predict) ครูเปิดโปรแกรม PhET เรื่อง แรงลอยตัว มาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "วัตถุต่างชนิดกัน ได้แก่ น้ำแข็ง ไม้ อิฐ อะลูมิเนียม ซึ่งมีน้ำหนักเท่ากัน แต่มีปริมาตรต่างกัน เมื่อจุ่มลงในน้ำ แรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุทั้ง 4 ชนิดนี้จะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร " (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด)




**ภาพที่ 3.7** การใช้โปรแกรม PhET สร้างวัตถุต่างชนิดกันที่มีมวลเท่ากัน แต่ปริมาตรไม่เท่ากัน

ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe) ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3.4 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง




**ภาพที่ 3.8** การใช้โปรแกรม PhET นำวัตถุต่างชนิดกันที่มีมวลเท่ากัน แต่ปริมาตรไม่เท่ากัน ไปชั่งในน้ำ

ขั้นการอธิบาย (Explain) ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับ ปริมาตรและแรงลอยตัว ซึ่งวัตถุต่างชนิดกันแต่มีน้ำหนักเท่ากัน หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "สำหรับวัตถุลอยในของเหลวและลอยปริ่มในของเหลว แรงลอยตัวมีขนาดเท่ากับ ปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลว หรือเท่ากับ ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ สำหรับวัตถุจมในของเหลว แรงลอยตัวมีขนาดเท่ากับ ปริมาตรของวัตถุทั้งก้อนที่จมในของเหลว หรือเท่ากับปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ " ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ หลักของอาร์คีมีดิส (Archimedes' Principle) ดังนี้ วัตถุที่จมในของเหลวทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วนจะถูกแรงลอยตัวกระทำ และแรงลอยตัวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่ หรือ อาจเขียนได้ดังนี้

ในกรณีวัตถุลอย

ขนาดของแรงลอยตัว = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุทั้งก้อน

ในกรณีวัตถุจม

ขนาดของแรงลอยตัว = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมในของเหลว

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ของไหลสถิต เป็นเวลา 40 นาที

**3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล**

3.1.2.1 แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ตามขั้นตอน ดังนี้

1) วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก

2) กำหนดคุณลักษณะของแบบทดสอบขึ้นเป็นข้อสอบปรนัยแบบเติมคำ หรือตอบสั้น และแบบเลือกตอบ 3 – 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน

3) จัดทำข้อสอบจำนวน 20 ข้อ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาจากหนังสือเรียนของ สสวท. และข้อสอบเรียนต่อในระดับอุดมศึกษา แล้วนำมาสร้างเป็นข้อสอบให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยจัดเป็น 3 กลุ่มแยกตามมโนมติที่ต้องการวัด ได้แก่

- วัดมโนมติเรื่องความหนาแน่น มี 8 ข้อ คือ ข้อ 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 และข้อ 9
- วัดมโนมติเรื่องความดัน มี 4 ข้อ คือ ข้อ 10, 11, 13 และข้อ 14
- วัดมโนมติเรื่องแรงลอยตัวมี 8 ข้อ คือ ข้อ 4, 12, 15, 16, 17, 18, 19 และข้อ 20

4) นำข้อสอบไปให้คุณครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ และอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจพิจารณา ผลการตรวจของคุณครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์แนะนำให้ใช้ภาษาที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจง่าย คำนึงถึงความเหมาะสมของจำนวนข้อในแบบทดสอบต่อระยะเวลาในการทำแบบทดสอบ ผลการตรวจของอาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำให้ปรับรูปภาพประกอบแบบทดสอบให้ชัดเจน ตรวจสอบความถูกต้องและเหมาะสมของภาษา ควรให้นักเรียนได้เขียนอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบของตนเองด้วย จึงจะเหมาะสมกับการนำไปใช้ประเมินมโนมติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จากนั้นผู้วิจัยนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ เพื่อนำไปใช้ในการการวัดและประเมินผล ต่อไป

3.1.2.2 แบบสำรวจความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์

ผู้วิจัยสำรวจความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ของกลุ่มตัวอย่าง ด้วยแบบสำรวจ MPEX ซึ่งประกอบด้วยข้อความ 34 ข้อความ ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นว่า เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยใน 5 ระดับ ตั้งแต่เห็นด้วยที่สุดจนกระทั่งไม่เห็นด้วยที่สุด ความคาดหวังที่สำรวจแบ่งออกเป็น 6 ด้าน คือ

1) ด้านกระบวนการเรียนรู้ (Independence)

2) ด้านโครงสร้างความรู้ (Coherence)

3) ด้านเนื้อหาความรู้ (Concepts)

4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง (Reality Link)

5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์ (Math Link)

6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจ (Effort) ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 15 – 20 นาที

### 3.2 การดำเนินการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ของไหลสถิต ซึ่งประกอบด้วย 3 กิจกรรม ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มนักเรียนจำนวน 9 กลุ่มๆละ 4-5 คน โดยวิธีการจับสลาก ก่อนที่จะเริ่มทำกิจกรรมให้นักเรียนทำแบบสำรวจความคาดหวังที่มีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์และแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมครบทั้ง 3 กิจกรรมแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน และแบบสำรวจความคาดหวังที่มีต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ จากนั้นผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและ normalized gain นำคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t - test แบบ dependent ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และวิเคราะห์ประเมินผลความก้าวหน้าของนักเรียน โดยใช้ normalized gain โดยมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$< g > = \frac{(\%\text{posttest} - \%\text{pretest})}{(100 - \%\text{pretest})}$$

โดยที่ $< g >$ คือ ค่า normalized gain

% posttest คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบหลังเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

% pretest คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบก่อนเรียนเป็นเปอร์เซ็นต์

ค่าที่ได้จะมีค่าอยู่ที่ช่วง 0.0 ถึง 1.0 การประเมินเช่นนี้ทำให้สามารถแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกเป็นสามระดับ คือ

"High gain" เป็นชั้นเรียนที่ได้ค่า $0.7 \leq <g> \leq 1.0$

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

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

# บทที่ 4
# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต

4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (MPEX)

ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ทางสถิติ ดังนี้

t หมายถึง ค่าสถิติ t-test dependent ที่ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล

<g> หมายถึง ค่าเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียน

** หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 4.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบความแตกต่าง ระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ดังแสดงในตาราง 4.1

**ตารางที่ 4.1** เปรียบเทียบมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

| ผลคะแนน | จำนวนนักเรียน(คน) | ค่าสถิติ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{X}$ | SD | t | $t_{0.05}$ |
| ก่อนเรียน | 37 | 4.08 | 1.3819 | -43.466** | -1.688 |
| หลังเรียน | 37 | 15.76 | 1.6734 | | |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (df = 36)

จากตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) และทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต จำนวน 20 ข้อ ปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 15.76 คะแนน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนที่มีค่าเท่ากับ 4.08 คะแนน เมื่อวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test dependent พบว่า การจัดกิจกรรม เรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) มีผลทำให้ผู้เรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

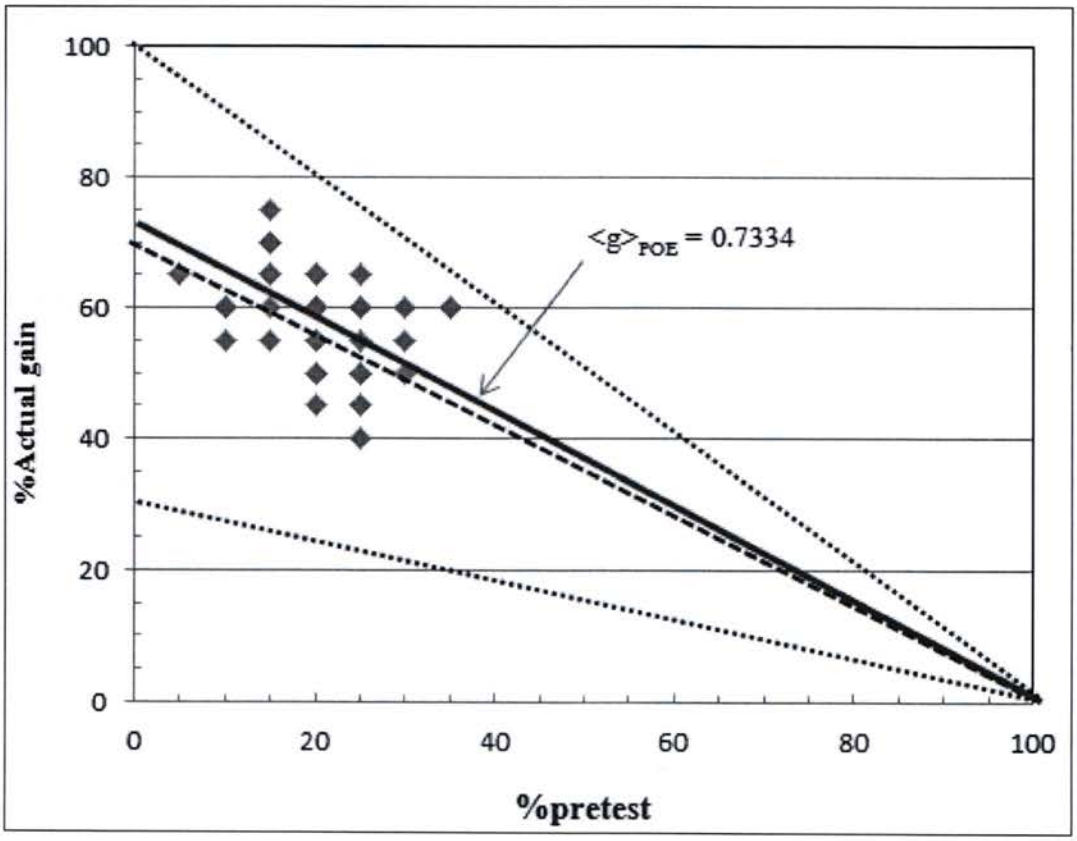
เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนโดยเฉลี่ย โดยพิจารณาจากคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน แสดงผลดังตาราง 4.2 ภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.2** ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยโดยใช้วิธี average normalized gain

| หัวข้อเรื่อง | ร้อยละ pretest | ร้อยละ post test | ร้อยละ actual gain | ร้อยละ maximum possible gain | Avg. Normalized |
|---|---|---|---|---|---|
| ความหนาแน่น | 25.68 | 78.38 | 52.70 | 74.32 | 0.7091 (High gain) |
| ความดัน | 18.92 | 84.46 | 65.54 | 81.08 | 0.8083 (High gain) |
| แรงลอยตัว | 15.88 | 76.35 | 60.47 | 84.12 | 0.7189 (High gain) |
| เฉลี่ยรวม | 20.41 | 78.78 | 58.37 | 79.59 | 0.7334 (High gain) |

จากตารางที่ 4.2 พบว่านักเรียนมีคะแนนสอบก่อนเรียนที่คิดเป็นร้อยละ โดยเรียงลำดับจากหัวข้อเรื่องที่ได้คะแนนมากไปหาน้อยคือเรื่อง ความหนาแน่น ได้คะแนนร้อยละ 25.68 รองลงมาคือเรื่องความดัน ได้คะแนนร้อยละ 18.92 และสุดท้ายคือเรื่องแรงลอยตัวได้คะแนนน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 15.88 ตามลำดับ และหลังจากที่นักเรียนได้เรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) แล้วนักเรียนมีพัฒนาการดีขึ้นจะเห็นได้จากคะแนนสอบหลังเรียน ที่เพิ่มขึ้นจากคะแนนก่อนเรียนทุกหัวข้อเรื่อง ซึ่งแสดงให้เห็นตามร้อยละของคะแนนที่เพิ่มขึ้นจริง (ร้อละ actual gain) โดยเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคือ เรื่องความดันเพิ่มขึ้นร้อยละ 65.54 รองลงมาคือเรื่องแรงลอยตัว เพิ่มขึ้นร้อยละ 60.47 และสุดท้ายคือเรื่อง ความหนาแน่น เพิ่มขึ้นร้อยละ 52.70 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยโดยใช้วิธี average normalized gain แยกตามหัวข้อเรื่อง พบว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนมากที่สุด คือเรื่อง ความดัน ซึ่ง

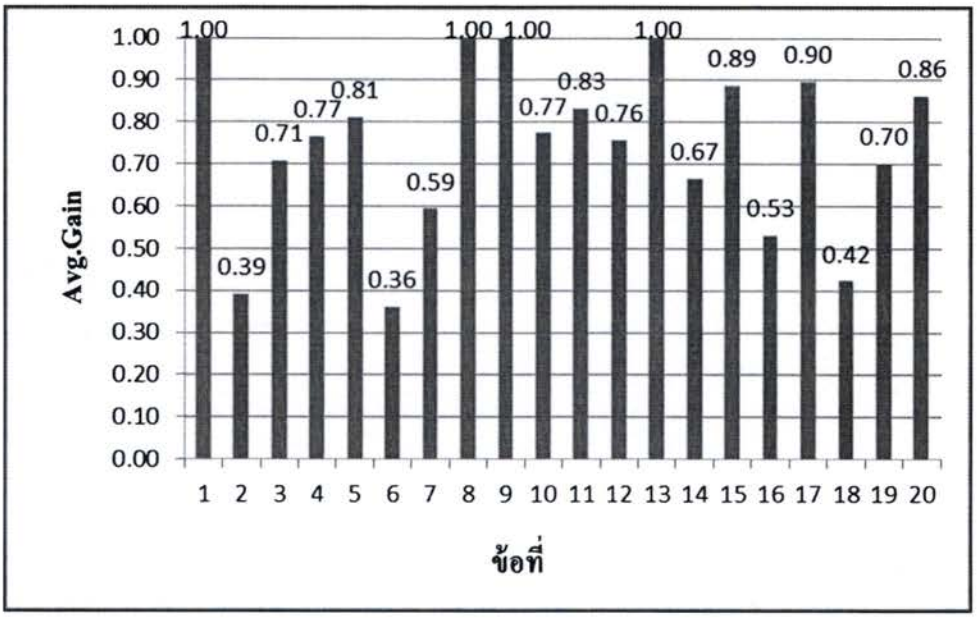
มีค่าความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 0.8083 จัดอยู่ในระดับ High gain รองลงมา คือ เรื่อง แรงลอยตัว ความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 0.7189 จัดอยู่ในระดับ High gain และสุดท้าย คือเรื่องความหนาแน่นมีความก้าวหน้าทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 0.7091 จัดอยู่ในระดับ High gain เช่นเดียวกัน เมื่อคิดค่าความก้าวหน้าทางการเรียนในภาพรวมตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เฉลี่ยแล้วเท่ากับ 0.7334 หรือ ความก้าวหน้าของผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นจริงคิดเป็น 0.7334 เท่า (ร้อยละ 73.34 เท่า) ของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้น จัดอยู่ในระดับ High gain (ระดับสูง) และเมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล แสดงให้เห็นในภาพที่ 4.1 ดังนี้




**ภาพที่ 4.1** ความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละ pretest กับ ร้อยละ Actual gain ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

จากภาพที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ร้อยละ pretest กับ ร้อยละ Actual gain ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) จำนวน 37 คน พบว่า นักเรียนจำนวน 15 คนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ Medium gain คิดเป็นร้อยละ 40.54 และนักเรียนจำนวน 22 คน มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ High gain คิดเป็นร้อยละ 59.46 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมเรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการ

สอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) มีผลทำให้ผู้เรียนมีมโนมติทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้น




**ภาพที่ 4.2** แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อสอบที่นักเรียนตอบถูกต้องในแต่ละข้อ กับ Avg. Normalized gain ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

จากภาพที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อสอบที่นักเรียนตอบถูกต้องในแต่ละข้อกับ Avg. Normalized gain ของนักเรียนที่เรียนโดยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ซึ่งเป็นการพิจารณาความก้าวหน้าของนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนได้ถูกต้องในแต่ละข้อซึ่งมีทั้งหมด 20 ข้อ พบว่า คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน จำนวน 37 คน นั้นสามารถแบ่งระดับความก้าวหน้าออกเป็น 2 ระดับ ได้แก่

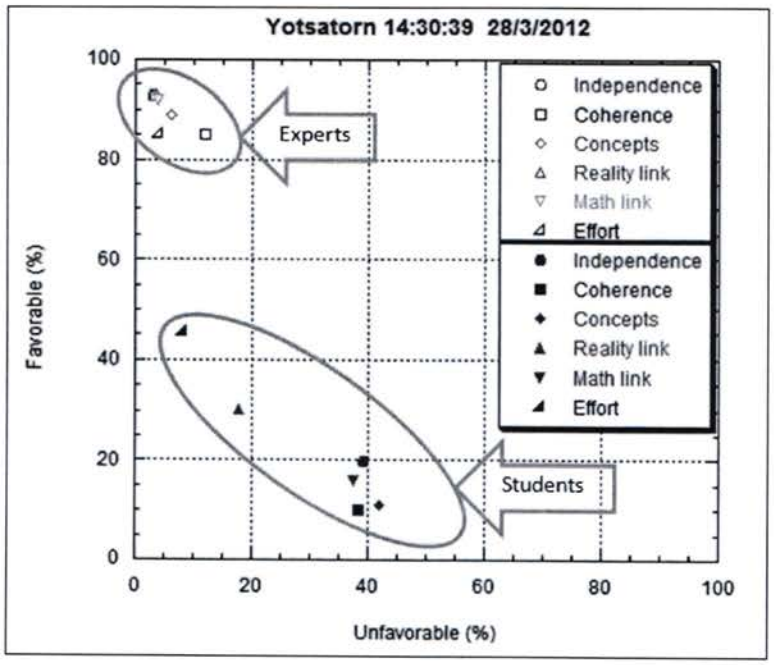
1) ข้อสอบที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ High gain มีทั้งหมด 14 ข้อ ซึ่งมีจำนวน 4 ข้อที่ได้คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 นั่นก็คือ ข้อที่ 1 ข้อที่ 8 ข้อที่ 9 และข้อที่ 13 เป็นข้อสอบเกี่ยวกับเรื่อง ความหนาแน่น ยกเว้นข้อ 13 เป็นข้อสอบเกี่ยวกับเรื่องความดัน รองลงมาคือข้อที่ 17 ได้คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 เป็นข้อสอบเกี่ยวกับเรื่อง แรงลอยตัว และข้อสอบที่มีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยน้อยที่สุดในกลุ่ม High gain คือ ข้อที่ 19 เรื่องแรงลอยตัว ซึ่งได้คะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยเท่ากับ 0.70 ตามลำดับ

2) ข้อสอบที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับ Medium gain มีทั้งหมด 6 ข้อ เรียงลำดับของข้อสอบจากคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ยน้อยไปหามาก คือ ข้อที่ 6, ข้อที่ 2, ข้อที่ 18

ข้อที่ 16, ข้อที่ 7 และข้อที่ 14 ส่วนใหญ่ (ยกเว้นข้อ 14 เรื่องความดัน) เป็นข้อสอบที่จัดอยู่ในกลุ่มคำนวณ ซึ่งนักเรียนแทนค่าในสมการผิดและแก้สมการไม่ได้หรือเลือกไม่ทำข้อสอบข้อนั้นเลย

## 4.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (MPEX)

ผู้วิจัยได้สำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ยศธร บรรเทิง และสุระ วุฒิพรหม, 2555) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจความคาดหวังและความเชื่อของนักเรียนต่อการเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ โครงสร้างของความรู้ทางฟิสิกส์ เนื้อหาของความรู้ทางฟิสิกส์ การเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์กับโลกความเป็นจริง บทบาทของคณิตศาสตร์ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ และพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ และเข้าใจวิชาฟิสิกส์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก ตำบลนาเยีย อำเภอนาเยีย จังหวัดอุบลราชธานี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 79 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง ผลของความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญแล้ว ได้ผลดังภาพที่ 4.3



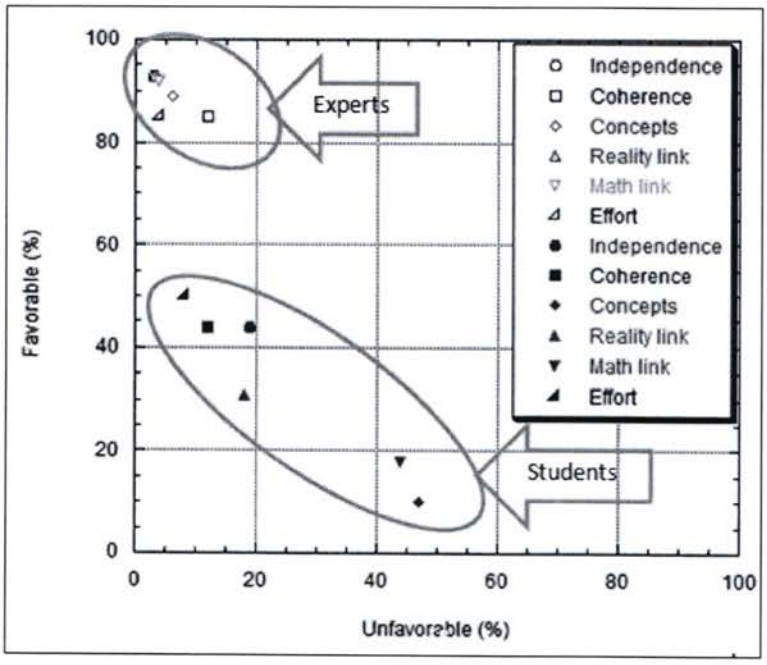

**ภาพที่ 4.3** ความคาดหวังของนักเรียนเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นว่าทุกกลุ่มความคาดหวังของนักเรียนจะมีความแตกต่างอย่างมากกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาฟิสิกส์ ถ้าเรียงลำดับกลุ่มความคาดหวังโดยเรียงจากมีความคาดหวังไม่ตรงกับ

ผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด ไปหามีความคาดหวังไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญน้อยที่สุด ได้ดังนี้ กลุ่ม Concepts กลุ่ม Independence กลุ่ม Coherence กลุ่ม Math link กลุ่ม Reality link และกลุ่ม Effort ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนมีความคาดหวังเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ (Concepts) ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 41 แต่ในขณะเดียวกันนักเรียนมีความคาดหวังเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ และเข้าใจวิชาฟิสิกส์ (Effort)ตรงกับผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 45

จากข้อมูลดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 37 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับปานกลาง (กลุ่มเดียวกันกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554) ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจงโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคาดหวังของการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการโดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

เมื่อวิเคราะห์ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียน เปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญแล้ว แสดงผลได้ดังภาพที่ 4.4



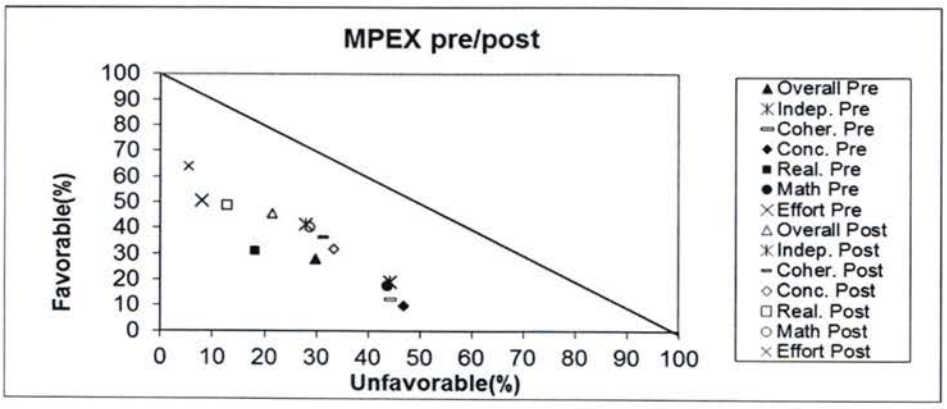

**ภาพที่ 4.4** ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนก่อนเรียน จำนวน 37 คน เปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ

จากภาพที่ 4.4 ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนจำนวน 37 คนเมื่อเปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความแตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญเป็นอย่างมาก ซึ่งจะเห็นว่านักเรียนมีความคาดหวังเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ทางฟิสิกส์ (Concepts) ซึ่งไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 47 และขณะเดียวกันนักเรียนมีความคาดหวังเกี่ยวกับพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ และเข้าใจวิชาฟิสิกส์ (Effort) ตรงกับผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 50 เมื่อผู้วิจัยได้ให้สอนโดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) แล้วนั้น ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.5 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.3** ร้อยละความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ/ร้อยละความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

| ผล คะแนน | Over all | Independence | Coherence | Concepts | Reality link | Math link | Effort |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ก่อนเรียน | 28/30 | 19/44 | 12/44 | 10/47 | 31/18 | 18/44 | 50/8 |
| หลังเรียน | 45/22 | 41/28 | 36/31 | 32/33 | 49/13 | 40/29 | 64/5 |

จากตารางที่ 4.3 ร้อยละความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ/ร้อยละความคาดหวังที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) พบว่า ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มขึ้นทุกกลุ่ม ความคาดหวัง และความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่ไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญได้ลดลงทุกกลุ่มความคาดหวังเช่นเดียวกัน ผู้วิจัยได้เสนอเป็นกราฟตามภาพที่ 4.5




**ภาพที่ 4.5** เปรียบเทียบร้อยละความคาดหวังของนักเรียนจำนวน 37 คน ก่อนเรียนและหลังเรียน

จากภาพที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละความคาดหวังของนักเรียนจำนวน 37 คน ก่อนเรียนและหลังเรียน จะเห็นว่าความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียน ก่อนเรียนที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญคิดเป็นร้อยละ 27.90 และความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนหลังเรียนที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญคิดเป็นร้อยละ 45.38 และเมื่อวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test dependent และ normalized gain แล้วแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.6 ตามลำดับ

**ตารางที่ 4.4** เปรียบเทียบร้อยละของคะแนนความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE)

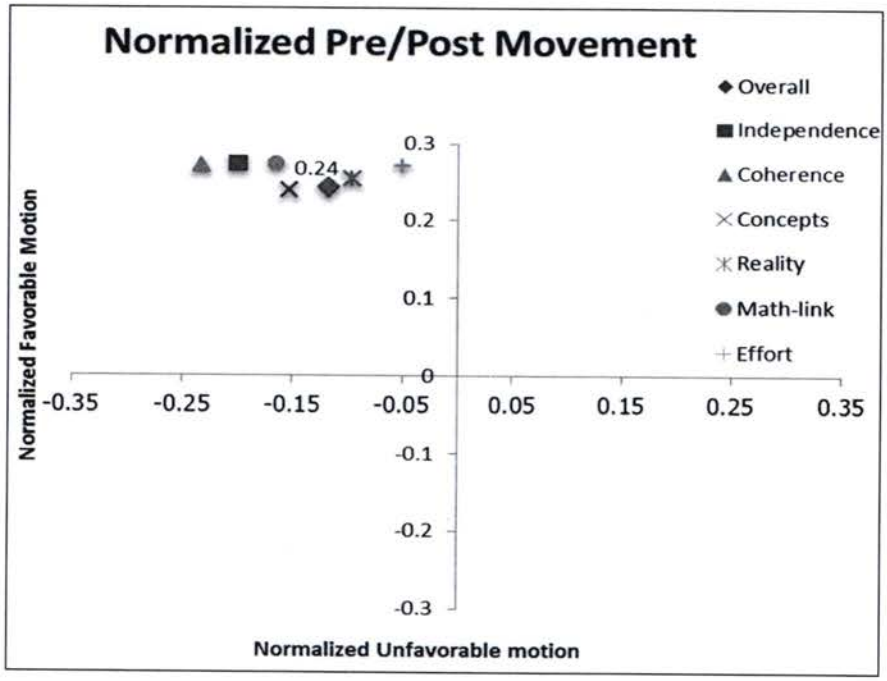
| ผลคะแนน | จำนวนนักเรียน | จำนวนข้อ | ค่าสถิติ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\overline{X}$ | SD | t | $t_{0.05}$ |
| ก่อนเรียน | 37 | 34 | 27.90 | 23.49 | -7.255** | -1.692 |
| หลังเรียน | 37 | 34 | 45.38 | 19.69 | | |

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (df = 33)

จากตาราง 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของคะแนนความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ ของนักเรียนทั้ง 37 คน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ผลปรากฏว่า คะแนนความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 45.38 คะแนน สูงกว่า คะแนนความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยก่อนเรียนที่มีค่าเท่ากับ 27.90 คะแนน

เมื่อวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ t-test dependent พบว่า การจัดกิจกรรมเรื่อง ของไหลสถิต โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) มีผลทำให้ผู้เรียนมีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิจารณาความก้าวหน้าของนักเรียนโดยภาพรวม และทั้ง 6 กลุ่มความคาดหวังจากจำนวนนักเรียน 37 คน โดยดูจากคะแนนความคาดหวังที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ และไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญก่อนเรียนและหลังเรียน ได้ผลดังภาพที่ 4.6




**ภาพที่ 4.6** เปรียบเทียบ Normalized Pre/Post Movementของความคาดหวังของนักเรียน จำนวน 37 คน

จากภาพที่ 4.6 เปรียบเทียบ Normalized Pre/Post Movement ของความคาดหวังของนักเรียนจำนวน 37 คน พบว่า Normalized gain ของความคาดหวังที่เห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญเพิ่มสูงขึ้นทุกกลุ่มความคาดหวัง และ Normalized gain ของความคาดหวังที่เห็นไม่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญลดลงทุกกลุ่มความคาดหวังเช่นเดียวกัน โดยภาพรวมแล้ว นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าของความคาดหวังที่เห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับ Low gain เท่ากับ 0.24

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการพัฒนามโนมติ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย และมีข้อเสนอแนะตามลำดับดังนี้

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) สามารถสรุปผลแยกเป็น 2 ประเด็นดังนี้

5.1.1 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ของไหลสถิต มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องของไหลสถิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนในภาพรวมตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 0.7334 หรือ ความก้าวหน้าของผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นจริงคิดเป็นร้อยละ 73.34 เท่า ของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นจัดอยู่ในระดับ High gain (ระดับสูง)

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ของไหลสถิต มีมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องของไหลสถิตสูงขึ้นนั้นสืบเนื่องจากการจัดการเรียนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีการที่สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่ และอยู่บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม White & Gunstone (1992) ได้กล่าวว่า รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เป็นขั้นตอนการนำเสนอสถานการณ์และให้นักเรียนทำนายว่าจะเกิดอะไรขึ้น ถ้ามีการเปลี่ยนแปลง หลังจากนักเรียนทำนายแล้วก็ให้นักเรียนสังเกตการณ์ดังกล่าว จากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้ และอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้ทำนายไว้กับผลจากการสังเกต (อำนาจ อภิชาตวัลลภ, 2548) นักเรียนสามารถปรับความเข้าใจให้ถูกต้องด้วยกระบวนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-

Observe-Explain: POE) และยังช่วยให้นักเรียนตระหนักในความเข้าใจของตน และใช้โอกาสนั้นปรับความเข้าใจให้ถูกต้องได้ ซึ่งสอดคล้องกับ รัตนาภรณ์ กลางมณี (2553) ได้ศึกษา การพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแรงและความดันโดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE) กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านโนนม่วง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถเมตาคอกนิชันเห็นได้ชัดเจนในขั้นการสังเกต/การทดลองโดยมีการวางแผน การตรวจสอบ และการประเมินผลด้วยตนเอง แสดงถึงความสามารถในการใช้กระบวนการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ได้ในระดับดี ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้โดยมีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมากขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น และสอดคล้องกับ Mabout (2006) ได้ศึกษามโนมติของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ ในการทำปฏิบัติการฟิสิกส์บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ด้วยวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เกี่ยวกับเรื่องการเคลื่อนที่ พบว่านักศึกษามีมโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ และสามารถออกแบบการทดลองและลงมือทำการทดลองตามขั้นตอนของการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ในการอธิบาย มโนทัศน์เรื่องการเคลื่อนที่ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้จากการทดลองไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้

5.1.2 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) เรื่อง ของไหลสถิต มีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และโดยภาพรวมแล้ว นักเรียนมีความก้าวหน้าของความคาดหวังที่เห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับ Low gain (ระดับน้อย) เฉลี่ยเท่ากับ 0.24

นักเรียนมีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และโดยภาพรวมแล้ว นักเรียนมีระดับความก้าวหน้าของความคาดหวังที่เห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับ Low gain (ระดับน้อย) เฉลี่ยเท่ากับ 0.24 นั้นถ้าเราแยกพิจารณาเป็น 6 กลุ่มความคาดหวัง ในการเรียนวิชาฟิสิกส์ หลังเรียนที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ พบว่าเพิ่มขึ้นทุกกลุ่มความคาดหวัง และจะเห็นว่านักเรียนยังมีความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ที่เน้นการจดจำและนำสูตรไปใช้ อาจเป็นเพราะนักเรียนคิดว่าการเรียนส่วนใหญ่เน้นในการสอบเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามนักเรียนมีพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ และมีความพยายามที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเรียงลำดับร้อยละของความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียนที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ กลุ่ม Effort (ร้อยละ 64) กลุ่ม Reality link (ร้อยละ 49) กลุ่ม Independence (ร้อยละ 41) กลุ่ม Math link (ร้อยละ 40) กลุ่ม Coherence (ร้อยละ 36) และกลุ่ม Concepts (ร้อยละ 32)

ตามลำดับ และโดยภาพรวมแล้วร้อยละความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์หลังเรียน ที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกันเท่ากับ ร้อยละ 45 ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร วัจนะ (2549)ได้สำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ โดยใช้ Maryland Physics Expectations (MPEX) และได้ทำการการเปรียบเทียบความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์ระหว่างครูและนักเรียน ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 121 คน และความคาดหวังของครูฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 143 คน ผลจากการสำรวจพบว่ามีเพียงร้อยละ 27 ของความคาดหวังของนักเรียนและร้อยละ 48 ของความคาดหวังของครูที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ และสอดคล้อง กาญจนา จันทร์ประเสริฐ (2551) ได้ศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 2 จำนวน 100 คน โดยใช้แบบสำรวจ Maryland Physics Expectations (MPEX) แบ่งความคาดหวังออกเป็น 6 ด้าน คือ

(1) ด้านการเรียนรู้

(2) ด้านโครงสร้างของความรู้

(3) ด้านเนื้อหาความรู้

(4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง

(5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์

(6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจ ผลจากการสำรวจพบว่าร้อยละ 47.7, 45.2, 48.6, 46.5, 41.0, 45.0 และ 45.0 ของความคาดหวังเห็นด้วยของนักเรียนทั้ง 6 ด้าน และในภาพรวมตามลำดับ ตรงกับความคาดหวังเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญ และสอดคล้องกับพิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์ และคณะ (2554) ได้ศึกษาความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐาน ของนักศึกษาคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ด้วยอีเลิร์นนิง จำนวน 42 คน โดยใช้ Maryland Physics Expectations (MPEX) สำรวจออกเป็น 6 ด้าน คือ

(1) ด้านการเรียนรู้

(2) ด้านโครงสร้างของความรู้

(3) ด้านเนื้อหาความรู้

(4) ด้านการเชื่อมโยงระหว่างฟิสิกส์และโลกของความเป็นจริง

(5) ด้านความเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ในการเรียนฟิสิกส์

(6) ด้านพฤติกรรมที่จำเป็นต่อการเรียนรู้และเข้าใจ ผลจากการสำรวจพบว่าร้อยละ 30, 55, 59, 54, 58, 43 และ 50 ของความคาดหวังเห็นด้วยของนักเรียนทั้ง 6 ด้าน และในภาพรวม ตามลำดับตรงกับความคาดหวังเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญ จะเห็นว่านักเรียนในกลุ่มทดลองทั้ง 37 คนโดยภาพรวมแล้วมีร้อยละความคาดหวังในการเรียนฟิสิกส์หลังเรียนที่ตรงกับผู้เชี่ยวชาญ มีความใกล้เคียงอย่างมากกับร้อยละความคาดหวังของครูฟิสิกส์ในระดับมัธยมจำนวน 143 คนที่เห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญ ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักศึกษาคณะ

พยาบาลศาสตร์ชั้นปีที่ 2 จำนวน 100 คนที่เห็นตรงกับผู้เชี่ยวชาญ และความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานของนักศึกษาคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร จำนวน 42 คน ตามลำดับ อาจกล่าวได้ว่านักเรียนที่มีความคาดหวังที่แตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญนั้นสามารถเรียนวิชาฟิสิกส์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้เช่นกัน

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกระบวนการเรียนรู้และเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.2.1 ผู้วิจัยควรคิดหาสถานการณ์ในการใช้วิธีสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ให้เข้ากับบริบทหรือชีวิตประจำวันของนักเรียนเพราะจะทำให้นักเรียนมีความสนใจ เกิดการเรียนรู้และสร้างความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

5.2.2 ควรนำวิธีการสอนแบบทำนาย-สังเกต-การอธิบาย (Predict-Observe-Explain: POE) ไปประยุกต์กับรายวิชาฟิสิกส์ในเนื้อหาอื่นๆ ด้วยเพื่อพัฒนาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนให้ดีขึ้นต่อไป

# เอกสารอ้างอิง

# เอกสารอ้างอิง


กาญจนา จันทร์ประเสริฐ. "การสำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักศึกษาวิทยาลัยแพทยศาสตร์", ใน การประชุมวิชาการศิลปากรวิจัยครั้งที่ 3. น. 264-269. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553 (ก).

_____. "ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักศึกษาคณะพยาบาลศาสตร์", In Proceeding of 34th Congress on Science and technology of Thailand, มหาวิทยาลัยมหิดล, 2551 (ข).

กรรณิกา แจ้งหมื่นไวย. การวิเคราะห์มโนมติคลาดเคลื่อนในวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2546.

กิ่งฟ้า สินธุวงษ์. การนิเทศการสอน. ขอนแก่น : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2537.

เกียรติมณี บำรุงไร่. การพัฒนามโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ Predict-Observe-Explain (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

คำไพย พานุสี. มโนมติทางเลือก เรื่อง แสงและการเกิดภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้วิธีการทำนาย-การสังเกต-การอธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

เจริญ สุทธิอาคาร. การพัฒนาชุดทดลองเรื่องแรงเสียดทาน โดยการสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย สำหรับมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.

โชคชัย ยืนยง. "การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการเรียนรู้ฟิสิกส์", ใน เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง การประยุกต์ใช้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในการจัดการ เรียนรู้ฟิสิกส์. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551 (ก).

_____. "การจัดการเรียนวิทยาศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้โดยใช้แนวทางการสอนทำนาย สังเกต และอธิบาย (Predict Observe Explain (POE))", ใน เอกสารประกอบการสอน วิชา 232421. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551 (ข).

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ณราภรณ์ บุณกิจ. ตัวแทนความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสง จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนบนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

ทวีป บรรจงเปลี่ยน. การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง โลกสีเขียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลวิธีการสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติตามทฤษฎีของ Posner และคณะกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2540.

น้ำค้าง จันเสริม. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง งานและพลังงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์โดยใช้วิธี PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551.

ปรีชา วงศ์ชูศิริ. "การจัดเนื้อหาและลำดับของประสบการณ์", ใน การสอนของวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2525.

ไพจิตร สะดวกการ. ผลการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และความสามารถในการถ่ายโยงการเรียนรู้ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

ไพโรจน์ เติมเตชาติพงษ์. การศึกษาการเปลี่ยน มโนมติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง หน้าที่ยืน โดยใช้กรอบการตีความหลายมิติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. ประมวลบทความ ปรับวิธีเรียน เปลี่ยนวิสอนวิทยาศาสตร์สู่ห้องเรียนแห่งการคิด. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว), 2550.

พิสิษฐ์ สุวรรณแพทย์ และคณะ. "ความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์พื้นฐานของนักศึกษาคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตรด้วยอีเลิร์นนิง", ใน รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติด้านอีเลิร์นนิง. น. 85-89. โครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย, 2554.

ภพ เลาหไพบูลย์. แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2540.

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

มณีกานต์ หินสอ. ความเข้าใจในมโนมติวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบการไหลเวียนโลหิตในร่างกายมนุษย์ของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงเมื่อใช้ยุทธศาสตร์การสอนเพื่อเปลี่ยนมโนมติ. การค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

ยศธร บรรเทิง และสุระ วุฒิพรหม. "การสำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4", ใน การประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 6. น.172-178. อุบลราชธานี : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2555.

รพีพรรณ เหล็กหมื่นไวย. แนวความคิดเกี่ยวกับมโนมติฟิสิกส์ : งาน พลังงาน และโมเมนตัม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนที่มีความพร้อมในการสอนวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2543.

รัตนาภรณ์ กลางมณี. การพัฒนาเมตาคอกนิชันของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แรงและความดัน โดยใช้วิธี Predict-Observe-Explain (POE). วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

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

เรืองศักดิ์ ไตรพื้น. ความเข้าใจมโนมติของนักเรียนที่ใช้หนังสืออ่านประกอบเพื่อเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องแสง. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549.

วรรณจรีย์ มังสิงห์. "ปรัชญาการสร้างสรรค์ความรู้นิยม (Constructivism)", ใน การประชุมวิชาการ Constructivism and Application to Teaching. น.20-25. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2541.

วรรณทิพา รอดแรงค้า. CONSTRUCTIVISM. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2540.

วราภรณ์ ภูปาทา. การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติทางวิทยาศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ เรื่อง บรรยากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างการสอนโดยใช้โมเดลการสร้างความรู้จากพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

ศราวุธ นาเสงี่ยม. การสอนแบบทำนาย สังเกต อธิบาย เพื่อพัฒนาความเข้าใจแนวคิด เรื่องวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

สงกรานต์ มูลศรีแก้ว. ตัวแทนความคิด เรื่อง ของไหล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสรัคติวิสต์ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

สมควร ขนชัยภูมิ. การเปรียบเทียบความเข้าใจมโนมติฟิสิกส์ เรื่อง ปรากฏการณ์คลื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เมื่อใช้กลวิธีการสอนตามทฤษฎีการเปลี่ยนมโนมติของโพสเนอร์และคณะเทียบกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2546.

_____. คู่มือครูสาระการเรียนรู้พื้นฐานและเพิ่มเติมฟิสิกส์ เล่ม 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2548 (ก).

_____. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานการเคลื่อนที่และพลังงาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2548 (ข).

_____. หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานแรงและการเคลื่อนที่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2549.

_____. "เอกสารอบรมครู (หลักสูตรกลาง)", ใน โครงการความร่วมมือ สกอ. – สพฐ. –สสวท. น.50-54 : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2552.

สิรินภา กิจเกื้อกูล. การจักการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยบูรณาการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์. เอกสารประกอบการอบรม : พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2550.

สุริยะ ป้องขันธ์. การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง สมบัติของคลื่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการเรียนรู้ร่วมกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2550.

เสาวลักษณ์ โรมา. การพัฒนาหลักสูตร ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

หุมพันธ์ ขันทวี. ตัวแทนความคิดเรื่องแรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ที่ได้รับการสอนด้วย Predict-Observe-Explain. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

อุบลวรรณ ไท้ทอง. ผลการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย เรื่องไฟฟ้าเคมี เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต : มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

อัมพร วัจนะ, นฤมล เอมะรัตน์ และเชิญโชค ศรขวัญ. การสำรวจความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์. สถาบันนวัตกรรมและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ : มหาวิทยาลัยมหิดล, 2549.

อำนาจ อภิชาตวัลลภ. SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING. นครราชสีมา : สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2548. (เอกสารอัดสำเนา)

American Association for the Advancement of Science [AAAS]. Science for All American. New York: Oxford University Press, 1992.

Bell, B.F. Children's Science,constructivism and learning in science. Gelong: Deakin University, 1993.

Brewer, W.F. "Scientific Theories and Naïve Theories as Formsof Mental Representation: Phycologism Revived", Science and education. (8): 489-505; Winter, 1999.

Bruner, J.S. The precess of education. Cambrige, Massachusetts: Harvard University Press, 1997.

Carr, M., Hayes, D. & Symimgton, D. "Language in science : Constructing a sense of the world", In E. Furniss & P. Green (eds), the literacy connection: language and learning across the curriculum. South Yarra, Vic: Eleanor Curtain Publishing, 1991.

Claxton, G. Education the inquiring mind: the challenge for school science. New York: Harvester Whestsheaf, 1991.

Cobb, P. "Where is the mind? Constructivism and sociocultural on mathematical development", Education Researcher. (23): 13-20; December 18, 1994.

Driver, R & Bell, B. "Students' thinking and the learning of science: A constructivist view", School Science Review. 67(240): 443-456; Spring, 1986.

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Doran, R.L., L.O. Guerin. And J. Cavalieri. "An Analysis of Several Instruments Measuring Nature of Science Objectives," Science Education. 58(3): 321-329; July-September, 1974.

Fosnot, C.T. Constructivism: Theory,perpective and practice. New York: Teachers College Press, 1996.

Fieldman, R. S. Understaning Psychology. New York: McGraw – Hills Inc, 1987.

Johnston, A.T. & Southerland, S. Conceptual ecologies and their influence on the nature of science conception: More dazed and confused than ever. New Orleans: National Association for Research in science Teaching. ,2002.

Kearney, M. "Classroom Use of Multimedia-Supported Predict-Observe-Explain Tasks in a social Constructivist Learning Environment", Research in Science Education. (34): 427-453; Winter, 2004.

Kearney & Trea, M., Treagust, D.F., Yeo,S. & Zadnik, M.G. "Student and Teacher Perceptions of the Use of Multimedia Supporte Predict-Obseerve-Explain Tasks to Probe Understanding", Research in Science Education. (31): 589-615; November 11, 2001.

Klopfer. L.E. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. New York: McGraw-Hill, 1971.

Lederman et al. "Views of Nature of science Queationaier: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learnes' conception nature of science", Journal of Research in science Theaching. 39(6): 497-518; Winter, 2002.

Lonsbury, J.G. & Ellis, J.D. "Science History as a Means to Teach nature of science concept: Using the Development of Understanding Related to Mechanism of Inherritance", Electronic Journal of Science Education. 7(2): 22-30; November 25, 2002.

Mabout, S. The Use of a Constructivist Laboratory to Improve Students' Conceptual Understanding of Motion in Tertiary Physics in Thailand. Doctor's Dissertation: Curtin University of Technology, 2006.

Redish, E. F., Saul, J. M., & Steinberg, R. N. "Student expectations in introductory physics", The American Journal of Physics. 66(3): 212-224; July 15, 1998.

# เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Romey, W.D. Inquiry Techniques Teaching Science. New Jersey; Prenict- Hall, 1986.

Russell, D.W., Lucas, K.B. & Mcrobbie, C.J. "The Role of the microcomputer-Baesed Laboratory Display in Sopporting the Construction of New Understanding in Kinematics", Research in Science Education. 33(8): 217-243; Winter, 2003.

Teller, P. "Representation in Science", Fictions, Fictionalization, and Truth in Science. http://maleficent.ucdavis.edu:8080/ paul/manuscripts-and- talks/Ris%20final/view. March 27, 2009.

White, R.T. & Gunstone, R.F. Probing Understanding. Great Britain: Falmer Press, 1992.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

# แผนการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้

**ก.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่น**

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1**

**รายวิชา ว 30202 (ฟิสิกส์ 2)** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

**หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของไหลสถิต** **หัวข้อเรื่อง ความหนาแน่น** **เวลา 4 ชั่วโมง**

**สอนวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. .....** **เวลา 2 ชั่วโมง**

**สอนวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. .....** **เวลา 2 ชั่วโมง**

**ครูผู้สอน นายยศธร บรรเทิง**

---

**1. แนวคิดสำคัญ**

**1.1 ความหนาแน่น** (density) เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร โดยทั่วไปจะหมายถึง ความหนาแน่นมวล (mass density) หาได้จากปริมาณมวลในหนึ่งหน่วยปริมาตร ถ้าให้ m เป็นมวลของสารซึ่งมีปริมาตร V และ $\rho$ (อ่านว่า โร "rho") เป็นความหนาแน่นของสาร จะได้

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ความหนาแน่น มีหน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($kg/m^3$)

**1.2 ความหนาแน่นสัมพัทธ์** (relative density) โดยกำหนดว่า ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสารใด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของสารนั้นกับความหนาแน่นของสารอ้างอิง นิยมใช้น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ $1.00 \times 10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นสารอ้างอิง

**2. จุดประสงค์การเรียนรู้**

2.1 อธิบายความหมายของความหนาแน่นและความหนาแน่นสัมพัทธ์ได้

2.2 คำนวณหาความหนาแน่นและความหนาแน่นสัมพัทธ์ได้

**3. วัสดุ อุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรม**

**สิ่งที่ครูต้องเตรียม / ห้อง**

1. น้ำมัน สบู่ ยางลบ
2. ตาชั่ง
3. ไม้บรรทัด

**4. สื่อการเรียนรู้**

4.1 ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่น

4.2 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่น

4.3. ใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ความหนาแน่น

**5. กระบวนการจัดการเรียนรู้**

5.1 ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง แรงลอยตัว (เนื้อหาเกี่ยวกับ ความหนาแน่น ความดันในของเหลว และแรงลอยตัว) ใช้เวลา 30 นาที

5.2 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 4 - 5 คน

5.3 ครูนำเสนอสถานการณ์ตามใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความหนาแน่น ดังต่อไปนี้

**กิจกรรมที่ 1.1 เรื่อง มวลกับความหนาแน่น**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

ครูนำวัตถุ 3 ชนิด ได้แก่ ดินน้ำมัน สบู่ และยางลบ แสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่าวัตถุทั้งสามชนิดนี้ จะมีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่มลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 5 นาที

**ขั้นการสังเกต/ทดลอง/สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 และใบความรู้ที่ 1 ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 1.1 ใช้เวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับมวลกับความหนาแน่น หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "วัตถุต่างชนิดกัน ที่มีปริมาตรเท่ากัน จะได้ว่าวัตถุที่มีมวลมาก จะมีความหนาแน่นมาก ส่วนวัตถุที่มีมวลน้อยจะมีความหนาแน่นน้อย หรือความหนาแน่นจะแปรผันตรงกับมวลของวัตถุ เมื่อปริมาตรคงที่ ( $\rho \alpha$ m)" ใช้เวลา 10 นาที

**กิจกรรมที่ 1.2 เรื่อง ปริมาตรกับความหนาแน่น**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

ครูนำวัตถุ 3 ชนิด ได้แก่ ดินน้ำมัน สบู่ และยางลบ ที่มีมวลเท่ากันมาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่าวัตถุทั้งสามชนิดนี้ จะมีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 5 นาที

**ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 1.2 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับปริมาตรกับความหนาแน่น หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "วัตถุต่างชนิดกัน ที่มีมวลเท่ากัน จะได้ว่าวัตถุที่มีปริมาตรมาก จะมีความหนาแน่นน้อย ส่วนวัตถุที่มีปริมาตรน้อยจะมีความหนาแน่นมาก หรือความหนาแน่นจะแปรผกผันกับปริมาตรของวัตถุ เมื่อมวลคงที่ ( $\rho \alpha \frac{1}{V}$) " ใช้เวลา 10 นาที

**กิจกรรมที่ 1.3 เรื่อง ความหนาแน่นของวัตถุชนิดเดียวกัน**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

ครูนำดินน้ำมันขนาดต่างๆ 4 ขนาด (มวลและปริมาตรต่างกัน) มาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่าดินน้ำมันทั้ง 4 ก้อน จะมีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 5 นาที

**ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 1.3 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับชนิดของวัตถุกับความหนาแน่น

หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "วัตถุชนิดเดียวกัน ไม่ว่าจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ตาม ความหนาแน่นของวัตถุนั้นจะมีค่าคงที่เสมอ เพราะ การคิดค่าความหนาแน่นนั้นหาได้จากปริมาณมวลในหนึ่งหน่วยปริมาตร ถ้าให้ m เป็นมวลของสารซึ่งมีปริมาตร V และ $\rho$ เป็นความหนาแน่นของสาร จะได้ $\rho = \frac{m}{V}$" ใช้เวลา 15 นาที

ครูอธิบายเพิ่มเติม เรื่อง ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) โดยกำหนดว่า ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสารใด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของสารนั้นกับความหนาแน่นของสารอ้างอิง นิยมใช้น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ $1.00 \times 10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นสารอ้างอิง ตัวอย่างเช่น การหาความหนาแน่นสัมพัทธ์ของปรอท จากตารางที่ 1 ในใบความรู้ที่ 1 ปรอทมีความหนาแน่นเป็น $13.6 \times 10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของปรอทจึงเท่ากับ $\frac{13.6 \times 10^3\ kg/m^3}{1.00 \times 10^3\ kg/m^3}$ หรือ 13.6 ดังนั้น ความหนาแน่นสัมพัทธ์ 13.6 จึงหมายความว่าปรอทมีความหนาแน่นเป็น 13.6 เท่า ของความหนาแน่นของน้ำ หรือปรอทมีมวลเป็น 13.6 เท่าของน้ำ เมื่อสารทั้งสองมีปริมาตรเท่ากัน ใช้เวลา 40 นาที

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ความหนาแน่น เป็นเวลา 30 นาที

**6. แนวการประเมินการเรียนรู้**

การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน มีดังนี้

**6.1 การวัดและการประเมินผล**

6.1.1 การตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรม

6.1.2 การทำใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ความหนาแน่น

6.1.3 การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

**6.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน**

6.2.1 แบบบันทึกกิจกรรม

6.2.2 ใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ความหนาแน่น

6.2.3 แบบสังเกตการทำกิจกรรม

**6.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล**

6.3.1 การตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมและใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ

ตอบคำถามอธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ระดับ 5 คะแนน

ตอบถูก แต่อธิบายได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ ระดับ 3 คะแนน

ตอบไม่ถูก แต่อธิบายได้เหตุผลใกล้เคียง ระดับ 2 คะแนน

6.3.2 แบบบันทึกพฤติกรรม พฤติกรรมที่สังเกต ประกอบด้วย 5 รายการ ได้แก่

(1) ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

(2) มีส่วนร่วมในกิจกรรม

(3) ให้ความช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่ม

(4) รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย

(5) ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| | | | |
|---|---|---|---|
| ระดับดีมาก | ให้ | 4 | คะแนน |
| ระดับดี | ให้ | 3 | คะแนน |
| ระดับพอใช้ | ให้ | 2 | คะแนน |
| ระดับควรปรับปรุง | ให้ | 1 | คะแนน |

**เกณฑ์การประเมิน**

| | | |
|---|---|---|
| คะแนนรวม | 18 – 20 | ดีมาก |
| คะแนนรวม | 15 – 17 | ดี |
| คะแนนรวม | 12 – 14 | พอใช้ |
| คะแนนรวม | 9 – 11 | ปรับปรุง |

**บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้**

บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

.....

ปัญหา /อุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(นายยศธร บรรเทิง)

...../...../.....

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้างานวิชาการ/รองผู้อำนวยการ

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

หัวหน้างานวิชาการ/รองผู้อำนวยการ

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนนาเยียศึกษารัชมังคลาภิเษก

...../...../.....

**แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน**

**เรื่อง.....**

**กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

| รายชื่อสมาชิก | รายการประเมิน | | | | | รวม (20) | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 (4) | 2 (4) | 3 (4) | 4 (4) | 5 (4) | | |
| 1..... | | | | | | | |
| 2..... | | | | | | | |
| 3..... | | | | | | | |
| 4..... | | | | | | | |
| 5..... | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**รายการประเมิน**

1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน
3. มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย
4. มีขั้นตอนทำงานเป็นระบบ
5. ใช้เวลาทำงานอย่างเหมาะสม

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ระดับดีมาก ให้ 4 คะแนน

ระดับดี ให้ 3 คะแนน

ระดับพอใช้ ให้ 2 คะแนน

ระดับควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

**เกณฑ์การประเมิน**

คะแนนรวม 18 – 20 ดีมาก

คะแนนรวม 15 – 17 ดี

คะแนนรวม 12 – 14 พอใช้

คะแนนรวม 9 – 11 ปรับปรุง

**หมายเหตุ** คะแนนรวม 12 คะแนน ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

**แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลอง**

**เรื่อง.....**

**กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

| รายชื่อสมาชิก | รายการประเมิน | | | | | รวม (20) | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 (4) | 2 (4) | 3 (4) | 4 (4) | 5 (4) | | |
| 1..... | | | | | | | |
| 2..... | | | | | | | |
| 3..... | | | | | | | |
| 4..... | | | | | | | |
| 5..... | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**รายการประเมิน**

1. การวางแผนปฏิบัติการทดลอง
2. การแก้ไขปัญหา
3. การมีทักษะในการทดลอง
4. การเลือกใช้อุปกรณ์
5. การนำเสนอข้อมูล

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ระดับดีมาก ให้ 4 คะแนน

ระดับดี ให้ 3 คะแนน

ระดับพอใช้ ให้ 2 คะแนน

ระดับควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

**เกณฑ์การประเมิน**

คะแนนรวม 18 – 20 ดีมาก

คะแนนรวม 15 – 17 ดี

คะแนนรวม 12 – 14 พอใช้

คะแนนรวม 9 – 11 ปรับปรุง

**หมายเหตุ** คะแนนรวม 12 คะแนนขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

**แบบประเมินการบันทึกกิจกรรมการทดลอง**

**เรื่อง.....**

**กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

| รายชื่อสมาชิก | รายการประเมิน | | | | | รวม (20) | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 (4) | 2 (4) | 3 (4) | 4 (4) | 5 (4) | | |
| 1..... | | | | | | | |
| 2..... | | | | | | | |
| 3..... | | | | | | | |
| 4..... | | | | | | | |
| 5..... | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**รายการประเมิน**

1. คาดคะเนสถานการณ์สมเหตุสมผล
2. รวบรวมเรียบเรียงข้อมูลที่ต้องการได้
3. นำเสนอในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้
4. วิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีหลักการ
5. อภิปรายและสรุปผลได้ถูกต้อง

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ระดับดีมาก ให้ 4 คะแนน
ระดับดี ให้ 3 คะแนน
ระดับพอใช้ ให้ 2 คะแนน
ระดับควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

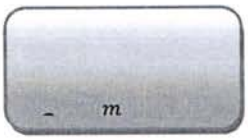
**เกณฑ์การประเมิน**

คะแนนรวม 18 – 20 ดีมาก
คะแนนรวม 15 – 17 ดี
คะแนนรวม 12 – 14 พอใช้
คะแนนรวม 9 – 11 ปรับปรุง

**หมายเหตุ** คะแนนรวม 12 คะแนน ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

# ใบความรู้ที่ 1
## เรื่อง ความหนาแน่น

**1. ความหนาแน่น** (density) เป็นสมบัติเฉพาะตัวของสาร โดยทั่วไปจะหมายถึง ความหนาแน่นมวล (mass density) หาได้จากปริมาณมวลในหนึ่งหน่วยปริมาตร ถ้าให้ m เป็นมวลของสาร ซึ่งมีปริมาตร V และ $\rho$ (อ่านว่า โร "rho") เป็นความหนาแน่นของสาร จะได้




ความหนาแน่น มีหน่วย กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($kg/m^3$)

**ตารางที่ 1.1** ความหนาแน่นของสารบางชนิดที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

| สาร | ความหนาแน่น ($kg/m^3$) |
|---|---|
| **<u>ของแข็ง</u>** | |
| ทอง | $19.3 \times 10^3$ |
| ตะกั่ว | $11.3 \times 10^3$ |
| เหล็ก | $7.8 \times 10^3$ |
| อะลูมิเนียม | $2.7 \times 10^3$ |
| แก้ว | $2.4 - 2.8 \times 10^3$ |
| คอนกรีต | $2.3 \times 10^3$ |
| น้ำแข็ง | $0.92 \times 10^3$ |
| ไม้ | $0.3 - 0.9 \times 10^3$ |
| โฟม | $0.10 \times 10^3$ |

| สาร | ความหนาแน่น ($kg/m^3$) |
|---|---|
| **<u>ของเหลว</u>** | |
| ปรอท | $13.6 \times 10^3$ |
| น้ำทะเล | $1.03 \times 10^3$ |
| น้ำ (4°C) | $1.000 \times 10^3$ |
| เอทิลแอลกอฮอล์ | $0.806 \times 10^3$ |
| น้ำมันเบนซิน | $0.879 \times 10^3$ |
| **<u>แก๊ส</u>** | |
| อากาศ | 1.29 |
| ฮีเลียม | 0.179 |
| คาร์บอนไดออกไซด์ | 1.98 |

**2. ความหนาแน่นสัมพัทธ์** (relative density) โดยกำหนดว่า ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของสารใด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของสารนั้นกับความหนาแน่นของสารอ้างอิง นิยมใช้น้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีความหนาแน่นมากที่สุดเท่ากับ $1.00 \times 10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็นสารอ้างอิง ตัวอย่างเช่น การหาความหนาแน่นสัมพัทธ์ของปรอท จากตารางที่ 1

ปรอทมีความหนาแน่นเป็น 13.6 x $10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาแน่นสัมพัทธ์ของปรอทจึงเท่ากับ $\frac{13.6\ x\ 10^3\ kg/m^3}{1.00\ x\ 10^3\ kg/m^3}$ หรือ 13.6 ดังนั้น ความหนาแน่นสัมพัทธ์ 13.6 จึงหมายความว่าปรอทมีความหนาแน่นเป็น 13.6 เท่า ของความหนาแน่นของน้ำ หรือปรอทมีมวลเป็น 13.6 เท่าของน้ำ เมื่อสารทั้งสองมีปริมาตรเท่ากัน

**ตัวอย่าง 1.1 ความหนาแน่น**

นักสำรวจเดินทางด้วยบอลลูนบรรจุแก๊ส ก่อนออกเดินทาง เขาบรรจุแก๊สฮีเลียมที่มีปริมาตร 400 ลูกบาศก์เมตร และมวล 65.0 กิโลกรัม ขณะนั้นแก๊สฮีเลียมในบอลลูนมีความหนาแน่นเท่าใด

**แนวคิด** ความหนาแน่นของแก๊สฮีเลียมในบอลลูนหาได้จากมวลของแก๊สฮีเลียมในหนึ่งหน่วยปริมาตร

**<u>วิธีทำ</u>** จากสมการ $\rho = \frac{m}{V}$

ในที่นี้ ปริมาตรของแก๊สฮีเลียม $V = 400\ m^3$

มวลของแก๊สฮีเลียม $m = 65.0\ kg$

แทนค่าจะได้ $\rho = \frac{65.0\ kg}{400\ m^3} = 0.163\ kg/m^3$

**<u>ตอบ</u>** ความหนาแน่นของแก๊สฮีเลียมเท่ากับ 0.163 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

## ใบกิจกรรมที่ 1.1
## เรื่อง มวลกับความหนาแน่น

**จุดประสงค์**

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความหนาแน่น เมื่อปริมาตรคงที่

**อุปกรณ์**

1. ดินน้ำมัน สบู่ และยางลบ (ปริมาตรเท่ากัน)
2. ตาชั่ง
3. ไม้บรรทัด

**คำถาม** วัตถุ 3 ชนิดนี้ มีความหนาแน่นเท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. ให้นักเรียนหาอัตราส่วนระหว่างมวลของดินน้ำมัน สบู่ และยางลบ แล้วบันทึกผล
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลกับความหนาแน่นของดินน้ำมัน สบู่และยางลบ

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 1.2

## เรื่อง ปริมาตรกับความหนาแน่น

**จุดประสงค์**

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความหนาแน่น เมื่อมวลคงที่

**อุปกรณ์**

1. ดินน้ำมัน สบู่ และยางลบ
2. ตาชั่ง
3. ไม้บรรทัด

**คำถาม** ให้นักเรียนเรียงลำดับความหนาแน่นของดินน้ำมัน สบู่ และยางลบ (เมื่อมวลเท่ากัน) จากมากไปหาน้อย พร้อมทั้งให้เหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. ให้นักเรียนหาอัตราส่วนระหว่างปริมาตรของดินน้ำมัน สบู่ และยางลบ แล้วบันทึกผล
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความหนาแน่นของดินน้ำมัน สบู่ และยางลบ

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 1.3

## เรื่อง ความหนาแน่นของวัตถุชนิดเดียวกัน

**จุดประสงค์**

เพื่อศึกษาความหนาแน่นของวัตถุชนิดเดียวกันที่มีขนาดแตกต่างกัน

**อุปกรณ์**

1. ดินน้ำมันรูปทรงลูกบาศก์ที่มีขนาดแตกต่างกัน 3 ขนาด
2. ตาชั่ง
3. ไม้บรรทัด

**คำถาม** ให้นักเรียนเรียงลำดับความหนาแน่นของดินน้ำมันรูปลูกบาศก์ที่มีขนาดแตกต่างกันทั้ง 3 ขนาดนี้จาก มากไปหาน้อย พร้อมทั้งให้เหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. ให้นักเรียนชั่งมวลและหาปริมาตรของดินน้ำมันแต่ละก้อน แล้วบันทึกผล
2. ให้นักเรียนหาอัตราส่วนระหว่างมวลและปริมาตรของดินน้ำมันแต่ละก้อน แล้วบันทึกผล

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

**ใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ**

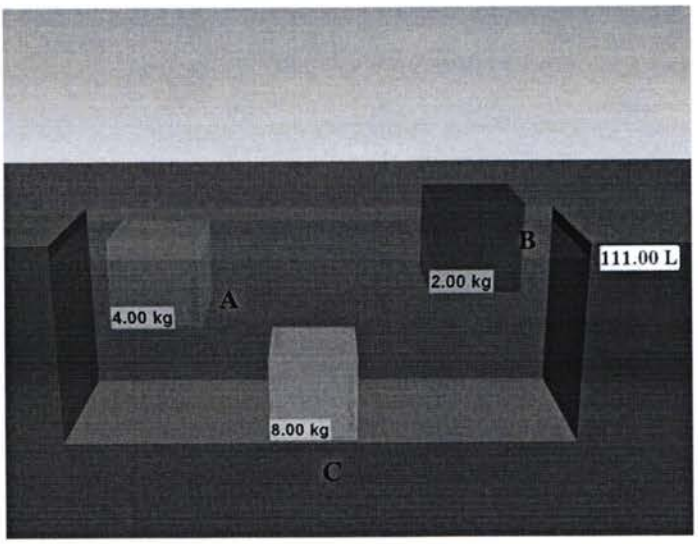
**เรื่อง ความหนาแน่น**

**ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....**

**วัน/เดือน/ปี.....**

**<u>คำสั่ง</u> กิจกรรมทดสอบความเข้าใจมีทั้งหมด 3 ข้อ ให้นักเรียนอธิบายหรือแสดงวิธีทำ**

1. วัตถุต่างกัน 3 ชนิดคือวัตถุ A, B และ C ตามลำดับมีปริมาตรเท่ากันแต่มีมวลต่างกัน เมื่อนำไปจุ่มลงในน้ำ ผลการทดลองปรากฏดังภาพ




ให้นักเรียนเรียงลำดับความหนาแน่นของวัตถุจากมากไปหาน้อย พร้อมทั้งอธิบายเหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ดาวนิวตรอนเป็นดาวที่มีขนาดเล็ก แต่มีความหนาแน่นมาก ถ้าดาวนิวตรอนมีรัศมี 10 กิโลเมตร แต่มีมวลเท่ากับดวงอาทิตย์ คือ $1.99 \times 10^{30}$ กิโลกรัม ความหนาแน่นของดาวนิวตรอนเป็นเท่าใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. ไม้ชนิดหนึ่งมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร และมีความหนาแน่นสัมพัทธ์ 0.15 จะมีน้ำหนักเท่าใด (กำหนดให้ ความเร่งโน้มถ่วง $g = 9.8\ m/s^2$)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ก.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความดันในของเหลว**

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2**

**รายวิชา ว 30202 (ฟิสิกส์ 2)** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

**หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของไหลสถิต หัวข้อเรื่อง ความดันในของเหลว เวลา 4 ชั่วโมง**

**สอนวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. ..... เวลา 2 ชั่วโมง**

**สอนวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. ..... เวลา 2 ชั่วโมง**

**ครูผู้สอน นายยศธร บรรเทิง**

---

**1. แนวคิดสำคัญ**

**1.1 ความดัน (Pressure)** คือ ขนาดของแรงที่กระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย ถ้าให้ F เป็นแรงที่ของเหลวกระทำตั้งฉากกับพื้นที่ A และ P เป็นความดันที่เกิดจากของเหลวกระทำบนพื้นที่ A จะได้ว่า

$$\mathbf{P} = \frac{F}{A} \qquad \text{หรือ} \qquad \mathbf{F = PA}$$

ความดันเป็นปริมาณ สเกลาร์ มีหน่วย นิวตันต่อตารางเมตร ($N/m^2$) หรือ พาสคัล (Pascal)

**1.2 ความดันในของเหลว** คือ แรงเนื่องจากน้ำหนักของของเหลวที่กดทับต่อพื้นที่ที่รองรับที่ระดับความลึกค่าหนึ่ง ความดันในของเหลวเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาแน่นและความลึกแต่ไม่ขึ้นกับปริมาตร ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์ แต่แรงดันเป็นปริมาณเวกเตอร์ที่ทิศกระทำตั้งฉากต่อผนังภาชนะเสมอ

**1.3 ความดันเกจ** (gauge pressure) เป็นความดันเนื่องจากน้ำหนักของของเหลวเพียงอย่างเดียว

**1.4 ความดันสัมบูรณ์** (absolute pressure) เป็นผลรวมของความดันเกจกับความดันบรรยากาศ

**2. จุดประสงค์การเรียนรู้**

2.1 อธิบายได้ว่าความดันในของเหลว คือ ขนาดแรงในของเหลวที่กระทำตั้งฉากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่สัมผัสของเหลว

2.2 อธิบายได้ว่า ความดันในของเหลวไม่ขึ้นกับปริมาตร แต่ขึ้นกับความหนาแน่นและความลึกของของเหลว

2.3 อธิบายได้ว่า ความดันในของเหลวเกิดจากน้ำหนักของของเหลว และบอกความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ความลึก ความหนาแน่นของของเหลวและความเร่งเนื่องจากค่า g ของโลกได้

2.4 บอกความหมายของความดันเกจ ความดันสมบูรณ์และคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

2.5 สามารถนำหลักการความดันไปใช้ในการอธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือวัดความดันและสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

**3. วัสดุ อุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรม**

**สิ่งที่ครูต้องเตรียม / ห้อง**

3.1 แมนอมิเตอร์ (เครื่องวัดความดัน)

3.2 น้ำ น้ำเกลือ กลีเซอรีน

3.3 กระบอกตวง

3.4 ภาชนะบรรจุของเหลวขนาดต่างๆ

**4. สื่อการเรียนรู้**

4.1 ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ความดันในของเหลว

4.2 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความดันในของเหลว

4.3 ใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ความดันในของเหลว

**5. กระบวนการจัดการเรียนรู้**

5.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 4 - 5 คน (กลุ่มเดิมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

5.2 ครูนำเสนอสถานการณ์ตามใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ความดันในของเหลวดังต่อไปนี้

**กิจกรรมที่ 2.1 เรื่อง ความดันและความลึกในของเหลว**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

ครูนำอุปกรณ์ ได้แก่ แมนอมิเตอร์ น้ำและกระบอกตวง มาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "ถ้าจุ่มหลอดแก้วลงในน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ กันสเกลอ่านค่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร" (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนาย

และอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 10 นาที

**ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 และใบความรู้ที่ 2 ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 2.1 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความดันกับความลึกในของเหลว เมื่อความหนาแน่นของของเหลวมีค่าคงตัว หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "ที่ระดับความลึกเพิ่มขึ้น ความดันจะเพิ่มขึ้น หรือความดันในของเหลวแปรผันตรงกับความลึก ($P \propto h$) เมื่อความหนาแน่นของของเหลวมีค่าคงตัว "ใช้เวลา 20 นาที

**กิจกรรมที่ 2.2 เรื่อง ความดันและความหนาแน่น**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

ครูนำของเหลว 3 ชนิด ได้แก่ น้ำ น้ำเกลือ และกลีเซอรีน พร้อมทั้งอุปกรณ์ได้แก่ แมนอมิเตอร์ และกระบอกตวงมาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "เมื่อจุ่มหลอดแก้วลงในของเหลวต่างชนิดกัน ที่ระดับความลึกเท่ากัน สเกลอ่านค่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร เพราะเหตุใด" (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 10 นาที

**ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 2.2 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความดันกับความหนาแน่น หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม " ของเหลวที่มีความหนาแน่นมาก จะมีความดันมาก ส่วนของเหลวที่มีความหนาแน่นน้อยจะมีความดันน้อย หรือ ความดันแปรผันตรงกับความหนาแน่น ($P \propto \rho$)" ใช้เวลา 20 นาที

**กิจกรรมที่ 2.3 เรื่อง ความดันและปริมาตรของของเหลว**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

ครูนำน้ำ ภาชนะบรรจุของเหลวขนาดต่างๆ 3 ขนาด พร้อมทั้งอุปกรณ์ได้แก่ แมนอมิเตอร์ และกระบอกตวง มาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "ในของเหลวชนิดเดียวกัน ที่ระดับความลึกเท่ากัน จะมีค่าความดันเท่ากันหรือไม่ (เมื่อภาชนะที่บรรจุของเหลวมีขนาดต่างกัน) เพราะเหตุใด " (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 10 นาที

**ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 2.3 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง

**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับความดันกับปริมาตรของของเหลว หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "ความดันกับปริมาตรไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากความดันในของเหลวชนิดเดียวกันที่ระดับความลึกเท่ากันมีค่าเท่ากันเสมอ โดยรูปทรงของภาชนะที่บรรจุไม่มีผลใดๆ ต่อความดันเลย" ใช้เวลา 20 นาที

ครูอธิบายเพิ่มเติม เรื่อง ความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ การคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความดัน, เครื่องมือวัดความดัน และความดันในชีวิตประจำวัน ใช้เวลา 30 นาที

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ความดัน เป็นเวลา 30 นาที

## 6. แนวการประเมินการเรียนรู้

การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน มีดังนี้

**6.1 การวัดและการประเมินผล**

6.1.1 การตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรม

6.1.2 การทำใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ความดันในของเหลว

6.1.3 การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

**6.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน**

6.2.1 แบบบันทึกกิจกรรม

6.2.2 ใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง ความดันในของเหลว

6.2.3 แบบสังเกตการทำกิจกรรม

**6.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล**

6.3.1 การตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมและใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ

ตอบคำถามอธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ระดับ 5 คะแนน

ตอบถูก แต่อธิบายได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ ระดับ 3 คะแนน

ตอบไม่ถูก แต่อธิบายได้เหตุผลใกล้เคียง ระดับ 2 คะแนน

6.3.2 แบบบันทึกพฤติกรรม พฤติกรรมที่สังเกต ประกอบด้วย 5 รายการ ได้แก่

(1) ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

(2) มีส่วนร่วมในกิจกรรม

(3) ให้ความช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่ม

(4) รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย

(5) ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| | | | |
|---|---|---|---|
| ระดับดีมาก | ให้ | 4 | คะแนน |
| ระดับดี | ให้ | 3 | คะแนน |
| ระดับพอใช้ | ให้ | 2 | คะแนน |
| ระดับควรปรับปรุง | ให้ | 1 | คะแนน |

**เกณฑ์การประเมิน**

| | | |
|---|---|---|
| คะแนนรวม | 18 – 20 | ดีมาก |
| คะแนนรวม | 15 – 17 | ดี |
| คะแนนรวม | 12 – 14 | พอใช้ |
| คะแนนรวม | 9 – 11 | ปรับปรุง |

**บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้**

บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

.....

.....

ปัญหา /อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(นายยศธร บรรเทิง)

...../...../.....

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้างานวิชาการ/รองผู้อำนวยการ

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

หัวหน้างานวิชาการ/รองผู้อำนวยการ

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนนาเยียศึกษารัชมังคลาภิเษก

...../...../.....

**แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน**

**เรื่อง.....**

**กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

| รายชื่อสมาชิก | รายการประเมิน | | | | | รวม (20) | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 (4) | 2 (4) | 3 (4) | 4 (4) | 5 (4) | | |
| 1..... | | | | | | | |
| 2..... | | | | | | | |
| 3..... | | | | | | | |
| 4..... | | | | | | | |
| 5..... | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**รายการประเมิน**

1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน
3. มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย
4. มีขั้นตอนทำงานเป็นระบบ
5. ใช้เวลาทำงานอย่างเหมาะสม

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ระดับดีมาก ให้ 4 คะแนน
ระดับดี ให้ 3 คะแนน
ระดับพอใช้ ให้ 2 คะแนน
ระดับควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

**เกณฑ์การประเมิน**

คะแนนรวม 18 – 20 ดีมาก
คะแนนรวม 15 – 17 ดี
คะแนนรวม 12 – 14 พอใช้
คะแนนรวม 9 – 11 ปรับปรุง

**หมายเหตุ** คะแนนรวม 12 คะแนน ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

**แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลอง**

**เรื่อง.....**

**กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

| รายชื่อสมาชิก | รายการประเมิน | | | | | รวม (20) | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 (4) | 2 (4) | 3 (4) | 4 (4) | 5 (4) | | |
| 1..... | | | | | | | |
| 2..... | | | | | | | |
| 3..... | | | | | | | |
| 4..... | | | | | | | |
| 5..... | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**รายการประเมิน**

1. การวางแผนปฏิบัติการทดลอง
2. การแก้ไขปัญหา
3. การมีทักษะในการทดลอง
4. การเลือกใช้อุปกรณ์
5. การนำเสนอข้อมูล

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ระดับดีมาก ให้ 4 คะแนน

ระดับดี ให้ 3 คะแนน

ระดับพอใช้ ให้ 2 คะแนน

ระดับควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

**เกณฑ์การประเมิน**

คะแนนรวม 18 – 20 ดีมาก

คะแนนรวม 15 – 17 ดี

คะแนนรวม 12 – 14 พอใช้

คะแนนรวม 9 – 11 ปรับปรุง

**หมายเหตุ** คะแนนรวม 12 คะแนนขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

**แบบประเมินการบันทึกกิจกรรมการทดลอง**

**เรื่อง.....**

**กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

| รายชื่อสมาชิก | รายการประเมิน | | | | | รวม (20) | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 (4) | 2 (4) | 3 (4) | 4 (4) | 5 (4) | | |
| 1..... | | | | | | | |
| 2..... | | | | | | | |
| 3..... | | | | | | | |
| 4..... | | | | | | | |
| 5..... | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**รายการประเมิน**

1. คาดคะเนสถานการณ์สมเหตุสมผล
2. รวบรวมเรียบเรียงข้อมูลที่ต้องการได้
3. นำเสนอในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้
4. วิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีหลักการ
5. อภิปรายและสรุปผลได้ถูกต้อง

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| | | | |
|---|---|---|---|
| ระดับดีมาก | ให้ | 4 | คะแนน |
| ระดับดี | ให้ | 3 | คะแนน |
| ระดับพอใช้ | ให้ | 2 | คะแนน |
| ระดับควรปรับปรุง | ให้ | 1 | คะแนน |

**เกณฑ์การประเมิน**

| | | |
|---|---|---|
| คะแนนรวม | 18 – 20 | ดีมาก |
| คะแนนรวม | 15 – 17 | ดี |
| คะแนนรวม | 12 – 14 | พอใช้ |
| คะแนนรวม | 9 – 11 | ปรับปรุง |

**หมายเหตุ** คะแนนรวม 12 คะแนน ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

## ใบความรู้ที่ 2
## เรื่อง ความดันในของเหลว

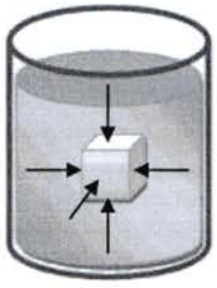
### 2.1 ความดันในของเหลว

ถ้านำขวดพลาสติกมาเจาะรูให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร หลายๆ รู ณ ตำแหน่ง ต่างๆ กัน รอบขวด แล้วใส่น้ำจนเต็มขวด สังเกตการพุ่งน้ำออกจากรู ดังรูป 2.1

**รูป 2.1** ลักษณะของสายน้ำที่พุ่งออกจากรู ณ ตำแหน่งต่างๆ บนขวดพลาสติด

การที่น้ำพุ่งออกจากรู แสดงว่า มีแรงกระทำต่อน้ำ แรงดันนี้ดันให้น้ำออกมาในทิศตั้งฉากกับผนังภาชนะที่ตำแหน่งที่เจาะรู ไม่ว่าผนังจะอยู่ในแนวใด ถ้าปิดรูแรงกระทำนี้ก็ยังมีอยู่ และจะกระทำต่อผนังภาชนะและวัตถุทุกส่วนที่สัมผัสของเหลวและแรงมีทิศตั้งฉากกับผนังส่วนนั้น ดังรูป 2.2 ขนาดของแรงดันที่กระทำตั้งฉากต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย เรียกว่า **ความดัน** ( pressure )

ก. แรงที่ของเหลวกระทำต่อผนังภาชนะ



ข. แรงที่ของเหลวกระทำต่อวัตถุที่จม

**รูปที่ 2.2** ทิศทางของแรงที่ของเหลวกระทำต่อผนังภาชนะและต่อวัตถุที่จมในของเหลว

ถ้าให้ F เป็นวัตถุที่ของเหลวกระทำตั้งฉากกับพื้นที่ A และ P เป็นความดันที่เกิดจากของเหลว กระทำบนพื้นที่ A จะเขียนได้ว่า

$$\mathbf{P = \frac{F}{A}} \quad \textbf{หรือ} \quad \mathbf{F = PA}$$

ความดันเป็นปริมาณสเกลาร์ มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร ($N/m^2$) หรือ พาสคัล (passcal) ซึ่งย่อว่า Pa

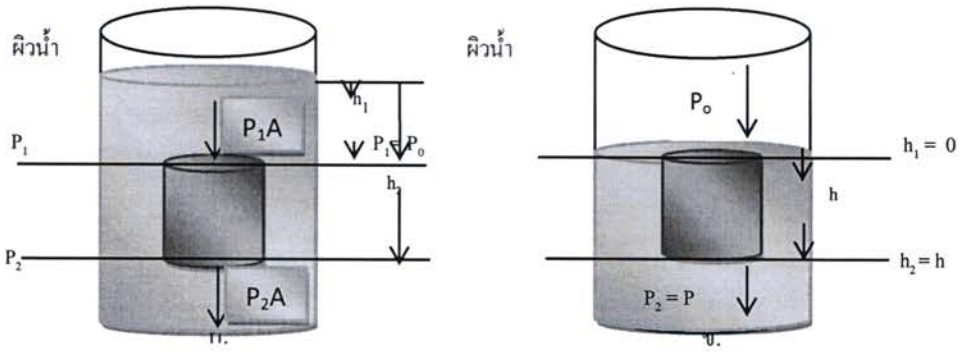
**2.1.1 ความดันในของเหลวขึ้นอยู่กับความลึก**

คนที่เคยดำน้ำจะพบว่ารู้สึกว่าปวดแก้วหู ถ้าดำน้ำยิ่งลึกมากขึ้น ก็จะยิ่งปวดแก้วหูมากขึ้น แสดงว่าแรงกดของน้ำที่กระทำต่อแก้วหูมีค่าเพิ่มตามความลึก แต่เนื่องจากพื้นที่ของแก้วหูไม่เปลี่ยนแปลง จึงแสดงว่า ความดันในของเหลวมีค่าเพิ่มตามความลึก พบว่าความดันในของเหลวแปรผันตรงกับความลึกและความหนาแน่นของของเหลว เราอาจหาความสัมพันธ์ได้จากการพิจารณาเชิงทฤษฎี ดังนี้

พิจารณาของเหลวที่มีความหนาแน่น $\rho$ และ อยู่นิ่งในภาชนะเปิดสู่อากาศ จากนั้นจินตนาการว่ามีของเหลวรูปทรงกระบอกพื้นที่หน้าตัด A (ส่วนที่แรเงา) ซึ่งผิวบนและผิวล่างอยู่ลึกจากผิวของเหลว $h_1$ และ $h_2$ ตามลำดับ ดังรูป 2.3 ก น้ำหนักของของเหลวรูปทรงกระบอกเท่ากับ

$$W = \rho Vg = \rho A (h_1 - h_2) g$$

ถ้าความดันของของเหลวที่ผิวบนและล่างของทรงกระบอกเท่ากับ $P_1$ และ $P_2$ ตามลำดับ แรงกระทำของของเหลวที่ผิวทั้งสองแสดงดังรูป 2.3 ข. เนื่องจากของเหลวทรงกระบอกอยู่ในสมดุลกล่าวคือ อยู่นิ่ง




**รูป 2.3** ก. แรงที่กระทำต่อของเหลวทรงกระบอกที่ตำแหน่งต่างๆ

ข. พิจารณาความดันของของเหลวที่จุดลึก h ผิวบนมีความดัน 1 บรรยากาศ

จากกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน จะได้

$$P_2A = W + P_1A = \rho A (h_2 - h_1) g + P_1A$$

นำ A ไปหารทั้งสองข้างของสมการ จากนั้นนำ $P_1$ ลบทั้งสองข้างของสมการจะได้

$$P_2 - P_1 = \rho g( h_2 - h_1) \quad \text{.....2.3 ก.}$$

นั่นคือ ความแตกต่างของความดันขึ้นกับความแตกต่างของความลึก สมการ 2.3 ก. อาจเขียนได้ว่า

$$\Delta P_1 = \rho g \Delta h \quad \text{.....2.3 ข.}$$

สมการนี้ใช้ได้กับของไหลเนื้อเดียวที่ต่อเนื่องถึงกันเท่านั้น

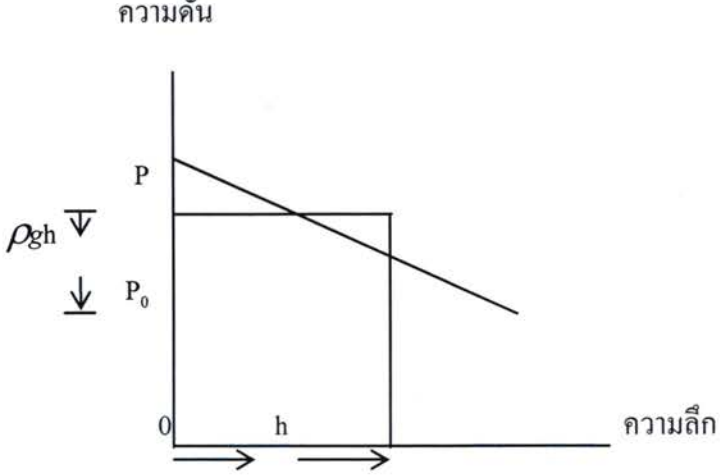
ในรูป 2.3 ข. ที่ผิวของเหลวที่เปิดออกสู่บรรยากาศ มีความดันเท่ากับความดันบรรยากาศ หรือ $P_0$ ถ้าให้ระดับความลึก $h_1$ เท่ากับ 0 ที่ระดับ $h_2$ มีความลึก h มีความดันเท่ากับ P แทนในสมการ (2.3 ข.) จะได้

$$P - P_0 = \rho gh$$

หรือ

$$P = P_0 + \rho gh$$

จึงกล่าวได้ว่า ความดันในของเหลวที่มีความหนาแน่น $\rho$ ที่ระดับลึก h จากผิวของเหลวที่บรรจุในภาชนะเปิดสู่บรรยากาศเท่ากับผลรวมของความดันบรรยากาศ $P_0$ กับปริมาณ $\rho gh$




**รูป 2.4** กราฟความดันของของเหลวกับระยะความลึกจากผิวของเหลว

เนื่องจาก $P_0$ และ g ในสมการ 2.3 เป็นค่าคงตัว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ความดันในของเหลวชนิดเดียวกันที่ระดับลึกเดียวกันมีค่าเท่ากันเสมอ โดยรูปทรงของภาชนะที่บรรจุไม่มีผลใดๆ ต่อความดันเลย

สำหรับปริมาณ $\rho gh$ เป็นความดันในของเหลวที่ระดับความลึก h ซึ่งเกิดจากน้ำหนักของเหลวเพียงอย่างเดียว ความดันนี้เรียกว่า ความดันเกจ (gauge pressure) แทนด้วยสัญลักษณ์ Pg

ผลรวมความดันบรรยากาศกับความดันเกจ เรียกว่า ความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure)

โดยปกติเรามักจะไม่รับรู้กับความดันปกติ $P_0$ ของบรรยากาศ เพราะมีความคุ้นเคยกับแรงจากความดันนี้ ซึ่งกระทำต่อร่างการทุกทิศทางมาตั้งแต่เกิด แต่ร่างกายจะตอบสนองต่อความดันเกจ เช่น คนที่ดำลงใต้น้ำอย่างรวดเร็ว ความดันเกจเพิ่มขึ้นเร็วมาก ร่างกายปรับไม่ทันอาจเป็นอันตรายมาก

**ตัวอย่าง 2.1 ความดันเกจและความดันสัมบูรณ์**

เรือดำน้ำลำหนึ่งอยู่ที่ระดับความลึก 100 เมตร จงหาความดันเกจและความดันสัมบูรณ์ของน้ำที่ระดับความลึกนี้ ถ้าน้ำทะเลมีความหนาแน่น $1.024 \times 10^3$ กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลเท่ากับ $1.013 \times 10^5$ พาสคัล (กำหนดให้ g เท่ากับ 9.8 เมตรต่อวินาที$^2$)

**แนวคิด** ความดันเกจเป็นความดันในของเหลวที่ระดับความลึก h ซึ่ง h ในกรณีนี้มีค่าเท่ากับ 100 เมตร ดังนั้นสามารถหาความดันเกจได้จาก $P_g = \rho gh$ ส่วนความดันสัมบูรณ์เป็นผลรวมของความดันบรรยากาศกับความดันเกจ ดังนั้นเราสามารถหาความดันสัมบูรณ์ได้จาก $P = P_0 + P_g$

**วิธีทำ**

ก. หาความดันเกจจาก $P_g = \rho gh$

ดังนั้น $P_g = (1.024 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(9.8 \text{ m/s}^2)(100\text{m})$

$= 1.0035 \times 10^6$ Pa

ข. หาความดันสัมบูรณ์ $P = P_0 + P_g$

เมื่อ $P_0 = 1.013 \times 10^5$ Pa

$P = (1.013 \times 10^5 \text{ Pa}) + (1.0035 \times 10^6 \text{ Pa})$

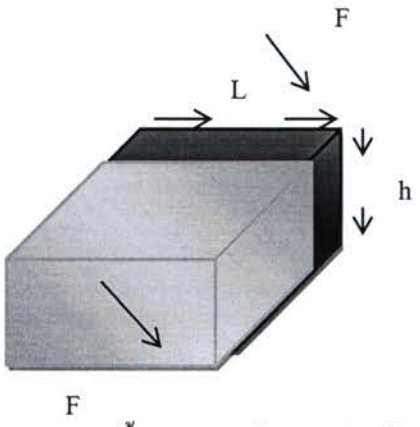
$= 1.1048 \times 10^6$ Pa

**ตอบ** ความดันเกจและความดันสัมบูรณ์ที่ตัวเรือดำน้ำเท่ากับ $1.00 \times 10^6$ พาสคัล และ$1.10 \times 10^6$ พาสคัล

**ตัวอย่าง 2.2 แรงที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำ**

ประตูกั้นน้ำแห่งหนึ่งตั้งอยู่ในแนวดิ่งกว้าง L สูง h เมื่อระดับน้ำสูงสุด แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำเป็นเท่าใด

**แนวคิด** ประตูกั้นน้ำที่ผนังด้านสัมผัสน้ำตั้งอยู่ในแนวดิ่ง ดังรูป จะมีแรง F ที่น้ำกระทำต่อประตูกั้นน้ำในทิศทางตั้งฉาก ดังรูป ขนาดของแรงหาได้จากผลคูณระหว่างความดันของน้ำกับพื้นที่ผนังประตูกั้นน้ำ




**วิธีทำ** เนื่องจากความดันในของเหลวขึ้นกับความลึกแบบเชิงเส้น ดังกราฟรูป 2.4 ดังนั้นจึงต้องใช้ความดันเฉลี่ย ซึ่งหาได้ดังนี้

ความดันเฉลี่ย $= \frac{1}{2}$ (ความดันที่จุดสูงสุด + ความดันที่จุดต่ำสุด)

จากสมการ 2.3 จะได้

ความดันเฉลี่ย $= \frac{1}{2}\left[ P_0 + ( P_0 + \rho gh) \right] = P_0 + \frac{1}{2} \rho gh$

แต่พื้นที่ผนังประตูกั้นน้ำ คือ Lh

ดังนั้นแรง F ที่กระทำต่อผนังประตูกั้นน้ำ

$$F = (P_0 + \frac{1}{2} \rho gh)(Lh)$$

หรือ $$F = P_0Lh + \frac{1}{2} \rho gLh^2$$

โดยที่ $P_0Lh$ เป็นแรงส่วนที่มาจากความดันบรรยากาศ

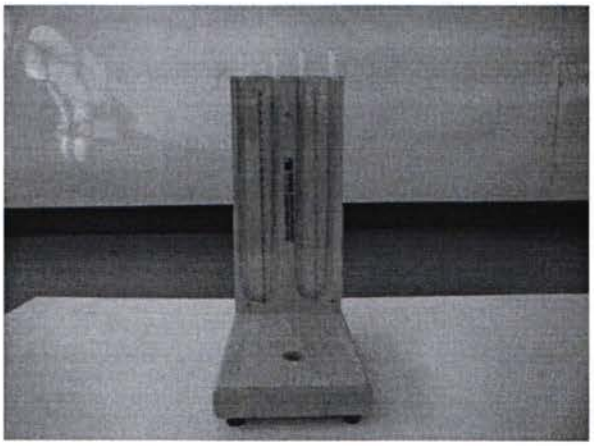
อนึ่งทางผนังอีกด้านของเขื่อนนั้น มีแรงกระทำของบรรยากาศ $F'$ ซึ่งเท่ากับ $P_0Lh$ ดังนั้นแรงลัพธ์ที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำจะเท่ากับ $\frac{1}{2} \rho gLh^2$ ซึ่งเป็นแรงลัพธ์เฉพาะที่มาจากความดันเกจ ของน้ำเท่านั้น

**ตอบ** แรงลัพธ์ที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{2} \rho gLh^2$

### 2.1.2 เครื่องวัดความดัน

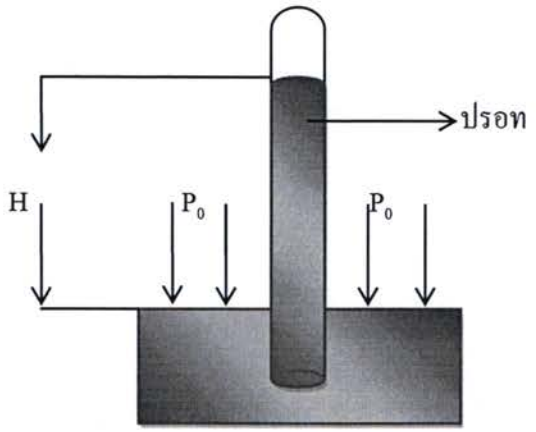
ความดันของแก๊สหุงต้มในถังแก๊ส ความดันของบรรยากาศขณะเวลาต่างๆ ความดันของแก๊สในยางรถยนต์ หรือความดันของน้ำประปา ล้วนเป็นความดันที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของทุกคน ความดันของของไหลเหล่านี้ วัดค่าได้อย่างไร เครื่องวัดของความดันของไหลเหล่านี้มีหลายรูปแบบ เช่น แมนอมิเตอร์ แบรอมิเตอร์และเครื่องวัดบูร์ดอน เครื่องวัดความดันเหล่านี้มีหลักการทำงานต่างกันอย่างไร ในที่นี้จะกล่าวถึงพอสังเขป

**แมนอมิเตอร์** (manormeter) เป็นเครื่องมือวัดความดันของของไหลชนิดหนึ่ง ประกอบด้วย หลอดแก้วรูปตัวยู มีของเหลวบรรจุไว้ภายใน ดังรูป 2.5 ปลายข้างหนึ่งอาจเปิดสู่บรรยากาศ ถ้าต้องการวัดความดันเทียบกับความดันบรรยากาศ แต่อาจใช้เทียบกับความดันอื่นก็ได้ และการรู้ความต่าง ระดับของเหลวในหลอดทั้งสองข้างจะทำให้สามารถหาความดันที่แตกต่างกันได้ เมื่อทราบความหนาแน่นของของเหลว



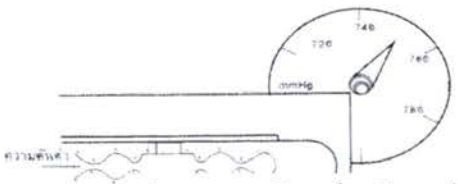
**รูป 2.5** แมนอมิเตอร์

**แบรอมิเตอร์ปรอท** (mercuty barometer) เป็นเครื่องมือที่ใช้ปรอทวัดความดันบรรยากาศได้โดยตรงซึ่งประดิษฐ์โดย ทอร์ริเซลลี (Torricelli) ชาวอิตาเลียน ในปี พ.ศ.2186 แบรอมิเตอร์ปรอท ประกอบด้วยหลอดแก้วทรงกระบอกยาวประมาณ 80 เซนติเมตร ปลายข้างหนึ่งเปิด เมื่อบรรจุปรอทจนเต็มแล้วคว่ำลงในอ่างปรอทโดยไม่ให้อากาศเข้าในหลอด เมื่อยกหลอดตั้งขึ้น จะเกิดสุญญากาศด้านปลายเปิด ดังนั้นบริเวณตอนบนของหลอด จึงไม่มีความดันอากาศ และลำปรอทยังคงระดับความสูงได้นั้นเพราะความดันบรรยากาศภายนอกที่กระทำผิวปรอทในอ่างปรอทซึ่งมีความดันอากาศ $P_0$ นี้สมดุลกับความดันเนื่องจากน้ำหนักของลำปรอทที่ h ดังนั้นความดันบรรยากาศ $P_0$ จึงมีค่าเท่ากับ $\rho gh$ เมื่อ $\rho$ เป็นความหนาแน่นของปรอท




**รูป 2.6** หลักการทำงานของบารอมิเตอร์ปรอท

**แบรอมิเตอร์แอนีรอยด์** (aneroid barometer) เป็นเครื่องมือวัดความดันอากาศหรือแก๊สอีกแบบหนึ่ง มีลักษณะเป็นกล่องโลหะที่ภายในบรรจุอากาศที่มีความดันต่ำ ตัวกล่องวางอยู่ระหว่างแผ่นสปริงซึ่งมีอุปกรณ์กลไกต่อกับเข็มชี้

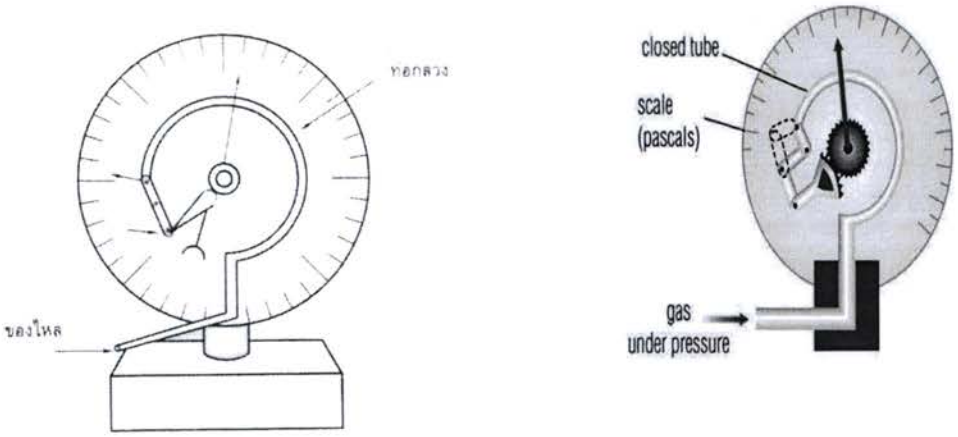


**รูป 2.7** แบรอมิเตอร์แอนีรอยด์

เมื่อความดันอากาศภายนอกเพิ่มขึ้นหรือลดลงมีผลทำให้กล่องโลหะยุบลง หรือพองออก การเปลี่ยนแปลงขนาดของกล่อง ทำให้เข็มชี้เคลื่อนไหว แสดงความดันอากาศ ณ เวลานั้น แบรอมิเตอร์แอนีรอยด์จำเป็นต้องมีการปรับเทียบกับแบรอมิเตอร์ปรอทก่อนจึงเชื่อถือได้ แต่ก็ใช้งานได้สะดวกกว่า เนื่องจากความดันอากาศ ณ สถานที่ใดขึ้นอยู่กับความสูงของสถานที่นั้นเหนือระดับน้ำทะเล จึงมีการดัดแปลงแบรอมิเตอร์แอนีรอยด์ให้เป็นเครื่องวัดความสูง หรือที่เรียกว่า อัลติมิเตอร์ (Altimeter) ซึ่งสามารถวัดระดับเพดานบินของเครื่องบินได้

**เครื่องวัดบูร์ดอน** ( bourdon gauge ) เป็นอุปกรณ์ที่วัดความดันที่มีความดันสูง เช่น ใช้ในถังเก็บลมสำหรับเติมยางรถยนต์ ถังแก๊สหุงต้มหรือแก๊สในยางรถยนต์ เป็นต้น

อุปกรณ์มีลักษณะเป็นท่อกลวงรูปก้นหอย ปลายด้านหนึ่งต่อกับของไหลที่ต้องการวัดความดัน ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปิด เมื่อของไหลเข้าไปในท่อ ความดันของไหลจะทำให้ท่อยืดออก จึงมีผลทำให้เข็มที่ติดอยู่ตรงปลายท่อเบนไปจากตำแหน่งเดิม ซึ่งปริมาณการเบนจะบอกความดันในของไหลนั้น

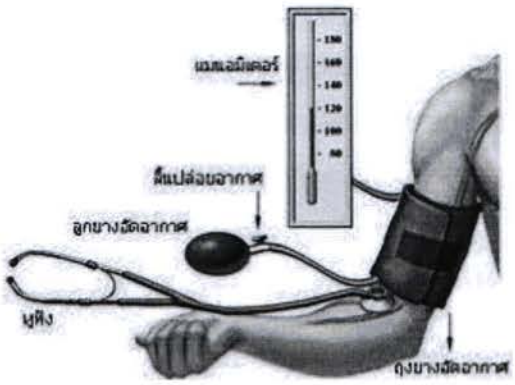



**รูป 2.7** เครื่องวัดบูร์ดอน

### 2.1.3 ความดันกับชีวิตประจำวัน

ในชีวิตประจำวัน เราต้องเกี่ยวข้องกับความดันตลอดเวลา ดังจะเห็นได้จากอุปกรณ์หลายอย่างที่เราใช้ในการทำงานต้องอาศัยความดันบรรยากาศทั้งสิ้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

เครื่องวัดความดันโลหิต ทำด้วยแมนอมิเตอร์หลอดแก้วรูปตัวยู ซึ่งมีปรอทบรรจุอยู่ภายใน ปลายข้างหนึ่งของหลอดมีท่อยางสวมต่อกับถุงอากาศ (cuff) และมีลูกยางสำหรับอัดอากาศเข้าถุงอากาศ ในการวัดความดันโลหิต ผู้วัดจะต้องพันถุงอากาศเข้ากับท่อนแขนของผู้ป่วย แล้วบีบลูกยาง เพื่ออัดอากาศเข้าไปให้มากพอที่จะบีบเส้นเลือด ห้ามไม่ให้โลหิตไหลไปปลายแขนได้ จากนั้นผู้วัดจะเปิดลิ้นปล่อยอากาศในถุงออกช้าๆพร้อมกับใช้หูฟังฟังเสียงที่เส้นเลือดใหญ่บริเวณแขนด้านหน้า ดังรูป 2.9




**รูป 2.9** การวัดความดันโลหิต

ขณะที่ความดันอากาศในถุงสูงกว่าความดันโลหิตจะไม่ได้ยินเสียง เมื่อความดันอากาศในถุงเท่ากับความดันดลหิตในเส้นเลือด โลหิตจะเริ่มไหลไปสู่ปลายแขน ซึ่งจะได้ยินเสียงชัดจากหูฟัง ความดันที่อ่านได้ในครั้งแรกนี้จะเป็นความดันระยะหัวใจบีบตัว (systolic pressure) ที่เกิดจากหัวใจบีบตัวส่งโลหิตไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย จากนั้นผู้วัดก็ค่อยๆ ปล่อยอากาศออกจากถุง เสียงจะดังชัดขึ้นจนกระทั่งเสียงที่ได้ยินตอนแรกจะเงียบลง ความดันที่อ่านได้ในขณะนี้เป็นความดันระยะหัวใจคลายตัว (diastolic pressure)

ร่างกายคนปกติจะมีความดันระยะหัวใจบีบตัวประมาณ 120 มิลลิเมตรของปรอท และความดันระยะหัวใจคลายตัวประมาณ 80 มิลลิเมตรของปรอท (ความดันนี้เป็นความดันเกจ) การวัดความดันโลหิตอาจใช้อุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์มาประกอบกับตัวรับรู้ความดัน (pressure sensor) และมีมอเตอร์อัตโนมัติสำหรับสูบอากาศในตัว ซึ่งจะอ่านความดันเป็นตัวเลขได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้แมนอมิเตอร์

**หลอดดูด** เมื่อใช้หลอดดูดเครื่องดื่ม ความดันอากาศในหลอดดูดจะลดลง ความดันอากาศภายนอกซึ่งมากกว่าก็จะสามารถดันของเหลวขึ้นไปในหลอดดูดจนกระทั่งของเหลวไหลเข้าปาก

**ยางติดผนัง** เมื่อออกแรงกดแผ่นยางติดบนผนังผิวเรียบ เช่นผนังที่ทำด้วยกระจก อากาศที่อยู่ระหว่างแผ่นยางและกระจกจะถูกขับออก ทำให้บริเวณดังกล่าวเกือบเป็นสุญญากาศ อากาศภายนอกซึ่งมีความดันสูงกว่า จะกดผิวแผ่นยางให้แนบติดแผ่นกระจก

## ใบกิจกรรมที่ 2.1

## เรื่อง ความดันและความลึกในของเหลว

**จุดประสงค์**

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความลึกในของเหลว เมื่อความหนาแน่นของของเหลวมีค่าคงตัว

**อุปกรณ์**

1. แมนอมิเตอร์ (เครื่องวัดความดัน)
2. น้ำ
3. กระบอกตวง

**คำถาม** นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น(สเกลอ่านค่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร) เมื่อจุ่มหลอดแก้วลงในน้ำที่ระดับความลึกต่างๆ กัน

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

.....

.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. จุ่มหลอดแก้ววัดความดันของแมนอมิเตอร์ลงในของเหลว(น้ำ) เลื่อนหลอดแก้วให้มีระดับความลึก h ต่างๆ กัน บันทึกผลการทดลอง

2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและระดับความลึก h ในของเหลว

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 2.2

## เรื่อง ความดันและความหนาแน่น

**จุดประสงค์**

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความหนาแน่นของของเหลว เมื่อความลึกมีค่าคงตัว

**อุปกรณ์**

1. แมนอมิเตอร์ (เครื่องวัดความดัน)
2. น้ำ น้ำเกลือ กลีเซอรีน
3. กระบอกตวง

**คำถาม** นักเรียนคิดว่าจะเกิดอะไรขึ้น (สเกลอ่านค่ามีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร) เมื่อจุ่มหลอดแก้วลงในของเหลวต่างชนิดกัน ที่ระดับความลึกเท่ากัน

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. จุ่มหลอดแก้ววัดความดันของแมนอมิเตอร์ลงในน้ำ น้ำเกลือ และกลีเซอรีน ที่ระดับความลึกเท่ากัน วัดค่าความดันแต่ละครั้งที่ได้ แล้วบันทึกผลการทดลอง
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความหนาแน่น

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 2.3

## เรื่อง ความดันและปริมาตรของของเหลว

**จุดประสงค์**

เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับปริมาตรของของเหลว เมื่อความหนาแน่นและความลึกของของเหลวมีค่าคงตัว

**อุปกรณ์**

1. แมนอมิเตอร์ (เครื่องวัดความดัน)
2. น้ำ
3. ภาชนะบรรจุของเหลวขนาดต่างๆ

**คำถาม** ในของเหลวชนิดเดียวกัน ที่ระดับความลึกเท่ากัน จะมีค่าความดันเท่ากันหรือไม่ (เมื่อภาชนะที่บรรจุของเหลวมีรูปร่างต่างกัน) จงอธิบาย

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. วัดค่าความดันน้ำที่ระดับความลึก h เดียวกันโดยเปลี่ยนภาชนะที่มีปริมาตรแตกต่างกัน วัดค่าแต่ละครั้ง แล้วบันทึกผลการทดลอง
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตร

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

**ใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ**

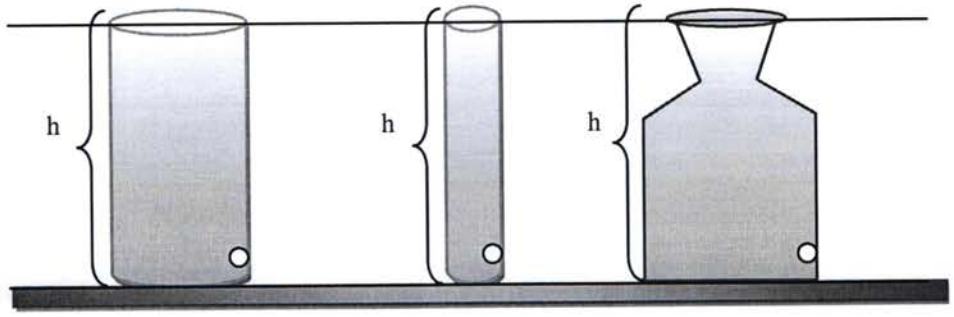
**เรื่อง ความดัน**

**ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....**

**วัน/เดือน/ปี.....**

**<u>คำสั่ง</u> กิจกรรมทดสอบความเข้าใจมีทั้งหมด 1 ข้อ ให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลประกอบ**

จากการทดลองที่ 1 กำหนดภาชนะที่มีรูปร่าง และปริมาตรแตกต่างกัน บรรจุน้ำ แล้วเจาะรู ดังภาพ ก




**ภาพ ก**

จากผลการทดลองตามภาพ ก ความดันที่กระทำต่อรูที่ 1, 2, และ 3 เท่ากันหรือไม่ อย่างไร ให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**ค.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แรงลอยตัว**

**แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3**

**รายวิชา ว 30202 (ฟิสิกส์ 2)** **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

**หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ของไหลสถิต** **หัวข้อเรื่อง แรงลอยตัว** **เวลา 4 ชั่วโมง**

**สอนวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. .....** **เวลา 2 ชั่วโมง**

**สอนวัน.....ที่.....เดือน.....พ.ศ. .....** **เวลา 2 ชั่วโมง**

**ครูผู้สอน นายยศธร บรรเทิง**

---

**1. แนวคิดสำคัญ**

**1. แรงลอยตัวหรือแรงพยุงของของเหลว (Buoyancy Force)** คือ แรงที่ของเหลวพยุงวัตถุไว้ แล้ววัตถุอยู่ในของเหลวนั้น วัตถุที่อยู่ในของเหลว อยู่ได้ใน 3 ลักษณะ คือ

1.1 วัตถุลอยในของเหลวแสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นน้อยกว่าของเหลวที่วัตถุนั้นลอยอยู่

1.2 วัตถุลอยปริ่มในของเหลวแสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นเท่ากับของเหลวที่วัตถุนั้นลอยอยู่

1.3 วัตถุจมในของเหลวแสดงว่าวัตถุมีความหนาแน่นมากกว่าของเหลวที่วัตถุนั้นลอยอยู่

ถ้า V คือปริมาตรของวัตถุที่มีความหนาแน่น $\rho$ และ $F_B$ คือแรงลอยตัว จะได้ว่า

$$F_B = \rho g V$$

**2. หลักของอาร์คีมีดิส (Archimedes)** นักปราชญ์ชาวกรีกเป็นผู้ค้นพบธรรมชาติของแรงลอยตัว และได้เสนอหลักการเกี่ยวกับการลอยและการจมของวัตถุ ซึ่งเรียกว่า หลักอาร์คีมีดิส (Archimedes' Principle) ดังนี้ วัตถุที่จมในของเหลวทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วนจะถูกแรงลอยตัวกระทำ และแรงลอยตัวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่

**2. จุดประสงค์การเรียนรู้**

2.1 อธิบายความหมายของแรงลอยตัวได้

2.2 อธิบายหลักการอาร์คีมีดิส และนำไปใช้อธิบายเกี่ยวกับการลอยของวัตถุในของไหลได้

2.3 คำนวณหาแรงลอยตัวและปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

**3. วัสดุ อุปกรณ์สำหรับทำกิจกรรม**

สิ่งที่ครูต้องเตรียม / ห้อง

3.1 น็อต ไม้ ดินน้ำมัน

3.2 เชือกเบา

3.3 ภาชนะบรรจุน้ำ

3.4 ตาชั่ง

3.5 สื่อ Simulation เรื่อง แรงลอยตัว (โปรแกรม PhET)

**4. สื่อการเรียนรู้**

4.1 ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง แรงลอยตัว

4.2 ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แรงลอยตัว

4.3 ใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง แรงลอยตัว

**5. กระบวนการจัดการเรียนรู้**

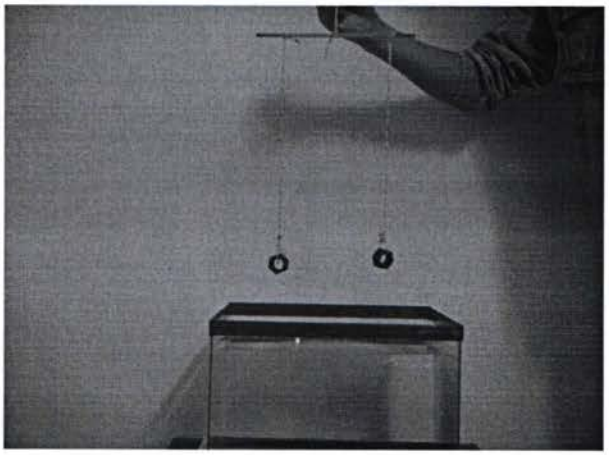
5.1 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 9 กลุ่มๆ ละ 4 - 5 คน (กลุ่มเดิมตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1)

5.2 ครูนำเสนอสถานการณ์ตามใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง แรงลอยตัว ดังต่อไปนี้

**กิจกรรมที่ 3.1 เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 1**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

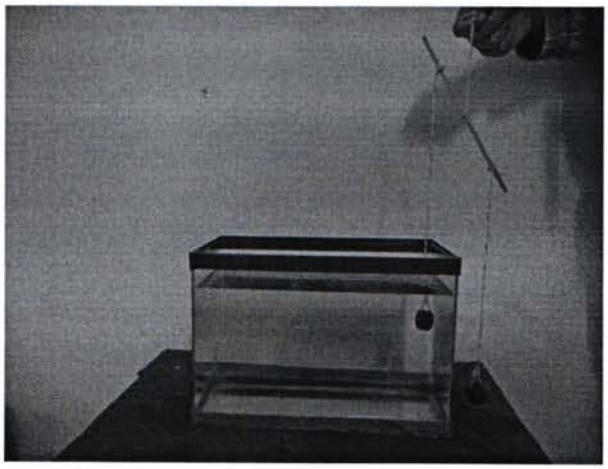
ครูนำอุปกรณ์ได้แก่ น็อต เชือกเบา ไม้ ภาชนะบรรจุน้ำมาแสดงให้นักเรียนดู จัดอุปกรณ์ดังภาพที่ 3.1 แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "ลักษณะคานไม้จะเป็นอย่างไร เมื่อจุ่มน็อตลงทีละข้าง และจุ่มน็อตลงทั้งสองข้างพร้อมกัน เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น" (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็น รายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 10 นาที



**ภาพที่ 3.1** ลักษณะการผูกเชือกกับน็อตและคานไม้ โดยจัดให้สมดุลกัน

**ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูแจกใบกิจกรรมที่ 3.1 ใบความรู้ที่ 3 ให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3.1 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ดังภาพที่ 3.2



**ภาพที่ 3.2** การหย่อนน็อตลงในน้ำที่ละข้างเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของคาน

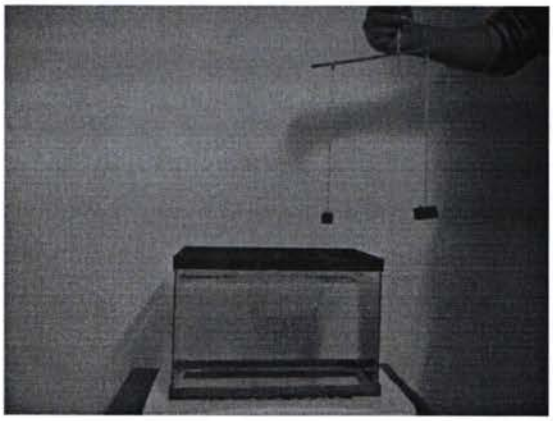
**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแรงลอยตัวในเหลว หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวจะมีแรงยกหรือแรงพยุงมากระทำ เนื่องจากของเหลวนั้นส่งแรงดันกระทำต่อวัตถุเสมอ เรียกแรงนี้ว่า แรงลอยตัว หรือแรงพยุง" ใช้เวลา 20 นาที

**กิจกรรมที่ 3.2 เรื่อง แรงลอยตัวในเหลว 2**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

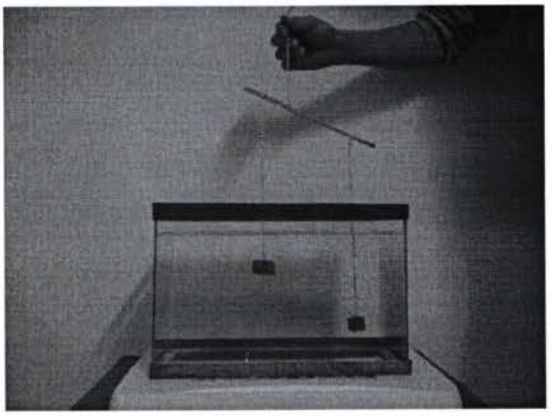
ครูนำอุปกรณ์ได้แก่ ดินน้ำมัน 2 ก้อนที่มีมวลและปริมาตรต่างกัน เชือกเบา ไม้ ภาชนะบรรจุน้ำ มาแสดงให้นักเรียนดู จัดอุปกรณ์ดังภาพที่ 3.3 แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "ลักษณะคานไม้จะเป็นอย่างไร เมื่อจุ่มดินน้ำมันลงทีละข้าง และจุ่มดินน้ำมันลงทั้งสองข้างพร้อมกัน เพราะเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น" (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 10 นาที



**ภาพที่ 3.3** ลักษณะการผูกเชือกกับคานไม้และดินน้ำมันที่มีมวลและปริมาตรต่างกันโดยจัดให้สมดุลกัน

**ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3.2 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง ดังภาพที่ 3.4



**ภาพที่ 3.4** การหย่อนดินน้ำมันลงในน้ำทั้งสองข้างพร้อมกันเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของคาน

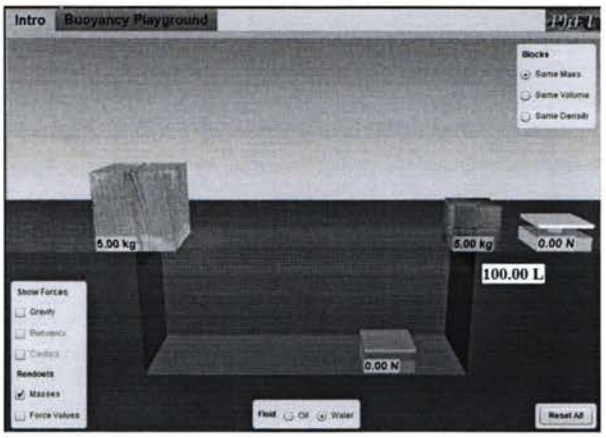
**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับแรงลอยตัวในของเหลว หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "ในวัตถุชนิดเดียวกัน แรงพยุงหรือแรงลอยตัวของน้ำจะเพิ่มขึ้นตามปริมาตรของวัตถุที่มากขึ้นด้วย" ใช้เวลา 20 นาที

**กิจกรรมที่ 3.3 เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 3**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

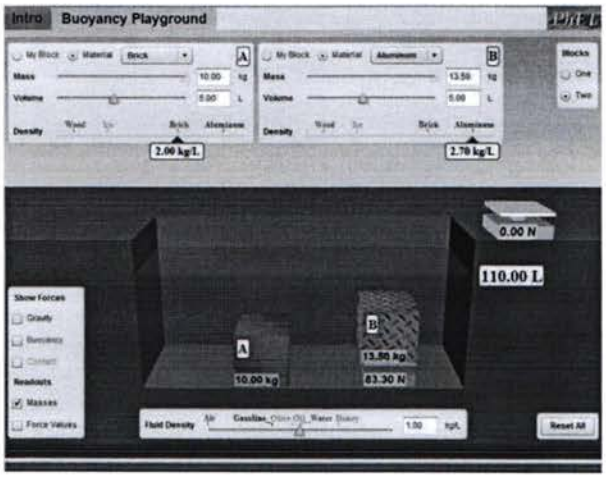
ครูเปิดโปรแกรม PhET เรื่อง แรงลอยตัว มาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "วัตถุต่างชนิดกัน ได้แก่ น้ำแข็ง ไม้ อิฐ อะลูมิเนียม ซึ่งมีปริมาตรเท่ากัน แต่มีน้ำหนักไม่เท่ากัน เมื่อจุ่มลงในน้ำ แรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุทั้ง 4 ชนิดนี้จะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร " (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 5 นาที




**ภาพที่ 3.5** สื่อการสอนจากโปรแกรม PhET เรื่อง แรงลอยตัว

**ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3.3 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง




**ภาพที่ 3.6** การใช้โปรแกรม PhET นำวัตถุต่างชนิดกัน มีปริมาตรเท่ากันแต่มวลไม่เท่ากันไปชั่งในน้ำ

**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

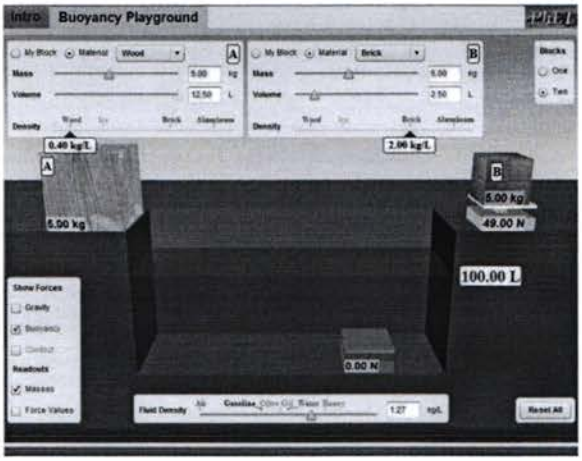
ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับ น้ำหนักและแรงลอยตัว เมื่อวัตถุต่างชนิดกันแต่มีปริมาตรเท่ากัน หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม “สำหรับวัตถุลอยในของเหลวและวัตถุลอยปริ่มในของเหลว ขนาดของแรงลอยตัวจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุที่ชั่งในอากาศ และมีค่า

เท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่ สำหรับวัตถุจมในของเหลว ขนาดของแรงลอยตัวจะน้อยกว่าวัตถุที่ชั่งในอากาศ จะมีค่าเท่ากับน้ำหนักวัตถุที่หายไปในของเหลว ซึ่งเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกแทนที่" ใช้เวลา 10 นาที

**กิจกรรมที่ 3.4 เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 4**

**ขั้นการทำนาย (Predict)**

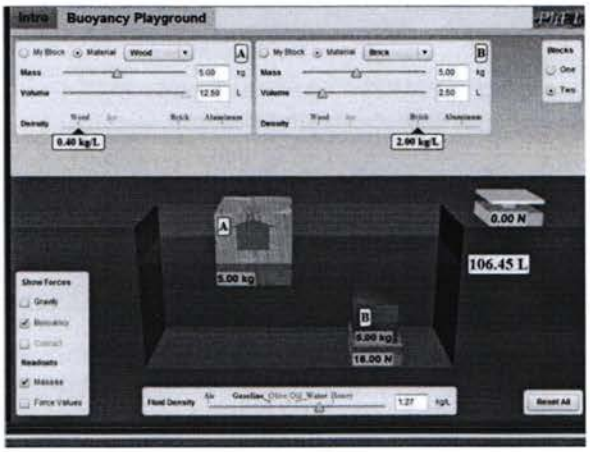
ครูเปิดโปรแกรม PhET เรื่อง แรงลอยตัว มาแสดงให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทำนายว่า "วัตถุต่างชนิดกัน ได้แก่ น้ำแข็ง ไม้ อิฐ อะลูมิเนียม ซึ่งมีน้ำหนักเท่ากัน แต่มีปริมาตรต่างกัน เมื่อจุ่มลงในน้ำ แรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุทั้ง 4 ชนิดนี้จะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร" (โดยให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายบุคคล จากนั้นให้นักเรียนทำนายและอธิบายเหตุผลประกอบเป็นรายกลุ่ม ลงในแบบบันทึกกิจกรรมที่แจกให้ เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นโดยยังไม่เน้นถูกผิด) ใช้เวลา 5 นาที




**ภาพที่ 3.7** การใช้โปรแกรม PhET สร้างวัตถุต่างชนิดกันที่มีมวลเท่ากัน แต่ปริมาตรไม่เท่ากัน

**ขั้นการสังเกต ทดลอง สืบค้นข้อมูล (Observe)**

ครูให้นักเรียนศึกษาและปฏิบัติการทดลองตามใบกิจกรรมที่ 3.4 เป็นเวลา 30 นาที โดยครูคอยให้คำแนะนำและอธิบายเพิ่มเติมขณะที่นักเรียนปฏิบัติการทดลอง




**ภาพที่ 3.8** การใช้โปรแกรม PhET นำวัตถุต่างชนิดกันที่มีมวลเท่ากันแต่ปริมาตรไม่เท่ากันไปชั่งในน้ำ

**ขั้นการอธิบาย (Explain)**

ครูสุ่มให้นักเรียน 1- 2 กลุ่มอธิบายผลที่นักเรียนทำการศึกษา และปฏิบัติการทดลอง จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลเพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับ ปริมาตรและแรงลอยตัว ซึ่งวัตถุต่างชนิดกันแต่มีน้ำหนักเท่ากัน หลังจากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติม "สำหรับวัตถุลอยในของเหลวและลอยปริ่มในของเหลว แรงลอยตัวมีขนาดเท่ากับ ปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลว หรือเท่ากับปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่ สำหรับวัตถุจมในของเหลว แรงลอยตัวมีขนาดเท่ากับ ปริมาตรของวัตถุทั้งก้อนที่จมในของเหลว หรือเท่ากับปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่" ใช้เวลา 10 นาที

ครูอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ หลักของอาร์คีมีดิส (Archimedes' Principle) ดังนี้ วัตถุที่จมในของเหลวทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วนจะถูกแรงลอยตัวกระทำ และแรงลอยตัวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่ หรือ อาจเขียนได้ดังนี้

(1) ในกรณีวัตถุลอย

ขนาดของแรงลอยตัว = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุทั้งก้อน

(2) ในกรณีวัตถุจม

ขนาดของแรงลอยตัว = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จม

(3) ในของเหลว (ใช้เวลา 10 นาที)

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง แรงลอยตัว เป็นเวลา 20 นาที

**6. แนวการประมินการเรียนรู้**

การประเมินการเรียนรู้ของนักเรียน มีดังนี้

**6.1 การวัดและการประเมินผล**

6.1.1 การตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรม

6.1.2 การทำใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง แรงลอยตัว

6.1.3 การมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

**6.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน**

6.2.1 แบบบันทึกกิจกรรม

6.2.2 ใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ เรื่อง แรงลอยตัว

6.2.3 แบบสังเกตการทำกิจกรรม

**6.3 เกณฑ์การวัดและประเมินผล**

6.3.1 การตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมและใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ

ตอบคำถามอธิบายได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์ ระดับ 5 คะแนน

ตอบถูก แต่อธิบายได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน สมบูรณ์ ระดับ 3 คะแนน

ตอบไม่ถูก แต่อธิบายได้เหตุผลใกล้เคียง ระดับ 2 คะแนน

6.3.2 แบบบันทึกพฤติกรรม พฤติกรรมที่สังเกต ประกอบด้วย 5 รายการ ได้แก่

(1) ร่วมแสดงความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล

(2) มีส่วนร่วมในกิจกรรม

(3) ให้ความช่วยเหลือสมาชิกในกลุ่ม

(4) รับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย

(5) ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| | | | |
|---|---|---|---|
| ระดับดีมาก | ให้ | 4 | คะแนน |
| ระดับดี | ให้ | 3 | คะแนน |
| ระดับพอใช้ | ให้ | 2 | คะแนน |
| ระดับควรปรับปรุง | ให้ | 1 | คะแนน |

**เกณฑ์การประเมิน**

| | |
|---|---|
| คะแนนรวม 18 – 20 | ดีมาก |
| คะแนนรวม 15 – 17 | ดี |
| คะแนนรวม 12 – 14 | พอใช้ |
| คะแนนรวม 9 – 11 | ปรับปรุง |

**บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้**

บันทึกผลหลังสอน

.....

.....

.....

.....

ปัญหา /อุปสรรค

.....

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้สอน

(นายยศธร บรรเทิง)

...../...../.....

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของหัวหน้างานวิชาการ/รองผู้อำนวยการ

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

หัวหน้างานวิชาการ/รองผู้อำนวยการ

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้บริหาร

.....

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....

(.....)

ผู้อำนวยการโรงเรียนนาเยียศึกษา รัชมังคลาภิเษก

...../...../.....

**แบบประเมินพฤติกรรมนักเรียน**

**เรื่อง.....**

**กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

| รายชื่อสมาชิก | รายการประเมิน | | | | | รวม | ผลการ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 (4) | 2 (4) | 3 (4) | 4 (4) | 5 (4) | (20) | ประเมิน |
| 1..... | | | | | | | |
| 2..... | | | | | | | |
| 3..... | | | | | | | |
| 4..... | | | | | | | |
| 5..... | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**รายการประเมิน**

1. มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น
2. มีความกระตือรือร้นในการทำงาน
3. มีความรับผิดชอบงานที่ได้รับมอบหมาย
4. มีขั้นตอนทำงานเป็นระบบ
5. ใช้เวลาทำงานอย่างเหมาะสม

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ระดับดีมาก ให้ 4 คะแนน

ระดับดี ให้ 3 คะแนน

ระดับพอใช้ ให้ 2 คะแนน

ระดับควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

**เกณฑ์การประเมิน**

คะแนนรวม 18 – 20 ดีมาก

คะแนนรวม 15 – 17 ดี

คะแนนรวม 12 – 14 พอใช้

คะแนนรวม 9 – 11 ปรับปรุง

**หมายเหตุ** คะแนนรวม 12 คะแนน ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

**แบบประเมินทักษะการปฏิบัติการทดลอง**

**เรื่อง.....**

**กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

| รายชื่อสมาชิก | รายการประเมิน | | | | | รวม | ผลการ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 (4) | 2 (4) | 3 (4) | 4 (4) | 5 (4) | (20) | ประเมิน |
| 1..... | | | | | | | |
| 2..... | | | | | | | |
| 3..... | | | | | | | |
| 4..... | | | | | | | |
| 5..... | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**รายการประเมิน**

1. การวางแผนปฏิบัติการทดลอง
2. การแก้ไขปัญหา
3. การมีทักษะในการทดลอง
4. การเลือกใช้อุปกรณ์
5. การนำเสนอข้อมูล

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ระดับดีมาก ให้ 4 คะแนน
ระดับดี ให้ 3 คะแนน
ระดับพอใช้ ให้ 2 คะแนน
ระดับควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

**เกณฑ์การประเมิน**

คะแนนรวม 18 – 20 ดีมาก
คะแนนรวม 15 – 17 ดี
คะแนนรวม 12 – 14 พอใช้
คะแนนรวม 9 – 11 ปรับปรุง

**หมายเหตุ** คะแนนรวม 12 คะแนนขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

**แบบประเมินการบันทึกกิจกรรมการทดลอง**

**เรื่อง.....**

**กลุ่มที่.....ชั้น.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....**

| รายชื่อสมาชิก | รายการประเมิน | | | | | รวม | ผลการ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 (4) | 2 (4) | 3 (4) | 4 (4) | 5 (4) | (20) | ประเมิน |
| 1..... | | | | | | | |
| 2..... | | | | | | | |
| 3..... | | | | | | | |
| 4..... | | | | | | | |
| 5..... | | | | | | | |
| รวม | | | | | | | |
| เฉลี่ย | | | | | | | |

**รายการประเมิน**

1. คาดคะเนสถานการณ์สมเหตุสมผล
2. รวบรวมเรียบเรียงข้อมูลที่ต้องการได้
3. นำเสนอในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลได้
4. วิเคราะห์ข้อมูลอย่างมีหลักการ
5. อภิปรายและสรุปผลได้ถูกต้อง

**เกณฑ์การให้คะแนน**

ระดับดีมาก ให้ 4 คะแนน
ระดับดี ให้ 3 คะแนน
ระดับพอใช้ ให้ 2 คะแนน
ระดับควรปรับปรุง ให้ 1 คะแนน

**เกณฑ์การประเมิน**

คะแนนรวม 18 – 20 ดีมาก
คะแนนรวม 15 – 17 ดี
คะแนนรวม 12 – 14 พอใช้
คะแนนรวม 9 – 11 ปรับปรุง

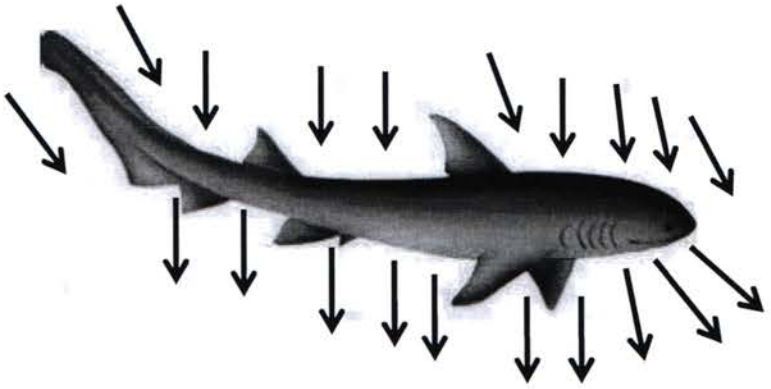
**หมายเหตุ** คะแนนรวม 12 คะแนน ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์

# ใบความรู้ที่ 3

## เรื่อง แรงลอยตัว (buoyant force)

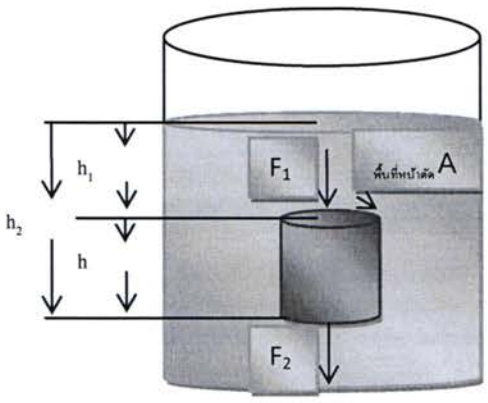
### 3.1 แรงลอยตัว

ขณะที่ปลาอยู่ในน้ำ ความดันน้ำจะทำให้มีแรงของน้ำกระทำต่อตัวปลา โดยเมื่อรวมแรงทุกแรงแล้ว แรงลัพธ์ที่กระทำต่อด้านล่างของตัวปลาในทิศขึ้นจะมีขนาดมากกว่าแรงลัพธ์ที่กระทำต่อด้านบนของตัวปลาในทิศลง เพราะความดันของน้ำที่ส่วนล่างมีค่ามากกว่าความดันของน้ำที่ส่วนบน ดังนั้น การรวมแรงทั้งหมดที่น้ำกระทำต่อตัวปลาจึงเป็นแรงลัพธ์ของแรงดังกล่าวที่มีทิศขึ้น เรียกแรงลัพธ์นี้ว่า แรงลอยตัว (buoyant force) $F_B$



**รูป 3.1** แรงที่น้ำกระทำต่อบริเวณต่างๆ ของตัวปลาขณะอยู่ในน้ำ

พิจารณาวัตถุทรงกระบอกความสูง h พื้นที่หน้าตัด A จมในของเหลวที่มีความหนาแน่น $\rho$ และอยู่ในสมดุล ดังรูป 3.2




**รูป 3.2** การหาแรงพยุง

จากรูป $F_1$ เป็นแรงที่ของเหลวกระทำที่ผิวด้านบนของทรงกระบอกและมีทิศทางลง

$$F_1 = P_1A = (P_0 + \rho gh)A$$

เมื่อ $P_1$ คือ ความดันของของเหลวที่ผิวด้านบน

$F_2$ เป็นแรงที่ของเหลวกระทำที่ผิวด้านล่างของทรงกระบอกและมีทิศทางขึ้น

$$F_2 = P_2A = (P_0 + \rho gh)A$$

เมื่อ $P_2$ คือ ความดันของของเหลวที่ผิวด้านล่าง

แรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุทรงกระบอก คือ แรงลอยตัว $F_B$ มีทิศทางขึ้นและมีขนาด ดังนี้

$$F_B = F_2 - F_1 = \rho gA\,(h_2 - h_1) = \rho gAh$$

นั่นคือ $$F_B = \rho gV$$

เมื่อ $V = Ah$ คือ ปริมาตรของวัตถุทรงกระบอก ปริมาณ $\rho V$ คือมวลของของเหลว ที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุทรงกระบอก ดังนั้น $(\rho V)g$ ก็คือ น้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรวัตถุทรงกระบอก

ดังนั้น แรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุทรงกระบอกจึงเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่าวัตถุทรงกระบอก ผลที่ได้นี้ใช้ได้กับวัตถุที่มีรูปทรงอื่นๆ ด้วย

**อาร์คิมีดีส (Archimedes)** นักปราชญ์ชาวกรีก เป็นผู้ค้นพบธรรมชาติของแรงลอยตัว และได้เสนอหลักการเกี่ยวกับการลอยและการจมของวัตถุซึ่งเรียกว่า หลักของอาร์คิมีดีส (Archimedes' principle) ดังนี้ วัตถุที่จมในของเหลวหมดทั้งก้อนหรือจมแต่เพียงบางส่วน จะถูกแรงลอยตัวกระทำ และแรงลอยตัวจะเท่ากับน้ำหนักของของเหลวที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่

หลักของอาร์คิมีดีสจึงอาจเขียนได้ดังนี้

(1) ในกรณีวัตถุจม1

- ขนาดแรงลอยตัว = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุ

(2) ในกรณีวัตถุลอย

- ขนาดแรงลอยตัว = ขนาดน้ำหนักของของเหลวที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุส่วนที่จมในของเหลว

เราสามารถนำความรู้เรื่องการลอยตัวไปอธิบายสมบัติต่างๆ ของของเหลวได้ และสามารถสรุปเป็นหลักทั่วไปได้ว่า **เมื่อวัตถุอยู่ในของเหลวจะมีแรงลอยตัวกระทำเนื่องจากของเหลวนั้นส่งความดันกระทำต่อวัตถุเสมอ**

ในชีวิตประจำวัน เราจะพบว่ามีวัตถุหลายชนิดลอยในของเหลวได้ โดยมีปริมาตรส่วนหนึ่งจมอยู่ในของเหลวและอีกส่วนหนึ่งอยู่พ้นผิวของเหลว เช่น โฟม น้ำแข็ง และไม้ก๊อกสามารถลอยในน้ำได้ และมีวัตถุอีกหลายชนิดที่จมในของเหลว เช่น ก้อนหินและเหล็กจมน้ำแต่ลอยในปรอท

ถ้าวัตถุใดจมในของเหลว แสดงว่าน้ำหนักของวัตถุมากกว่าแรงลอยตัวในของเหลว และถ้าวัตถุใดลอยในของเหลว แสดงว่าแรงลอยตัวในของเหลวมีค่าเท่ากับน้ำหนักของวัตถุ

## ใบกิจกรรมที่ 3.1

## เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 1

**จุดประสงค์**

สังเกตว่ามีแรงชนิดหนึ่งอยู่ในของเหลว

**อุปกรณ์**

1. น็อต
2. เชือกเบา
3. ไม้
4. ภาชนะบรรจุน้ำ
5. ตาชั่ง

**คำถาม** ลักษณะคานไม้จะเป็นอย่างไร เมื่อจุ่มน็อตลงทีละข้าง และจุ่มน็อตลงทั้งสองข้างพร้อมกัน

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. ผูกเชือกติดกับน็อต
2. จุ่มน็อตลงในน้ำทีละข้าง สังเกตคานไม้ แล้วบันทึกผล
3. จุ่มน็อตลงทั้ง 2 ข้าง พร้อมกัน สังเกตคานไม้ แล้วบันทึกผล

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 3.2

## เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 2

**จุดประสงค์**

สังเกตว่ามีแรงชนิดหนึ่งอยู่ในของเหลว

**อุปกรณ์**

1. ดินน้ำมันขนาดต่างกัน 2 ก้อน
2. เชือกเบา
3. ไม้
4. ภาชนะบรรจุน้ำ
5. ตาชั่ง

**คำถาม** ลักษณะคานไม้จะเป็นอย่างไร เมื่อจุ่มดินน้ำมันลงทีละข้าง และจุ่มดินน้ำมันลงทั้งสองข้างพร้อมกัน

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

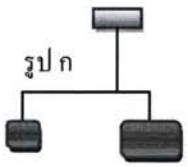
.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. ผูกเชือกติดกับดินน้ำมัน จัดให้อยู่ในสภาพสมดุล ดังรูป ก
2. จุ่มดินน้ำมันลงในน้ำทีละข้าง สังเกตคานไม้ แล้วบันทึกผล
3. จุ่มดินน้ำมันลงทั้ง 2 ข้าง พร้อมกัน สังเกตคานไม้ แล้วบันทึกผล



รูป ก

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 3.3

## เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 3

**จุดประสงค์**

ความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนัก กับแรงลอยตัว เมื่อวัตถุต่างชนิดกันแต่ปริมาตรคงที่

**อุปกรณ์**

1. ไม้ อิฐ อะลูมิเนียม และน้ำแข็ง (ที่มีปริมาตรเท่ากัน)
2. ภาชนะบรรจุน้ำ
3. ตาชั่ง

**หมายเหตุ** ใช้สื่อ Simulation เรื่อง แรงลอยตัว ( โปรแกรม PhET) แทนอุปกรณ์จริง

**คำถาม** วัตถุต่างชนิดกัน มีปริมาตรเท่ากัน แต่มีน้ำหนักไม่เท่ากัน เมื่อจุ่มลงในน้ำแรงลอยตัวจะเท่ากันหรือไม่

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. นำวัตถุทั้ง 4 ชนิด คือไม้, อิฐ, อะลูมิเนียม และน้ำแข็งที่มีปริมาตรเท่ากันไปชั่งในอากาศ แล้วบันทึกผล
2. นำวัตถุทั้ง 4 ชนิด คือ ไม้, อิฐ, อะลูมิเนียม และน้ำแข็งที่มีปริมาตรเท่ากันไปชั่งในน้ำ แล้วบันทึกผล
3. คำนวณหาแรงลอยตัวจากสูตร $F_B = \rho gV$
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์นะหว่างมวลกับแรงลอยตัว

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

.....

## ใบกิจกรรมที่ 3.4

## เรื่อง แรงลอยตัวในของเหลว 4

**จุดประสงค์**

ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตร กับแรงลอยตัว เมื่อวัตถุต่างชนิดกันแต่น้ำหนักคงที่

**อุปกรณ์**

1. ไม้ อิฐ อะลูมิเนียม และน้ำแข็ง (ที่มีน้ำหนักเท่ากัน)
2. ภาชนะบรรจุน้ำ
3. ตาชั่ง

**หมายเหตุ** ใช้สื่อ Simulation เรื่อง แรงลอยตัว ( โปรแกรม PhET) แทนอุปกรณ์จริง

**คำถาม** วัตถุต่างชนิดกัน มีน้ำหนักเท่ากัน แต่มีปริมาตรไม่เท่ากัน เมื่อจุ่มลงในน้ำ แรงลอยตัวจะเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

**ทำนาย/อธิบาย**

.....

.....

**สังเกต/ทดลอง**

**วิธีการทดลอง**

1. นำวัตถุทั้ง 4 ชนิด คือ ไม้, อิฐ, อะลูมิเนียมและน้ำแข็งที่มีปริมาตรเท่ากัน ไปชั่งในอากาศ แล้วบันทึกผล
2. นำวัตถุทั้ง 4 ชนิด คือ ไม้, อิฐ, อะลูมิเนียมและน้ำแข็งที่มีปริมาตรเท่ากันไปชั่งในน้ำ แล้วบันทึกผล
3. คำนวณหาแรงลอยตัวจากสูตร $F_B = \rho gV$ และเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและการทดลอง
4. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับแรงลอยตัว

**ผลการทดลอง**

.....

.....

.....

**อภิปรายและสรุปผลการทดลอง**

.....

.....

**ใบกิจกรรมทดสอบความเข้าใจ**

**เรื่อง แรงลอยตัว**

**ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....**

**วัน/เดือน/ปี.....**

**<u>คำสั่ง</u> กิจกรรมทดสอบความเข้าใจมีทั้งหมด 4 ข้อ ให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลประกอบ**

1. สถานการณ์ กำหนดวัตถุชนิดเดียวกัน มีมวลต่างกัน และปริมาตรต่างกัน เมื่อจุ่มลงในน้ำ ขนาดของแรงลอยตัวจะเป็นอย่างไร ให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

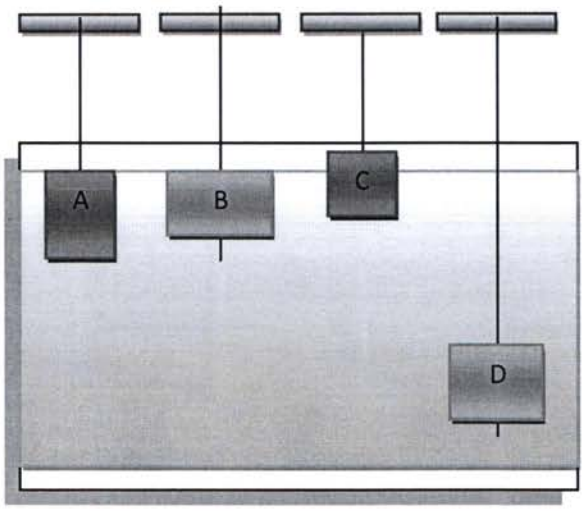
.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนศึกษาผลการทดลอง จากภาพที่กำหนดให้



จากการทดลอง จงเรียงลำดับวัตถุที่มีแรงลอยตัวมากไปหาน้อย ให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

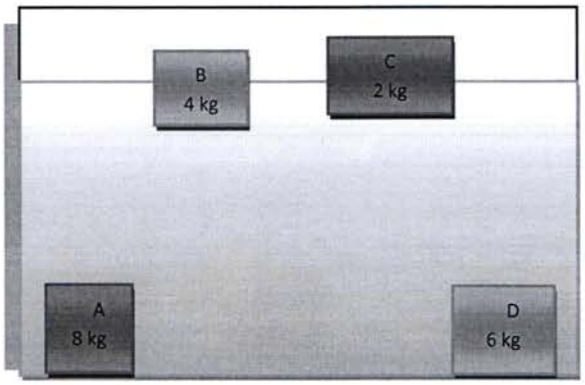
.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนศึกษาผลการทดลอง จากภาพที่กำหนดให้




จากการทดลอง จงเรียงลำดับวัตถุที่มีแรงลอยตัวมากไปหาน้อย ให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

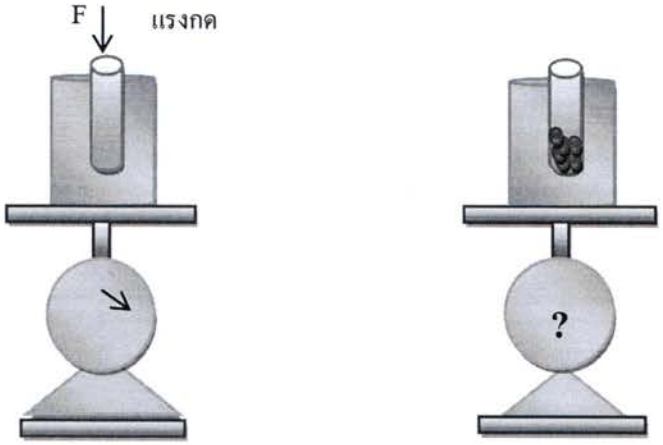
.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนศึกษาผลการทดลอง จากภาพที่กำหนดให้




จากการทดลอง ตาชั่งจะชั่งได้ค่าเท่ากันหรือไม่ ให้นักเรียนอธิบายและให้เหตุผลประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# ภาคผนวก ข
# แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต

**ข.1 แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต**

**แบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต**

**<u>คำสั่ง</u> ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ หรือแสดงวิธีทำ**

**ใช้เวลา 30 นาที**

---

1. เรือที่สร้างขึ้นด้วยเหล็กสามารถลอยน้ำได้ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. เหล็กมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ

ข. เหล็กมีความหนาแน่นเท่ากับน้ำ

ค. เรือมีความหนาแน่นน้อยกว่าน้ำ

ง. เรือมีความหนาแน่นเท่ากับน้ำ

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

2. ซื้อกำไลข้อมือจากร้านขายทองมีมวล 48.0 กรัม วัดปริมาตรโดยแทนที่น้ำได้ 3.2 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อนำทองคำแท้มวลเท่ากับกำไลและมีความหนาแน่น 19.2 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรมาเปรียบเทียบกัน จากข้อมูลดังกล่าว จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) กำไลข้อมือไม่ใช่ทองคำแท้

2) สารที่เจือปนในกำไลมีความหนาแน่นน้อยกว่าทองคำ

3) กำไลข้อมือมีความหนาแน่นน้อยกว่าทองคำ

<u>ข้อใดถูกต้อง</u>

ก. ข้อ 1 และ 3

ข. ข้อ 1 และ 2

ค. ข้อ 1 เท่านั้น

ง. ถูกทั้ง 1, 2 และ 3

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

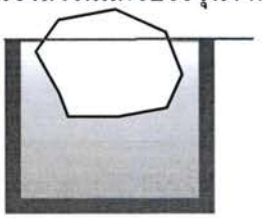
3. เมื่อนำมะนาวหย่อนลงในน้ำ พบว่ามะนาวจะลอยปริ่มน้ำ ถ้านำมะนาวผลดังกล่าวมาปอกเปลือกแล้วหย่อนลงในน้ำปรากฏว่ามะนาวที่ปอกเปลือกจะจมน้ำเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น

.....

.....

.....

4. หย่อนน้ำแข็งลงในแก้วบรรจุน้ำ ดังภาพเมื่อน้ำแข็งละลาย ระดับน้ำในแก้วน้ำจะเป็นอย่างไร




ก. สูงขึ้นหรือล้นออก ข. ลดลง ค. เท่าเดิม

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

5. นำของเหลว 3ชนิด ได้แก่ น้ำ น้ำมัน และแอลกอฮอล์ อย่างละ 50 ml เทลงในภาชนะทีละชนิด พบว่าของเหลว มีการเรียงตัวดังรูป

จากผลการทดลองจงเรียงลำดับความหนาแน่นของของเหลวจากมากไปหาน้อย

ก. น้ำ น้ำมัน แอลกอฮอล์

ข. แอลกอฮอล์ น้ำมัน น้ำ

ค. น้ำ แอลกอฮอล์ น้ำมัน

ง. น้ำมัน แอลกอฮอล์ น้ำ

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

6. ของเหลว A ปริมาตร 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนัก 20 กรัม ของเหลว B ปริมาตร 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร หนัก 50 กรัม ถ้าหย่อนไม้ที่มีความหนาแน่น 0.5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรลงไปในของเหลวทั้งสอง จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) ความถ่วงจำเพาะของของเหลว A เท่ากับ 0.4
2) ความถ่วงจำเพาะของของเหลว B เท่ากับ 0.5
3) ไม้จะลอยในของเหลว A
4) ไม้จะจมมิดในของเหลว B ได้พอดี

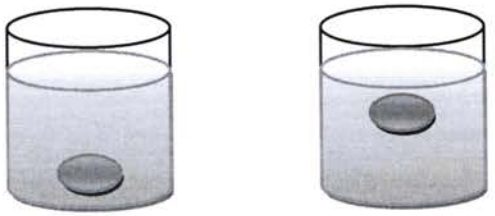
<u>ข้อใดถูกต้อง</u>

ก. ข้อ 1 และ 2
ข. ข้อ 1, 2 และ 3
ค. ข้อ 1, 2 และ 4
ง. ถูกทุกข้อ

เพราะเหตุใด.....
.....
.....

7. ดาวนิวตรอนเป็นดาวที่มีขนาดเล็ก แต่มีความหนาแน่นมาก ถ้าดาวนิวตรอนมีรัศมี 10 กิโลเมตร แต่มีมวลเท่ากับดวงอาทิตย์ คือ $1.99\times 10^{30}$ กิโลกรัม ความหนาแน่นของดาวนิวตรอนเป็นเท่าใด เพราะเหตุใด (แสดงวิธีทำ).....
.....
.....
.....

8. เมื่อนำไข่สดหย่อนลงในน้ำและน้ำเกลือเข้มข้น ของเหลวใดมีความหนาแน่นมากกว่ากัน เมื่อมีผลการทดลอง ดังรูป



น้ำ น้ำเกลือเข้มข้น

ก. น้ำมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำเกลือเข้มข้น

ข. น้ำเกลือเข้มข้นมีความหนาแน่นมากกว่าน้ำ

ค. น้ำและน้ำเกลือเข้มข้นมีความหนาแน่นเท่ากัน

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. จงเรียงลำดับความหนาแน่นของของเหลวจากมากไปหาน้อย เมื่อนำวัตถุชนิดหนึ่งไปลอยในของเหลวสามชนิด โดยของเหลวทั้งสามชนิดมีมวลไม่เท่ากัน แต่มีปริมาตรเท่ากันผลการทดลองเป็นดังนี้

แอลกอฮอล์ น้ำ น้ำเกลือ

ก. น้ำ น้ำเกลือ แอลกอฮอล์

ข. แอลกอฮอล์ น้ำเกลือ น้ำ

ค. น้ำ แอลกอฮอล์ น้ำเกลือ

ง. น้ำเกลือ น้ำ แอลกอฮอล์

เพราะเหตุใด

.....

.....

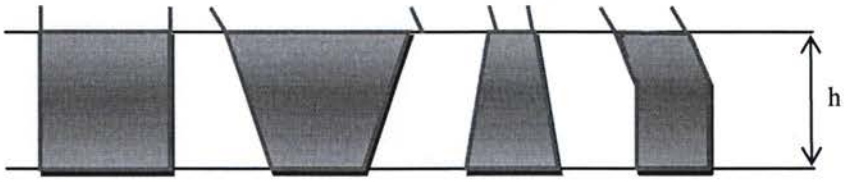
.....

.....

.....

.....

10. จากรูป ภาชนะทั้งสี่บรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน ที่ระดับสูง h เท่ากัน




จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1) ความดันเกจที่ก้นภาชนะทุกใบเท่ากัน

2) ความดันสมบูรณ์ที่ก้นภาชนะทุกใบเท่ากัน

3) ความดันสมบูรณ์เฉลี่ยที่ด้านข้างภาชนะเป็นครึ่งหนึ่งของความดันสมบูรณ์ที่ก้นภาชนะ

<u>ข้อใดถูกต้อง</u>

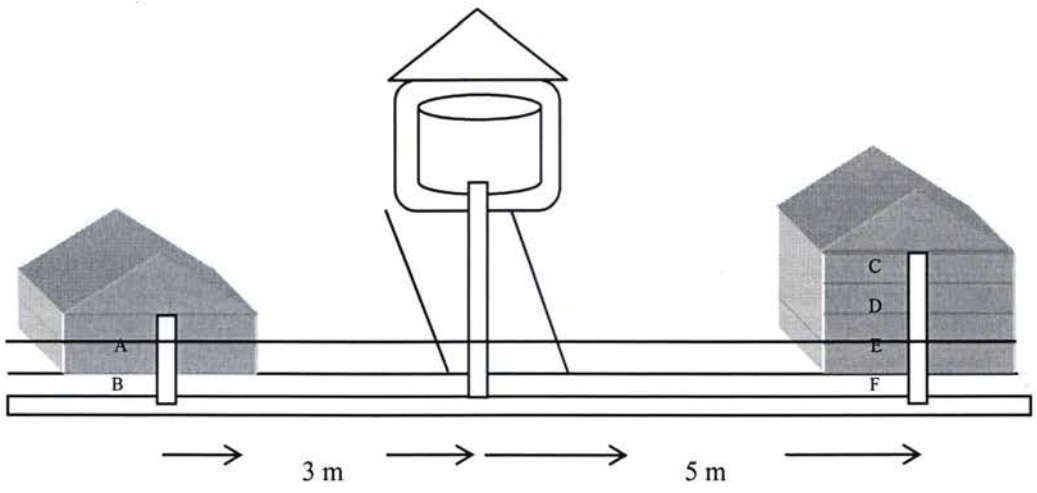
ก. ข้อ 1 และ 2 ข. ข้อ 1 และ 3 ค. ข้อ 2 และ 3 ง. ข้อ 1, 2 และ 3

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

11. น้ำไหลจากถังสูงไปยังก๊อก A, B, C, D, E และ F ภายในบ้าน ความดันของน้ำข้อใดถูกต้อง




ก. (A = E) > (B = F) ข. A = B = C = D

ค. (B = F) > (A = E) ง. (B = E) >( A= F)

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

12. จากรูป A และ รูป B ค่าที่อ่านได้บนตาชั่งจะเป็นอย่างไร เมื่อภาชนะทั้งคู่บรรจุน้ำเต็มปริ่มพอดี แต่ภาชนะในรูป B มีแท่งไม้ลอยอยู่

รูป A รูป B

ก. รูป A มากกว่ารูป B

ข. รูป A น้อยกว่ารูป B

ค. รูป A และ รูป B อ่านค่าได้เท่ากัน

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

.....

.....

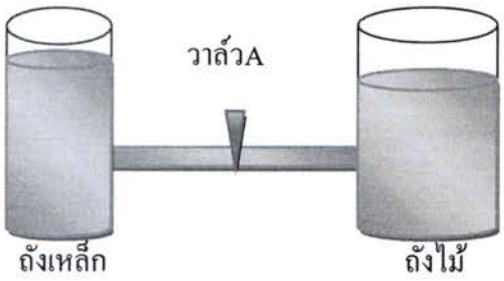
.....

13. เมื่อเปิดวาล์ว A น้ำจะไหลไปทางไหน

ก. จากถังเหล็กเข้าถังไม้

ข. จากถังไม้เข้าถังเหล็ก

ค. จะไม่ไหลไปทางไหน




เพราะเหตุใด.....

.....

.....

.....

.....

.....

14. จากภาชนะ 3 ใบ บรรจุของเหลวชนิดเดียวกัน มีปริมาตรไม่เท่ากัน วัดความสูงของระดับของเหลวในภาชนะทั้ง 3 ใบมีค่าเท่ากัน ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. ความดันที่ก้นภาชนะและน้ำหนักของของเหลวในภาชนะแต่ละใบมีค่าไม่เท่ากัน

ข. ความดันที่ก้นภาชนะและน้ำหนักของของเหลวในภาชนะแต่ละใบมีค่าเท่ากัน

ค. ความดันที่ก้นภาชนะทั้ง สามใบมีค่าเท่ากัน แต่น้ำหนักของของเหลวในภาชนะแต่ละใบมีค่าไม่เท่ากัน

ง. ความดันที่ก้นภาชนะทั้ง สามใบมีค่าไม่เท่ากัน แต่น้ำหนักของของเหลวในภาชนะแต่ละใบมีค่าเท่ากัน

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

.....

.....

15. นำกระป๋องบรรจุน้ำวางบนตาชั่งสปริง ตาชั่งอ่านได้ 550 กรัม เมื่อนำก้อนแร่มวล 200 กรัม ผูกเชือกเส้นเล็กๆ แล้วหย่อนลงในกระป๋อง โดยให้ก้อนแร่จมมิดน้ำ แต่ไม่แตะก้นกระป๋อง และน้ำไม่ล้นออกจากกระป๋อง ดังรูป ตาชั่งควรอ่านค่าได้เท่าไร

ก. เท่ากับ 550 กรัม

ข. เท่ากับ 750 กรัม

ค. มากกว่า 550 กรัม แต่ไม่ถึง 750 กรัม

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

16. วัตถุรูปลูกบาศก์ยาวด้านละ 10 เซนติเมตร แขวนกับตาชั่งสปริงตรงแนวผ่านจุดศูนย์กลางมวล ให้ด้านบนวางตัวในแนวระดับ ถ้ารูปที่ 1 ตาชั่งอ่าน 800 กรัม เมื่อนำไปจุ่มในน้ำให้ด้านข้างจมลง 8 เซนติเมตร ดังรูปที่ 2 ตาชั่งจะอ่านกี่กรัม (ให้ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

รูป 1

รูปที่ 2

ก. 0 กรัม ข. 160 กรัม ค. 640 กรัม ง. 729 กรัม

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

.....

.....

17. โลหะชิ้นหนึ่งชั่งในอากาศหนัก 10 กรัม ชั่งในน้ำหนัก 7 กรัม ชั่งในของเหลวหนัก 5 กรัม จงเปรียบเทียบแรงลอยตัวของของเหลว

ก. เท่ากับน้ำ

ข. มากกว่าน้ำ

ค. น้อยกว่าน้ำ

ง. จากโจทย์คิดไม่ได้ว่ามากกว่าหรือน้อยกว่า

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

.....

.....

18. วัตถุชนิดหนึ่งผูกด้วยเชือกเส้นเล็กๆ แขวนกับตาชั่งสปริง ตาชั่งอ่านได้ 200 กรัม เมื่อนำไปจุ่มในของเหลวชนิดหนึ่งให้วัตถุนี้จมมิดของเหลว ตาชั่งอ่านได้ 100 กรัม วัตถุนี้มีปริมาตร 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้หาว่าของเหลวมีความหนาแน่นกี่กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. 2.5 $g/cm^3$

ข. 2.0 $g/cm^3$

ค. 1.25 $g/cm^3$

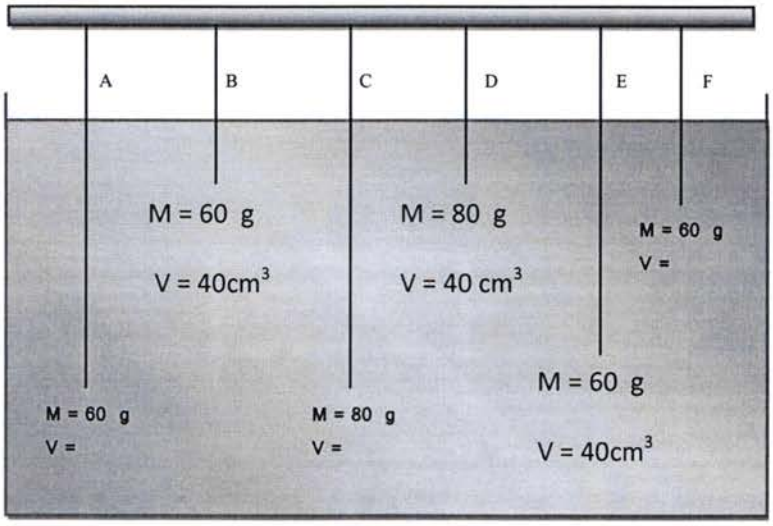
ง. 0.8 $g/cm^3$

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

19. จากรูป




จงเรียงลำดับวัตถุที่มีแรงลอยตัวจากมากที่สุดไปหาวัตถุที่มีแรงลอยตัวน้อยที่สุด

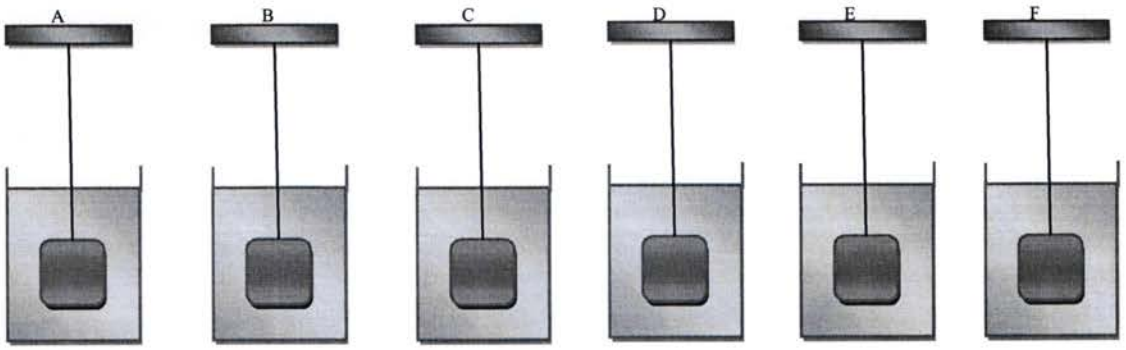
มากที่สุด 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ น้อยที่สุด

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

20. จากรูป




$M_A = 75\ g$ $V_A = 25cm^3$ | $M_B = 120\ g$ $V_B = 100cm^3$ | $M_C = 100\ g$ $V_C = 40cm^3$ | $M_D = 80\ g$ $V_D = 40cm^3$ | $M_E = 100\ g$ $V_E = 50cm^3$ | $M_F = 125\ g$ $V_F = 50cm^3$

จงเรียงลำดับวัตถุที่มีแรงลอยตัวจากมากที่สุดไปหาวัตถุที่มีแรงลอยตัวน้อยที่สุด

มากที่สุด 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____ น้อยที่สุด

เพราะเหตุใด.....

.....

.....

**เกณฑ์การให้คะแนน**

1. นักเรียนตอบถูกหรือเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบถูกต้อง ได้ 1 คะแนน
2. นักเรียนตอบถูกหรือเลือกตัวเลือกที่ถูกต้อง แต่ให้เหตุผลประกอบไม่ถูกต้อง
   หรือ นักเรียนตอบไม่ถูกหรือเลือกตัวเลือกที่ไม่ถูกต้อง และให้เหตุผลประกอบไม่ถูกต้อง
   หรือส่วนใดส่วนหนึ่งไม่ถูกต้อง ได้ 0 คะแนน

# ภาคผนวก ค

# แบบสำรวจความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์

**ตารางที่ ค.1** แบบสำรวจความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

โรงเรียน.....

อายุ.....ปี เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

แบบสำรวจนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย

ข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการวิจัย

**โดยข้อมูลส่วนตัวของท่านจะไม่ถูกนำไปเปิดเผยหรือเผยแพร่**

ข้าพเจ้า ☐ ยินยอม ☐ ไม่ยินยอม ให้นำข้อมูลในแบบสำรวจนี้ไปใช้ในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

**<u>คำชี้แจง</u>** : แบบสำรวจชุดนี้มี 34 ข้อ กรุณาวงกลมล้อมรอบระดับความคิดเห็นระหว่าง 1 ถึง 5 ที่ตรงตามความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อวิชาฟิสิกส์มากที่สุด

**1 : ไม่เห็นด้วยที่สุด 2 : ไม่เห็นด้วย 3 : ปานกลาง 4 : เห็นด้วย 5 : เห็นด้วยที่สุด**

| ที่ | รายการ | ระดับความคาดหวัง |
|---|---|---|
| 1. | ทุกสิ่งที่ข้าพเจ้าจำเป็นต้องทำเพื่อเข้าใจแนวคิดพื้นฐานทั้งหมดในวิชานี้ คือ การอ่านหนังสือเรียน ทำโจทย์ปัญหามากๆ และตั้งใจเรียนในห้อง | 1 2 3 4 5 |
| 2. | ทุกสิ่งที่ข้าพเจ้าเรียนรู้จากการหาที่มาของสมการหรือการพิสูจน์สูตรเพื่อที่ว่าสูตรที่ได้มาถูกต้อง และสามารถนำไปใช้แก้โจทย์ปัญหาได้ | 1 2 3 4 5 |
| 3. | ข้าพเจ้าอ่านทบทวนสมุดจดบันทึกอย่างละเอียดเพื่อเตรียมตัวสอบวิชานี้ | 1 2 3 4 5 |

**ตารางที่ ค.1** แบบสำรวจความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ต่อ)

| ที่ | รายการ | ระดับความคาดหวัง |
|---|---|---|
| 4. | การแก้โจทย์ปัญหาในวิชาฟิสิกส์ คือ การจับปัญหานั้นเข้ากับข้อเท็จจริงหรือ สมการ จากนั้นแทนค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ตัวเลขออกมา | 1 2 3 4 5 |
| 5. | การเรียนฟิสิกส์ทำให้ข้าพเจ้าเปลี่ยนความคิดบางอย่างเกี่ยวกับสิ่งต่างๆรอบตัว ว่าเหตุใดจึงเป็นเช่นนั้น | 1 2 3 4 5 |
| 6. | ข้าพเจ้าให้เวลากับการทำความเข้าใจ การพิสูจน์ต่างๆ ทั้งในห้องเรียนและในหนังสือ | 1 2 3 4 5 |
| 7. | ข้าพเจ้าอ่านหนังสืออย่างละเอียดและฝึกทำตัวอย่างในหนังสือจำนวนมาก | 1 2 3 4 5 |
| 8. | ในวิชานี้ ข้าพเจ้าไม่คาดหวังที่จะเข้าใจสมการอย่างลึกซึ้ง เพียงแต่ใช้สมการที่ได้มาเท่านั้น | 1 2 3 4 5 |
| 9. | วิธีที่ดีที่สุดในการเรียนฟิสิกส์สำหรับข้าพเจ้า คือ การแก้โจทย์ปัญหาให้ได้จำนวนมาก ซึ่งดีกว่าการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างละเอียดแต่ได้จำนวนน้อย | 1 2 3 4 5 |
| 10. | กฎทางฟิสิกส์มีความสัมพันธ์เล็กน้อยกับสิ่งที่ข้าพเจ้าประสบพบมาในชีวิตจริง | 1 2 3 4 5 |
| 11. | ข้าพเจ้าจำเป็นต้องเข้าใจเนื้อหาวิชาฟิสิกส์เป็นอย่างดี เพื่อที่จะประสบความสำเร็จในอาชีพ การได้เกรดที่ดีอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ | 1 2 3 4 5 |
| 12. | ความรู้ในวิชาฟิสิกส์ประกอบด้วยความรู้ย่อยหลายๆ เรื่อง ซึ่งความรู้แต่ละเรื่องนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่เฉพาะหนึ่งเรื่องเท่านั้น | 1 2 3 4 5 |
| 13. | เกรดของข้าพเจ้าในวิชานี้ ขึ้นกับความสามารถในการจำเนื้อหาเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องใช้ความเข้าใจที่ลึกซึ้งหรือสร้างสรรค์เท่าใดนัก | 1 2 3 4 5 |
| 14. | การเรียนฟิสิกส์ คือ การได้รับความรู้จาก กฎ หลักการ และสมการซึ่งได้จากห้องเรียนและในหนังสือ | 1 2 3 4 5 |

**ตารางที่ ค.1** แบบสำรวจความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ต่อ)

| ที่ | รายการ | ระดับความคาดหวัง |
|---|---|---|
| 15. | ในการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ถ้าผลการคำนวณแตกต่างจากที่คาดไว้ ข้าพเจ้าก็จะเชื่อในสิ่งที่ได้จากการคำนวณ | 1 2 3 4 5 |
| 16. | การพิสูจน์ที่มาหรือพิสูจน์สมการในห้องเรียนหรือในหนังสือ ไม่ค่อยเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหาหรือทักษะที่ข้าพเจ้าจำเป็นต้องมีเพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียนวิชานี้ | 1 2 3 4 5 |
| 17. | คนที่มีสมบัติพิเศษเพียงไม่กี่คนเท่านั้น ที่จะสามารถเข้าใจฟิสิกส์ได้อย่างแท้จริง | 1 2 3 4 5 |
| 18. | เพื่อเข้าใจวิชาฟิสิกส์ บางครั้งข้าพเจ้าเชื่อมโยงประสบการณ์เข้ากับหัวข้อฟิสิกส์ที่กำลังเรียนอยู่ | 1 2 3 4 5 |
| 19. | สิ่งสำคัญที่สุดในการแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ คือ หาสมการที่ถูกต้องมาใช้ในการแก้ปัญหา | 1 2 3 4 5 |
| 20. | ถ้าข้าพเจ้าจำสมการที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาในเวลาสอบไม่ได้ ข้าพเจ้าไม่สามารถหาหรือพิสูจน์สมการนั้นได้เลย | 1 2 3 4 5 |
| 21. | ถ้าข้าพเจ้ามี 2 วิธี ในการแก้โจทย์ปัญหาข้อเดียว และแต่ละวิธีให้คำตอบที่แตกต่างกัน ข้าพเจ้าจะไม่กังวลใจกับสิ่งเหล่านั้น แต่จะเลือกคำตอบที่ดูเหมาะสมที่สุด | 1 2 3 4 5 |
| 22. | ฟิสิกส์เป็นวิชาที่สัมพันธ์กับชีวิตจริง บางครั้งถ้าคิดถึงความสัมพันธ์นี้ได้ก็จะช่วยให้เข้าใจเนื้อหา แต่ไม่จำเป็นสำหรับข้าพเจ้าที่จะต้องทำในการเรียนวิชานี้ | 1 2 3 4 5 |
| 23. | ทักษะหลักที่ข้าพเจ้าได้จากการเรียนวิชานี้ คือ การเรียนรู้ว่าจะแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์อย่างไร | 1 2 3 4 5 |
| 24. | ผลการสอบไม่ได้นำทางหรือแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาความเข้าใจเนื้อหาวิชานี้ เพราะว่าความรู้หรือทักษะที่ใช้ในการสอบนั้น ข้าพเจ้าได้เรียนมาหมดแล้วก่อนสอบ | 1 2 3 4 5 |

**ตารางที่ ค.1** แบบสำรวจความคาดหวังของนักเรียนในการเรียนวิชาฟิสิกส์ (ต่อ)

| ที่ | รายการ | ระดับความคาดหวัง |
|---|---|---|
| 25. | การเรียนวิชาฟิสิกส์ช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน | 1 2 3 4 5 |
| 26. | เมื่อข้าพเจ้าแก้โจทย์ปัญหาฟิสิกส์ทุกข้อทั้งในข้อสอบและการบ้าน ข้าพเจ้าจะนึกถึงแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเหล่านั้นอย่างชัดแจ้งเสมอ | 1 2 3 4 5 |
| 27. | "ความเข้าใจวิชาฟิสิกส์" คือ ความสามารถในการนึกทบทวนบางอย่างที่ข้าพเจ้าได้อ่านหรือได้เห็นมาแล้ว | 1 2 3 4 5 |
| 28. | การใช้เวลานานๆ (ครึ่งชั่วโมงหรือมากกว่านั้น) ในการแก้โจทย์ปัญหาเป็นการเสียเวลา ถ้าข้าพเจ้าไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ข้าพเจ้าจะถามคนอื่นที่รู้มากกว่า | 1 2 3 4 5 |
| 29. | ปัญหาสำคัญในวิชานี้ คือ การจดจำข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นต้องรู้ | 1 2 3 4 5 |
| 30. | ทักษะหลักที่ข้าพเจ้าได้จากการเรียนวิชานี้ คือ เรียนรู้ที่จะใช้เหตุผลได้อย่างเหมาะสมเกี่ยวกับสิ่งต่างๆที่เกิดขึ้น | 1 2 3 4 5 |
| 31. | ข้าพเจ้าเรียนรู้ว่าจะต้องทำอย่างไรให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น จากความผิดพลาดที่ข้าพเจ้าทำในการบ้านและข้อสอบ | 1 2 3 4 5 |
| 32. | ในการใช้สมการหนึ่งเพื่อแก้โจทย์ปัญหา (โดยเฉพาะปัญหาที่ไม่เคยเห็นมาก่อน) ข้าพเจ้าจำต้องรู้มากกว่าความหมายของแต่ละเทอมที่อยู่ในสมการนั้น | 1 2 3 4 5 |
| 33. | คิดว่าคงจะผ่านวิชานี้ได้ (ได้เกรด 2 หรือ มากกว่า) โดยไม่ต้องเข้าใจเนื้อหาฟิสิกส์อย่างลึกซึ้ง | 1 2 3 4 5 |
| 34. | การเรียนรู้ฟิสิกส์จำเป็นต้องนำข้อมูลที่ได้มาจากห้องเรียนหรือหนังสือเรียน มาคิดใหม่ จัดโครงสร้างใหม่และจัดระเบียบใหม่อีกครั้งหนึ่ง เป็นอย่างมาก | 1 2 3 4 5 |

**ตารางที่ ค.2** กลุ่มของความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์

| Dimension of student expectations | MPEX item |
|---|---|
| Independence | 8, 13, 14, 17, 27 |
| Coherence | 12, 15, 16, 21, 29 |
| Concepts | 4, 14,19, 23,26, 2 |
| Reality link | 10, 18, 22, 25 |
| Math link | 2, 8,15,16,17, 20 |
| Effort | 3, 6, 7, 24, 31 |

**ตารางที่ ค.3** ความคาดหวังของผู้เชี่ยวชาญ โดย A เป็นความคาดหวังระดับ 5 และ 4 ส่วน D เป็นความคาดหวังระดับ 1 และ 2

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 D | 8 D | 15 D | 22 D | 29 D |
| 2 D | 9 (D) | 16 D | 23 D | 30 A |
| 3 A | 10 D | 17 D | 24 D | 31 A |
| 4 D | 11 A | 18 A | 25 A | 32 A |
| 5 A | 12 D | 19 D | 26 A | 33 D |
| 6 A | 13 D | 20 D | 27 D | 34 (A) |
| 7 (A) | 14 D | 21 D | 28 D | |

# ภาคผนวก ง

# คะแนนและผลคำนวณทางสถิติ

**ตารางที่ ง.1** คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนเป็นรายบุคคล

| เลขที่ | คะแนนสอบก่อนเรียน | คะแนนสอบหลังเรียน | ผลต่าง (D) | ผลต่างยกกำลังสอง ($D^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 13 | -8 | 64 |
| 2 | 4 | 16 | -12 | 144 |
| 3 | 7 | 19 | -12 | 144 |
| 4 | 4 | 15 | -11 | 121 |
| 5 | 3 | 17 | -14 | 196 |
| 6 | 4 | 17 | -13 | 169 |
| 7 | 4 | 16 | -12 | 144 |
| 8 | 6 | 18 | -12 | 144 |
| 9 | 5 | 17 | -12 | 144 |
| 10 | 5 | 18 | -13 | 169 |
| 11 | 4 | 15 | -11 | 121 |
| 12 | 4 | 17 | -13 | 169 |
| 13 | 3 | 16 | -13 | 169 |
| 14 | 3 | 17 | -14 | 196 |
| 15 | 5 | 14 | -9 | 81 |
| 16 | 4 | 16 | -12 | 144 |
| 17 | 2 | 14 | -12 | 144 |
| 18 | 5 | 15 | -10 | 100 |
| 19 | 3 | 14 | -11 | 121 |
| 20 | 4 | 14 | -10 | 100 |
| 21 | 2 | 13 | -11 | 121 |
| 22 | 6 | 17 | -11 | 121 |
| 23 | 3 | 15 | -12 | 144 |
| 24 | 5 | 15 | -10 | 100 |
| 25 | 2 | 14 | -12 | 144 |

**ตารางที่ ง.1** คะแนนจากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต ของนักเรียนเป็นรายบุคคล (ต่อ)

| เลขที่ | คะแนนสอบก่อนเรียน | คะแนนสอบหลังเรียน | ผลต่าง (D) | ผลต่างยกกำลังสอง ($D^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 26 | 5 | 16 | -11 | 121 |
| 27 | 4 | 14 | -10 | 100 |
| 28 | 3 | 17 | -14 | 196 |
| 29 | 6 | 16 | -10 | 100 |
| 30 | 5 | 14 | -9 | 81 |
| 31 | 3 | 18 | -15 | 225 |
| 32 | 5 | 17 | -12 | 144 |
| 33 | 3 | 17 | -14 | 196 |
| 34 | 1 | 14 | -13 | 169 |
| 35 | 7 | 19 | -12 | 144 |
| 36 | 3 | 16 | -13 | 169 |
| 37 | 4 | 13 | -9 | 81 |
| รวม | 151 | 583 | -432 | 186624 |
| ค่าเฉลี่ย | 4.08 | 15.76 | t-test dependent = -43.466 | |
| ร้อยละ | 20.41 | 78.78 | | |
| SD | 1.38 | 1.67 | | |

**ตารางที่ ง.2** คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต

| เลขที่ | Pre test | ร้อยละ Pre test | Post test | ร้อยละ Post test | ร้อยละ actual gain | ร้อยละ Maximum possible gain | AVG. Normalized gain |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 5 | 25 | 13 | 65 | 40 | 75 | 0.5333 |
| 2 | 4 | 20 | 16 | 80 | 60 | 80 | 0.7500 |
| 3 | 7 | 35 | 19 | 95 | 60 | 65 | 0.9231 |
| 4 | 4 | 20 | 15 | 75 | 55 | 80 | 0.6875 |
| 5 | 3 | 15 | 17 | 85 | 70 | 85 | 0.8235 |
| 6 | 4 | 20 | 17 | 85 | 65 | 80 | 0.8125 |
| 7 | 4 | 20 | 16 | 80 | 60 | 80 | 0.7500 |
| 8 | 6 | 30 | 18 | 90 | 60 | 70 | 0.8571 |
| 9 | 5 | 25 | 17 | 85 | 60 | 75 | 0.8000 |
| 10 | 5 | 25 | 18 | 90 | 65 | 75 | 0.8667 |
| 11 | 4 | 20 | 15 | 75 | 55 | 80 | 0.6875 |
| 12 | 4 | 20 | 17 | 85 | 65 | 80 | 0.8125 |
| 13 | 3 | 15 | 16 | 80 | 65 | 85 | 0.7647 |
| 14 | 3 | 15 | 17 | 85 | 70 | 85 | 0.8235 |
| 15 | 5 | 25 | 14 | 70 | 45 | 75 | 0.6000 |
| 16 | 4 | 20 | 16 | 80 | 60 | 80 | 0.7500 |
| 17 | 2 | 10 | 14 | 70 | 60 | 90 | 0.6667 |
| 18 | 5 | 25 | 15 | 75 | 50 | 75 | 0.6667 |
| 19 | 3 | 15 | 14 | 70 | 55 | 85 | 0.6471 |
| 20 | 4 | 20 | 14 | 70 | 50 | 80 | 0.6250 |
| 21 | 2 | 10 | 13 | 65 | 55 | 90 | 0.6111 |
| 22 | 6 | 30 | 17 | 85 | 55 | 70 | 0.7857 |
| 23 | 3 | 15 | 15 | 75 | 60 | 85 | 0.7059 |

**ตารางที่ ง.2** คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนมติทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ของไหลสถิต (ต่อ)

| เลขที่ | Pre test | ร้อยละ Pre test | Post test | ร้อยละ Post test | ร้อยละ actual gain | ร้อยละ Maximum possible gain | AVG. Normalized gain |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 5 | 25 | 15 | 75 | 50 | 75 | 0.6667 |
| 25 | 2 | 10 | 14 | 70 | 60 | 90 | 0.6667 |
| 26 | 5 | 25 | 16 | 80 | 55 | 75 | 0.7333 |
| 27 | 4 | 20 | 14 | 70 | 50 | 80 | 0.6250 |
| 28 | 3 | 15 | 17 | 85 | 70 | 85 | 0.8235 |
| 29 | 6 | 30 | 16 | 80 | 50 | 70 | 0.7143 |
| 30 | 5 | 25 | 14 | 70 | 45 | 75 | 0.6000 |
| 31 | 3 | 15 | 18 | 90 | 75 | 85 | 0.8824 |
| 32 | 5 | 25 | 17 | 85 | 60 | 75 | 0.8000 |
| 33 | 3 | 15 | 17 | 85 | 70 | 85 | 0.8235 |
| 34 | 1 | 5 | 14 | 70 | 65 | 95 | 0.6842 |
| 35 | 7 | 35 | 19 | 95 | 60 | 65 | 0.9231 |
| 36 | 3 | 15 | 16 | 80 | 65 | 85 | 0.7647 |
| 37 | 4 | 20 | 13 | 65 | 45 | 80 | 0.5625 |
| ค่าเฉลี่ย | | | | | | | 0.7334 |
| Medium gain | | | 15 คน | | ร้อยละ | | 40.54 |
| High gain | | | 22 คน | | ร้อยละ | | 59.46 |

**ตารางที่ ง.3** คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียน แยกตามหัวข้อเรื่อง

| หัวข้อเรื่อง | ข้อที่ | pre test | ร้อยละ pre test | post test | ร้อยละ post test | ร้อยละ actual gain | ร้อยละ maximum possible gain | AVG. Normalized gain |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ความหนาแน่น | 1 | 14 | 37.84 | 37 | 100.00 | 62.16 | 62.16 | 1.0000 |
| | 2 | 14 | 37.84 | 23 | 62.16 | 24.32 | 62.16 | 0.3913 |
| | 3 | 6 | 16.22 | 28 | 75.68 | 59.46 | 83.78 | 0.7097 |
| | 5 | 21 | 56.76 | 34 | 91.89 | 35.14 | 43.24 | 0.8125 |
| | 6 | 1 | 2.70 | 14 | 37.84 | 35.14 | 97.30 | 0.3611 |
| | 7 | 0 | 0.00 | 22 | 59.46 | 59.46 | 100.00 | 0.5946 |
| | 8 | 14 | 37.84 | 37 | 100.00 | 62.16 | 62.16 | 1.0000 |
| | 9 | 6 | 16.22 | 37 | 100.00 | 83.78 | 83.78 | 1.0000 |
| รวม | | 76 | 25.68 | 232 | 78.38 | 52.70 | 74.32 | **0.7091** |
| ความดัน | 10 | 6 | 16.22 | 30 | 81.08 | 64.86 | 83.78 | 0.7742 |
| | 11 | 13 | 35.14 | 33 | 89.19 | 54.05 | 64.86 | 0.8333 |
| | 13 | 8 | 21.62 | 37 | 100.00 | 78.38 | 78.38 | 1.0000 |
| | 14 | 1 | 2.70 | 25 | 67.57 | 64.86 | 97.30 | 0.6667 |
| รวม | | 28 | 18.92 | 125 | 84.46 | 65.54 | 81.08 | **0.8083** |
| แรงลอยตัว | 4 | 7 | 18.92 | 30 | 81.08 | 62.16 | 81.08 | 0.7667 |
| | 12 | 4 | 10.81 | 29 | 78.38 | 67.57 | 89.19 | 0.7576 |
| | 15 | 19 | 51.35 | 35 | 94.59 | 43.24 | 48.65 | 0.8889 |
| | 16 | 5 | 13.51 | 22 | 59.46 | 45.95 | 86.49 | 0.5313 |
| | 17 | 8 | 21.62 | 34 | 91.89 | 70.27 | 78.38 | 0.8966 |
| | 18 | 4 | 10.81 | 18 | 48.65 | 37.84 | 89.19 | 0.4242 |
| | 19 | 0 | 0.00 | 26 | 70.27 | 70.27 | 100.00 | 0.7027 |
| | 20 | 0 | 0.00 | 32 | 86.49 | 86.49 | 100.00 | 0.8649 |
| รวม | | 47 | 15.88 | 226 | 76.35 | 60.47 | 84.12 | **0.7189** |
| ค่าเฉลี่ยทั้งหมด | | 151 | 20.41 | 583 | 78.78 | 58.38 | 79.59 | **0.7334** |

**ตารางที่ ง.4** คะแนนความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน แยกเป็นรายข้อ

| ข้อที่ | ร้อยละ pretest | ร้อยละ posttest | ผลต่าง (D) | ผลต่างยกกำลังสอง ($D^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 5.41 | 32.43 | -27.03 | 730.46 |
| 2 | 5.41 | 45.95 | -40.54 | 1643.54 |
| 3 | 67.57 | 72.97 | -5.41 | 29.22 |
| 4 | 5.41 | 5.41 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 67.57 | 70.27 | -2.70 | 7.30 |
| 6 | 64.86 | 78.38 | -13.51 | 182.62 |
| 7 | 40.54 | 56.76 | -16.22 | 262.97 |
| 8 | 24.32 | 29.73 | -5.41 | 29.22 |
| 9 | 16.22 | 16.22 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 13.51 | 40.54 | -27.03 | 730.46 |
| 11 | 62.16 | 67.57 | -5.41 | 29.22 |
| 12 | 18.92 | 59.46 | -40.54 | 1643.54 |
| 13 | 29.73 | 48.65 | -18.92 | 357.93 |
| 14 | 2.70 | 48.65 | -45.95 | 2111.03 |
| 15 | 13.51 | 64.86 | -51.35 | 2636.96 |
| 16 | 13.51 | 13.51 | 0.00 | 0.00 |
| 17 | 32.43 | 45.95 | -13.51 | 182.62 |
| 18 | 35.14 | 54.05 | -18.92 | 357.93 |
| 19 | 2.70 | 29.73 | -27.03 | 730.46 |
| 20 | 16.22 | 40.54 | -24.32 | 591.67 |
| 21 | 5.41 | 10.81 | -5.41 | 29.22 |
| 22 | 8.11 | 29.73 | -21.62 | 467.49 |
| 23 | 2.70 | 24.32 | -21.62 | 467.49 |
| 24 | 13.51 | 37.84 | -24.32 | 591.67 |
| 25 | 67.57 | 70.27 | -2.70 | 7.30 |

**ตารางที่ ง.4** คะแนนความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน แยกเป็นรายข้อ (ต่อ)

| ข้อที่ | ร้อยละ pretest | ร้อยละ posttest | ผลต่าง (D) | ผลต่างยกกำลังสอง ($D^2$) |
|---|---|---|---|---|
| 26 | 40.54 | 48.65 | -8.11 | 65.74 |
| 27 | 5.41 | 32.43 | -27.03 | 730.46 |
| 28 | 10.81 | 29.73 | -18.92 | 357.93 |
| 29 | 10.81 | 32.43 | -21.62 | 467.49 |
| 30 | 56.76 | 56.76 | 0.00 | 0.00 |
| 31 | 64.86 | 72.97 | -8.11 | 65.74 |
| 32 | 59.46 | 59.46 | 0.00 | 0.00 |
| 33 | 13.51 | 45.95 | -32.43 | 1051.86 |
| 34 | 51.35 | 70.27 | -18.92 | 357.93 |
| รวม | 948.65 | 1543.24 | -594.59 | 16917.46 |
| ค่าเฉลี่ย | 27.90 | 45.38 | t-test dependent = -7.255 | |
| SD | 23.49 | 19.69 | | |

**ตารางที่ ง.5** คะแนนความก้าวหน้าของความคาดหวังในการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียน แยกเป็นรายกลุ่ม

| **Cluster** | **ร้อยละ pre test** | **ร้อยละ post test** | **ร้อยละ actual gain** | **ร้อยละ maximum possible gain** | **AVG. Normalized gain** |
|---|---|---|---|---|---|
| Independence | 19 | 41 | 22 | 81 | 0.27 |
| Coherence | 12 | 36 | 24 | 88 | 0.27 |
| Concepts | 10 | 32 | 22 | 90 | 0.24 |
| Reality link | 31 | 49 | 18 | 69 | 0.25 |
| Math link | 18 | 40 | 23 | 82 | 0.27 |
| Effort | 50 | 64 | 14 | 50 | 0.27 |
| Over all | 28 | 45 | 17 | 72 | 0.24 |

# ประวัติผู้วิจัย


| | |
|---|---|
| **ชื่อ** | นายยศธร บรรเทิง |
| **ประวัติการศึกษา** | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2546 – 2549 |
| | วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ |
| | มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, พ.ศ. 2550 |
| | ประกาศนียบัตรบัณฑิตวิชาชีพครู |
| | มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, พ.ศ. 2552 – 2555 |
| | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา |
| **ประวัติการทำงาน** | พ.ศ. 2551 – 2554 |
| | ครูโรงเรียนโคกสว่างคุ้มวิทยานุสรณ์ |
| | พ.ศ. 2554 – ปัจจุบัน |
| | ครูโรงเรียนนาเยียศึกษารัชมังคลาภิเษก |
| **ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน** | ตำแหน่ง ครู |
| | โรงเรียนนาเยียศึกษารัชมังคลาภิเษก |
| | อำเภอนาเยีย จังหวัดอุบลราชธานี |
| | อีเมล์ yotsatorn_12@hotmail.com |