

การสร้างชุดทดลองการสั่นสะเทือนอย่างง่าย Construction of Simple Vibration Experiment Package

วีรพล ทองคุปต์¹ อุไร อภิชาติบรรลือ² บัณฑิต สุขสวัสดิ์^{2*}

¹นักศึกษา ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองการสั่นสะเทือนอย่างง่าย และเพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลอง การออกแบบชุดทดลองพิจารณาจากแผนผังวัตถุประสงค์ของเนื้อหาและความรู้หลักที่ได้จากการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การหาคุณภาพของชุดทดลองโดยเชิญผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 12 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพด้านคู่มือผู้สอนภาคทฤษฎี คู่มือผู้สอนภาคการทดลอง แบบฝึกหัด และการออกแบบชุดทดลอง การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองโดยนำชุดทดลองไปทดลองใช้สอนกับนักศึกษา จำนวน 18 คน และให้ทำแบบฝึกหัดหลังจากจบแต่ละหัวข้อเรื่อง และเมื่อเรียนครบทุกหัวข้อเรื่องแล้วจึงทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผลการวิจัย พบว่า คุณภาพชุดทดลองในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 อยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพของชุดทดลองเท่ากับ 80.47/81.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังนั้น ชุดทดลองสามารถนำไปใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Abstract

The objectives of this research are to construct and determine the quality and efficiency of a simple vibration experiment package. This experiment package design was based on free body diagram of content and main knowledge analyzed from behavioral objectives. Quality of the experiment package was assessed by 12 experts in 4 aspects which included theoretical sheet, experimental sheet, exercise sheet and experiment device design. The efficiency evaluation was performed by a sample group of 18 students. The exercise sheet was done by the students after finishing each teaching topic and examination sheet was done after finishing all teaching topics. Results showed that quality of the constructed simple vibration experiment package was in a high level of 4.8. Efficiency of the experiment package was 80.47/81.85, which was higher than specified in the research hypotheses. Therefore, the experiment package could be applied to teach in any classroom with high students learning outcome.

คำสำคัญ : การสั่นสะเทือนอย่างง่าย ชุดทดลอง การประเมินประสิทธิภาพ แนวคิดในการออกแบบ

Keywords : Simple Vibration, Experimental Package, Efficiency Evaluation, Conceptual Design

1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันนี้การออกแบบเครื่องจักรกลนั้นเป็นที่ทราบกันดีว่า นอกจากจะต้องเข้าใจหน้าที่การทำงานของกลไกแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์แรง การเคลื่อนที่ของกลไกและความแข็งแรงของวัสดุ เพื่อใช้ในการกำหนดชนิดของวัสดุ แต่อย่างไรก็ตาม ความรู้ดังกล่าวข้างต้นนี้ยังไม่เพียงพอสำหรับการออกแบบเครื่องกลนั้นให้ได้ผลสำเร็จดี ทั้งนี้ปัจจัยของการใช้งานให้ยาวนานและทนทานนั้นยังมีเงื่อนไขสำคัญที่เกี่ยวข้อง คือ ผลของความลื่นสะเทือนต่อเครื่องจักรกลและต่อรากฐาน ดังนั้น ความเข้าใจในเนื้อหาของการลื่นสะเทือนจึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนรู้ เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการลื่นสะเทือนที่จำเป็นต่อการออกแบบเครื่องจักรกล

ปัญหาสำหรับการเรียนการสอนเกี่ยวกับการลื่นสะเทือนทางกลนั้น ส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยายและมีสมการที่ซับซ้อนทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจ แต่ละหัวเรื่องเข้าใจยากและสมการต่าง ๆ ไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการลื่นสะเทือนได้โดยประจักษ์ ดังนั้น การเรียนการสอนเฉพาะทฤษฎีเพียงอย่างเดียวอาจจะไม่เพียงพอสำหรับนักศึกษา จำเป็นต้องมีการลงมือปฏิบัติและทดลองควบคู่กันไปด้วยเพื่อให้ นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น การจัดให้มีการทดลองหลังจากการเรียนทฤษฎีไปแล้วนั้น นับว่าเป็นสิ่งที่สำคัญซึ่งเป็นการสร้างประสบการณ์โดยตรงให้กับผู้เรียน ลดจินตนาการในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน และเป็นการสร้างแรงจูงใจในการเรียนได้อีกด้วย

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการสร้างชุดทดลองเรื่องการลื่นสะเทือนอย่างง่าย ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาพลศาสตร์วิศวกรรม ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีเนื้อหาของการลื่นสะเทือนเบื้องต้นระบุไว้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างชุดทดลองการลื่นสะเทือนอย่างง่าย

1.2.2 เพื่อหาคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองการลื่นสะเทือนอย่างง่าย

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ หลักสูตรปรับปรุง ปี พ.ศ. 2552 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลศาสตร์วิศวกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวน 18 คน โดยเลือกแบบเจาะจง

1.3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ ชุดทดลองการลื่นสะเทือนอย่างง่าย ประกอบไปด้วย อุปกรณ์ทดลอง เอกสารประกอบการสอน แบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของชุดทดลองการลื่นสะเทือนอย่างง่าย โดยพิจารณาจากค่าคะแนนการทำแบบฝึกหัดและค่าคะแนนการทำข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. วิธีการทดลอง

ชุดทดลองเป็นอุปกรณ์ช่วยสอนที่ใช้ประกอบการสอนเพื่อแสดงเนื้อหาที่เป็นกฎ สูตร หรือทฤษฎี กำหนดไว้แล้ว หรือเพื่อใช้ทดลองหาความสัมพันธ์ เพื่อสร้างกฎเกณฑ์ขึ้นใหม่ ปัจจุบันได้มีการใช้ชุดทดลองในลักษณะของการสาธิตหน้าชั้นเรียน โดยเฉพาะการสอนวิชาปรลอง หรือแม้แต่การเรียนวิชาปกติในชั้นเรียนก็ตาม เนื่องจากคณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นประโยชน์ของชุดทดลองที่มีผลต่อการเรียนการสอนทำให้การเรียนรู้ปรากฏการณ์ที่เข้าใจยากให้เห็นจริงได้และเสริมสร้างการมีกิจกรรมร่วมในการเรียนค่อนข้างสูง งานวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์เนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

คณะผู้วิจัยได้นำคำอธิบายรายวิชาพลศาสตร์ วิศวกรรม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล และวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ หลักสูตรปรับปรุง ปี พ.ศ. 2552 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มาทำการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่จะได้รับเมื่อผ่านการเรียนด้วยชุดทดลอง ดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าทุกหัวข้อเรื่องมีจำนวนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเท่ากันและยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 2

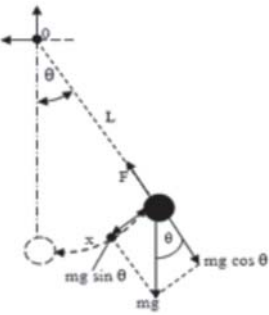

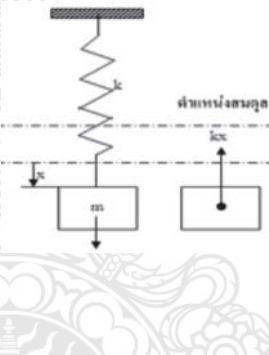

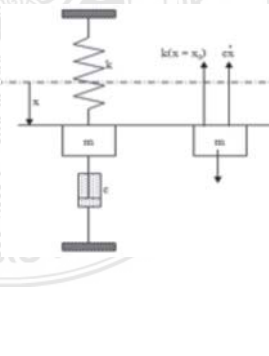

สาระที่สำคัญ คือ การอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ของแต่ละการทดลองกับการคำนวณค่าที่จำเป็นต่อการสันละเทือนอย่างง่าย

2.2 การออกแบบชุดทดลอง

หลังจากทำการวิเคราะห์ความรู้หลักและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว จึงกำหนดหน้าที่การทำงานของชุดทดลองตามเนื้อหาที่ต้องจัดการเรียนการสอนโดยพิจารณาออกแบบจากแผนผังวัตถุอิสระซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานจำเป็นสำหรับแต่ละหัวข้อเรื่อง

สำหรับหัวข้อเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกของตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายมีตัวแปรที่สำคัญ คือ ความยาวก้านแกว่ง (L) มวลของตุ้มน้ำหนัก (m) และมุมในการแกว่ง (θ) ดังนั้น จึงต้องออกแบบอุปกรณ์ทดลองให้สามารถปรับเปลี่ยนค่าความยาวก้านแกว่งและมวลของตุ้มน้ำหนักได้ หัวข้อเรื่องการสันละเทือนโดยอิสระของวัตถุแบบไม่มีความหน่วง จำเป็นต้องออกแบบอุปกรณ์ทดลองให้สามารถปรับเปลี่ยนค่าคงที่ของสปริง (k) และการตรวจสอบระยะยืด (x) ได้ สำหรับหัวข้อเรื่องการสันละเทือนโดยอิสระของวัตถุแบบมีความหน่วง ต้องออกแบบให้สามารถเปลี่ยนค่าความหน่วง (c) ได้ โดยกำหนดให้ใส่ตัวหน่วงไว้ด้านตรงกันข้ามกับแรงดึงของสปริง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

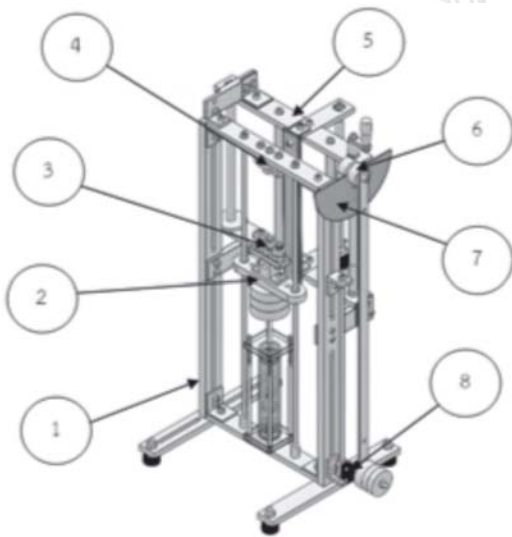
ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หัวข้อเรื่อง วัตถุประสงคเชิงพฤติกรรมและการออกแบบอุปกรณ์ทดลอง

หัวข้อเรื่อง	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	แผนผังวัตถุอิสระ (FBD)	อุปกรณ์ทดลอง
<p>1. การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกของตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย</p>	<p>1. อธิบายความสัมพันธ์การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกของตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายได้อย่างถูกต้อง</p> <p>2. คำนวณการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกของตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายได้อย่างถูกต้อง เมื่อมวลมุมการแกว่ง และความยาวก้านเหวี่ยงมีการเปลี่ยนแปลง</p>		
<p>2. การลั่นสะเทือนโดยอิสระของวัตถุแบบไม่มี ความหน่วง</p>	<p>3. อธิบายความสัมพันธ์การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบไม่มี ความหน่วงได้อย่างถูกต้อง เมื่อมวล และค่าคงที่ของสปริงเปลี่ยนแปลง</p> <p>4. คำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบไม่มี ความหน่วงได้อย่างถูกต้อง เมื่อมวลและค่าคงที่ของสปริงเปลี่ยนแปลง</p>		
<p>3. การลั่นสะเทือนโดยอิสระของวัตถุแบบมี ความหน่วง</p>	<p>5. อธิบายความสัมพันธ์การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบมีความหน่วงได้อย่างถูกต้อง เมื่อค่าคงที่ของสปริง และตัวหน่วงเปลี่ยนแปลง</p> <p>6. คำนวณการเคลื่อนที่ของวัตถุแบบมีความหน่วงได้อย่างถูกต้อง เมื่อค่าคงที่ของสปริง และตัวหน่วงเปลี่ยนแปลง</p>		

2.3 การพัฒนาชุดทดลองและเครื่องมือวิจัย

2.3.1 การสร้างชุดทดลอง

จากการออกแบบชุดทดลองและกำหนดอุปกรณ์หลักสำหรับสร้างเงื่อนไขการเคลื่อนที่ของมวลวัตถุในลักษณะต่าง ๆ ตามหัวข้อเรื่องที่ได้ทำการวิเคราะห์ และกำหนดการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ บนโครงสร้างหลักของเครื่อง โดยกำหนดให้ใช้ปากกาถูกลื่นเป็นเครื่องมือวาดกราฟบนม้วนกระดาษที่บังคับให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเชิงเส้นคงที่ เพื่อให้ได้ลักษณะการสั่นในลักษณะรูปคลื่นไซน์ (Sine Wave) โดยอุปกรณ์ทดลองสามารถแบ่งออกได้เป็น (ก) ชุดอุปกรณ์ทดลองการสั่นสะเทือน (ข) ชุดนับคาบ (Period) การแกว่งและควบคุมทิศทางการวาดกราฟการสั่น



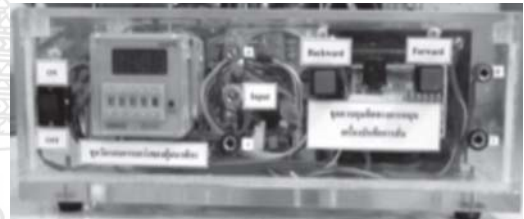
รูปที่ 1 ชุดอุปกรณ์ทดลองการสั่นสะเทือนอย่างง่าย

(ก) ชุดอุปกรณ์การทดลองการสั่นสะเทือน

จากรูปที่ 1 ชุดทดลองเรื่องการสั่นสะเทือนอย่างง่าย สำหรับการทดลองจำนวน 3 หัวข้อเรื่อง ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งมีส่วนประกอบหลักดังต่อไปนี้

- หมายเลข 1 คือ โครงสร้างหลักชุดทดลอง
- หมายเลข 2 คือ แท่นยึดมวล สปริง และตัวหน่วง
- หมายเลข 3 คือ แป้นยึดสปริงตัวล่าง
- หมายเลข 4 คือ แป้นยึดสปริงตัวบน
- หมายเลข 5 คือ เครื่องมือวาดกราฟการสั่น
- หมายเลข 6 คือ แป้นยึดก้านเหวี่ยง
- หมายเลข 7 คือ อุปกรณ์วัดมุม
- หมายเลข 8 คือ เซ็นเซอร์นับคาบการแกว่ง

(ข) ชุดนับคาบการแกว่งและควบคุมทิศทางการวาดกราฟการสั่น



รูปที่ 2 ชุดนับคาบการแกว่งและควบคุมทิศทางการวาดกราฟการสั่น

จากรูปที่ 2 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แสดง ผลการแกว่งของตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายและควบคุมทิศทางการหมุนของม้วนกระดาษสำหรับวาดกราฟการสั่น ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2

2.3.2 เอกสารประกอบชุดทดลอง

(ก) ใบเนื้อหาประกอบชุดทดลองเรื่องการสั่นสะเทือนอย่างง่าย จากการวิเคราะห์รายละเอียดของหัวข้อเรื่อง รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 แต่ละหัวข้อเรื่องประกอบด้วยใบเนื้อหาภาคทฤษฎีและใบประมวลภาคปฏิบัติที่ออกแบบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้แสดงผลการวิเคราะห์ในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 รายละเอียดของชุดน้บคาบการแกว่ง และ
ควบทิศทางการวาดกราฟการลัน

อุปกรณ์	หน้าทึ	หัวข้อการทดลอง
1. ชุดน้บคาบ การแกว่ง	- Counter ใช้น้บ คาบการแกว่ง ของตุ้มนาฬิกา	-การทดลองเรื่อง การเคลื่อนที่แบบ ฮาร์โมนิคของตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย
2. ชุดควบคุม ทิศทางการ วาดกราฟ การลัน	- ปุ่ม Forward ใช้ ควบคุมการหมุน กราฟไปข้างหน้า เพื่อวาดกราฟ การลัน - ปุ่ม Backward ใช้ควบคุม การหมุนกราฟ ย้อนกลับหลัง จากวาดกราฟ การลันแล้ว	-การทดลองเรื่อง การลันสะท้อน โดยอิสระของ วัตถุแบบไม่มี ความหน่วง -การทดลองเรื่อง การลันสะท้อน โดยอิสระของ วัตถุแบบไม่มี ความหน่วง

ตารางที่ 3 รายละเอียดใบแบบฝึกหัดประกอบชุด
ทดลองเรื่องการลันสะท้อนอย่างง่าย

หัวข้อ	วัตถุ ประสงค์เชิง พฤติกรรม	แบบ ฝึกหัด	จำนวนข้อ	คะแนน
เรื่องที่ 1	ข้อที่ 1-2	ตอนที่ 1	10	10
		ตอนที่ 2	10	10
เรื่องที่ 2	ข้อที่ 3-4	ตอนที่ 1	10	10
		ตอนที่ 2	10	10
เรื่องที่ 3	ข้อที่ 5-6	ตอนที่ 1	10	10
		ตอนที่ 2	10	10

(ข) แบบฝึกหัดประกอบชุดทดลองเรื่อง
การลันสะท้อนอย่างง่าย มีรายละเอียดดังแสดง
ในตารางที่ 3 โดยแบบฝึกหัดตอนที่ 1 เป็นแบบ
ฝึกหัดแบบถูกผิด ส่วนแบบฝึกหัดตอนที่ 2 เป็น

แบบตอบลันหรือเติมคำ ข้อคำถามทุกข้อสร้าง
มาจากผลการวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
ที่ผู้เรียนควรจะได้รับความรู้ในระดับประยุกต์ใช้
ความรู้ (Apply Knowledge) และขั้นส่งถ่าย
ความรู้ (Transfer Knowledge) ตามกระบวนการ
การสอนแบบ MAIP (อัครวุฒิ, 2554)

(ค) แบบทดสอบวัดผลลัมฤทธิ์ทางการเรียน
มีทั้งหมด 30 ข้อ ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิง
พฤติกรรมทั้ง 6 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 4

ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of
Item Objective Congruence: IOC) ระหว่าง
ข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ประเมิน
โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ดังแสดงในตาราง
ที่ 4 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง
ข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม พบว่า
ค่า IOC เฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.88 และเฉลี่ยต่ำสุด
เท่ากับ 0.68 ค่า IOC เฉลี่ยรวมเท่ากับ 0.79 ซึ่ง
สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 0.5 จึงถือว่าข้อสอบทั้งหมด
สามารถใช้ในการทดสอบหาผลลัมฤทธิ์ทางการ
เรียนได้ (ศศิธร, 2554)

2.3.3 แบบสอบถามล้าหรับประเมิน คุณภาพชุดทดลอง

งานวิจัยนี้ได้สร้างแบบสอบถามเพื่อประเมิน
คุณภาพของชุดทดลอง ทั้งหมดมี 4 ด้าน คือ ด้าน
คู่มือผู้สอนภาคทฤษฎี ด้านคู่มือผู้สอนภาคการ
ทดลอง ด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ และ
ด้านการออกแบบชุดทดลอง มีจำนวนข้อคำถาม
รวมทั้งลัน 30 ข้อ โดยแบบสอบถามเป็นแบบ
มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามวิธีการ
ของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งกำหนดมาตราวัดไว้ 5 ระดับ
(ธานินทร์, 2551) แบบสอบถามนี้ถูกนำมาหา
ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content-Validation)

ด้วยการพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ด้วยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาจำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลการประเมินมีค่า IOC อยู่ในช่วงระหว่าง 0.67-1.00 โดยมีค่า IOC เฉลี่ย 0.90 จึงถือว่าแบบสอบถามสำหรับประเมินคุณภาพชุดทดลองนี้สามารถนำไปใช้ในการหาคุณภาพของชุดทดลองได้ โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่สอนรายวิชาพลศาสตร์วิศวกรรมและการสิ้นสะท้อนทางกล จำนวน 12 ท่านเป็นผู้ประเมินคุณภาพของชุดทดลองทั้ง 4 ด้าน

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

หัวข้อ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ (ข้อที่)	ค่า IOC เฉลี่ย
เรื่องที่ 1	ข้อที่ 1	1-5	0.72
	ข้อที่ 2	6-10	0.68
เรื่องที่ 2	ข้อที่ 3	11-15	0.80
	ข้อที่ 4	16-20	0.80
เรื่องที่ 3	ข้อที่ 5	21-25	0.88
	ข้อที่ 6	26-30	0.84
เฉลี่ยรวม			0.79

2.3 การทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป้าหมาย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาพลศาสตร์วิศวกรรมภาคเรียนที่ 2/2554 จำนวน 18 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งกลุ่มตัวอย่างนี้สามารถเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมดได้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับ

ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ที่ผ่านการสอบคัดเลือกเข้ามาด้วยหลักเกณฑ์เดียวกันกับกลุ่มประชากรทุกประการ

การทดลองสอนกับกลุ่มตัวอย่างได้ใช้กระบวนการสอบแบบ MIAP (อัศวฤดี, 2554) โดยในการสอนกำหนดให้มีกิจกรรมการสอนทั้งหมด 3 ช่วงตามหัวข้อเรื่องทั้ง 3 หัวข้อ โดยในแต่ละหัวข้อเรื่องดำเนินการด้วยการนำเข้าสู่บทเรียน (Motivation) หลังจากนั้นเป็นขั้นตอนการให้เนื้อหา (Information) ซึ่งได้แบ่งเป็นการให้เนื้อหาภาคทฤษฎีและหลังจากนั้นเป็นภาคการทดลองโดยให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในการทดลอง เพื่อบันทึกผลและสรุปผลการทดลอง สำหรับขั้นพยายาม (Application) กำหนดให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัดทั้ง 2 ตอน ตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 3 ในขั้นสำเร็จผล (Progress) เป็นการเฉลยแบบฝึกหัดแต่ละตอนหลังจากทำการสอนครบทั้ง 3 หัวข้อเรื่องแล้ว จึงให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง

2.4 การประเมินผล

การวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ยรายด้านทั้ง 4 ของแบบประเมินคุณภาพที่ได้ผ่านการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และแปลผลโดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในการแปลความหมาย โดยอ้างอิงจากไพโรจน์ สิริยากร (2555) มีรายละเอียด ดังนี้

1.00 - 1.49 หมายถึง อยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.50 - 2.49 หมายถึง อยู่ในระดับน้อย

2.50 - 3.49 หมายถึง อยู่ในระดับปานกลาง

3.50 - 4.49 หมายถึง อยู่ในระดับมาก

4.50 - 5.00 หมายถึง อยู่ในระดับมากที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างทุกคน จากการทำแบบฝึกหัดและจากการทำแบบทดสอบหลังจบบทเรียนแล้วโดยคิดเป็นร้อยละ โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดทดลองเรื่องการลั่นสะเทือนอย่างง่ายมีดังต่อไปนี้

$$E_1 = \left[\frac{\sum x/N}{A} \right] \times 100 \quad (1)$$

$$E_2 = \left[\frac{\sum y/N}{B} \right] \times 100 \quad (2)$$

เมื่อกำหนดให้

E_1 คือ ประสิทธิภาพของชุดทดลองคิดเป็นร้อยละจากคะแนนแบบฝึกหัด

E_2 คือ ประสิทธิภาพของชุดทดลองคิดเป็นร้อยละจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการทดลอง

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบฝึกหัด

$\sum y$ คือ คะแนนรวมของนักศึกษาจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการทดลอง

N คือ จำนวนนักศึกษา

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการทดลอง

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 การสร้างชุดทดลอง



รูปที่ 3 ชุดทดลองการลั่นสะเทือนอย่างง่ายพร้อมอุปกรณ์ประกอบ

จากการออกแบบชุดทดลองโดยพิจารณาจากแผนผังวัตถุอิสระของเนื้อหาและความรู้หลักที่นักศึกษาจะต้องได้รับ ผลการสร้างชุดทดลองการลั่นสะเทือนอย่างง่ายแสดงไว้ในรูปที่ 3 อุปกรณ์ทดลองในหัวข้อเรื่อง การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกของตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายถูกติดตั้งไว้ทางด้านข้างของชุดทดลอง เพื่อให้มีการแกว่งตามลักษณะการเคลื่อนที่ของตุ้มนาฬิกาได้ ส่วนอุปกรณ์ทดลองในหัวข้อเรื่องการลั่นสะเทือนโดยอิสระของวัตถุแบบไม่มีความหน่วง และแบบมีความหน่วงถูกกำหนดให้มีการเคลื่อนที่ขึ้นลงของอุปกรณ์ทดลองตามแนวความสูงของชุดทดลอง การวาดกราฟการลั่นสะเทือนสามารถทำได้โดยการติดตั้งปากกาบนแท่นยึดมวล สปริง และตัวหน่วง พร้อมอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถทำการถอดประกอบได้ง่าย โดยใช้ประแจปากตายและประแจหกเหลี่ยม ส่วนการจัดเก็บชิ้นส่วนประกอบการทดลอง เช่น ตัวหน่วงสปริง ก้านเหวี่ยง และตุ้มน้ำหนัก สามารถติดตั้งเข้ากับโครงสร้างหลักของเครื่องได้ทุกชิ้น

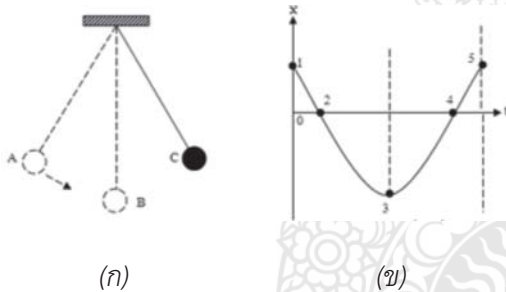
สำหรับเอกสารประกอบชุดทดลอง ได้แก่ แบบฝึกหัดประกอบชุดทดลอง แบ่งเป็นแบบถูกผิด และตอบสั้น อย่างละ 10 ข้อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นแบบเลือกตอบมีทั้งหมด 30 ข้อ ได้ผ่านการหาคุณภาพแล้ว ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1) ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบถูกผิด

_____ 1. การลั่นสะเทือนทางกลจะเกิดขึ้นได้ ต้องประกอบด้วยหน่วยผสมพลังงานอย่างน้อย 2 หน่วย คือ มวลและสปริง

2) ตัวอย่างแบบฝึกหัดแบบตอบสั้น

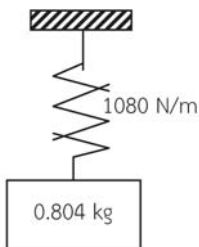
จงพิจารณาภาพ (ก) และภาพ (ข) ที่กำหนดให้ แล้วตอบคำถามให้ถูกต้อง



1. เมื่อปล่อยตุ้มนาฬิกาที่จุด A ไป B กราฟการเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพ (ข) อยู่ในตำแหน่งใด
.....
.....

3) ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

1. จากรูปที่กำหนดให้ ความถี่ธรรมชาติเชิงมุมของระบบข้อใดถูกต้อง



- ก. 22.43 rad/s
- ข. 36.65 rad/s
- ค. 48.15 rad/s
- ง. 53.27 rad/s

3.2 ผลการหาคุณภาพชุดทดลอง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดทดลอง เรื่อง การลั่นสะเทือนอย่างง่าย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ตรีศวรรกรรม และการลั่นสะเทือนทางกล มีผลการประเมินทั้งหมด 4 ด้าน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการหาคุณภาพชุดทดลอง

หัวข้อการประเมิน	เฉลี่ย	S.D.	แปลผล
คู่มือผู้สอนภาคทฤษฎี	4.32	0.65	มาก
คู่มือผู้สอนภาคการทดลอง	4.32	0.53	มาก
แบบฝึกหัดและแบบทดสอบ	4.10	0.70	มาก
การออกแบบชุดการสอน	4.40	0.56	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.28	0.61	มาก

จากตารางที่ 5 สรุปได้ว่า ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 ท่าน มีความเห็นเกี่ยวกับคุณภาพของชุดทดลอง เรื่องการลั่นสะเทือนอย่างง่าย ทั้ง 4 ด้าน พบว่า ด้านคู่มือผู้สอนภาคทฤษฎีมีค่าเฉลี่ยรวม 4.32 (S.D. = 0.65) อยู่ในระดับมาก ด้านคู่มือผู้สอนภาคการทดลองค่าเฉลี่ยรวม 4.32 (S.D. = 0.53) อยู่ในระดับมาก ด้านแบบฝึกหัดและแบบทดสอบค่าเฉลี่ยรวม 4.10 (S.D. = 0.70) อยู่ในระดับมาก และด้านการออกแบบชุดการสอน ค่าเฉลี่ยรวม 4.40 (S.D. = 0.56) อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.28 (S.D. = 0.61) ในภาพรวมถือได้ว่าชุดทดลองการลั่นสะเทือนอย่างง่ายมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

3.3 ผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนแบบฝึกหัดหลังการทดลอง โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 18 คน แบบฝึกหัดมี 3 หัวข้อเรื่อง แต่ละหัวข้อเรื่อง

มีข้อสอบ 2 ตอน ตอนละ 10 ข้อ คะแนนรวม 20 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลคะแนนการทำแบบฝึกหัดหลังการทดลอง

แบบฝึกหัด	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	เฉลี่ย
หัวข้อเรื่อง 1	18	20	16.17
หัวข้อเรื่อง 2	18	20	16.11
หัวข้อเรื่อง 3	18	20	16.00
รวม		60	48.28

ตารางที่ 7 ผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	เฉลี่ย
แบบทดสอบ	18	30	24.56

ตารางที่ 8 ผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

รายการ	N	ΣX	คะแนนเต็ม	ร้อยละ
แบบฝึกหัด	18	869	60 (A)	80.47 (E_1)
แบบทดสอบ	18	442	30 (B)	81.85 (E_2)

จากตารางที่ 6 ผลคะแนนของการทำแบบฝึกหัดหลังการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 18 คน พบว่า นักศึกษาสามารถทำแบบฝึกหัดมีค่าเฉลี่ยรวม 48.28 คะแนนจากคะแนนทั้งหมด 60 คะแนน โดยนักศึกษาทำคะแนนเฉลี่ยมากที่สุด คือ แบบฝึกหัดของหัวข้อเรื่องที่ 1 เท่ากับ 16.17 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และนักศึกษาทำคะแนนเฉลี่ยได้น้อยที่สุด คือ แบบฝึกหัดของหัวข้อเรื่องที่ 3 เท่ากับ 16.00 คะแนนจากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

การวิเคราะห์ผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม

ตัวอย่าง 18 คน ดังแสดงในตารางที่ 7

จากตารางที่ 7 พบว่า ในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาทำคะแนนได้เฉลี่ย 24.56 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน

จากตารางที่ 8 ผลคะแนนของการทำแบบฝึกหัดหลังการทดลอง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 18 คน โดยกลุ่มตัวอย่าง ประสิทธิภาพของชุดทดลองคิดจากคะแนนแบบฝึกหัด (E_1) มีค่าเท่ากับ 80.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ 80 ที่ตั้งไว้ และประสิทธิภาพของชุดทดลองคิดจากคะแนนการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (E_2) มีค่าเท่ากับ 81.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ที่ตั้งไว้

4. สรุป

4.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องและวัตถุประสงค์รายวิชาทำให้ได้ความรู้หลักที่จำเป็นเพื่อนำรายละเอียดเนื้อหาทำการออกแบบชุดทดลอง โดยพิจารณาจากแผนผังวัตถุประสงค์ของหัวข้อเรื่องทั้ง 3 เรื่อง ได้แก่ การเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิกของตุ้มนาฬิกาอย่างง่าย การลั่นสะท้อนโดยอิสระของวัตถุแบบไม่มีความหน่วง และการลั่นสะท้อนโดยอิสระของวัตถุแบบมีความหน่วง ชุดทดลองที่สร้างขึ้นสามารถทำการทดลองได้ตรงตามเนื้อหาและความรู้หลักตามคำอธิบายรายวิชาพลศาสตร์วิศวกรรม ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองเรื่องการลั่นสะท้อนอย่างง่าย จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 12 ท่าน ที่มีต่อชุดทดลองเรื่องการลั่นสะท้อนอย่างง่ายที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้ง 4 ด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย

รวมเท่ากับ 4.28 (S.D. = 0.61) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์คุณภาพที่คณะผู้วิจัยได้กำหนดสมมติฐานไว้ ชุดทดลองนี้จึงสามารถนำไปใช้ทำการทดลองประกอบการเรียนการสอนรายวิชาพลศาสตร์วิศวกรรมได้ ผลการหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่องการลั่นสะเทือนอย่างง่ายที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนักศึกษาจำนวน 18 คน จากคะแนนแบบฝึกหัดหลังการทดลอง และจากคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามีประสิทธิภาพ 80.47/81.85 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ จึงสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางการเรียน โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นและทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างง่ายขึ้นอย่างแท้จริง

4.2 ข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ชุดทดลองสามารถแสดงพฤติกรรมการลั่นสะเทือนแบบอิสระแบบมีตัวหน่วงและไม่มีตัวหน่วงได้อย่างชัดเจนแต่อย่างไรก็ตาม มีบางการทดลองที่พบว่าค่าพารามิเตอร์การลั่นสะเทือนยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ดังนั้น ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรพิจารณาทำการทดลองหาค่าความถูกต้อง (Accuracy) และความเที่ยงตรง (Precision) ของชุดทดลองนี้ โดยเปรียบเทียบกับการคำนวณทางทฤษฎี เพื่อนำผลที่ได้ไปทำการปรับปรุงชุดอุปกรณ์ทดลองให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สนับสนุนทุนวิจัยสำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

6. เอกสารอ้างอิง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 2552. คู่มือหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2552. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 2552. คู่มือหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2552. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ไพโรจน์ สถิรยากร, 2555. การศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการฝึกงานของนักศึกษาแผนกช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีวศึกษาบางแก้วฟ้า. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. ปีที่ 6 ฉบับที่ 1.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2551. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. เอส.อาร์.พรินติ้ง แมสโปรดักส์จำกัด.

ศศิธร ชูแก้ว, 2554. การพัฒนาชุดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจในเรื่อง สถานะของโปรเซส. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, ฉบับพิเศษ “ราชมงคลพระนครวิชาการ ครั้งที่ 2”.

อัศวฤดี จินดานุรักษ์, 2554. การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ด้วยกระบวนการ MIAP. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.