

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างชุดทดลองการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็ง โดยวิธีการสั้นห้องของคลื่นเสียง ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ออกเป็น 3 ส่วน โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในแต่ละส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 สร้างชุดทดลองและทดลองหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั้นห้องของคลื่นเสียง โดยแบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ชุดทดลองการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั้นห้องของคลื่นเสียง

ตอนที่ 2 ทดลองหาค่าอัตราเร็วเสียงของวัสดุทดสอบสี่ชนิดคือ แท่งทองเหลือง แท่งทองแดง แท่งเหล็ก และแท่งอลูมิเนียม

โดยนำค่าอัตราเร็วเสียงที่ได้จากการทดลองมาเปรียบเทียบกับค่าอัตราเร็วเสียงมาตรฐานโดยใช้เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

ส่วนที่ 2 การจัดทำเอกสารประกอบชุดทดลอง ประกอบไปด้วยคู่มือปฏิบัติการและคู่มือปฏิบัติการสำหรับครู เพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั้นห้องของคลื่นเสียง

ส่วนที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ของรายวิชา แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง *IOC* ระหว่างเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับแบบประเมินจากคุณลักษณะของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการคัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน

### 3.1 สร้างชุดทดลองและการทดลองหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการ สั่นพ้องของคลื่นเสียง

ตอนที่ 1 สร้างชุดทดลองการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้อง  
ของคลื่นเสียง

ในการออกแบบความยาวของท่อที่ใช้ในชุดทดลอง สามารถคำนวณจากความถี่เสียง  
พื้นฐาน อาศัยหลักการที่ว่า อัตราเร็วเสียงในตัวกลางเดียวกันมีค่าเท่ากัน ดังนั้นความถี่ของเสียง  
ลดลง ความยาวคลื่นจะมีค่ามากขึ้น ดังนั้นจึงเลือกความถี่  $f = 600 \text{ Hz}$  ซึ่งเป็นความถี่พื้นฐานมาใช้  
เพื่อคำนวณหาความยาวท่อที่ยาวที่สุดที่นำมาใช้ในชุดทดลอง โดยสามารถคำนวณได้จาก  
สมการที่ (2-7)

$$v = f\lambda$$

โดยอัตราเร็วเสียงที่อุณหภูมิห้องทดลอง สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2-6) ดังนี้

$$v = 331 + 0.6t$$

โดย  $v$  คือ อัตราเร็วเสียง มีหน่วย เมตรต่อวินาที ( $m/s$ )

$t$  คือ อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส ( $^{\circ}C$ ) ซึ่งคำนวณที่อุณหภูมิ  $25^{\circ}C$

ดังนั้น

$$v = 331 + 0.6 \times 25$$

$$= 346 \text{ m/s}$$

คำนวณหาความยาวคลื่นที่มากที่สุดที่ใช้ในการทดลอง สามารถคำนวณจากสมการ  $v = f\lambda$  ได้ดังนี้

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{346}{600} = 0.577 \text{ m}$$

จากตำแหน่งของลำโพงถึงตำแหน่งเสียงดังครั้งที่ 1 คือ ระยะ  $L_1 = \frac{\lambda}{4}$  ดังนั้น

$$L_1 = \frac{\lambda}{4} = \frac{0.577}{4} = 0.144 \text{ m}$$

จากตำแหน่งของลำโพงถึงตำแหน่งเสียงดังครั้งที่ 2 คือ ระยะ  $L_2 = \frac{3\lambda}{4}$  หรือ

$$L_2 = L_1 + \frac{\lambda}{2}$$

$$= 0.144 + \frac{0.577}{2}$$

$$= 0.433 \text{ m}$$

$$= 43.3 \text{ cm}$$

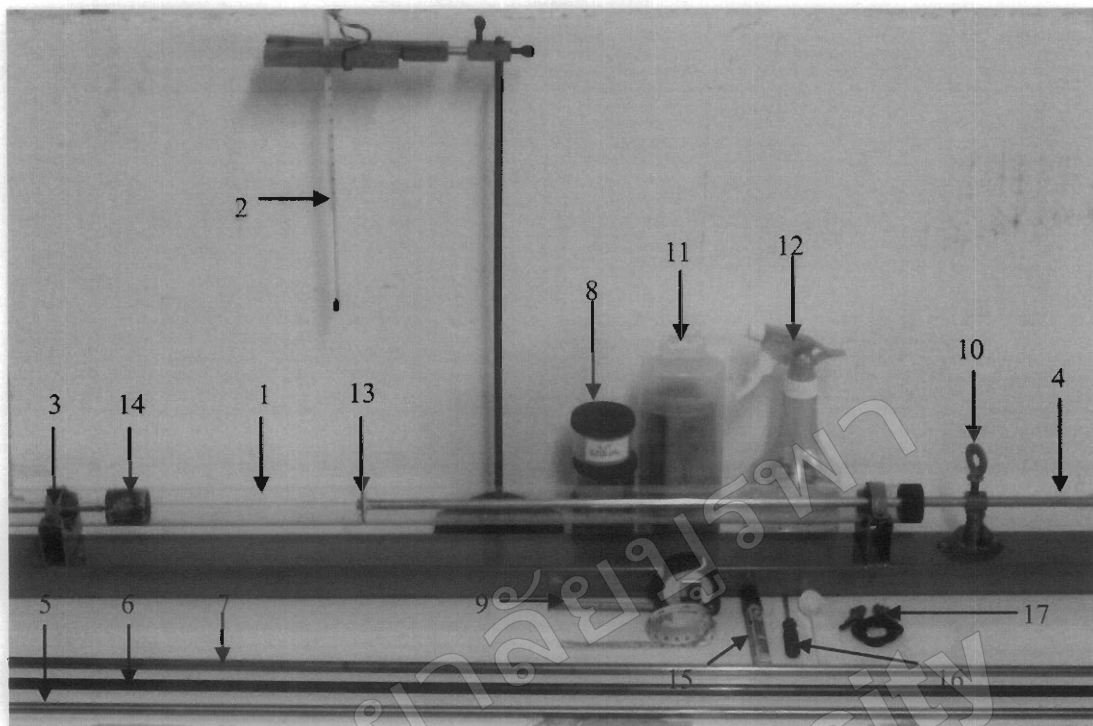
ดังนั้นความยาวท่อที่ใช้สำหรับชุดทดลองนี้ ควรมีค่าไม่น้อยกว่า  $0.433 \text{ m}$  แต่ที่  
เลือกความยาวท่อ  $1 \text{ m}$  เพื่อสามารถอ่านค่าได้มากกว่า 2 ค่าและรองรับความยาวของแท่งวัสดุที่นำมา

ทดลองที่มีความยาว 1.2 m และเนื่องจากความยาวท่อนี้คำนวณที่อุณหภูมิ  $25^{\circ}\text{C}$  ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านี้ก็สามารถใช้ชุดการทดลองนี้ได้

### อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำชุดทดลองการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียง ที่จัดทำขึ้นประกอบด้วยอุปกรณ์ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ท่อแก้วใส (ทำจากหลอดไฟ) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.035 m มีความยาว 1 m จำนวน 1 หลอด
2. เทอร์โมมิเตอร์
3. ฐานเหล็กสำหรับยึดท่อทดลอง
4. แท่งอลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.01 m ยาว 1.20 m 1 แท่ง
5. แท่งเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.01 m ยาว 1.20 m 1 แท่ง
6. แท่งทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.01 m ยาว 1.20 m 1 แท่ง
7. แท่งทองเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.01 m ยาว 1.20 m 1 แท่ง
8. ผงไม้โสน
9. ตลับเมตร
10. สตูยด์
11. ผ้าขาววอร์
12. กระจุกนิตน้ำ
13. กระจาดแข็งวงกลม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.033 m
14. ลูกสูบ
15. ปากกาเคมี
16. ไชควง
17. ที่อุดหูลดเสียง



ภาพที่ 3-1 อุปกรณ์การทดลอง

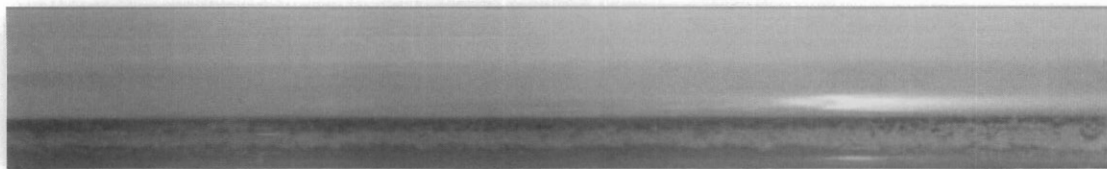
ตอนที่ 2 การทดลองหาค่าอัตราเร็วเสียงของวัสดุทดสอบสี่ชนิดคือ แท่งทองเหลือง  
แท่งทองแดง แท่งเหล็กและแท่งอลูมิเนียม

#### ขั้นตอนการทดลอง

เราจะทำการทดลองโดยดูแท่งวัสดุทดสอบด้วยผ้าขามัวร์ จนเกิดการสั่นพ้องของคลื่นเสียงจะทำให้ผงไม้โสนในท่อแก้วใสมีการจัดเรียงตัวเป็นลูกคลื่นดังแสดงในภาพที่ (3-10) ทำการวัดความยาวของลูกคลื่นที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปคำนวณหาความถี่ของคลื่นเสียงในอากาศ ซึ่งความถี่ของคลื่นเสียงของอากาศภายในท่อจะมีค่าเท่ากับความถี่ของคลื่นเสียงในแท่งวัสดุทดสอบ เพราะเกิดจากแหล่งกำเนิดเสียงเดียวกัน แล้วนำความถี่ที่ได้ไปคำนวณหาอัตราเร็วเสียงในของแข็ง โดยแท่งวัสดุแต่ละชนิดจะทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

1. วัดอุณหภูมิเมื่อเริ่มทำการทดลองและเมื่อทดลองเสร็จเพื่อหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ
2. นำผงไม้โสนเทใส่ลงไปในท่อแก้วใสและเกลี่ยให้ผงไม้โสนมีความหนาสม่ำเสมอ

ดังภาพที่ 3-2



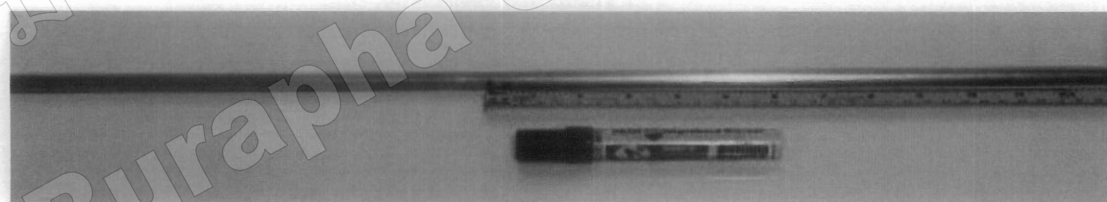
ภาพที่ 3-2 ผงไม้โสนในท่อแก้วใส

3. ติดตั้งท่อแก้วใสไว้บนฐานเหล็กยึดให้มั่นคง เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ดังภาพที่ 3-3



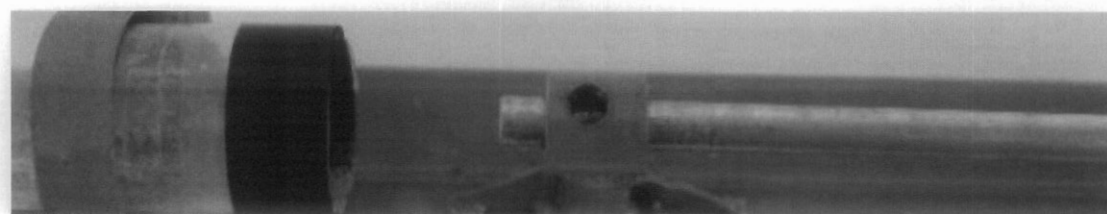
ภาพที่ 3-3 การติดตั้งท่อแก้วใสกับฐานเหล็ก

4. วัดความยาวแท่งวัสดุและขีดด้วยปากกาคมที่จุดกึ่งกลางของแท่งวัสดุดังภาพที่ 3-4



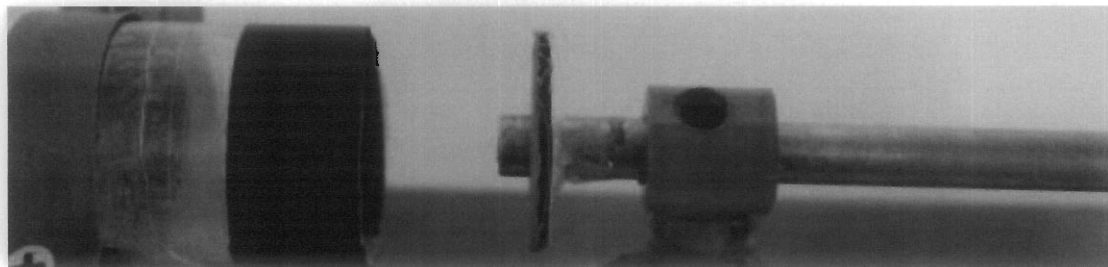
ภาพที่ 3-4 วัดความยาวครึ่งหนึ่งของแท่งวัสดุและทำสัญลักษณ์

5. นำแท่งวัสดุใส่ผ่านจุดล็อกดังภาพดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 การนำแท่งวัสดุใส่ผ่านจุดล็อก

6. นำแผ่นกระดาษแข็งวงกลมมาติดไว้ที่ปลายของแท่งวัสดุตั้งภาพที่ 3-6



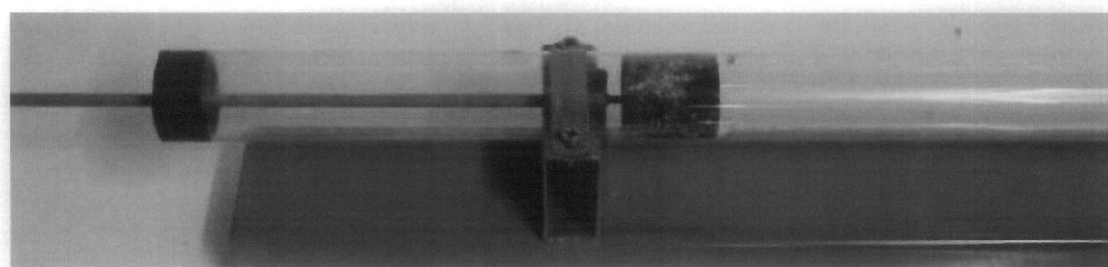
ภาพที่ 3-6 การติดแผ่นกระดาษแข็งวงกลมที่ปลายแท่งวัสดุ

7. ค่อย ๆ เคลื่อนแท่งวัสดุเข้าไปในท่อ จนจุดกึ่งกลางของแท่งวัสดุตรงกับจุดล็อกและทำการขันล็อกให้แน่นดังภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-7 การขันตัวล็อกที่จุดกึ่งกลางของแท่งวัสดุ

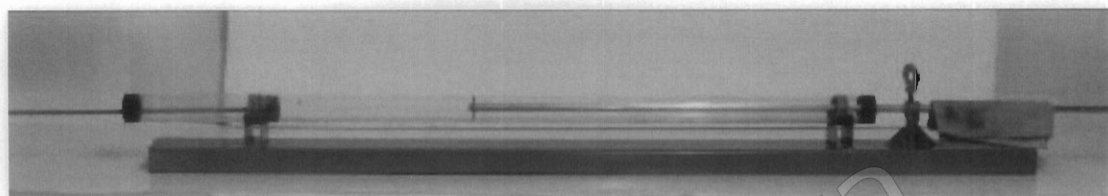
8. นำลูกสูบมาใส่ไว้ที่ปลายอีกด้านของท่อแก้วใสซึ่งจะทำหน้าที่เป็นปลายปิด ดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 การใส่ลูกสูบที่ปลายของท่อแก้วใส

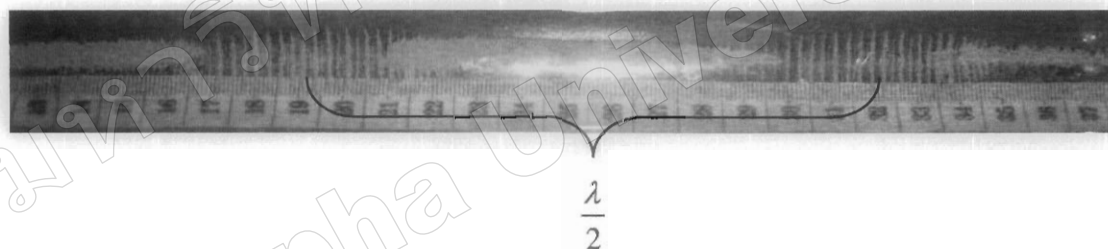
9. ถัดพรมน้ำที่ผ้าขามัวร์ให้พอชื้น ๆ

10. นำผ้าขามัวร์มาลูที่แห้งเล็กน้อยที่อื่นออกมาด้านนอก สังเกตผงไม้ไผ่ในท่อว่ามีลักษณะเป็นลูกคลื่น ดังภาพที่ 3-9 และ 3-10



ภาพที่ 3-9 การลูแห้งวัสดุด้วยผ้าขามัวร์

11. ทำการวัดความยาวของตำแหน่งผงไม้ไผ่ที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดที่อยู่ติดกัน จะมีค่าเท่ากับ  $\lambda/2$  ดังภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 วัดความยาวของตำแหน่งผงไม้ไผ่ที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดที่อยู่ติดกัน จะมีค่าเท่ากับ  $\lambda/2$

12. เมื่อได้ความยาวคลื่นที่สามารถคำนวณหาความถี่และอัตราเร็วเสียงได้
13. ทำการทดลองซ้ำอีก 5 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย
14. ทำการเปลี่ยนแท่งวัสดุเป็นชนิดอื่น ๆ ต่อไป
15. ทำการคำนวณหาค่าร้อยละความคลาดเคลื่อนจากการทดลองเทียบกับค่ามาตรฐาน

### 3.2 จัดทำเอกสารประกอบชุดทดลอง

ผู้วิจัยได้จัดทำเอกสารประกอบชุดทดลอง คือ คู่มือปฏิบัติการ และคู่มือปฏิบัติการ สำหรับครู ดังนี้ (รายละเอียดคังภาคผนวก ข และ ค)

1. คู่มือปฏิบัติการ เป็นเอกสารที่ให้ผู้เรียนใช้ประกอบการเรียนและการทดลองเรื่องการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียง ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.1 ข้อเสนอแนะในการใช้คู่มือปฏิบัติการ

1.2 ใ้บความรู้

1.3 ใ้บงานการทดลอง

1.3.1 หลักการและเหตุผล

1.3.2 วัตถุประสงค์

1.3.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.4 ทฤษฎี

1.3.5 อุปกรณ์การทดลอง

1.3.6 วิธีการทดลอง

1.3.7 การบันทึกผลและจัดกระทำข้อมูลจากการทดลอง

1.3.8 คำถามนำไปสู่การอภิปรายผลการทดลอง

1.3.9 อภิปรายผลการทดลอง

1.3.10 สรุปผลการทดลอง

2. คู่มือปฏิบัติการสำหรับครู เป็นเอกสารที่ให้ครูผู้สอนใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่องการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียง ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อเสนอแนะในการใช้คู่มือปฏิบัติการ

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้

2.3 ใ้บความรู้

2.4 ใ้บงานการทดลอง

2.4.1 หลักการและเหตุผล

2.4.2 วัตถุประสงค์

2.4.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

2.4.4 ทฤษฎี

2.4.5 อุปกรณ์การทดลอง



## 2.4.6 วิธีการทดลอง

## 2.4.7 ตัวอย่างการบันทึกผลและการจัดกระทำข้อมูลการทดลอง

## 2.4.8 คำถามนำไปสู่การอภิปรายผลการทดลอง

## 2.4.9 ตัวอย่างการอภิปรายผลการทดลอง

## 2.4.10 ตัวอย่างการสรุปผลการทดลอง

### 3.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ของรายวิชา

ตอนที่ 1 ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองโดยใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง  $IOC$  ระหว่างเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับแบบประเมิน โดยใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งมีสมการในการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ดังนี้ (สูวิมล ตีรกานันท์, 2549, หน้า 139)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ  $IOC$  คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$  คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทุกคน

$N$  คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาคะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

-1 เมื่อแน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยไม่สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

โดยการแปลความ ถ้า  $IOC \geq 0.5$  แสดงว่าเครื่องมือวิจัยวัดได้ตามวัตถุประสงค์

$IOC < 0.5$  แสดงว่าเครื่องมือวิจัยไม่วัดตามวัตถุประสงค์

#### กลุ่มตัวอย่าง

ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์/ฟิสิกส์ และผู้ที่มีความชำนาญในด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 5 คน เลือกโดยเจาะจง (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 45)

## ตอนที่ 2 ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองโดยใช้ความคิดเห็นของนักเรียน

ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองโดยใช้ความคิดเห็นจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ตามวิธีการของลิเคอร์ท (ลิทธีร์ ธีรสรณ์, 2552, หน้า 114) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนและแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 121)

### เกณฑ์การให้คะแนน

4.51 - 5.00	หมายถึง มีความเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง
3.51 - 4.50	หมายถึง มีความเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย
2.51 - 3.50	หมายถึง มีความเห็นอยู่ในระดับไม่แน่ใจ
1.51 - 2.50	หมายถึง มีความเห็นอยู่ในระดับไม่เห็นด้วย
1.00 - 1.50	หมายถึง มีความเห็นอยู่ในระดับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

### ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนธรรมโชติศึกษาลัย สายวิทย์ - คณิต แผนการเรียนปกติ ตำบลเขาพระ อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 82 คน

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาครั้งนี้ได้จากการสุ่มจากประชากร โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 49) ได้กลุ่มตัวอย่างมา 1 ห้อง รวมทั้งหมด 40 คน คิดเป็นร้อยละ 48.78

### ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean)

ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) หรือเรียกได้อีกหลายอย่าง เช่น ตัวกลางเลขคณิต คะแนนเฉลี่ย ฯลฯ คำนวณจากสูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2554, หน้า 124)

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (3-2)$$

เมื่อ  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N คือ จำนวนคะแนนในกลุ่ม

### ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) ใช้บอกถึงการกระจายของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ใช้สูตร ดังนี้ (เขียนยง ราชวงษ์, 2543, หน้า 4)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (3-3)$$

- เมื่อ  $X$  คือ ข้อมูลแต่ละตัว  
 $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ย  
 $N$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด  
 $\sum$  คือ ผลรวม  
*S.D.* คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

มหาวิทยาลัยบูรพา  
 Burapha University