

## บทที่ 5

### สรุปผลและอภิปราย

การวิจัยการสร้างชุดทดลอง เรื่อง การหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียงและเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของเสียง โดยมีรายละเอียดการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ชุดทดลองการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียงที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ ส่วนของตัวชุดทดลอง ประกอบด้วยฐานเหล็กและท่อแก้วใสซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง  $0.035\text{ m}$  ยาว  $1\text{ m}$  ส่วนของแท่งวัสดุทดสอบมี 4 ชนิด คือ แท่งทองเหลือง แท่งทองแดง แท่งเหล็ก และแท่งอลูมิเนียม ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง  $0.01\text{ m}$  ยาว  $1.2\text{ m}$  และส่วนของวัสดุ - อุปกรณ์ ที่ใช้ร่วมกับชุดทดลอง สามารถนำไปใช้โดยอาศัยหลักการ การสั่นพ้องของคลื่นเสียง ผลจากการทดลองพบว่า ค่าอัตราเร็วเสียงในทองเหลือง ทองแดง เหล็ก และอลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ  $3484.00$ ,  $3635.48$ ,  $4910.11$  และ  $4914.35\text{ m/s}$  ตามลำดับ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในการหาค่าอัตราเร็วเสียงในทองเหลือง ทองแดง เหล็ก และอลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ  $0.46$ ,  $1.74$ ,  $2.77$  และ  $4.58\%$  ตามลำดับซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้และเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ของรายวิชา โดยใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ  $0.99$  ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่  $0.5$  สรุปว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกับชุดทดลองที่สร้างขึ้น

3. ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดทดลอง โดยใช้ความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าพบว่า มีค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้านเท่ากับ  $4.53$  ( $S.D.=0.54$ ) สรุปว่านักเรียนมีความเห็นอยู่ระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งกับชุดทดลองที่สร้างขึ้น

## 5.2 อภิปรายผล

1. จากการสร้างชุดทดลองเพื่อหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียงผลการทดลองพบว่า ค่าอัตราเร็วเสียงในทองเหลือง ทองแดง เหล็ก และอลูมิเนียม มีค่าเท่ากับ 3484.00, 3635.48, 4910.11 และ 4914.35 m/s ตามลำดับ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนในการหาค่าอัตราเร็วเสียงในทองเหลือง ทองแดง เหล็ก และอลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ 0.46, 1.74, 2.77 และ 4.58% ตามลำดับจากผลการทดลองพบว่าอลูมิเนียมมีค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด ในขณะที่ทองเหลืองมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะว่าอลูมิเนียมมีความหนาแน่นน้อยที่สุดซึ่งเมื่อทำให้เกิดเสียงสั่นบนแท่งอลูมิเนียมแล้วจะพบว่าเสียงสั่นจะสั้น ๆ ในขณะที่ทองเหลืองมีความหนาแน่นมากจะเกิดเสียงสั่นยาว ๆ ซึ่งผลการทดลองในงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Se-yuen Mak et al. (2000, pp.439-445) ที่กล่าวว่าอลูมิเนียมมีค่าความคลาดเคลื่อนมาก เนื่องจากมีความหนาแน่นน้อยกว่าโลหะชนิดอื่น ทำให้เสียงสั่นบนแท่งโลหะสั้นกว่าโลหะอื่น ๆ ส่วนโลหะที่ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุดคือทองเหลืองเนื่องจากทองเหลืองมีความยืดหยุ่นและมีระยะเวลาการเกิดเสียงสั่นนานกว่าโลหะชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้เรายังพบว่าความเร็วของเสียงในของแข็งยังขึ้นอยู่กับความหนาแน่นและโมดูลัสของยังตามความสัมพันธ์  $v = \sqrt{Y/\rho}$  และยังทำให้ผู้เรียนได้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างปริมาณทางฟิสิกส์บางตัว เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกับค่าความถี่ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถี่กับอัตราเร็วเสียง และความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเสียงกับค่าโมดูลัสของยัง เป็นต้น การทดลองนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจผ่านการทดลองที่เป็นรูปธรรมเกี่ยวกับสมบัติเชิงกลของวัสดุบางอย่าง เช่น ทำไมทองเหลืองจึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเป่า เครื่องตีหรือเครื่องดี เช่น ทรัมเป็ต นิ่ง ฉาบ ระฆัง เป็นต้น

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ของรายวิชา โดยใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในด้านประสิทธิภาพการทดลองเท่ากับ 1 ในด้านการออกแบบชุดทดลองเท่ากับ 0.96 และในด้านคู่มือปฏิบัติการสำหรับครูเท่ากับ 1 ซึ่งนำมาคิดเป็นค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 0.99 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 0.5 ถือว่าชุดทดลองนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ IOC จึงสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้นักเรียนเกิดการพัฒนาพฤติกรรม สภาพการเรียนรู้และทักษะการทดลองของนักเรียนได้ตามวัตถุประสงค์ในการเรียนได้มากขึ้น

3. ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดทดลอง โดยใช้ความคิดเห็นของนักเรียน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าพบว่า ในด้านการออกแบบ ชุดทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.62 ( $S.D. = 0.48$ ) แสดงว่าผู้เรียนเห็นด้วยอย่างยิ่ง ในด้านใบความรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ( $S.D. = 0.54$ ) แสดงว่าผู้เรียนเห็นด้วย และในด้านใบงานการทดลองเท่ากับ 4.48 ( $S.D. = 0.60$ ) แสดงว่าผู้เรียนเห็นด้วย ซึ่งนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้านเท่ากับ 4.53 ( $S.D. = 0.54$ ) แสดงว่านักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งกับภาพรวมชุดทดลองที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ว่านักเรียนมีความเห็นว่าชุดทดลองเรื่องการหาค่าอัตราเร็วเสียงในของแข็งโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียง มีความเหมาะสมและสามารถใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้และมีความเหมาะสมตามทฤษฎีของนักเรียน

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การดูแลแท่งวัสดุด้วยผ้าขาวม้าผู้ทดลองไม่สามารถควบคุมขนาดของแรงที่กู่ให้คงที่ได้ ควรทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
2. การวัดค่าความยาวของลูกคลื่นที่เกิดขึ้น ควรทำการวัดหลาย ๆ ลูกคลื่นเพื่อหาค่าเฉลี่ย
3. ควรที่จะรู้ค่าอัตราเร็วเสียงของแข็งแต่ละชนิดอย่างแท้จริง โดยการหามอดูลัสของยังของวัสดุแต่ละชนิดแล้วนำมาคำนวณหาอัตราเร็วเสียงจากสมการ  $v = \sqrt{Y/\rho}$
4. ควรให้นักเรียนได้ทำการฝึกดูแลแท่งวัสดุก่อนการทดลองจริงเพื่อไม่ให้เสียเวลามาก