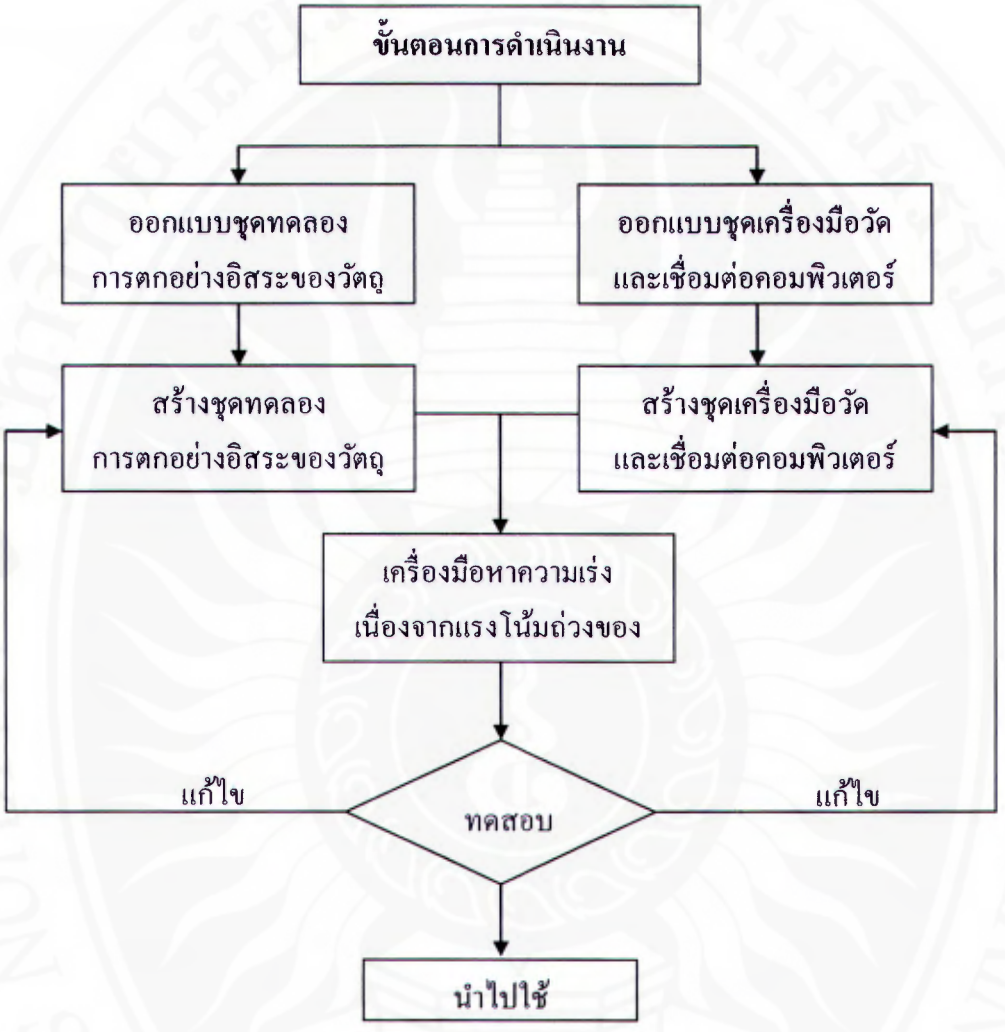
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกโดยใช้ชุดทดลองเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบสร้างเครื่องมือโดยมีวิธีการและขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. การออกแบบและสร้างชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุ
2. การออกแบบและสร้างชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์
3. การจำลองการตกอย่างอิสระของวัตถุด้วยโปรแกรม Microsoft Excel
4. เปรียบเทียบค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกระหว่างการทดลองกับทฤษฎี
5. เปรียบเทียบค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกระหว่างการใช้ชุดทดลองตามหนังสือเรียนกับชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

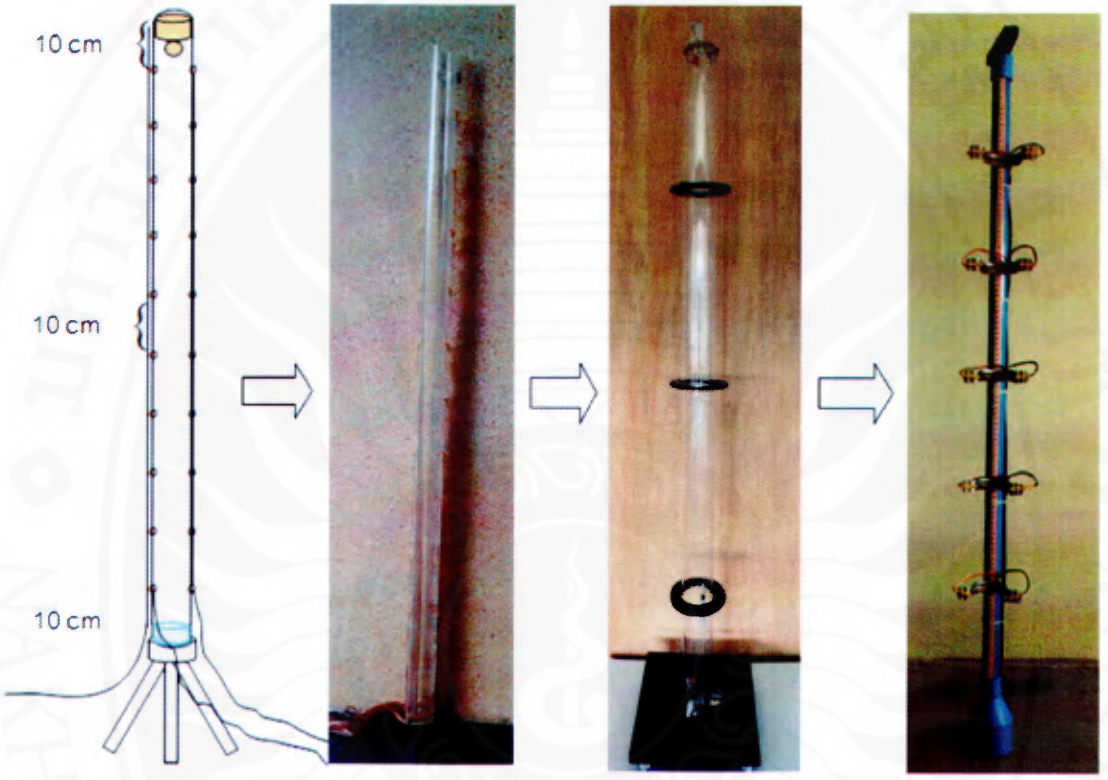
ในการออกแบบและสร้างชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุกับการสร้างชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ จะต้องทำควบคู่กันดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนสร้างเครื่องมือวัดค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุ

ในการออกแบบชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุ ผู้วิจัยได้มีการออกแบบและมีการปรับปรุงพัฒนาอยู่หลายครั้ง ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 การออกแบบและพัฒนาชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุ

การออกแบบชุดทดลองในตอนแรกใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุทุกๆ 10 เซนติเมตรและใช้เหล็กไฟฟ้าในการปล่อยวัตถุ พบว่าวัตถุตกช้ากว่าปกติเนื่องจากเมื่อเปิดวงจรไฟฟ้าอำนาจแม่เหล็กยังไม่หมดในทันทีและภายในท่อมีแรงต้านอากาศวัตถุจึงตกช้า ต่อมาได้พัฒนาโดยการใช้ท่อที่เป็นสุญญากาศ สามารถปรับเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุได้ตามความต้องการและปล่อยวัตถุด้วยแท่งแม่เหล็ก พบว่าในบางครั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้เนื่องจากท่อพลาสติกหนาและกลมทำให้เกิดการหักเหของแสง ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและสร้างชุดลองใหม่เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโดยมีวัสดุอุปกรณ์และวิธีการทำดังนี้

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 ท่อพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 120 เซนติเมตร จำนวน 1 ท่อ

1.2 ฐานตั้งท่อสำเร็จรูป จำนวน 1 ชิ้น

1.3 ลูกกลมขนาดต่าง ๆ กัน จำนวน 3 ลูก

1.4 ห่วงเหล็กสำหรับรัดท่อ จำนวน 6 อัน

1.5 แผ่นเหล็ก 1 มิลลิเมตร ยาว 1 เมตร

1.6 สายวัดมาตรฐาน จำนวน 1 เส้น

1.7 เทปใสขนาด 1 นิ้ว 1 ม้วน

1.8 ไม้หนีบ 1 อัน

1.9 ฝาท่อพลาสติก 1 อัน

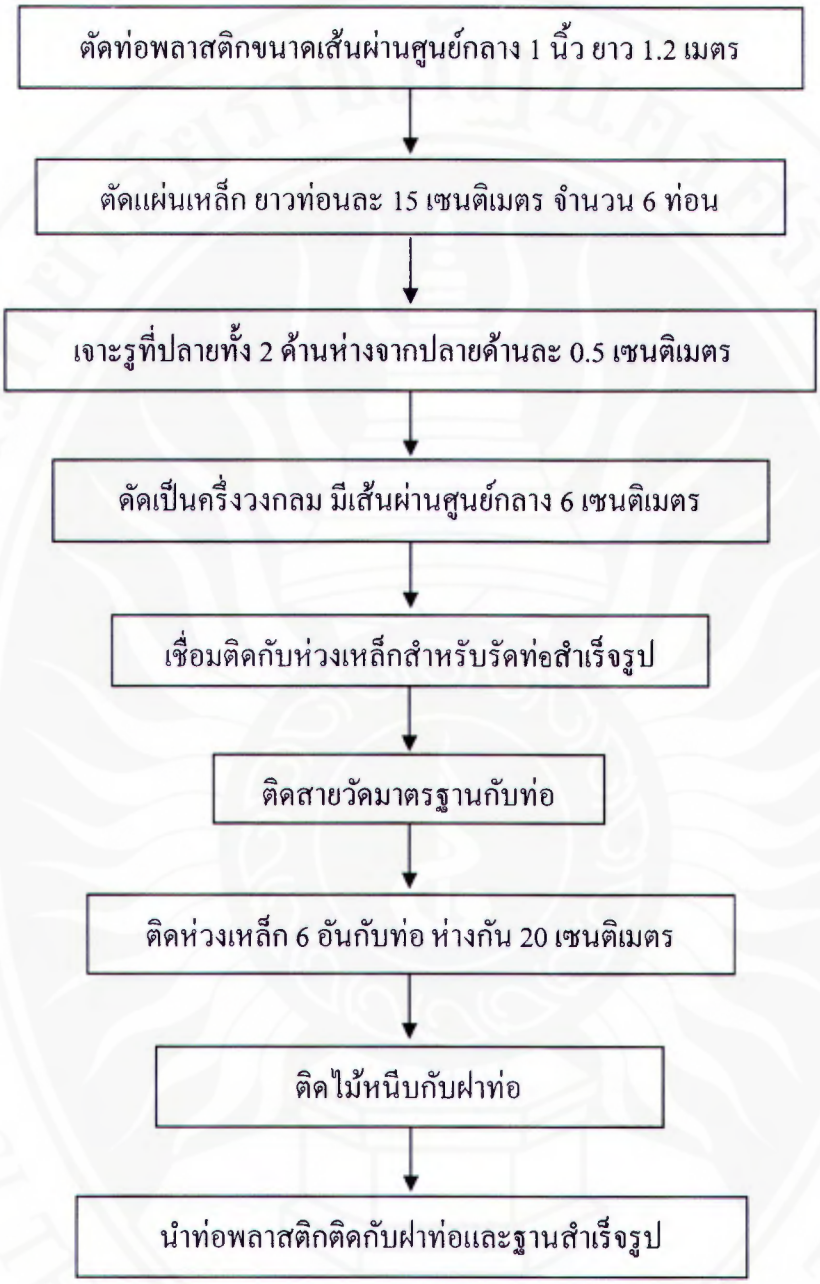
1.10 สว่าน 1 ตัว

1.11 ลวดเชื่อมเหล็ก

1.12 ตู้เชื่อม

2. วิธีการทำชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุ

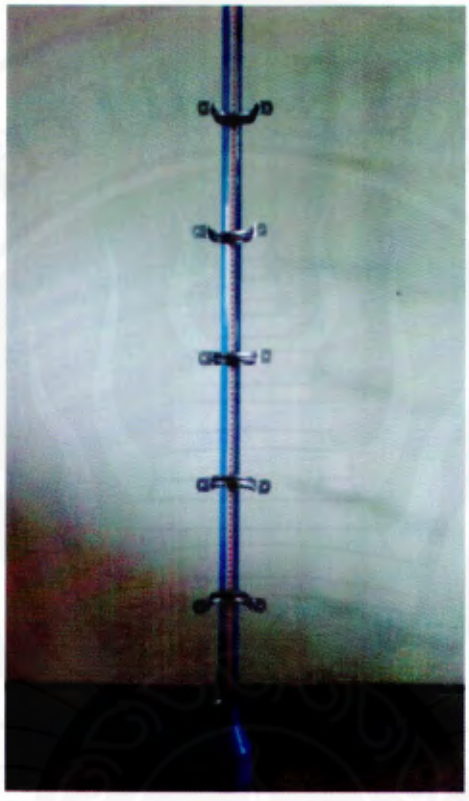
การทำชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุ มีขั้นตอนดังแสดงในภาพที่ 3.3 โดยมีรายละเอียดดังนี้ ตัดท่อพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 120 เซนติเมตร จำนวน 1 ท่อ นำแผ่นเหล็กมาตัดเป็นท่อน ยาวท่อนละ 15 เซนติเมตร จำนวน 6 ท่อน เจาะรูที่ปลายทั้ง 2 ด้านของแผ่นเหล็ก โดยเจาะให้ห่างจากปลายแต่ละด้าน 0.5 เซนติเมตร แล้วดัดแผ่นเหล็กเป็นรูปครึ่งวงกลม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร ดัดปลายทั้ง 2 ข้างให้อยู่ในแนวเส้นตรง เชื่อมแผ่นเหล็กกับห่วงเหล็กสำหรับรัดท่อสำเร็จรูป ดังภาพ ที่ 3.4 นำสายวัดขนาดมาตรฐานมาติดที่ท่อพลาสติก โดยใช้เทปใสปิดทับบนสายวัด ติดห่วงเหล็กกับท่อพลาสติก เจาะฝาท่อที่จุดกึ่งกลางตรึงไม้หนีบให้ติดกับฝาท่อด้วยตะปู นำไปครอบด้านบนของท่อดังภาพที่ 3.5 และนำชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุที่ได้ติดกับฐานสำเร็จรูป ดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการทำชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุ

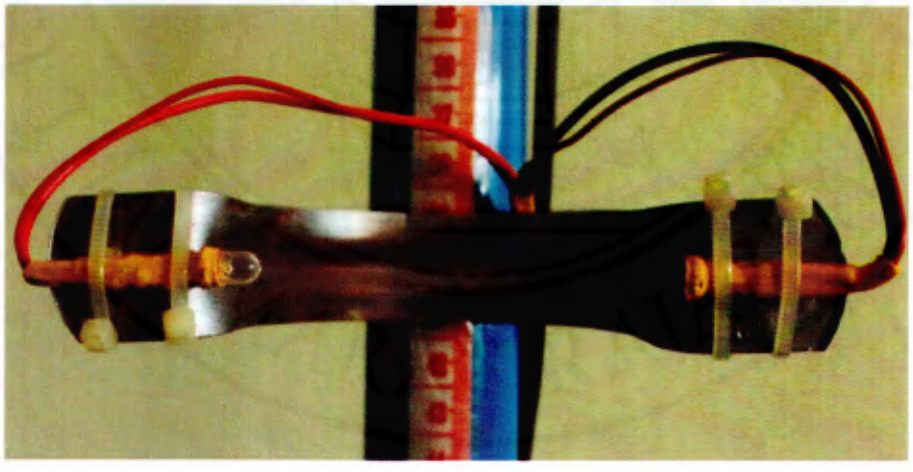
ภาพที่ 3.4 ชุดเหล็กรัดท่อ

ภาพที่ 3.5 ตรึงไม้หนีบให้ติดกับฝาท่อ

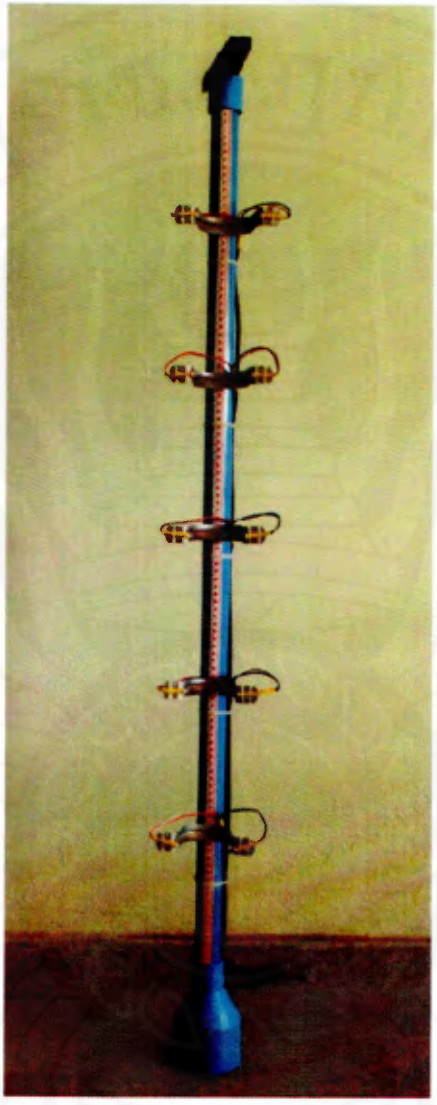


ภาพที่ 3.6 ชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุ

หลังจากสร้างชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุมาติดกับชุดเหล็กรัดท่อ ทั้ง 5 ชุด ดังแสดงในภาพที่ 3.7 และ 3.8



ภาพที่ 3.7 การติดเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ



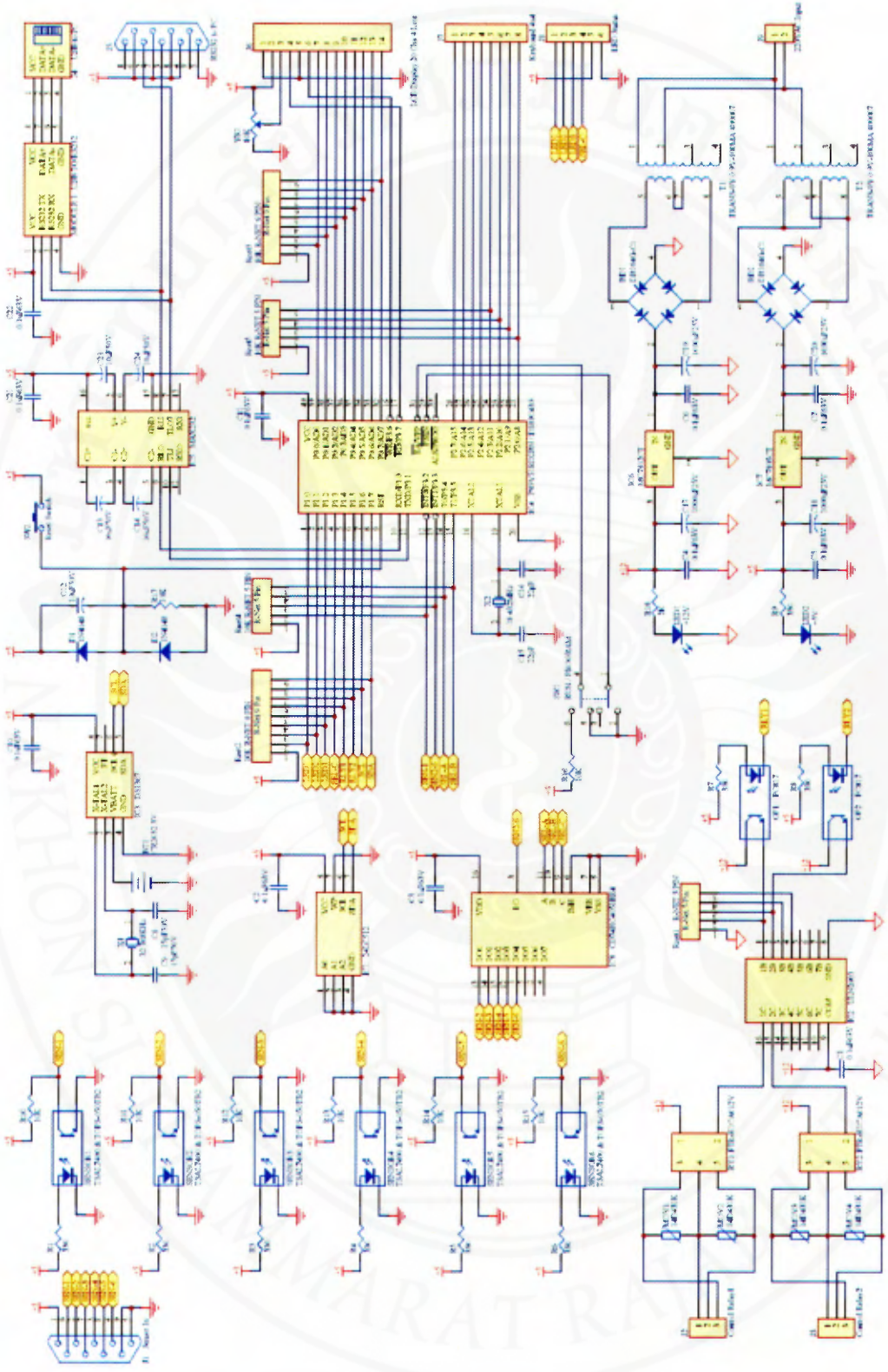
ภาพที่ 3.8 ชุดทดลองที่ติดเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุเสร็จสมบูรณ์

การออกแบบและสร้างชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

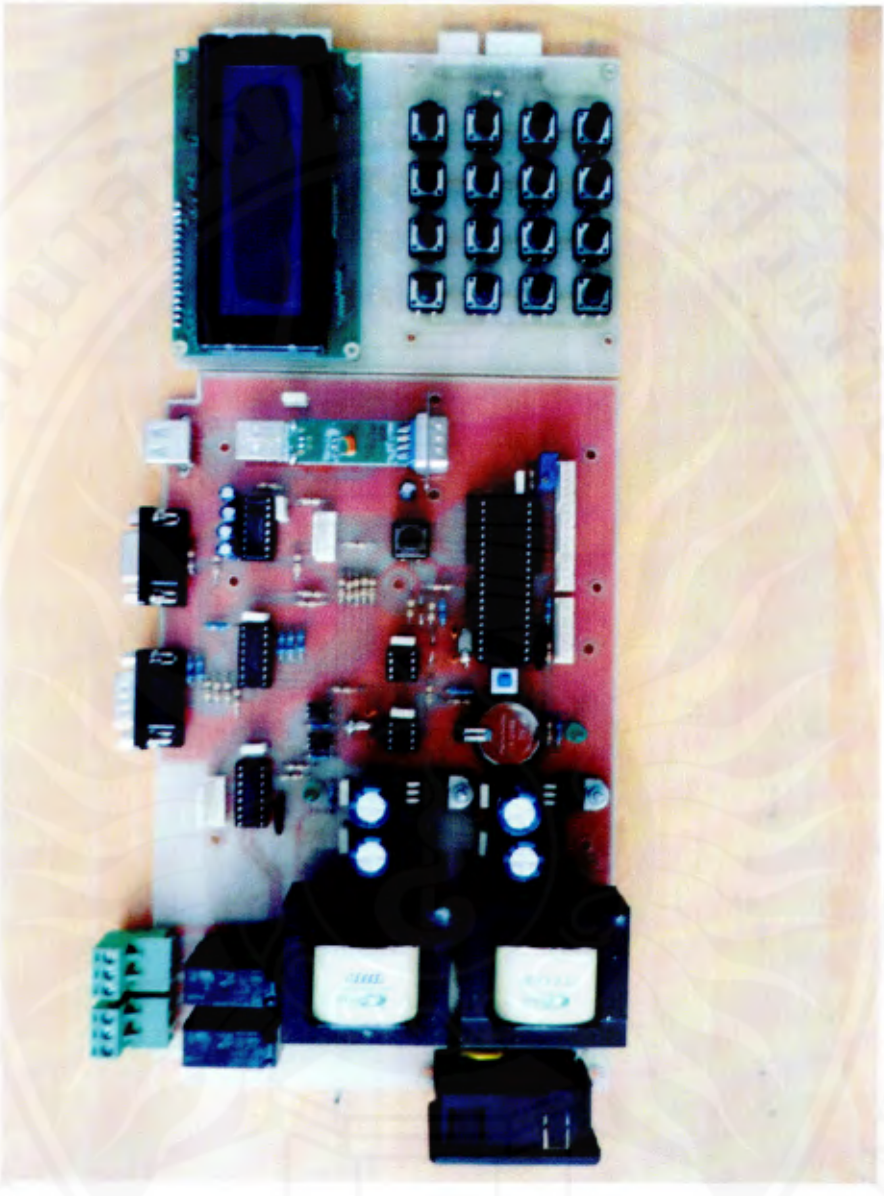
สำหรับชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ชุดนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อจับเวลาในการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยแสดงผลแบบเวลาจริงและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งในชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ชุดนี้ ประกอบด้วยวงจรย่อยๆ ทั้งหมด 10 ชุด ดังต่อไปนี้

1. ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ชุดเชื่อมต่อข้อมูลไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์
3. ชุดนาฬิกาเวลาจริง (real time clock)
4. ชุดเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ
5. ชุดหน่วยเก็บข้อมูล
6. ชุดรวมสัญญาณ (multiplexing)
7. ชุดเชื่อมต่อ (connector)
8. ชุดไฟเลี้ยง
9. ชุดเชื่อมต่อกับระบบภายนอก (module)
10. ชุดแผงแป้นพิเศษ (keypad)

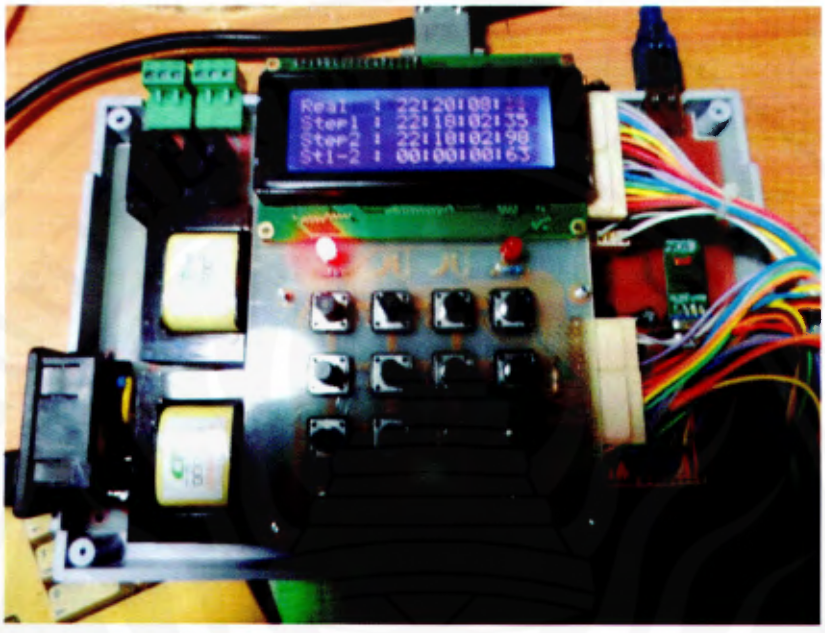
โดยวงจรย่อยแต่ละชุดมีการทำงานเชื่อมต่อสัมพันธ์กันดังแสดงในภาพที่ 3.9 ชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมาชุดนี้สามารถตรวจจับวัตถุได้ พร้อมกัน 5 จุด มีความละเอียดของเวลาเท่ากับ 10 มิลลิวินาที นอกจากจะนำมาใช้หาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกแล้ว ยังสามารถใช้หาความเร็ว ความเร่งของวัตถุในแนวราบและนำไปประยุกต์ใช้กับการทดลองเรื่องอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาได้อีกด้วย



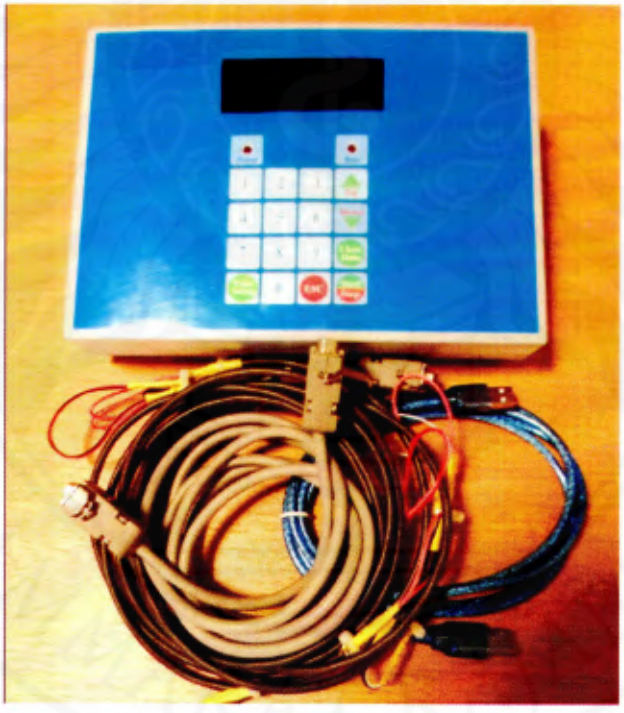
ภาพที่ 3.9 วงจรรวมของชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3.10 ลักษณะภายในของชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3.11 ทดสอบการทำงานชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 3.12 ชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์

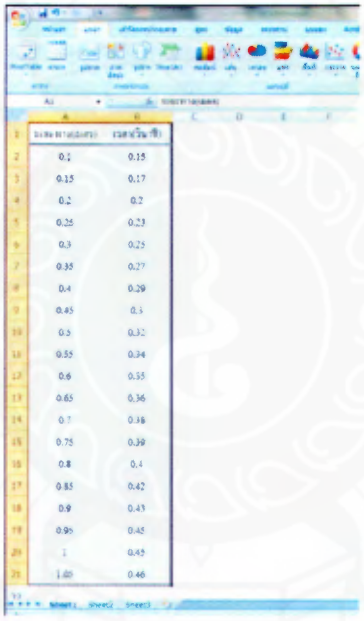
การจำลองการตกอย่างอิสระของวัตถุด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

ในส่วนนี้เป็นการจำลองเชิงตัวเลขของการตกอย่างอิสระของวัตถุด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งแสดงผลในรูปของกราฟระหว่างระยะทางกับเวลา และกราฟระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลา ซึ่งมีขั้นตอนการเขียนกราฟและการใช้คำสั่งในการจำลองการตกอย่างอิสระของวัตถุตามลำดับต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อเขียนกราฟ

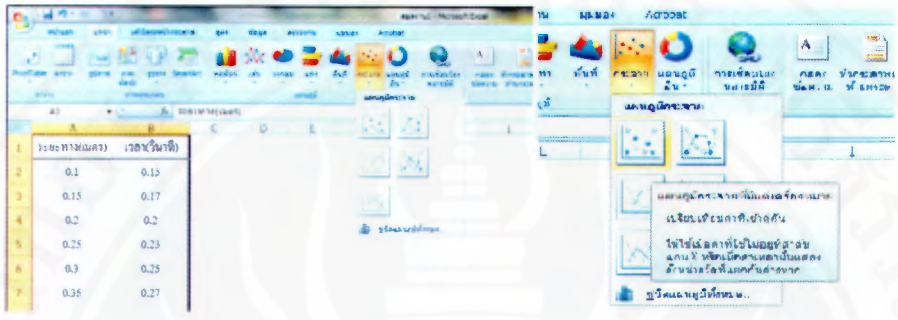
1.1 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาใส่ในตารางของโปรแกรม Microsoft Excel

1.2 เลือกช่วงข้อมูลที่ต้องการจะสร้างกราฟ แล้วคลิกเมาส์เลือก ที่เมนู "แทรก" บนแถบเครื่องมือมาตรฐาน จะปรากฏแถบเครื่องมือดังภาพที่ ดังภาพที่ 3.13



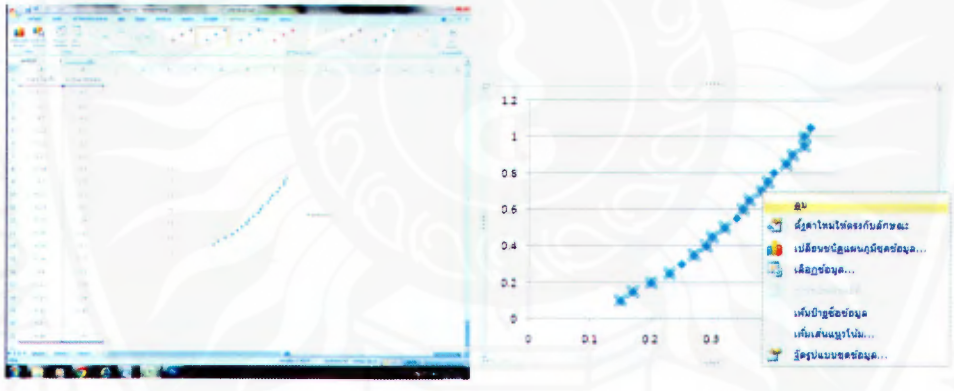
ภาพที่ 3.13 การเขียนกราฟด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ขั้นตอนที่ 2

1.3 คลิกเมาส์ ที่แผนภูมิกระจาย เลือกแผนภูมิกระจายที่มีแต่เครื่องหมาย จะปรากฏแถบเครื่องมือดังภาพที่ 3.14



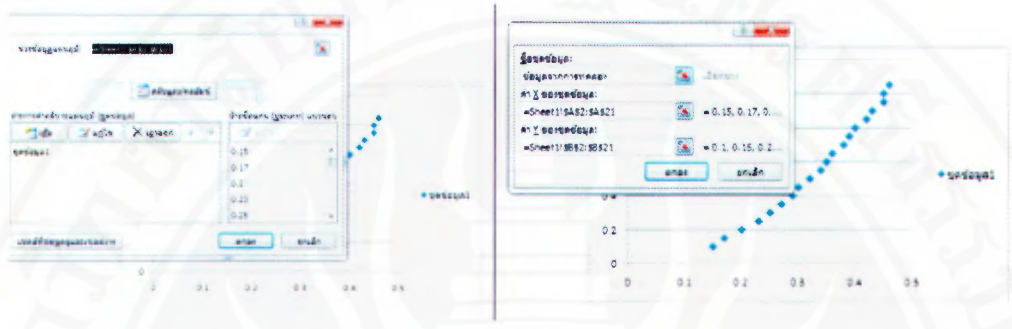
ภาพที่ 3.14 การเขียนกราฟด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ขั้นตอนที่ 3

1.4 คลิกขวาที่จุดใดจุดหนึ่งของกราฟแล้วคลิกเลือกข้อมูลจะปรากฏแถบเมนู ดังภาพที่ 3.15



ภาพที่ 3.15 การเขียนกราฟด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ขั้นตอนที่ 4

1.5 คลิกเลือกแก้ไขจะปรากฏแถบเมนูพิมพ์ชื่อข้อมูลที่ต้องการใส่แล้วคลิกตกลงดังภาพที่ 3.16 จะปรากฏชื่อชุดข้อมูลบนกราฟ



ภาพที่ 3.16 การเขียนกราฟด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ขั้นตอนที่ 5

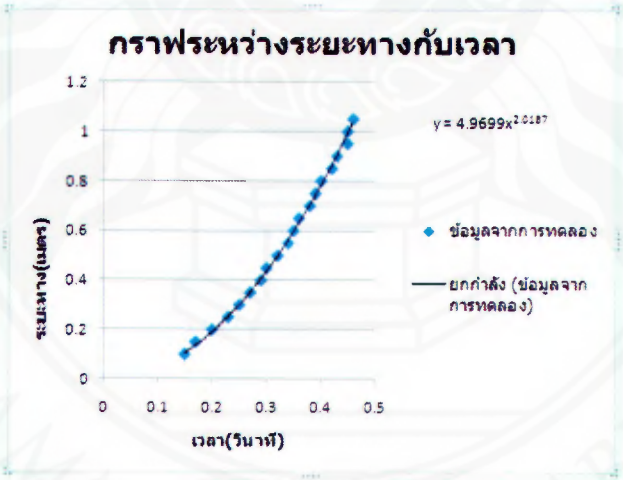
1.6 คลิกขวาที่จุดใดจุดหนึ่งของกราฟอีกครั้งแล้วเลือกเพิ่มเส้นแนวโน้มจะปรากฏแถบเมนูคลิกเลือกเส้นแนวโน้มตามที่ต้องการ ถ้าจะเพิ่มสมการลงในกราฟก็ให้คลิกที่สมการด้วยแล้วคลิกปิดจะปรากฏเส้นแนวโน้มและสมการบนกราฟดังภาพที่ดังภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17 การเขียนกราฟด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ขั้นตอนที่ 6

1.7 ถ้าต้องการใส่ชื่อกราฟ หรือชื่อแกนให้ใช้เมาส์คลิกที่กราฟให้ปรากฏกรอบของกราฟแล้วคลิกที่แถบเมนูเค้าโครงปรากฏแถบเมนูดังภาพที่ 3.18

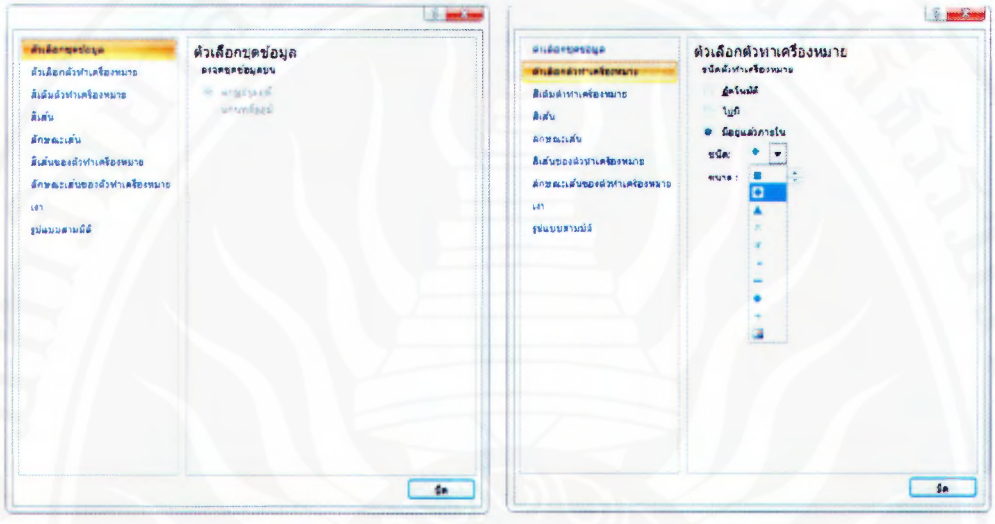
ภาพที่ 3.18 การเขียนกราฟด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ขั้นตอนที่ 7

1.8 คลิกเลือกชื่อกราฟ หรือชื่อแกนตามต้องการแล้วพิมพ์ชื่อลงไปจะได้กราฟดังภาพที่ 3.19



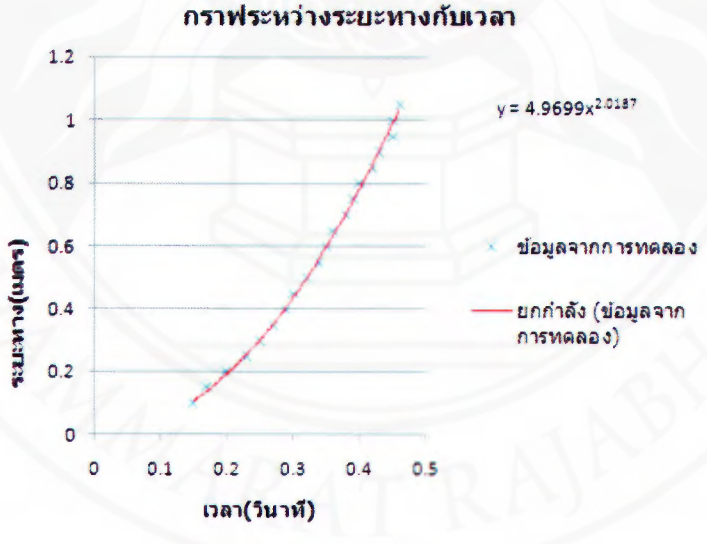
ภาพที่ 3.19 การเขียนกราฟด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ขั้นตอนที่ 8

1.9 ถ้าต้องการเปลี่ยนลักษณะของจุดหรือเปลี่ยนขนาดให้คลิกขวาที่ที่จุดใดจุดหนึ่งของกราฟแล้วเลือกจัดรูปแบบชุดข้อมูลจะปรากฏแถบเมนูดังภาพ คลิกตัวเลือกตัวทำเครื่องหมายแล้วเลือกรูปแบบตามความต้องการ



ภาพที่ 3.20 การเขียนกราฟด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ขั้นตอนที่ 9

1.10 เมื่อเลือกได้แล้วมาคลิกที่ปิดจะได้กราฟเส้นที่สมบูรณ์ดังภาพที่ 3.21



ภาพที่ 3.21 กราฟที่ได้จากการเขียนด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

2. การใช้คำสั่งในการจำลองการตกอย่างอิสระของวัตถุ

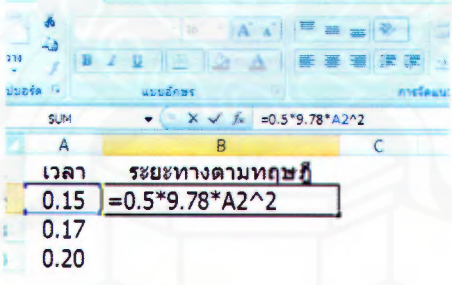
การจำลองการตกอย่างอิสระของวัตถุในรูปของกราฟ โดยใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาและกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลาดังนี้

2.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาที่ได้จากการจำลองทางทฤษฎี

ความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาในกรณีที่ปล่อยให้วัตถุตกอย่างอิสระภายใต้สนามความโน้มถ่วงของโลกเป็นไปตามสมการ $s = \frac{1}{2}gt^2$ และเมื่อแทนค่าความเร่ง $g = 9.7814$ เมตร/วินาที^{2} ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ซึ่งตั้งอยู่ ณ ตำแหน่งละติจูดที่ 8 องศา 41 ลิปดา 96 พิลิปดาเหนือ ในการจำลองการตกอย่างอิสระของวัตถุโดยการเขียนกราฟระหว่างระยะทางกับเวลาและระยะทางกับกำลังสองของเวลาใช้คำสั่งดังต่อไปนี้

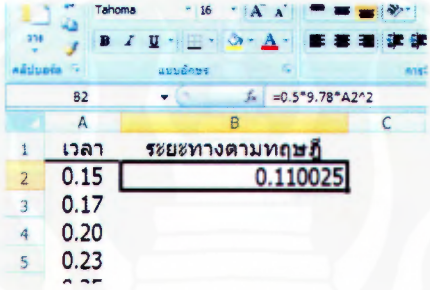
1) ใช้ค่าเวลาที่ได้จากการทดลองวางในสดมภ์แรกบรรทัดที่ 2 โดยบรรทัดแรกให้พิมพ์คำว่าเวลา

2) ในสดมภ์ที่ 2 แถวแรกให้เขียนว่าระยะทางตามทฤษฎี แถวที่ 2 ใช้คำสั่งดังต่อไปนี้ = 0.5*9.78*A2^2 ซึ่งมีความหมายว่า ในสดมภ์ที่ 2 แถวที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.5 คูณ 9.87 คูณกับกำลังสองของสดมภ์แรกบรรทัดที่ 2 ซึ่งมาจาก $s = \frac{1}{2}gt^2$ ดังแสดงในภาพที่ 3.22



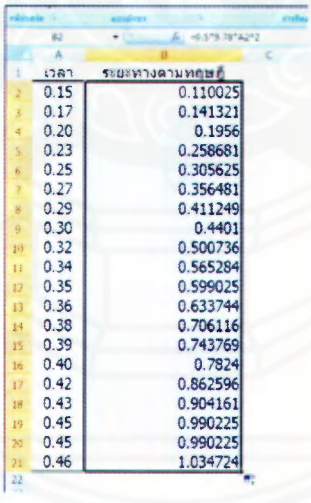
ภาพที่ 3.22 คำสั่งที่ใช้ในการจำลองขั้นตอนที่ 1

3) หลังจากกดแป้น Enter จะปรากฏตัวเลขที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม Microsoft Excel ให้ใช้เมาส์คลิกที่สดมภ์ที่ 2 แถวที่ 2 อีกครั้ง จะปรากฏกรอบสี่เหลี่ยม เลื่อนเมาส์ไปชี้ที่มุมล่างด้านขวาของกรอบสี่เหลี่ยมจะมีเครื่องหมายบวกสีดำดังภาพที่ 3.23



ภาพที่ 3.23 คำสั่งที่ใช้ในการจำลองขั้นตอนที่ 2

4) กดเมาส์ค้างแล้วลากลงมาจนถึงแถวที่มีข้อมูลสุดท้ายของสดมภ์แรกการทำวิธีนี้หมายถึงในแถวถัดมาใช้คำสั่งเหมือนเดิมคือ = 0.5*9.78*A_2^2 แต่เปลี่ยนจาก A_2 เป็น A_3, A_4... ไปจนถึงแถวสุดท้าย จะได้ข้อมูลของระยะทางจากการจำลอง ดังภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.24 คำสั่งที่ใช้ในการจำลองขั้นตอนที่ 3

5) นำข้อมูลที่ได้ไปเขียนกราฟ จะได้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาที่ได้จากการจำลองทางทฤษฎี

2.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลาที่ได้จากทฤษฎี

ในการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลาเพื่อหาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก พิจารณาจากสมการต่อไปนี้

จากสมการ $s = \frac{1}{2}gt^2$

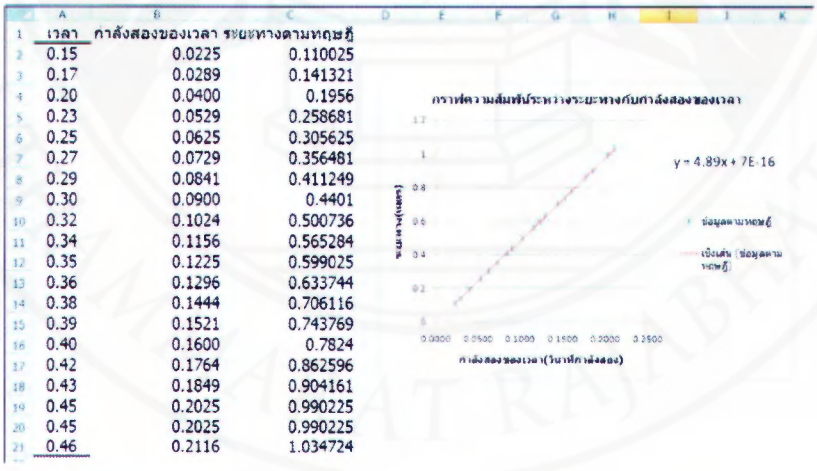
ดังนั้น $g = 2\frac{s}{t^2}$

แสดงว่าค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกหาได้จาก 2 เท่าของความชันของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลา ซึ่งการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลา มีวิธีการดังนี้

1) ใช้ค่าเวลาที่ได้จากการทดลองวางในสดมภ์แรกบรรทัดที่ 2 โดยบรรทัดแรกให้พิมพ์คำว่าเวลา

2) ในสดมภ์ที่ 2 แถวแรกให้เขียนว่ากำลังสองของเวลาและในแถวที่ 2 ใช้คำสั่ง = A_2^2 หมายความว่าในสดมภ์ที่ 2 แถวที่ 2 มีค่าเท่ากับเวลาในสดมภ์แรกยกกำลังสอง ให้ใช้เมาส์คลิกที่สดมภ์ที่ 2 แถวที่ 2 อีกครั้ง จะปรากฏกรอบสี่เหลี่ยม เลื่อนเมาส์ไปชี้ที่มุมล่างด้านขวาของกรอบสี่เหลี่ยมจะมีเครื่องหมายบวกสีดำ กดเมาส์ค้างไว้แล้วเลื่อนลงมาจนถึงแถวที่มีข้อมูลสุดท้ายของสดมภ์แรก

3) นำข้อมูลของระยะทางในตอนแรกมาวางในสดมภ์ที่ 3 แล้วสั่งเขียนกราฟระหว่างสดมภ์ที่ 2 กับสดมภ์ที่ 3 จะได้กราฟความความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลาดังแสดงในภาพที่ 3.25



	A	B	C
1	เวลา	กำลังสองของเวลา	ระยะทางตามทฤษฎี
2	0.15	0.0225	0.110025
3	0.17	0.0289	0.141321
4	0.20	0.0400	0.1956
5	0.23	0.0529	0.258681
6	0.25	0.0625	0.305625
7	0.27	0.0729	0.356481
8	0.29	0.0841	0.411249
9	0.30	0.0900	0.4401
10	0.32	0.1024	0.500736
11	0.34	0.1156	0.565284
12	0.35	0.1225	0.599025
13	0.36	0.1296	0.633744
14	0.38	0.1444	0.706116
15	0.39	0.1521	0.743769
16	0.40	0.1600	0.7824
17	0.42	0.1764	0.862596
18	0.43	0.1849	0.904161
19	0.45	0.2025	0.990225
20	0.45	0.2025	0.990225
21	0.46	0.2116	1.034724

ภาพที่ 3.25 กราฟความความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลาที่ได้จากการจำลอง

จากภาพที่ 3.25 จะเห็นได้ว่าสมการของเส้นกราฟที่โปรแกรม Microsoft Excel คำนวณ คือ y = 4.89x+7E-16 ซึ่งเป็นสมการของเส้นตรงที่มีความชันเท่ากับ 4.89 และค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกหาได้จาก 2 เท่าของความชันของกราฟ ดังนั้นความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกจึงมีค่า

$= 2 \times$ ความชันของกราฟ

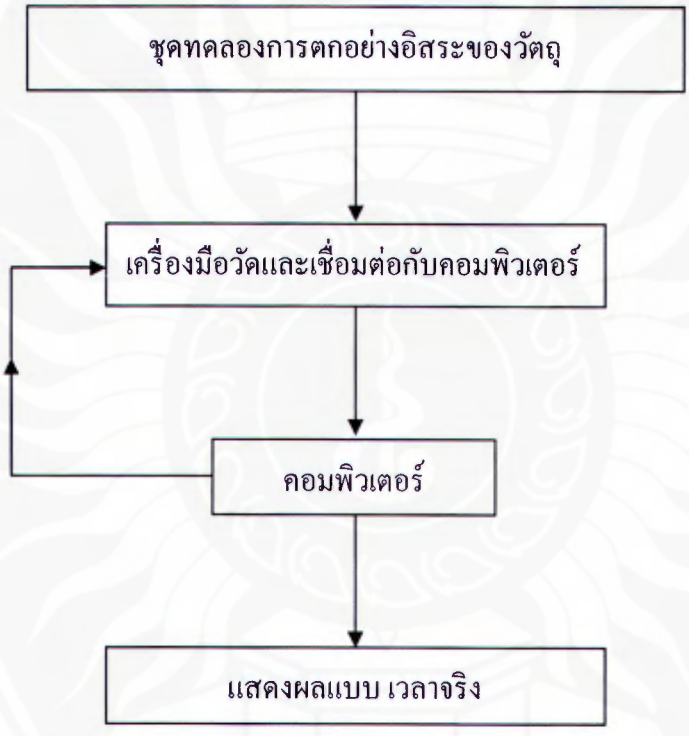
$= 2 \times 4.89$

$= 9.78$ เมตร/วินาที^{2}

การเปรียบเทียบค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกระหว่างการทดลองกับการจำลอง

ในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองวัดเวลาการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทดลองโดยอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่แสดงผลและจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. เตรียมชุดทดลองซึ่งประกอบด้วยชุดทดลองการตกอย่างอิสระของวัตถุชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 3.27



ภาพที่ 3.26 ขั้นตอนการติดตั้งชุดทดลอง

ภาพที่ 3.27 การติดตั้งชุดทดลอง

2. ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลา เมื่อปล่อยวัตถุให้เคลื่อนที่ผ่านเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ สัญญาณจะถูกส่งไปยังชุดเครื่องมือวัดและเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์และแสดงผลการทดลองออกมาบนคอมพิวเตอร์แบบเวลาจริง ดังแสดงในภาพที่ 3.28 ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการทดลองดังนี้

2.1 ติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุที่ตำแหน่งต่าง ๆ 5 ตำแหน่ง

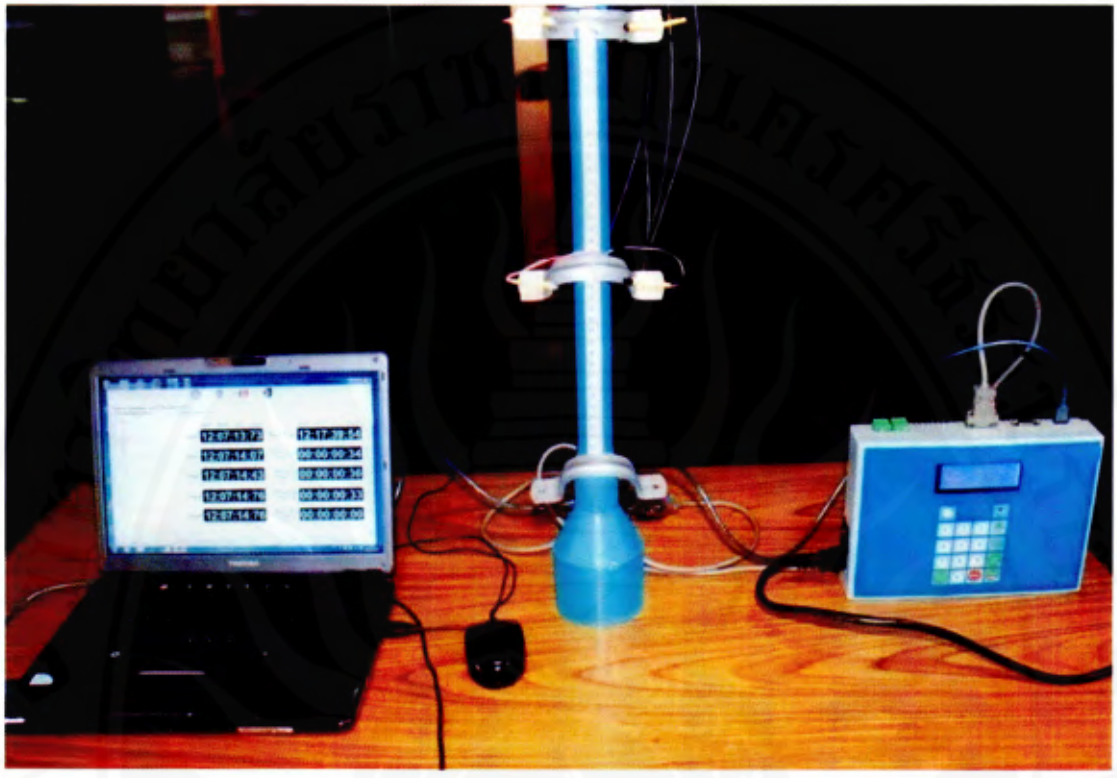
2.2 ปล่อยวัตถุให้ตกลงมาอย่างอิสระผ่านเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ บันทึกผลของระยะทางกับเวลา ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง

2.3 เปลี่ยนตำแหน่งเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุโดยไม่ให้ซ้ำกับตำแหน่งเดิม แล้วทำการทดลองซ้ำตามข้อ 2

2.4 ทำการทดลองตามข้อ 2.2 และ 2.3 ซ้ำจำนวน 4 ครั้ง

3. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาและกราฟระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลา

4. หาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกจากความชันของกราฟระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลาแล้วนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการจำลองเชิงตัวเลขด้วยโปรแกรม Microsoft Excel



ภาพที่ 3.28 ผลการทดลองบนคอมพิวเตอร์แบบเวลาจริง

การเปรียบเทียบค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกระหว่างการใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นกับชุดทดลองตามหนังสือเรียน

ชุดทดลองตามหนังสือเรียนของการวิจัยในครั้งนี้หมายถึงชุดทดลองตามหนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เล่ม 1 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในการเปรียบเทียบค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ระหว่างการใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นกับชุดทดลองตามหนังสือเรียนแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ การทดลองหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกโดยใช้ชุดทดลองตามหนังสือเรียน การเปรียบเทียบค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกระหว่างการใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นกับชุดทดลองตามหนังสือเรียนและการเปรียบเทียบจุดเด่นจุดด้อยระหว่างชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับชุดทดลองตามหนังสือเรียน

1. การทดลองหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกโดยใช้ชุดทดลองตามหนังสือเรียน

ในการทดลองหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก โดยใช้ชุดทดลองตามหนังสือเรียนนั้นผู้วิจัยได้ทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้งแล้วเลือกครั้งที่มีค่าความเร่ง ที่ใกล้เคียงกับทฤษฎีมากที่สุดมาทำการเปรียบเทียบ โดยมีลำดับขั้นตอนของการทดลองดังนี้

1.1 ยึดเครื่องเคาะสัญญาณเวลาที่ต่อกับหม้อแปลงโวลต์ต่ำบนขอบโต๊ะที่สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร

1.2 ยึดถุงทรายให้ติดกับปลายด้านหนึ่งของแถบกระดาษ

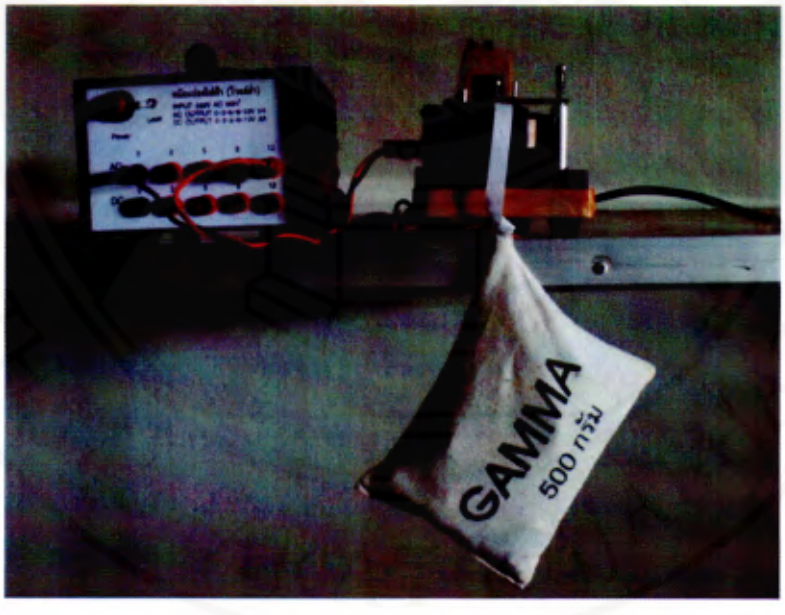
1.3 สอดแถบกระดาษเข้าไปในช่องของเครื่องเคาะสัญญาณเวลาโดยให้ถุงทรายอยู่ด้านล่างและให้อยู่ชิดกับตัวเครื่องเคาะสัญญาณเวลามากที่สุดดังภาพที่ 3.29

1.4 เปิดสวิตซ์ให้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาทำงาน

1.5 ปล่อยให้ถุงทรายตกลงสู่พื้น วัดระยะทางของจุดบนแถบกระดาษ

1.6 บันทึกผลในตาราง เขียนกราฟระหว่างระยะทาง (s) กับเวลา (t) และกราฟระหว่างระยะทาง (s) กับกำลังสองของเวลา (t^2) โดยให้ s อยู่บนแกนตั้งและ t อยู่บนแกนนอน

1.7 คำนวณหาค่าความเร่ง เนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก จากความชันของกราฟระหว่างระยะทาง (s) กับกำลังสองของเวลา (t^2)



ภาพที่ 3.29 การติดตั้งชุดทดลองตามหนังสือเรียน

ตารางที่ 3.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

เวลา (วินาที)	ระยะทาง (เซนติเมตร)	t^2 (วินาที^{2})
0.02	0.18	0.0004
0.04	0.72	0.0016
0.08	2.90	0.0064
0.12	6.52	0.0144
0.16	11.58	0.0256
0.20	18.10	0.0400
0.24	26.05	0.0576
0.28	35.50	0.0784
0.32	46.34	0.1024
0.36	58.64	0.1296
0.40	72.40	0.1600
0.44	87.60	0.1936

ตัวอย่างแถบกระดาษที่ได้จากการทดลองหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก โดยใช้ชุดทดลองตามหนังสือเรียน

ภาพที่ 3.30 ตัวอย่างแถบกระดาษที่ได้จากการทดลอง

2. การเปรียบเทียบค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ระหว่างการใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นกับชุดทดลองตามหนังสือเรียน

การเปรียบเทียบผลการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการวิเคราะห์ โดยเลือกชุดข้อมูลที่มีค่าความเร่ง ใกล้เคียงกับค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกตามทฤษฎีมากที่สุด จากการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองโดยใช้ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งการเปรียบเทียบค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก ระหว่างการใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นกับชุดทดลองตามหนังสือเรียนมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 หาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกของการทดลองตามหนังสือเรียนโดยการหาจากความชันของกราฟระหว่างระยะทางกับกำลังสองของเวลา

จากสมการ $$s = \frac{1}{2}gt^2$$

ดังนั้น $$g = \frac{2s}{t^2}$$

2.2 หาความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกจากการทดลองโดยใช้ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยหาจากสมการเดียวกับข้อ 2.1

2.3 นำค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกจากการทดลองทั้ง 2 วิธีมาเปรียบเทียบร้อยละของความคลาดเคลื่อนเทียบกับทฤษฎี

$$\text{ร้อยละของความความเคลื่อน} = \frac{(\text{ค่าที่ทดลองได้} - \text{ค่าที่ได้จากทฤษฎี})}{\text{ค่าที่ได้จากทฤษฎี}} \times 100$$

3. การเปรียบเทียบจุดเด่นจุดด้อยระหว่างชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับชุดทดลองตามหนังสือเรียน

ในการเปรียบเทียบจุดเด่นจุดด้อยระหว่างชุดทดลองทั้งสองชุดเพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจในการเลือกใช้ชุดทดลองและเป็นแนวทางในการปรับปรุงพัฒนางานหรือต่อยอดงานวิจัยในครั้งต่อไป โดยมีการเปรียบเทียบดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 การเปรียบเทียบจุดเด่นจุดด้อยของชุดทดลอง

ลำดับที่	รายการ	ชุดทดลองตามหนังสือเรียน	ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
1	ความละเอียดของเวลา		
2	วิธีการเก็บค่าที่วัดได้		
3	ใช้กระบวนการกลุ่มในการทดลอง		
4	ใช้ทักษะการวัด		
5	การส่งผ่านข้อมูลไปยังอุปกรณ์อื่น		
6	เวลาที่ใช้ในการทดลองและติดตั้งอุปกรณ์		
7	เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล		
8	ความยากง่ายในการใช้ชุดทดลอง		
9	การใช้วัสดุสิ้นเปลือง		
10	ราคาของชุดทดลองและวัสดุ		
11	ร้อยละของความคลาดเคลื่อน		