

การสร้างชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่อง การหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ The Construction of Physics Laboratory I Learning Kits on Sound Velocity

Finding by Resonance Method

ธีระยุทธ เพลิดพริ้ง^{1*} ทักษิณา เครือหงส์² และศิริพรรณ รุ่งสังข์³

^{1,2}อาจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
จังหวัดนนทบุรี 11000

³อาจารย์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสามโคก องค์การบริหารส่วนจังหวัดปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี 12160

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดการทดลองเรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ สำหรับใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ 1) ชุดทดลองการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์พร้อมทั้งคู่มือการทดลองและบันทึกผลการทดลอง 2) แบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ จำนวน 32 คน ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ความเร็วเสียงที่ได้จากการคำนวณกับความเร็วเสียงจากการทดลองไม่แตกต่างกันที่ระดับ 0.05 ค่าแก้จากการทดลองสูงกว่าค่าแก้จากการคำนวณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่ได้เรียนโดยใช้ชุดการทดลอง พบว่า ผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก

Abstract

The purpose of this research was to construct experimental learning kit on sound velocity finding by resonance method in order to use for a material in Physics Laboratory I. The instruments used in this study included : 1) an experimental learning kit on sound velocity finding by resonance method with the experimental manual and the record forms, 2) the pre-studying and the post-studying forms, and 3) the questionnaires about students satisfaction in using the kit. The samples consisted of 32 first year students studying in the faculty of Engineering and Architecture. The results showed that the post-test have the higher significant than the pre-test score at level of 0.05. It was found that the sound velocity from both the theoretical and the experimental framework did not significantly different at the level of 0.05. The end correction by experiment higher significant than by calculation at level of 0.01 and students were highly satisfied in using the invented kit.

คำสำคัญ : ชุดการเรียนรู้ ความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์

Keywords : Learning kit, Sound velocity by resonance method

ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ plirdpring_mo@hotmail.com โทร. 09 1213 1977

1. บทนำ

วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เป็นวิชาพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ รายวิชาดังกล่าวประกอบด้วยการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยในภาคปฏิบัติจะต้องมีเครื่องมือให้นักศึกษาได้ฝึกประกอบการเรียนเพื่อความเข้าใจในการเรียนรู้อย่างสมบูรณ์ กล่าวคือ การสอนแบบทดลอง (Laboratory Instruction) นั้น ผู้สอนจำเป็นต้องเข้าใจการออกแบบการเรียนการสอน (Instruction Design) เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาภาคทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้ภาคปฏิบัติได้

คณะผู้วิจัยจึงได้สร้างชุดการเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ เพื่อเป็นการนำร่องในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาภาคปฏิบัติ ซึ่งจะช่วยให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องเกี่ยวกับการหาความเร็วเสียงได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ได้ พร้อมทั้งเป็นการช่วยประหยัดเวลาของผู้สอนในการสร้างองค์ความรู้พื้นฐานที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในหลักสูตร ตลอดจนเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้อื่นๆ

1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาชุดการเรียน วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์
2. เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนโดยใช้ชุดการเรียน วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อชุดการเรียน วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์

1.2 สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัยดังนี้

1. ชุดการเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนจากการใช้ชุดการเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ค่าความเร็วเสียงจริงที่ได้จากการคำนวณกับความเร็วเสียงที่ได้จากการทดลองโดยใช้ชุดการเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ค่าแก้ทางทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณกับค่าแก้ที่ได้จากการทดลองโดยใช้ชุดการเรียน วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. ความพึงพอใจต่อชุดการเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2551 เลือกตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Sampling) จำนวน 32 คน
 2. เนื้อหาวิชา คือ เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ ในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1
 3. ตัวแปรต้น คือ วิธีการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์
- ตัวแปรตาม ได้แก่ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดเห็นของผู้เรียนต่อชุดการเรียนดังกล่าว

2. วิธีการทดลอง

2.1 การสร้างชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ โดยศึกษาเนื้อหาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและประกอบชุดการเรียนรู้นี้ ซึ่งเป็นชุดทดลองประกอบด้วย 1) โครงยึดหลอดแก้วพร้อมที่ใส่แหล่งกำเนิดเสียง ขนาด 38 เซนติเมตร x 38 เซนติเมตร x 149 เซนติเมตร (รูปที่ 1) 2) หลอดแก้วเพื่อบรรจุน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร สูง 120 เซนติเมตร (รูปที่ 2) 3) แหล่งกำเนิดเสียง ขนาดกำลัง 45 วัตต์ ค่าความต้านทาน (Impedance) 16 โอห์ม (รูปที่ 3) 4) แหล่งกำเนิดคลื่นความถี่ (Function Generator 2 MHz) ของ Good Will รุ่น GFG – 8020H (รูปที่ 4) การประกอบหลอดแก้วที่ใส่น้ำเข้ากับโครงเหล็กที่ยึดหลอดแก้ว พร้อมทั้งติดแหล่งกำเนิดเสียงไว้ในโครงเหล็กและต่อแหล่งกำเนิดคลื่นความถี่เข้ากับแหล่งกำเนิดเสียง รวมทั้งกระป๋องที่ต่อสายยางเข้ากับหลอดแก้วนั้นไว้เพื่อลดหรือเพิ่มระดับน้ำในหลอดแก้ว (รูปที่ 5) จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดการเรียนรู้ดังกล่าว ได้ค่าความสอดคล้อง 0.83 และความเหมาะสม 4.33

2.2 การทดลองใช้ชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ ดำเนินการโดยผู้เรียนศึกษาวัตถุประสงค์ที่ทำการทดลอง รายละเอียดของขั้นตอนในการทดลอง ตลอดจนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง สามารถปฏิบัติตามวิธีการทดลองและนำผลที่ได้บันทึกลงในใบบันทึกผลการทดลอง ฝึกคำนวณหาค่าต่างๆ ตามใบบันทึกผลการทดลอง ผู้วิจัยประเมินผลกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยการทดสอบก่อนเรียน การทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน และการทดสอบหลังเรียน

2.3 การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ เป็นการประเมินผลภายหลังจากการใช้ชุดการเรียนรู้ดังกล่าวด้วยแบบสอบถามชนิดมาตราประมาณค่า (Rating Scale) แสดงความคิดเห็นจากมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด



รูปที่ 1 โครงเหล็กยึดหลอดแก้ว

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร ฉบับพิเศษ
การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5



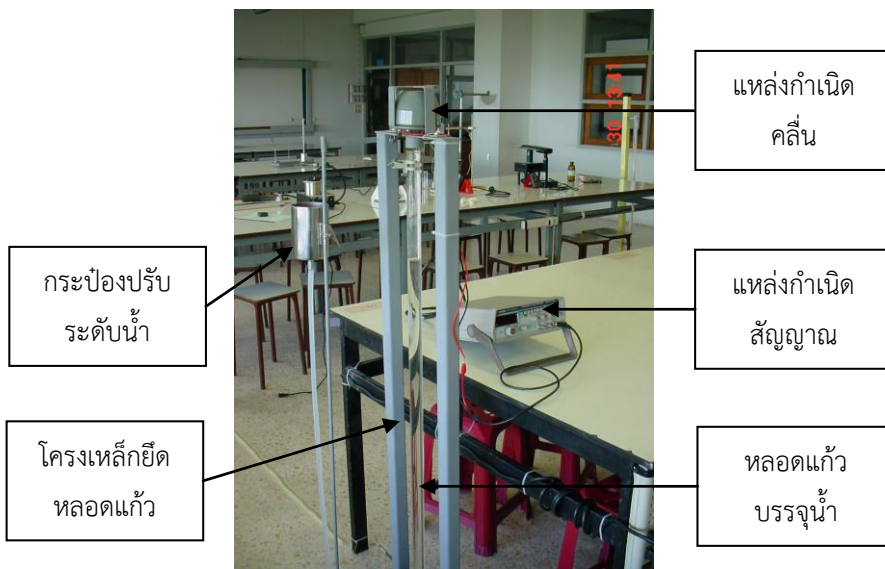
รูปที่ 2 หลอดแก้ว



รูปที่ 3 ลำโพงแหล่งกำเนิดเสียง



รูปที่ 4 เครื่องกำเนิดความถี่



รูปที่ 5 ชุดทดลองที่ประกอบสำเร็จรูป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ผู้เรียนส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 93.75) อายุ 21 ปี (ร้อยละ 31.25) มีความรู้ฟิสิกส์พื้นฐานระดับปานกลาง (ร้อยละ 63.65) เกรดวิชาฟิสิกส์ (ทฤษฎี) และเกรดวิชาฟิสิกส์ (ปฏิบัติ) ที่คาดหวัง คือ เกรด B (ร้อยละ 37.50)

3.1 ผลการพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์

การพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ ได้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด (E_1) คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (E_2) และคำนวณได้ค่าประสิทธิภาพ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียง โดยวิธี เรโซแนนซ์

รายการ	ร้อยละ
คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด (E_1)	61.87
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ (E_2)	78.43
ประสิทธิภาพของชุดการทดลอง (E_1/E_2)	61.87/78.43

จากตารางที่ 1 พบว่าประสิทธิภาพก่อนการเรียนในใบงานการทดลองมีค่าคะแนนเฉลี่ยรวมเป็นร้อยละ 61.87 และประสิทธิภาพหลังการเรียนมีค่าคะแนนรวมเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 78.43 ดังนั้นประสิทธิภาพของชุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 61.87/78.43 ผลการทดสอบประสิทธิภาพพบว่ายังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทั่วไป คือ 80/80

3.2 ผลการศึกษาการใช้ชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์

3.2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ สรุปดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

คะแนน	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	6.16	2.59	2.378*	0.024
หลังเรียน	7.84	2.45		

* $p < .05$

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.2.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความเร็วเสียงจริงที่ได้จากการคำนวณกับความเร็วเสียงที่ได้จากการทดลองโดยใช้ชุดการเรียน วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ สรุปดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าความเร็วเสียงจริงที่ได้จากการคำนวณกับความเร็วเสียงที่ได้จากการทดลอง

ความเร็วเสียง	\bar{X}	S.D.	t	p
จากการคำนวณ	348.68	0.85	1.078	0.290
จากการทดลอง	348.27	2.63		

จากตารางที่ 3 พบว่า ความเร็วเสียงจริงที่ได้จากการคำนวณกับความเร็วเสียงจากการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.2.3 ผลการเปรียบเทียบค่าแก้ทางทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณกับค่าแก้ที่ได้จากการทดลองโดยใช้ชุดการเรียน วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ สรุปดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าแก้ทางทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณกับค่าแก้ที่ได้จากการใช้ชุดการเรียน

ค่าแก้	\bar{X}	S.D.	t	p
จากการคำนวณ	0.0108	0.000	8.924**	0.000
จากการใช้ชุดการเรียน	0.0148	0.002		

** $p < .01$

จากตารางที่ 4 พบว่า ค่าแก้จากการใช้ชุดการเรียนแตกต่างกับค่าแก้ทางทฤษฎีจากการคำนวณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าแก้จากการใช้ชุดการเรียนสูงกว่าค่าแก้ทางทฤษฎีจากการคำนวณ

3.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจจากการใช้ชุดการเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์

ผลการศึกษาความพึงพอใจจากการใช้ชุดการเรียนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ สรุปดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการ ฟิสิกส์
1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์

รายการ	\bar{X}	S.D.	ความหมาย
1. การเรียนโดยใช้ชุดทดลองในลักษณะนี้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น	3.97	0.69	ระดับมาก
2. ความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาวิชาปฏิบัติการ	4.16	0.68	ระดับมาก
3. ชุดทดลองมีขนาดและลักษณะเหมาะสมกับการใช้งาน	4.09	0.69	ระดับมาก
4. คู่มือการทดลองที่ใช้ประกอบกับชุดทดลองมีลำดับขั้นตอนการทดลองชัดเจน เข้าใจง่าย	4.03	0.74	ระดับมาก
5. คู่มือการทดลองมีข้อมูลที่ใช้ในการทดลองเพียงพอ	4.16	0.77	ระดับมาก
6. ค่าที่วัดได้จากชุดทดลองมีความสอดคล้องกับค่าทางทฤษฎี	3.84	0.77	ระดับมาก
7. ชุดทดลองสามารถใช้งานได้ง่าย	4.09	0.89	ระดับมาก
ภาพรวม	4.05	0.55	ระดับมาก

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.05$, S.D. = 0.55) เมื่อพิจารณารายชื่อ พบว่าผู้ใช้ชุดการเรียนดังกล่าวมีความพึงพอใจระดับมากเช่นเดียวกัน

4. สรุป

4.1 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

1. การพัฒนาชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ พบว่า มีประสิทธิภาพ 61.87/78.43 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ฟิสิกส์ภาคทฤษฎี และความรู้พื้นฐานอื่น ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการเรียนรู้ในภาคปฏิบัติ ดังนั้นในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ดังกล่าวจึงต้องผ่านการประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ และนำคำแนะนำต่าง ๆ มาปรับปรุงก่อนทดลองใช้ สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการทดลองนำร่องที่มุ่งพัฒนาชุดการเรียนรู้ซึ่งเป็นสื่อการเรียนรู้เป็นสิ่งที่ควรดำเนินการอย่างยิ่ง ดังเช่น ปราโมทย์ เสตสุวรรณ และปิยะรัตน์ พรหมณี (2549) ได้พัฒนาชุดทดลองทางฟิสิกส์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการอ่านค่าและประมวลผล เพื่อลดปัญหาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากตัวผู้ทำการทดลอง

2. การศึกษาผลการใช้ชุดการเรียนรู้วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ 1 เรื่องการหาความเร็วเสียงโดยวิธีเรโซแนนซ์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าความเร็วเสียงจริงที่ได้จากการคำนวณเทียบกับค่าความเร็วเสียงที่ได้จากการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และค่าแก๊จจากการใช้ชุดการเรียนแตกต่างกับค่าแก๊จทางทฤษฎีจากการคำนวณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยค่าแก๊จจากการใช้ชุดการเรียนสูงกว่าค่าแก๊จทางทฤษฎีจากการคำนวณ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการเรียนดังกล่าวในภาพรวมและรายชื่ออยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรชัย อุ่มอังวะ (2548) ได้วิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรงร่วมกับใบงานทดลอง เพื่อศึกษาคุณภาพของชุดทดลอง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนของกลุ่มที่เรียนทดลองด้วยใบงานทดลองร่วมกับชุดทดลองวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งได้ผลสรุปว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจที่ได้เรียนจากชุดทดลองในระดับมาก

4.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาแผนการจัดประสบการณ์เรียนรู้ในลักษณะการให้ความรู้ทางทฤษฎีเบื้องต้นก่อนการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างบูรณาการ กล่าวคือ สามารถเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจจากภาคทฤษฎีมาคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ในภาคปฏิบัติได้มากขึ้น

2. ควรส่งเสริมผู้สอนให้พัฒนาชุดการเรียนขึ้นมาใช้ในการปฏิบัติการทดลองเอง เนื่องจากเป็นผู้ที่มีความเข้าใจในธรรมชาติของรายวิชานั้น ๆ และสามารถใช้เป็นสื่อพัฒนาการเรียนรู้อื่นได้อย่างดี

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

ปราโมทย์ เสตสุวรรณ และปิยะรัตน์ พรหมณี. 2549. การพัฒนาชุดทดลองทางฟิสิกส์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการอ่านค่าและประมวลผล. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วทท.) ครั้งที่ 32.

พรชัย อุ่มอั้งวะ. 2548. การพัฒนาชุดทดลองและศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการต่อวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพมหานคร. สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์. 2548. ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Jerry D. Wilson. 1988. *Physics Laboratory Experiments*. 5th ed., New York: Houghton Mifflin Company.

