บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนามนุษย์ให้มีความสมบูรณ์ในยุคโลกาภิวัตน์ที่ความรู้และวิทยาการต่างๆ มีความเจริญก้าวหน้าทันสมัยอย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องอาศัยการจัดการศึกษาให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงอย่างมีคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาทักษะการคิด เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ การเรียนรู้จากการปฏิบัติและประสบการณ์มีส่วนสำคัญต่อการพัฒนาดังกล่าว สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น ซึ่งกระบวนการจัดศึกษาในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ต้องให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์ โดยครูต้องจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

วิธีสอนโดยใช้การทดลอง (ทิศนา แขมณี, 2552) เป็นกระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนเป็นผู้กำหนดปัญหาและสมมติฐานในการทดลองและลงมือทดลองปฏิบัติตามขั้นตอนที่กำหนดโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปอภิปรายผลการทดลอง และสรุปการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลอง วิธีการสอนแบบนี้เป็นวิธีการที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนรายบุคคลหรือรายกลุ่มเกิดการเรียนรู้ โดยการเห็นผลประจักษ์ชัดจากการคิดและการกระทำของตนเอง ทำให้การเรียนรู้นั้นตรงกับความเป็นจริง มีความหมายสำหรับผู้เรียนและจำได้นาน องค์ประกอบที่สำคัญของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง การตั้งปัญหาและสมมติฐานในการทดลอง วัสดุอุปกรณ์ วิธีการทดลอง และผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ข้อดีของวิธีสอนโดยใช้การทดลอง คือผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ได้พิสูจน์ทดสอบและเห็นผลประจักษ์ด้วยตนเองจึงเกิดการเรียนรู้ความเข้าใจ

แม้ว่าหลักสูตรจะได้ปรับปรุงเนื้อหาสาระ และกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติทดลองโดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ

จึงได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการปรับปรุงการทดลองให้มีความถูกต้องน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ในการนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะใช้รายวิชาฟิสิกส์ในเรื่องการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยศึกษาจากการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาอย่างง่ายเป็นต้นแบบ

ปัจจุบันการทดลองเกี่ยวกับการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกาของนักเรียนโดยทั่วไปทำการทดลองวัดคาบการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มนาฬิกาที่ปล่อยให้แกว่งไปมาโดยใช้นาฬิกาจับเวลาเป็นจำนวนรอบของการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มจำนวนหนึ่ง แล้วนำเวลาที่ได้มาหารด้วยจำนวนรอบเพื่อหาคาบเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ ซึ่งมีข้อจำกัดคือไม่สามารถวัดคาบการเคลื่อนที่ในแต่ละรอบของการเคลื่อนที่ได้โดยตรงและต่อเนื่องตลอดการทดลอง ทำให้มีค่าผิดพลาดมากผลการทดลองไม่สอดคล้องกับทฤษฎี ดังนั้นหากต้องการที่จะศึกษาการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายโดยละเอียดจึงต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถวัดคาบการเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้อง แม่นยำและต่อเนื่อง

การใช้คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกับชุดทดลองในการสอนวิชาฟิสิกส์เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการปฏิบัติการทดลองของรายวิชาฟิสิกส์ เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว มีคุณภาพสูงและราคาถูกลง คอมพิวเตอร์สามารถทำงานซ้ำๆ หรือทำงานที่มีความละเอียดซึ่งประสาทสัมผัสของมนุษย์ไม่สามารถทำได้ ได้ผลการทดลองที่ถูกต้อง รวดเร็วและสามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบที่เข้าใจง่าย เช่น แสดงผลในรูปกราฟ ภาพ หรืองานกราฟฟิกต่างๆ ได้

Santarelli, Carolla and Ferner (1993) ได้ทำการศึกษาการเคลื่อนที่แบบเพนดูลัมอย่างง่ายโดยใช้ชุดทดลอง Microcomputer-Based Laboratory system (MBL) ซึ่งใช้ในการเชื่อมต่อการทดลองเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งชุดการทดลองประกอบด้วย photogate sensor, Universal Laboratory Interface (ULI) และไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคาบของการเคลื่อนที่กับค่ากำลังสองของความเร็วที่ตำแหน่งสมดุล และค่ากำลังสองของความเร็วกับเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของเพนดูลัมอย่างง่าย ผลการทดลองพบว่า ความสัมพันธ์ของคาบและค่ากำลังสองของความเร็วมีความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้น และค่ากำลังสองของความเร็วจะลดลงแบบเอกโปเนนเชียลตามเวลาด้วย นอกจากนี้ Ocaya (2000) ได้ออกแบบการทดลองเพื่อหาคาบของเพนดูลัมเชิงประกอบโดยใช้โฟโตไดโอด (photodiode sensor) เป็นตัวตรวจจับสัญญาณที่เกิดขึ้นจากการตัดผ่านลำแสงที่ตกกระทบโฟโต้ไดโอดของเพนดูลัมเชิงประกอบ ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโฟโต้ไดโอดเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยในการออกแบบการทดลองได้ใช้วงจรการเปลี่ยนกระแสเป็นศักย์ไฟฟ้า (I-V converter) และไอซีเบอร์ 555 ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับการเคลื่อนที่ให้เป็นสัญญาณพัลส์ (pulse) ที่มีความเหมาะสม ทำให้เกิดการอินเตอร์รัปต์ (interrups) ขึ้น โดยในการเชื่อมต่อเข้ากับเครื่อง

ไมโครคอมพิวเตอร์การรับส่งข้อมูลระหว่างวงจรแปลงสัญญาณกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะสื่อสารกันผ่านทางพอร์ตเครื่องพิมพ์ (printer port) และใช้ซอฟท์แวร์ในการเก็บวิเคราะห์ข้อมูลเป็นซอฟท์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาโดยใช้โปรแกรมภาษาซี จากผลการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่สร้างขึ้นสามารถวัดคาบการทดลองที่มีความละเอียดถึงทศนิยม 3 ตำแหน่ง และสามารถนำคาบที่ได้จากการทดลองคำนวณหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกโดยพบว่าค่าที่ได้มีความผิดพลาดเฉลี่ยประมาณ 1%

อนุวัฒน์ บุญธรรมโม (2546) ศึกษาและประยุกต์ใช้งานการเคลื่อนที่แบบเพนดูลัมโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการวัดคาบและความเร็วของการเคลื่อนที่แบบเพนดูลัมอย่างง่าย ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับค่าเชิงทฤษฎีและคาบการเคลื่อนที่จะมีค่าคงที่เมื่อมุมเริ่มต้นมีค่าน้อยกว่า 20° และมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อมุมเริ่มต้นเพิ่มขึ้น ส่วนพลังงานจลน์มีการลดลงแบบเอกซ์โปเนนเชียลซึ่งมีค่าสอดคล้องกับทางทฤษฎี อุปกรณ์ที่สร้างขึ้นได้นำมาประยุกต์ใช้ในการหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลและโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุโดยผลการทดลองที่ได้ต่างจากค่าเชิงทฤษฎีไม่เกิน 3%

นอกจากนี้การจำลองหรือการทดลองเสมือนให้เหตุการณ์ที่ต้องการศึกษาเกิดขึ้นในคอมพิวเตอร์ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้สำหรับการทำนายผลการทดลองและทำให้ผู้ทำการทดลองเห็นผลการทดลองได้อย่างชัดเจน เช่น แบบจำลองเชิงตัวเลขการเคลื่อนที่แบบเพนดูลัม (สัมฤทธิ์ อัศดรวิเศษ, 2544) นำวิธีการเชิงตัวเลขและการโปรแกรมด้วย Mathematica ร่วมกับภาษาซี พัฒนาแบบจำลองในปัญหาฟิสิกส์พื้นฐานเรื่องเพนดูลัม ผลการวิจัยพบว่า ผลคำนวณที่ได้ครอบคลุมผลเฉลยและทุกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แต่เมื่อใดก็ตามที่การกระจัดเชิงมุมหรือมุมในการแกว่งมีค่ามาก แอมพลิจูดและความถี่ของปริมาณเชิงมุมต่าง ๆ จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่แน่นอนตลอดเวลา

Torzo and Peranzoni (2009) ศึกษาการใช้การจำลองเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์ในการสอนฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษา เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของลูกตุ้ม เพื่อสนับสนุนการทดลองทางฟิสิกส์ ได้แก่กระบวนการทำนายผล ตั้งสมมติฐาน และแปลผลการทดลอง ผลการวิจัยพบว่า การใช้การจำลองเชิงตัวเลขง่าย ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลที่เวลาจริงมาศึกษาและวิเคราะห์ผลการทดลองได้ดีกว่าการทดลองแบบเก่า และรัตน์ติกาญ สุทธิเกิด (2550) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ด้วยโปรแกรม Scilab เรื่อง กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการด้วยโปรแกรม Scilab หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีระดับจิตวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อน

เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ จิรันดร บู๊ฮวดใช้ และปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์ (2553) พัฒนาชุดฝึกการเรียนการสอนโดยใช้ Viasual Basic รวมกับ Scilab โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดฝึกการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ และวิศวกรรมไฟฟ้า ให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งจากการอนุญาตให้ผู้สนใจมีการดาวน์โหลดชุดฝึกเหล่านี้ไปทดลองใช้งาน พบว่ามีผู้สนใจจำนวนมาก จึงสรุปได้ว่าโปรแกรม Scilab สามารถใช้ร่วมกับโปรแกรม Visual Basic เพื่อพัฒนาชุดฝึกการเรียนการสอนวิชาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การทดลองด้วยชุดทดลองเปรียบเทียบกับผลการจำลองเชิงตัวเลขก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้เพื่อยืนยันความถูกต้องของการทดลอง Zheng, et al (1994) ได้ทำการวิจัยด้วยการใช้ชุดทดลอง MBL และการประยุกต์ใช้วิธีการเชิงตัวเลข (numerical integral methods) และแคลคูลัสในการคำนวณหาคาบของเพนดูลัมเพื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าที่วัดคาบได้จากการทดลองกับคาบที่ได้โดยใช้ซอฟแวร์ Mathcad ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาภาวะของเพนดูลัมที่มีความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ ในลักษณะไม่เป็นเชิงเส้นของเพนดูลัม (nonlinear pendulum) ซึ่งพบว่าในการทดลองคาบที่ได้จากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับคาบที่คำนวณได้จากทฤษฎีเมื่อมุมเริ่มต้นมีค่าน้อยกว่า 50° และเมื่อมุมเริ่มต้นเพิ่มมากขึ้นค่าคาบจากการทดลองและการคำนวณจากทฤษฎีมีความแตกต่างกันมากขึ้น

จากการทดลองด้วยการจับเวลาที่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูง จึงได้มีการทดลองจับเวลาโดยเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ที่ให้ค่าที่เวลาจริงมีความถูกต้องสูง และการใช้แบบจำลองมาเปรียบเทียบเพื่อยืนยันความถูกต้อง จากการวิจัยทดลองเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ที่อาศัยเซ็นเซอร์เป็นตัวจับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มนาฬิกา และการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้ค่าละเอียดสอดคล้องกับทฤษฎี ผู้วิจัยจึงสนใจการใช้วิธีการดังกล่าวในการออกแบบและสร้างชุดทดลองดังกล่าวใหม่โดยใช้อุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ในส่วนของตัวตรวจจับ วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และโปรแกรมที่ใช้ควบคุม การแสดงผลการวัดที่จอภาพไมโครคอมพิวเตอร์ การจำลองแบบทางคณิตศาสตร์บนคอมพิวเตอร์โดยใช้ซอฟท์แวร์ Scilab 5.3.2 และเปรียบเทียบผลการทดลองกับผลการจำลองทางคณิตศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. สร้างชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายโดยเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

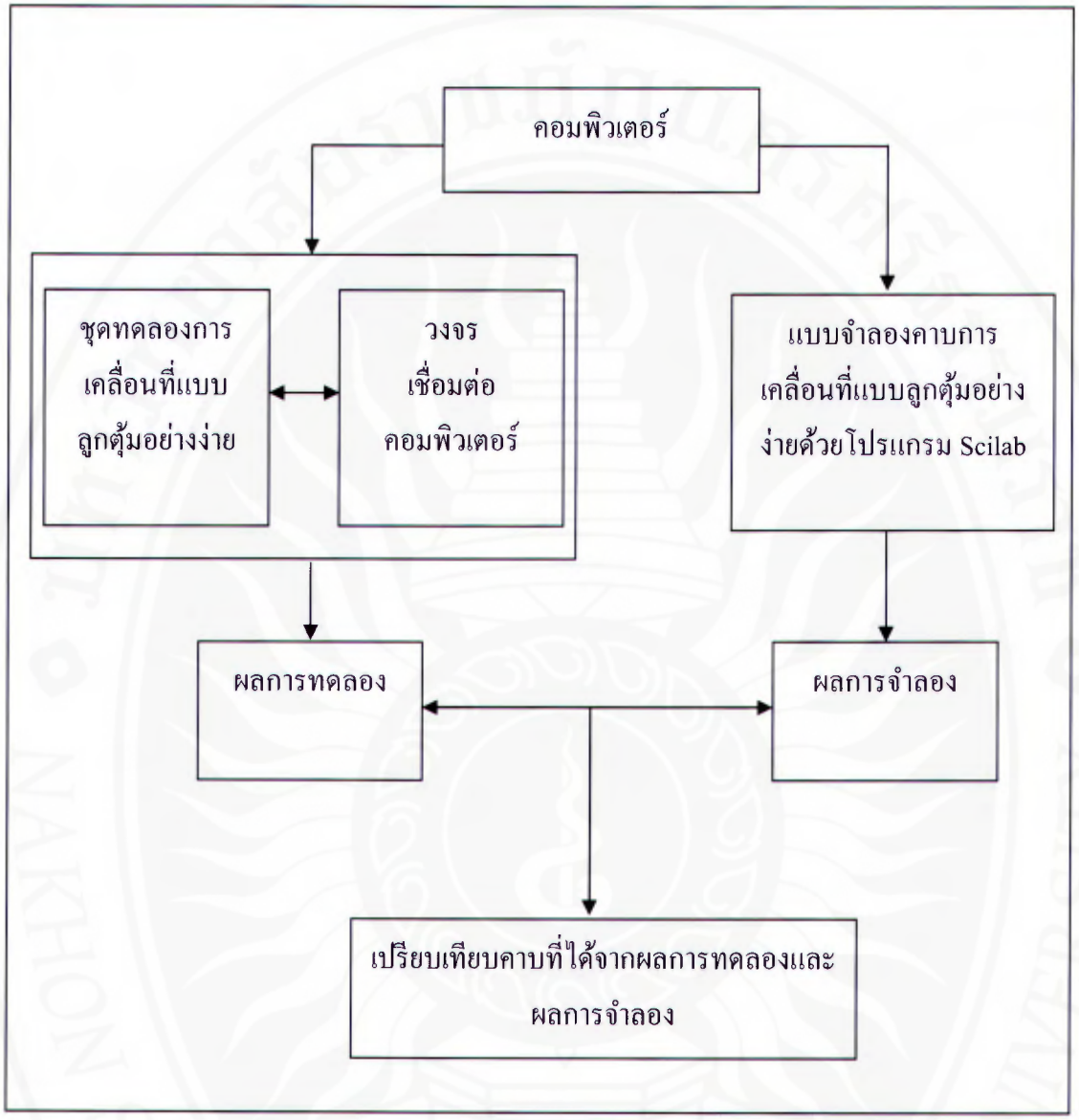
2. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงคาบการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายด้วย Scilab 5.3.2

3. เปรียบเทียบคาบการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายที่ได้จากการทดลองเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับผลการจำลอง

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ลูกตุ้มอย่างง่าย (simple pendulum) คือ วัตถุที่แขวนจากจุดตรึงด้วยแขนของลูกตุ้มซึ่งอาจจะเป็นด้ายเชือก หรือแท่งวัตถุเล็ก ๆ ก็ได้ เมื่อดึงวัตถุไปจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยวัตถุเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งนี้โดยระนาบการแกว่งจะอยู่ในแนวดิ่ง และแขนของลูกตุ้มจะทำมุม θ กับแนวดิ่ง คาบการแกว่ง (T) ของลูกตุ้มขึ้นอยู่กับความยาวของแขนลูกตุ้ม (l) และความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (g) ณ ตำแหน่งที่ทดลองโดยไม่ได้ขึ้นกับมวลของลูกตุ้ม การทดลองเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มในห้องปฏิบัติการทั่วไปจะทำการวัดคาบของการเคลื่อนที่โดยใช้นาฬิกาจับเวลาการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มทีละหลายรอบแล้วนำค่าเวลาที่ได้มาเฉลี่ยกับจำนวนรอบ ซึ่งมีข้อจำกัดคือทำให้ไม่สามารถวัดคาบการเคลื่อนที่ในแต่ละรอบของการเคลื่อนที่ได้โดยตรงและต่อเนื่องตลอดการทดลอง

เมื่อออกแบบอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการวัดคาบการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอย่างง่ายโดยเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จำลองปัญหาฟิสิกส์ ก็จะทำให้สามารถบันทึกผลการทดลองและเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองทางฟิสิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการเชื่อมต่อชุดทดลองกับไมโครคอมพิวเตอร์และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคาบการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มอย่างง่ายจึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนฟิสิกส์ ดังแสดงกรอบแนวคิดใน ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. สร้างชุดทดลองเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายสามารถวัดคาบการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายได้ผลใกล้เคียงกับค่าทางทฤษฎี

2. เขียนโปรแกรมการจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องตามทฤษฎี

3. เมื่อเปรียบเทียบคาบการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายจากชุดทดลองเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายกับการค่าที่ได้จากการจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ค่าร้อยละของความแตกต่างไม่เกินร้อยละ 5

ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ ทำการทดลองที่ห้องปฏิบัติการไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

2. การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ วงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ วงจรส่งและตรวจจับแสง และชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย

3. โปรแกรมควบคุมชุดทดลองและเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ เขียนด้วยโปรแกรม Visual Basic 6 จำลองทางคณิตศาสตร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายด้วยโปรแกรม Scilab 5.3.2

4. เปรียบเทียบผลการทดลองและผลจากการจำลองเชิงตัวเลข ด้วยการแสดงในรูปกราฟ

ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับความยาวของแขนของลูกตุ้ม ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเริ่มต้นกับคาบ และความสัมพันธ์ระหว่างคาบกับมวลของลูกตุ้ม โดยเชื่อมต่อชุดการทดลองกับคอมพิวเตอร์เปรียบเทียบผลการทดลองกับผลจากการจำลองเชิงตัวเลขด้วยโปรแกรม Scilab 5.3.2 ผลการทดลองที่ได้จะสามารถหาคาบของการเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดทดลองเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย หมายถึง ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย ดัดแปลงจากชุดทดลองเพนดูลัม (pendulum apparatus) ของบริษัทแกมมาโก้ จำกัด เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยวงจรเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ ซึ่งมี

ส่วนประกอบสำคัญคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ P89V51RD2 โปรแกรมการเชื่อมต่อด้วย Visual Basic 6

2. การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ (computer interface) หมายถึง ระบบเชื่อมโยงที่รวบรวมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ มาใช้การทดสอบค่าความเปลี่ยนแปลงหรือความแตกต่างของสัญญาณแอนะลอก แล้วทำการแสดงผลที่ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ สามารถนำผลการประมวลไปเก็บและนำไปควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ โดยการทำงานผ่านระบบสัญญาณรับเข้า (data acquisition system) ระบบควบคุมอุปกรณ์ภายนอก (control system) ระบบเชื่อมโยง (interface system) และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (computer language)

3. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical modeling) หมายถึง เครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ประมาณการเชิงตัวเลขเพื่อเป็นตัวแทนของกระบวนการที่เกิดขึ้นในระบบ ใช้แทนสภาพจริงในภาคสนามหรือกรณีทดลองในห้องปฏิบัติการ

4. ลูกตุ้มอย่างง่าย (simple pendulum) หมายถึง วัตถุที่แขวนจากจุดตรึงด้วยแขนของลูกตุ้ม ซึ่งอาจจะเป็นด้าย เชือก หรือแท่งวัตถุเล็กๆ ก็ได้ เมื่อดึงวัตถุไปจากตำแหน่งสมดุลแล้วปล่อยวัตถุเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งนี้โดยระนาบการแกว่งจะอยู่ในแนวดิ่ง แขนของลูกตุ้มจะทำมุม θ กับแนวดิ่ง

5. การเคลื่อนที่แบบคาบ (periodic) หมายถึง การเคลื่อนที่ซ้ำรอยการเคลื่อนที่เดิมเป็นคาบเวลารอบตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งที่เป็นตำแหน่งสมดุล เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ครบ 1 รอบ เรียกว่า คาบ (period) แทนด้วย T

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย

2. นำวิธีการสร้างชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย ไปประยุกต์ใช้ในการทดลองหาค่า g และค่าอื่นๆ ที่ไม่สามารถใช้ประสาทสัมผัสของมนุษย์สังเกตและบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

3. ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์ได้ง่ายขึ้น โดยใช้ชุดทดลองการเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่ายและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์การเคลื่อนที่แบบลูกตุ้มอย่างง่าย เกิดการเรียนรู้และความคิดแบบบูรณาการ