

การสร้างชุดทดลองปฏิบัติการฟิสิกส์เรื่องการสั่นพ้องของคลื่นเสียง สำหรับครูในเขตพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้

Creation of Physics Experiment Kits on Sound Resonance in a Tube for Teachers in Southern Thailand

โรสลีนา อนันตกุลวงศ์*

Roseleena Anantanukulwong^{1*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองหาค่าอัตราเร็วเสียงในอากาศโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่น จากการเปรียบเทียบตำแหน่งจุดที่ดังที่สุดโดยใช้วิธีการฟังกับใช้เครื่อง Data Logger ผลจากการทดลองพบว่า ค่าอัตราเร็วเสียงในอากาศ โดยวิธีการฟังความถี่ 500 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ มีค่าอัตราเร็วเสียง เท่ากับ 349 341 351 354 และ 350 m/s ตามลำดับ มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.14 2.43 0.42 1.28 และ 0.14 % ตามลำดับ อัตราเร็วเสียงเฉลี่ยในอากาศโดยวิธีการฟัง มีค่าเท่ากับ 349 m/s และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.12 % ส่วนอัตราเร็วในอากาศโดยใช้เครื่อง Data Logger ความถี่ 500 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ มีค่าอัตราเร็วเสียงเท่ากับ 344 354 346 348 และ 355 m/s ตามลำดับ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 1.57 1.28 0.42 1.00 และ 1.57 % ตามลำดับอัตราเร็วเสียงเฉลี่ยโดยใช้เครื่อง Data Logger มีค่าเท่ากับ 349.4 m/s และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.05 % เมื่อนำอัตราเร็วของคลื่นเสียงในอากาศเฉลี่ยระหว่างการหาอัตราเร็วเสียงในอากาศจากการฟังและการทดลองหาอัตราเร็วเสียงโดยใช้เครื่อง Data Logger มาเปรียบเทียบ กับอัตราเร็วเสียงจากทฤษฎีมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 1 % ซึ่งสามารถนำไปใช้เพื่อปฏิบัติการทดลองได้

คำสำคัญ: การทดลอง การสั่นพ้อง อัตราเร็วเสียง

Abstract

The objective of this research was to construct the resonance of sound waves in an air experimental media by comparing the velocity of sound waverecord at the maximum value using listening method and data logger program. The result presented that the speed of sound wave from listening was at the frequency of 500, 550, 600, 650 and 700 Hz were 349, 341, 351, 354 and 350 m/s respectively. The measurement errors were 0.14, 2.43, 0.42, 1.28 and 0.14 % respectively. The average sound velocity in the air by listening method was 349 m/s and the error percentage was at 0.12 %. The velocity of sound record by the data logger at frequency was 500, 550, 600, 650 and 700 Hz respectively, while the sound speeds were 344, 354, 346, 348 and 355 m/s respectively. The percentage error was at 1.57, 1.28, 0.42, 1.00 and 1.57 %. The data logger speed was 349.4 m/s, and the error percentage was at 0.05 %. The average speed of sound waves in the air was determined by the listening and the speed of sound using a data logger compared to the theoretical speed of sound with a deviation of less than 1 %, which can be used as an experimental laboratory media.

Keywords: Experiment, Resonance, Speed of Sound

¹ อ., สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา 95000

¹ Lecturer, Physics Program, Department of Physics, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, 95000

* Corresponding author : E-mail address: roseleena.y@yru.ac.th

(Received: July 22, 2019; Revised: September 17, 2019; Accepted: October 8, 2019)

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ทฤษฎีและการปฏิบัติ ในการเรียนวิชาปฏิบัติการนั้น จำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติหรือทดลองจริง เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ [1-3] โดยมีจุดประสงค์ เพื่อให้ให้นักเรียนในเขตพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้ ได้นำปรากฏการณ์ที่สังเกตได้ หรือต้องการศึกษาเข้ามาสู่ห้องทดลองหรือห้องปฏิบัติการ และทำการทดลองเพื่อตอบคำถามที่ต้องการทราบ โดยความน่าเชื่อถือของการทดลองเป็นเรื่องที่สำคัญมาก การทดลองที่มีความน่าเชื่อถือสูงจะต้องประกอบด้วยการใช้เครื่องมือในการวัดข้อมูลที่เหมาะสม มีความละเอียดเพียงพอ มีวิธีการทดลองที่รอบคอบ มีการนำผลการทดลองมาวิเคราะห์และสังเคราะห์ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องแม่นยำ การศึกษาในปัจจุบันอยู่ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงและมีการปฏิรูปทางการศึกษาบ่อยครั้ง แต่ไม่ว่าการปฏิรูปการศึกษาจะทำให้หลักสูตรการเรียนการสอนต้องปรับปรุงตามไปอย่างไร ในชั้นเรียนยังคงยึดการเรียนรู้แบบศูนย์กลาง โดยมีเป้าหมายสำคัญคือการทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สูงสุดด้านการคิดและการปฏิบัติ ดังนั้นผู้สอนถือเป็นบุคคลสำคัญที่จะคอยแนะนำ และช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้มากที่สุด [4] การนำสื่อการสอนนวัตกรรมมาใช้ในวงการศึกษากำลังเป็นที่สนใจกันอย่างกว้างขวาง ทั้งนี้ด้วยเหตุที่การศึกษามุ่งที่จะพัฒนาผู้เรียนให้รู้จักคิดเป็น ทำเป็น และมีความรับผิดชอบต่อนตนเอง ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจึงต่างไปจากเดิม คือมุ่งให้ผู้เรียนรู้จักวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนทำหน้าที่คอยช่วยเหลือแนะนำ ผู้สอนจำเป็นต้องนำเอาวิธีการสอนใหม่ๆ พร้อมทั้งสื่อการสอน และนวัตกรรมทางการศึกษามาใช้ [5] เพื่อให้ผู้เรียนเห็นภาพพจน์ที่ชัดเจนและเกิดความเข้าใจพอสมควร [6] เช่น การพัฒนาชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ด้วยระบบปรับมุมอัตโนมัติ โดยตัวนี้จะสามารถกำหนดแรงยิงที่จะยิงออกไปได้ ส่วนการปรับเปลี่ยนมุมจะใช้ Servo Motor เป็นตัวควบคุมซึ่งมุมที่ได้ออกมาจะมีค่าที่ตรง ซึ่งจะดีกว่าการปรับเปลี่ยนมุมด้วยมือ [7] และการพัฒนาชุดทดลองเรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ $E1/E2 = 94.70/75.00$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าชุดทดลองนี้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้จริง [8] และสื่อการสอนมีความสำคัญควบคู่ไปกับเนื้อหาในบทเรียน ฟิสิกส์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ปรากฏการณ์ส่วนใหญ่เราสามารถมองเห็นและจับได้ แต่เนื้อหาบางเรื่องเป็นปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรมอย่างเช่นการสั่นพ้องของคลื่นเสียงในท่อปลายเปิด ผู้เรียนจำเป็นต้องอาศัยจินตนาการหรือจำลองว่าคลื่นเสียงมีลักษณะอย่างไรในท่อ [9] เสียงจะมีอัตราเร็วมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและตัวกลางที่เสียงเคลื่อนที่ผ่าน โดยคลื่นเสียงจะเคลื่อนที่ได้เร็วที่สุดในตัวกลางที่เป็นของแข็ง และเร็วน้อยลงในตัวกลางที่เป็นของเหลว และแก๊ส ตามลำดับ [10] ถ้าเสียงเคลื่อนที่ในของแข็งต่างชนิดกันจะมีอัตราเร็วที่ต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด เช่น อัตราเร็วเสียงในแท่ง อลูมิเนียมมีค่า 5150 m/s อัตราเร็วเสียงในแท่งเหล็กมีค่า 5050 m/s อัตราเร็วเสียงในแท่งทองแดงมีค่า 3700 m/s อัตราเร็วเสียงในแท่งทองเหลืองมีค่า 3500 m/s[11]

ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสร้างชุดทดลองการหาอัตราเร็วของเสียงในอากาศโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียงที่มีความน่าเชื่อถือในระดับที่มีความคลาดเคลื่อนจากทฤษฎีไม่เกินร้อยละ 1 % ซึ่งใช้หลักการวัดความยาวคลื่นเสียงในอากาศ โดยอาศัยปรากฏการณ์การสั่นพ้อง ในงานวิจัยนี้ ใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีต้นทุนต่ำ และสามารถผลิตชุดทดลองที่มีประสิทธิภาพต่อการใช้งานในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อนักเรียนและทางผู้วิจัยได้จัดอบรมให้ความรู้แก่คุณครูผู้สอนโรงเรียนเอกชนสอนศาสนาในพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้ ที่ขาดแคลนงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์ ชุดทดลองเพื่อให้สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพิ่มเจตคติที่ดี ต่อการเรียนวิชาฟิสิกส์ในห้องเรียนได้

วิธีการดำเนินวิจัย

1. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์

1.1 เครื่องมือ

1.1.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่

1.1.3 เครื่อง Data Logger ยี่ห้อ DATA HARVESI

1.1.2 ส่วน

1.1.4 เครื่องวัดอุณหภูมิ (ปรอท)

1.2 วัสดุอุปกรณ์

1.2.1 ท่อพีวีซีขนาด 2 นิ้ว

1.2.5 ลูกสูบ

1.2.9 สายไฟ

1.2.2 ฝาปิดท่อพีวีซีขนาด 2 นิ้ว

1.2.6 ฐานไม้

1.2.10 สายวัด

1.2.3 ตัวจับท่อพีวีซีขนาด 2 นิ้ว

1.2.7 แปรงทาสีไม้

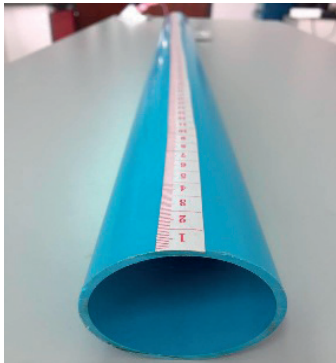
1.2.11 ไขควง

1.2.4 ลำโพง

1.2.8 แลคเกอร์ทาไม้

2. วิธีการทำเครื่องมือการสั่นพ้องของคลื่นในท่ออากาศ

นำท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ตัดให้มีความยาว 100 เซนติเมตร พร้อมติดสายวัด ความยาว 100 เซนติเมตร ดังภาพที่ 1 จากนั้นนำแผ่นไม้ความกว้าง 50 เซนติเมตร มีความหนา 2 เซนติเมตร ตัดให้มีความยาว 112 เซนติเมตร มีความหนา 2 เซนติเมตร พร้อมทาแล็กเกอร์ให้เรียบร้อยดังภาพที่ 2 แล้วนำฝาปิดท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลาง 2 นิ้ว พร้อมทั้งสว่านเจาะรูสองรูเพื่อเชื่อมต่อกับสายไฟของลำโพง ดังภาพที่ 3 เอาท่อพีวีซีและฝาปิดท่อพีวีซีที่เชื่อมกับลำโพงวางบนฐานไม้ที่เตรียมไว้ ดังภาพที่ 4 ใช้ตัวจับท่อพีวีซีและไขควง คล้องท่อกับแผ่นไม้ให้อยู่ติดกัน จะได้เครื่องมือชุดการทดลอง ดังภาพที่ 5 ทำการตัดไม้เป็นวงกลมเพื่อทำลูกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ทำหัวปิดท่อหรือหัวลูกสูบตัดไม้ด้วยความยาว 100 เซนติเมตร มาเชื่อมหัวลูกสูบ พร้อมทั้งติดสายวัดความยาว 100 เซนติเมตรดังภาพที่ 6



ภาพที่ 1 ท่อพีวีซี



ภาพที่ 2 ฐานไม้



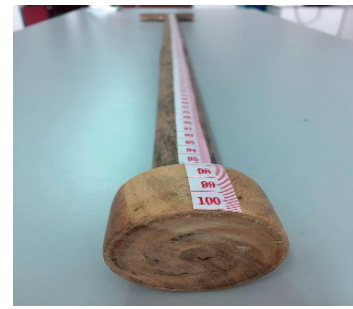
ภาพที่ 3 ฝาปิดท่อ



ภาพที่ 4 ปิดท่อที่เชื่อมกับลำโพง



ภาพที่ 5 ชุดการทดลองคลื่นนิ่ง



ภาพที่ 6 ตัวลูกสูบในท่ออากาศ

3. วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 หาอัตราเร็วเสียงของคลื่นเสียงในอากาศ [12] ดังสมการที่ 1

$$V(t) = 331.4 + 0.6 t \quad \dots\dots\dots(1)$$

โดยที่ $V(t)$ คือ อัตราเร็วของเสียงในอากาศที่อุณหภูมิใดๆ (m/s), t คืออุณหภูมิของอากาศเท่ากับ 27°C ในหน่วย เซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

3.2 หาคความยาวคลื่นในอากาศ [12] ดังสมการที่ 2

$$(L_2 - L_1) = \frac{\lambda}{2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

โดยที่ L_1 คือ ระยะจากลำโพงถึงตำแหน่งเสียงดังที่สุดครั้งที่ 1 (cm), L_2 คือ ระยะทางจากลำโพงถึงตำแหน่งเสียงดังที่สุดครั้งที่ 2 (cm), λ คือ ความยาวคลื่น

วิธีการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้สามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 หาค่าอัตราเร็วของคลื่นเสียงโดยวิธีการวัดอนุกรม

นำเครื่องมือวัดอนุกรมห้อง นำค่าที่ได้คำนวณหาอัตราเร็วเสียง จากสมการที่ 1

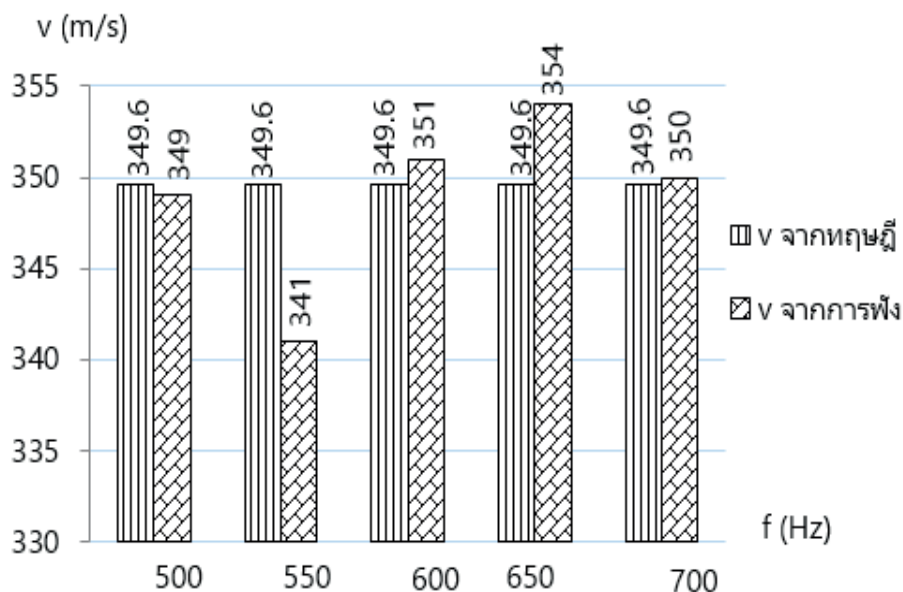
ตอนที่ 2 หาค่าอัตราเร็วของคลื่นเสียงในอากาศ จากปรากฏการณ์การสั่นพ้องในหลอดเรโซแนนซ์

นำเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงต่อเข้ากับลำโพง ปรับค่าความถี่ที่ 500 Hz นำลำโพงประกอบกับปลายท่อเรโซแนนซ์และเปิดเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงค่อยๆ เลื่อนลูกสูบออก โดยให้สังเกตที่เสียง ซึ่งสังเกตได้จากเสียงที่ได้ยินว่า ถ้าดังกว่าปกติ ให้อ่านและบันทึกเป็นระยะ ทำการเลื่อนลูกสูบต่อไปจนได้ยินเสียงที่ดังกว่าปกติเป็นครั้งที่ 2 ให้อ่านและบันทึกเป็นระยะ ทำการเลื่อนลูกสูบต่อไปจนได้ยินเสียงที่ดังกว่าปกติเป็นครั้งที่ 3 ให้อ่านและบันทึกเป็นระยะ นำค่าที่ได้คำนวณหาระยะตำแหน่งของลูกสูบที่ได้ยินเสียงดังที่สุด 2 ตำแหน่ง ที่อยู่ติดกันแล้วหาค่าเฉลี่ยของระยะดังกล่าวและบันทึกผล และทำการทดลองซ้ำเป็น 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ และบันทึกผล

ตอนที่ 3 หาค่าอัตราเร็วของคลื่นเสียงในอากาศจากปรากฏการณ์การสั่นพ้องในหลอดเรโซแนนซ์โดยใช้เครื่อง Data Logger

นำเครื่องกำเนิดสัญญาณเสียงต่อเข้ากับลำโพง ปรับค่าความถี่ที่ 500 Hz แล้วนำลำโพงประกอบกับปลายท่อเรโซแนนซ์ นำเครื่อง Data Logger และหัววัดเสียงมาเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์จากนั้นนำไมโครโฟนและหัววัดเสียงมาวางไว้ระหว่างลำโพงที่ประกอบกับปลายท่อเรโซแนนซ์บันทึกความเข้มเสียงทุก ๆ ระยะ 0.1 เซนติเมตรไปจนถึง 100 เซนติเมตรทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง ในแต่ละความถี่ และจดบันทึกผลการทดลองทำการทดลองซ้ำโดยปรับค่าความถี่ที่ 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ

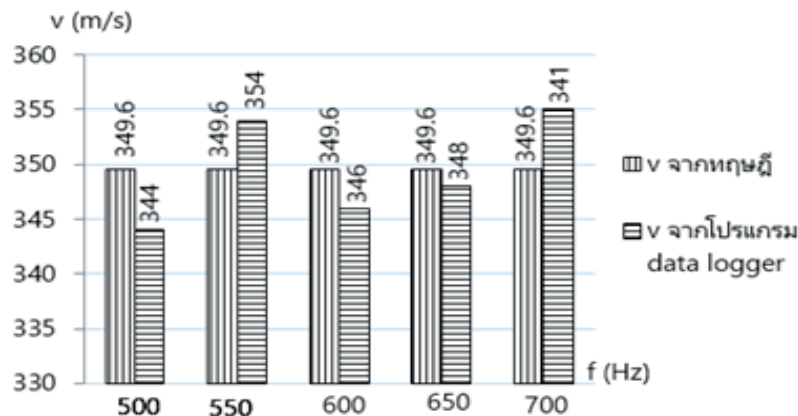
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล



ภาพที่ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเสียงกับความถี่

จากภาพที่ 7 เมื่อได้ตำแหน่งการสั่นพ้องของคลื่นเสียง ความถี่ต่างๆแล้วสามารถหาอัตราเร็วเสียงจากการนำความยาวคลื่น ณ ตำแหน่งเสียงที่ดังที่สุดที่ การทดลองพบว่า ความถี่ 500 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ มีค่าอัตราเร็วเสียง เท่ากับ 349 341 351 354 และ 350 m/s ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าอัตราเร็วจะมีความคลาดเคลื่อนจากทฤษฎีความถี่ 500 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ มีค่าเท่ากับ 0.14 2.43 0.42 1.28 และ 0.14 % ตามลำดับ

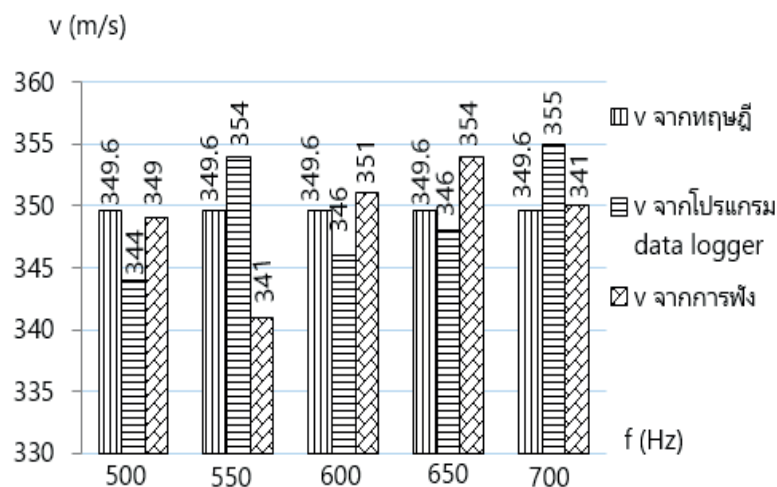
1. เปรียบเทียบอัตราเร็วของคลื่นเสียงระหว่างทฤษฎีและอัตราเร็วจากการทดลองโดยใช้โปรแกรม Data Logger



ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเสียงกับความถี่

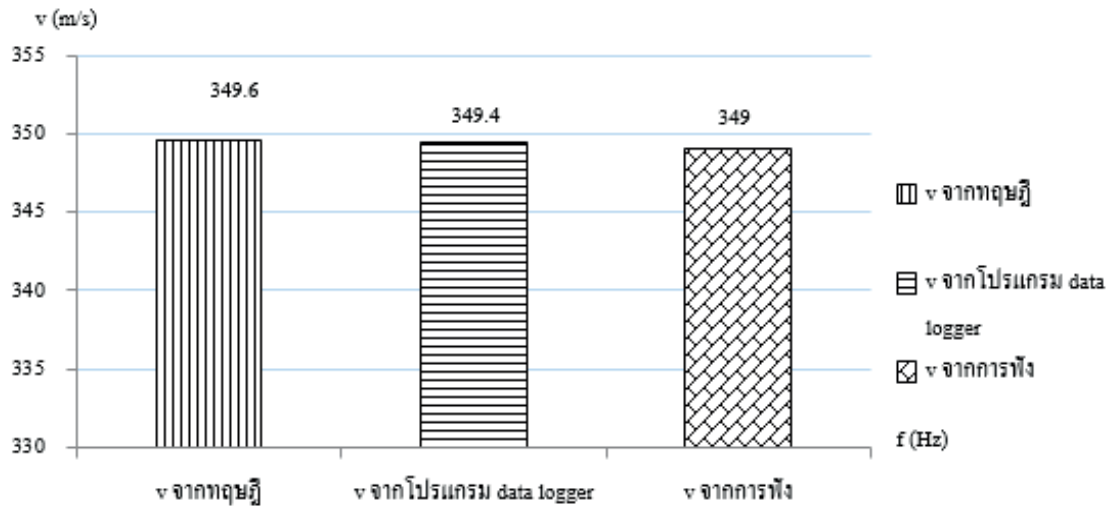
จากภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเสียงกับความถี่ การทดลองโดยใช้เครื่อง Data Logger ความถี่ 500 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ มีค่าอัตราเร็วเสียงเท่ากับ 344 354 346 348 และ 341 m/s ตามลำดับ มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 1.57 1.28 0.42 1.00 และ 1.57 % ตามลำดับ

2. เปรียบเทียบ ห้าอัตราเร็วของคลื่นเสียงในอากาศจากการทดลองโดยการฟังและการหาอัตราเร็วเสียงในอากาศจากการทดลองโดยใช้โปรแกรม Data Logger กับอัตราเร็วเสียงในอากาศจากทฤษฎี



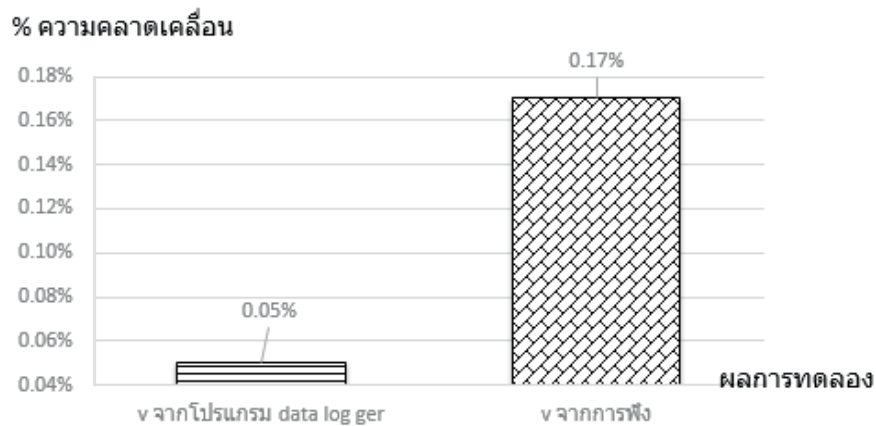
ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นเสียงกับความถี่

จากภาพที่ 9 จะเห็นได้ว่าการทดลองหาอัตราเร็วเสียงในอากาศ โดยวิธีการฟัง ความถี่ 500 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ มีค่าอัตราเร็วเสียง เท่ากับ 349 341 351 354 และ 350 m/s ตามลำดับ จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.14 2.43 0.42 1.28 และ 0.14 % ตามลำดับ ส่วนอัตราเร็วในอากาศโดยใช้เครื่อง Data Logger ความถี่ 500 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ มีค่าอัตราเร็ว 344 354 346 348 และ 355 m/s ตามลำดับ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 1.57 1.28 0.42 1.00 และ 1.57 % ตามลำดับ



ภาพที่ 10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วเสียง (V) เฉลี่ยจากการทดลอง

จากภาพที่ 10 ค่าอัตราเร็วเสียงของคลื่นในอากาศเฉลี่ย จากการฟังมีค่าเท่ากับ 349 m/s ส่วนการทดลองหาอัตราเร็วเสียงโดยใช้เครื่อง Data Logger มีค่าเท่ากับ 349.4 m/s และจากภาพที่ 11 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าอัตราเร็วเสียงของคลื่นในอากาศเฉลี่ยจากการทดลองจากการฟังจะเห็นได้ว่าการทดลองโดยวิธีการฟัง มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.12 % ส่วนการทดลองโดยใช้เครื่อง Data Logger มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.05 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าชุดทดลองปฏิบัติการการสั่นพ้องของคลื่นเสียงมีผลการทดลองหาอัตราเร็วเสียงทั้งโดยวิธีการฟังและการโดยใช้โปรแกรม Data Logger จะมีค่าคลาดเคลื่อนไม่ถึง 1 %



ภาพที่ 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความคลาดเคลื่อนระหว่างการทดลองโดยวิธีการฟังกับการทดลองจากเครื่อง Data Logger เมื่อเทียบกับค่าทฤษฎี

สรุป

ชุดทดลองการหาอัตราเร็วในอากาศโดยวิธีการสั่นพ้องของคลื่นเสียงที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น โดยมีส่วนประกอบหลักคือส่วนของตัวชุดทดลองประกอบด้วย เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ (ถ้าโพง1ตัว) เครื่องวัดความดังเสียง เครื่อง EASYSense Q Advanced Data Logger ลูกสูบ และท่อเสียง ท่อเสียงที่ใช้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ยาว 100 เซนติเมตร สามารถนำไปใช้โดยอาศัยการสั่นพ้องของคลื่นเสียง ผลจากการทดลองพบว่า ค่าอัตราเร็วเสียงในอากาศจากการทดลองโดยวิธีการฟัง ความถี่ 500 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ มีค่าอัตราเร็วเสียง เท่ากับ 349 341 351 354 และ 350 m/s ตามลำดับ จะมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.14 2.43 0.42 1.28 และ 0.14 % ตามลำดับ ส่วนอัตราเร็วในอากาศโดยใช้ เครื่อง

Data Logger ความถี่ 500 550 600 650 และ 700 Hz ตามลำดับ มีค่าอัตราเร็วเสียง (V) เท่ากับ 344 354 346 348 และ 355 m/s ตามลำดับ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 1.57 1.28 0.42 1.00 และ 1.57 % ตามลำดับ เมื่อนำอัตราเร็วของคลื่นเสียงในอากาศเฉลี่ยระหว่างการหาอัตราเร็วเสียงในอากาศจากการฟังและการทดลองหาอัตราเร็วเสียงโดยใช้เครื่อง Data Logger มาเปรียบเทียบกับอัตราเร็วเสียงจากทฤษฎีแล้ว การหาอัตราเร็วเสียงเฉลี่ยในอากาศโดยวิธีการฟังมีค่าเท่ากับ 349 m/s และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.12 % และการทดลองหาอัตราเร็วเสียงโดยใช้เครื่อง Data Logger มีค่าเท่ากับ 349.4 m/s และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.05 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าชุดทดลองปฏิบัติการการสั่นพ้องของคลื่นเสียงมีผลการทดลองหาอัตราเร็วเสียงทั้งโดยวิธีการฟังและการโดยใช้โปรแกรม Data Logger จะมีค่าคลาดเคลื่อนไม่ถึง 1 % และจากการทดลองเป็นการบันทึกความเข้มของเสียงทุก ๆ 0.1 cm ทำให้ผลการทดลองมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อย ซึ่งระยะเวลาการทดลองมีความละเอียดมากเท่าไรค่าอัตราเร็วของเสียงมากขึ้น และผลที่ออกมาในแต่ละการทดลองจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับสายตาในการกระชาระยะตำแหน่ง

ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดลองควรผลิตชุดการทดลองจากท่อพีวีซี แบบใส่แทนท่อพีวีซี เพราะสามารถเห็นระยะการเลื่อนของลูกสูบได้อย่างชัดเจน
2. ควรเพิ่มตัวล่อกระชาระยะเพื่อลดความแตกต่างของระยะในแต่ละการทดลอง
3. การหาอัตราเร็วเสียงในอากาศของการทดลองนี้ควรทำการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้งเพื่อให้ได้ค่าที่ละเอียดที่สุด และการกำหนดความถี่ของเครื่องขยายสัญญาณต้องมีความเหมาะสมกับหลอดเรโซแนนซ์ที่ใช้ในการทดลอง
4. จากการอบรมคุณครูผู้สอน โรงเรียนเอกชนสอนศาสนาในเขตพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้ นำชุดการทดลองที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในชั้นเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจของเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และกระตุ้นความสนใจขณะทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Tapparn, J., Chaofai, M., & Khongpakdee, S. (2018). Development of Experiment Set on Light Mixing Controlled by Smartphone. In *The 9th Hatyai National and International Conference*, 464-472. July 20-21, 2018. Blue Ocean Hall, Hatyai Business School Building, Songkhla : Hatyai University.
- [2] Chanprasert, K. (2018). Development of the Experimental Set of PHY 136: Life Science Physics on Doppler Effect. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 12(1), 69-106.
- [3] Díaz-Melián, V. L., Rodríguez, L. A., Pedroso-Camejo, F., Mieres, J., de Armas, Y., Batista-Leyva, A. J., & Altshuler, E. (2019). Optics Undergraduate Experiments Using Smart (and Not So Smart) Phones. *Revista Cubana de Física*, 36(1), 4-7.
- [4] Noiyyano, O. (2011). *The Study of the Results of Regeneration Management through Development Activity Package Learning Science Influence on the Learning Achievement and the Science Movement of Students Grade 3*. Bangkok: Assumption School, Primary Department.
- [5] Anupongongarch, P. (2011). Development of the Experiment Set for Studying Wave Resonance in Closed End Tube. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 5(1), 5-19.
- [6] Nakchuay, T., Kessaratikoon, P., & Khongpakdee, S. (2018). Development of Experimental Set on Resonance of Sound Using Smartphones and Polyvinyl Chloride (PVC) Tube. *Thaksin University Journal*, 21(3), 183-190.
- [7] Wichasilp, C., Tonrak, S., & Insongjai, S. (2017). Development of Experimental Set for Electronic Devices and DC Circuits of Mathayomsuksa 6 Students. In *The 17th Graduate Studies of Northern Rajabhat University Network Conference*. 2497-2505. 21 July 2017. Wangchan Review Hotel. Phitsanulok: Pibulsongkram Rajabhat University.
- [8] Khambun, A. (2018). The Development with Projectile Experimental Set by Automatic Angle. *Advanced Science Journal*, 18(1), 81- 96.

- [9] Selapanvilawen, V. (2009). *Man Experimental Set for Correcting the Misconception of Sound Waves*. Independent Study, Master of Science Degree, Chiang Mai University.
- [10] The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2008). *Teacher Manual for Additional Physics*. Bangkok: Office of the Welfare Promotion Commission for Teachers and Education Personnel.
- [11] Blackstock, D. T. (2000). *Fundamentals of Physical Acoustics*. New Jersey : A Wiley–Interscience Publication.
- [12] Supap, S. (2015). *General Physics*. Bangkok: Triple Education Co., Ltd.