

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดทดลองเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย สร้างแบบจำลองเชิงตัวเลขเพื่อแสดงคาบการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายด้วย Scilab 5.3.2 และเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลองเชิงตัวเลข

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย วงจรเชื่อมต่อไมโครคอมพิวเตอร์ และโปรแกรม Scilab 5.3.2

วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าสถิติพื้นฐาน คำนวณความแตกต่างระหว่างค่าของคาบจากการทดลองและการจำลองเชิงตัวเลข ด้วยสมการ $\%diff = \left| \frac{\text{theoretical} - \text{measured}}{\text{theoretical}} \right| \times 100\%$

สรุปผลการวิจัย

1. การสร้างชุดการทดลองเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายเพื่อนำไปใช้วัดคาบการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1.1 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างคาบของการแกว่งของลูกตุ้ม (T) กับความยาวเชือก (l) พบว่า เมื่อความยาวเชือก (l) เพิ่มขึ้นคาบของการแกว่ง (T) ก็เพิ่มขึ้น กราฟที่ได้จะมีลักษณะเป็นกราฟเส้นโค้ง เป็นไปตามทฤษฎี

1.2 การทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างคาบของการแกว่งกับมุมเริ่มต้นเปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ด้วยกราฟโดยโปรแกรม Scilab 5.3.2 พบว่า เมื่อมุมเริ่มต้นมีเป็นมุมเล็ก ๆ คาบการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอย่างง่ายจะไม่แตกต่าง แต่เมื่อเพิ่มขนาดของมุมให้มุมขนาดใหญ่ขึ้น คาบการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอย่างง่ายจะเพิ่มขึ้น

1.3 การหาความสัมพันธ์ระหว่างคาบของการแกว่ง (T) กับมวลของลูกตุ้ม (m) เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ด้วยกราฟโดยโปรแกรม Scilab 5.3.2 พบว่า เมื่อมวลของลูกตุ้มไม่เท่ากันคาบของการแกว่งมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นมวลจึงไม่มีผลต่อการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย เป็นไปตามสมการ $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ดังนั้น $T \propto \sqrt{l}$

2. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์คาบการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายด้วยโปรแกรม Scilab 5.3.2 โดยใช้ค่า g ละติจูดเท่ากับ 9.781 m/s^2 ได้แบบจำลองเชิงตัวเลขเป็นกราฟ

ที่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคาบและความยาวเชือกของลูกตุ้ม พบว่า จากกราฟเมื่อความยาวเชือกเพิ่มขึ้นคาบของการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายที่ได้จากการจำลองเพิ่มขึ้น

3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกำลังสองของคาบกับความยาวเชือกจากการทดลองเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์และการจำลองทางคณิตศาสตร์ จากความชันของกราฟ พบว่าผลการทดลองและผลจากการจำลองที่ได้มีความแตกต่างกันเฉลี่ย ร้อยละ 2.95 เมื่อเปรียบเทียบค่า g จากผลการทดลองซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.495 m/s^2 กับค่า g มาตรฐาน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.781 m/s^2 พบว่า มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 2.92

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย โดยการออกแบบชุดทดลองเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย สร้างแบบจำลองเชิงตัวเลขคาบการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายด้วยโปรแกรม Scilab 5.3.2 และเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ผลการวิจัยพบว่า ชุดทดลองเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายที่สร้างขึ้นสามารถวัดคาบการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอย่างง่ายได้ละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่สอง และมีความสะดวกในการใช้งานกว่าชุดการทดลองแบบเดิมที่ใช้ในห้องเรียนที่ทดลองโดยการจับเวลาการแกว่งของลูกตุ้มแล้วนำมาหาคาบการเคลื่อนที่โดยการเฉลี่ยกับจำนวนรอบ

การทดลองหาคาบการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายโดยการเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์สามารถหาคาบการเคลื่อนที่ที่มีความละเอียดถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 2.92 สอดคล้องกับออกแบบการทดลองของ Ocaya (2000) ที่ได้ออกแบบการหาคาบการเคลื่อนที่ของเพนดูลัมเชิงประกอบ โดยชุดการทดลองที่สร้างขึ้นสามารถวัดคาบการทดลองที่มีความละเอียดและสามารถนำคาบที่วัดได้ไปคำนวณหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงที่มีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 1

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยโปรแกรม Scilab เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถยืนยันผลการทดลองได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Torzo and Peranzoni (2009) ที่ใช้การจำลองเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ในการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษา ซึ่งสามารถสนับสนุนการทดลองทางฟิสิกส์ตั้งแต่การทำนายผล ตั้งสมมติฐาน และแปลผลการทดลองได้ดีกว่าการทดลองแบบเก่า

ผลที่ได้จากการทดลองเชื่อมต่อกอมพิวเตอร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายมีความแตกต่างกับผลการจำลองทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 2.95 สอดคล้องกับอนุวัฒน์ บุญธรรมโม

(2546) ได้กล่าวว่าผลการใช้เครื่องมือโครคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้วัดคาบการเคลื่อนที่แบบเพนดูลัมอย่างง่ายสอดคล้องกับค่าเชิงทฤษฎี

ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายและวงจรเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้ทดลองในห้องปฏิบัติการแทนการทดลองแบบทั่วไปในบทเรียน โดยจะได้ค่าของคาบการแกว่งที่ถูกต้องแม่นยำและมีความละเอียดเป็นมิลลิวินาที

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายและอธิบายผลจากการทดลองโดยใช้ค่าทางทฤษฎีก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะสามารถทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดความเข้าใจในบทเรียนทางฟิสิกส์ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับ Torzo and Peranzoni (2009) กล่าวว่าไว้ว่าการใช้การจำลองเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ในการสอนฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาเพื่อสนับสนุนการทดลองทางฟิสิกส์สามารถให้ข้อมูลมาศึกษาและวิเคราะห์ผลได้ดีกว่าการทดลองแบบเก่า

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการวัดคาบการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอย่างง่าย ควรเพิ่มความละเอียดในการจับเวลาเพื่อความถูกต้องแม่นยำในการนำผลการทดลองไปใช้
2. การวัดมุมเริ่มต้นและปล่อยให้ลูกตุ้มเคลื่อนที่ด้วยมืออาจทำให้ความคลาดเคลื่อนในการวัดคาบจากการทดลอง ควรหาเทคนิควิธีการในการปล่อยลูกตุ้มที่เหมาะสม
3. รูปร่างและขนาดของลูกตุ้มอาจส่งผลต่อการวัดคาบการเคลื่อนที่ของ sensor จึงควรใช้ลูกตุ้มที่มีรูปร่างและขนาดเท่ากันในการเปรียบเทียบคาบการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มเมื่อมีมวลต่างกัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาชุดการทดลองเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์กับการทดลองการเคลื่อนที่แบบอื่นๆ เช่น การเคลื่อนที่แบบวงกลม การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ เพื่อให้มีสื่อการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ที่หลากหลาย
2. ควรมีการวิจัยการนำชุดทดลองที่ได้ไปใช้กับผู้เรียน โดยมีแผนการจัดการเรียนการสอน แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน เพื่อจะเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาการเรียนการสอนฟิสิกส์ต่อไป
3. ควรมีการแสดงผลการทดลองที่เวลาจริง โดยแสดงผลเป็นรูปภาพเพื่อส่งเสริมความเข้าใจให้กับผู้เรียน
4. ควรมีการสร้างแบบจำลองการทดลองที่สามารถเปลี่ยนค่าตัวแปรต่างๆ และแสดงผลการทดลองออกมาให้เห็นได้เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการทดลองจริง