

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างชุดทดลองสำหรับหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมในของเหลว โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

กรอบแนวคิดของงานวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งกิจกรรมการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การออกแบบและสร้างชุดทดลองเพื่อหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมในของเหลวตามกฎของสโตกส์ โดยศึกษาจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและคำนวณค่าต่างๆ ตามทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2. การทดสอบชุดทดลองส่วนนี้เป็นการนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นมาใช้ในการทดลองหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมในของเหลวตามกฎของสโตกส์ โดยทดลองวัดอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมที่มีรัศมี 2.00 2.50 และ 3.00 mm ตามลำดับ ที่เคลื่อนที่ในแนวตั้งผ่านของเหลวซึ่งของเหลวที่ใช้ทดสอบคือ กลีเซอริน โดยการทดสอบ 2 แบบ คือ

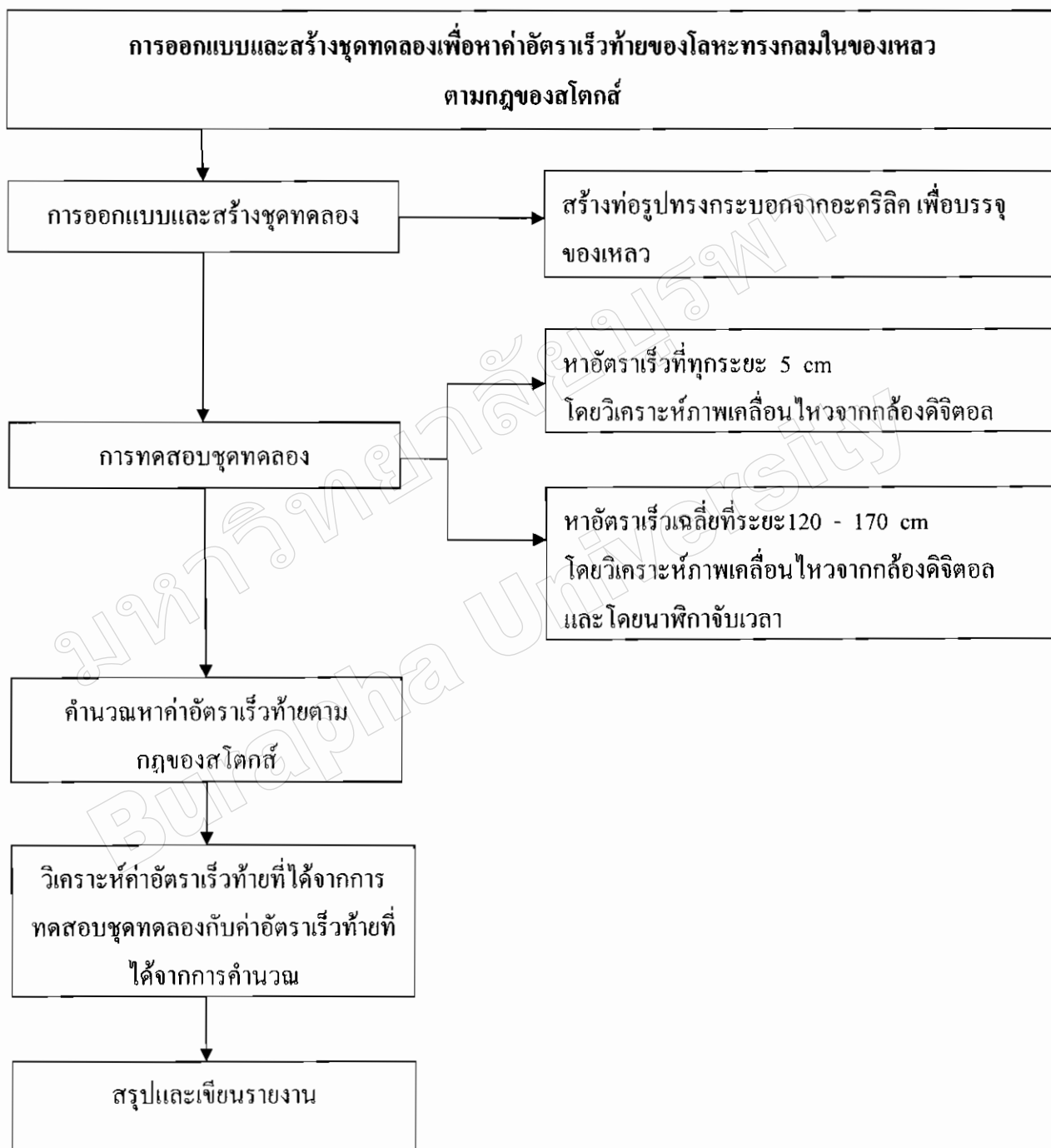
2.1 หาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมโดยการหาอัตราเร็วที่ทุกระยะ 5 cm โดยวิเคราะห์ค่าระยะทางและเวลาจากภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากการบันทึกด้วยกล้องดิจิทัล คำนวณค่าอัตราเร็ว จากระยะทางต่อเวลา เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วและเวลา สังเกตค่าของอัตราเร็วที่เริ่มคงที่เป็นค่าอัตราเร็วท้าย

2.2 หาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมจากการหาอัตราเร็วเฉลี่ยที่ระยะ 120 - 170 cm โดยการเก็บข้อมูล 2 แบบ ได้แก่ การวิเคราะห์จากภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากการบันทึกด้วยกล้องดิจิทัล และการใช้นาฬิกาจับเวลาเมื่อโลหะทรงกลมเคลื่อนที่ถึงระยะ 120 cm และหยุดเวลาเมื่อโลหะทรงกลมเคลื่อนที่ถึงระยะ 170 cm

คำนวณหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมที่มีรัศมี 2.00 2.50 และ 3.00 mm ตามลำดับ ที่เคลื่อนที่ในแนวตั้งผ่านกลีเซอรินตามกฎของสโตกส์ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมที่ได้จากการทดลอง

3. การประเมินชุดทดลองเพื่อหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมในของเหลวตามกฎของสโตกส์ พิจารณาประเมินจากค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมในของเหลวตามกฎของสโตกส์ที่ได้จากชุดทดลองเปรียบเทียบกับค่าจากการคำนวณ

แผนผังแสดงวิธีดำเนินการวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลอง
เพื่อหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมในของเหลวตามกฎของสโตกส์



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและสร้างชุดทดลองสำหรับหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมในของเหลวโดยใช้อุปกรณ์อย่างง่าย ชุดทดลองที่ออกแบบและสร้างขึ้นดังภาพที่ 3-2 มีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

1. ท่ออะคริลิกทรงกระบอกความยาว 200 cm ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm ปิดปลายท่อด้านล่างด้วยซิลิโคน พร้อมติดสายวัดระยะทางความยาว 200 cm กับท่ออะคริลิก ติดตั้งบนขาตั้งท่ออะคริลิก
2. ของเหลวที่ใช้ในการทดลองคือ กลีเซอริน
3. โลหะทรงกลม 3 ขนาด ได้แก่ รัศมี 2.00 2.50 และ 3.00 mm (ภาพที่ 3-3)
4. ปากคีบ (ภาพที่ 3-4)
5. นาฬิกาจับเวลา (ภาพที่ 3-5)
6. เวอร์เนียคาลิเปอร์ (ภาพที่ 3-6)
7. แท่งแม่เหล็กใช้ดูดโลหะทรงกลมขึ้นจากกลีเซอริน (ภาพที่ 3-7)
8. กล้องดิจิทัล (ภาพที่ 3-8)



ภาพที่ 3-2 ชุดทดลองหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมในของเหลว



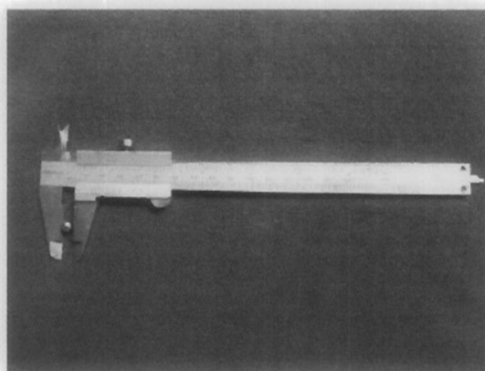
ภาพที่ 3-3 โลหะทรงกลม 3 ขนาด ได้แก่ รัศมี 2.00 2.50 และ 3.00 mm



ภาพที่ 3-4 ปากคืบ



ภาพที่ 3-5 นาฬิกาจับเวลา



ภาพที่ 3-6 เวอร์เนียคาลิเปอร์



ภาพที่ 3-7 แท่งแม่เหล็กใช้ดูดโลหะทรงกลมขึ้นจากก๊ลิเซอริน



ภาพที่ 3-8 กล้องดิจิทัล

การสร้างชุดทดลอง

1. ตัดท่ออะคริลิกทรงกระบอกความยาว 200 cm ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 cm
2. อัดซิลิโคนที่ด้านล่างท่อ ทำให้เป็นท่อปลายปิดด้านหนึ่ง
3. ตัดสายวัดระยะทางความยาว 200 cm บนท่ออะคริลิก
4. ฐานของท่ออะคริลิกสร้างจากเหล็กให้มีลักษณะคล้ายฐานของร่ม
5. ติดตั้งท่ออะคริลิกทรงกระบอกความยาว 200 cm และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

8 cm ลงบนฐาน

การทดสอบชุดทดลอง

ตอนที่ 1 การหาอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมโดยการหาอัตราเร็วที่ทุกระยะ 5 cm

โดยใช้กล้องดิจิทัล

1. เติมน้ำกลีเซอรินให้เต็มท่ออะคริลิก
2. ใช้ปากคีบปลายแหลม คีบโลหะทรงกลมรัศมี 2.00 mm ปลอ่ยให้เคลื่อนที่ในแนวตั้งผ่านกลีเซอรินจากท่อปลายเปิดด้านบน โดยตำแหน่งที่ปลอ่ยอยู่ที่จุดศูนย์กลางของท่อ
3. บันทึกภาพการเคลื่อนที่ของโลหะทรงกลมที่เคลื่อนที่ผ่านกลีเซอรินด้วยกล้องดิจิทัลตั้งแต่เริ่มเคลื่อนที่จนถึงท่อปลายปิดด้านล่าง
4. อ่านค่าระยะทางและเวลาที่โลหะทรงกลมเคลื่อนที่ผ่านกลีเซอรินทุก 5 cm ด้วยโปรแกรม Windows Movie Maker
5. ทำการทดลองตามข้อ 2 – 4 โดยใช้โลหะทรงกลมรัศมี 2.50 และ 3.00 mm ตามลำดับ
6. จากข้อ 4 – 5 คำนวณค่าอัตราเร็วของโลหะทรงกลมที่เคลื่อนที่ผ่านกลีเซอริน จากระยะทางต่อเวลา (ระยะทางเริ่มตั้งแต่ 0 – 200 cm และค่าเวลาที่ระยะทุก 5 cm)
7. สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็ว (จากข้อ 6) และเวลา ของโลหะทรงกลมรัศมี 2.00 2.50 และ 3.00 mm ตามลำดับ
8. จากข้อ 7 บันทึกค่าอัตราเร็วท้ายที่อ่านได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วและเวลาของโลหะทรงกลมรัศมี 2.00 2.50 และ 3.00 mm ตามลำดับ
9. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

ตอนที่ 2 การหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมโดยการหาอัตราเร็วเฉลี่ยที่ระยะ

120 - 170 cm โดยการเก็บข้อมูล 2 แบบ ได้แก่ แบบใช้กล้องดิจิทัล กับแบบใช้นาฬิกาจับเวลา

1. จากผลการวิเคราะห์ค่าระยะทางและเวลาจากภาพเคลื่อนไหวโดยกล้องดิจิทัล

ในตอนที่ 1 นำมาคำนวณหาค่าอัตราเร็วเฉลี่ยของโลหะทรงกลมที่เคลื่อนที่ผ่านกลีเซอรินที่ระยะ 120 - 170 cm ของโลหะทรงกลมรัศมี 2.00 2.50 และ 3.00 mm ตามลำดับ

2. ใช้นาฬิกาจับเวลาเมื่อโลหะทรงกลมเคลื่อนที่ถึงระยะ 120 cm และหยุดเวลาเมื่อโลหะทรงกลมเคลื่อนที่ถึงระยะ 170 cm นำค่าระยะทาง และเวลาที่อ่านได้คำนวณหาค่าอัตราเร็วเฉลี่ยของโลหะทรงกลมที่เคลื่อนที่ผ่านกลีเซอริน ของโลหะทรงกลมรัศมี 2.00 2.50 และ 3.00 mm ตามลำดับ

3. สรุป และอภิปรายผลการทดลอง

ตอนที่ 3 การหาค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมโดยการคำนวณตามกฎของสโตกส์

1. ใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโลหะทรงกลม 3 ขนาด ซึ่งแต่ละขนาดวัดรวม 3 ครั้ง

2. คำนวณหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของโลหะทรงกลม

3. จากข้อ 2 คำนวณหารัศมีของโลหะทรงกลมทั้ง 3 ขนาด

$$\text{จากสมการ} \quad v_t = \frac{2r^2g}{9\eta}(\rho - \rho_0)$$

โดยกำหนดค่าความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก ; $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

สัมประสิทธิ์ความหนืดของกลีเซอริน (20°C) ; $\eta = 830 \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$

ความหนาแน่นของโลหะทรงกลม ; $\rho = 7.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

ความหนาแน่นของกลีเซอริน ; $\rho_0 = 1.26 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

4. สรุป และอภิปรายผลการทดลอง

ตอนที่ 4 การเปรียบเทียบอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมที่เคลื่อนที่ผ่านกลีเซอรินจากการทดลอง และการคำนวณตามกฎของสโตกส์

1. เปรียบเทียบค่าอัตราเร็วท้ายของโลหะทรงกลมจากการทดลองตอนที่ 1 และ 2

เทียบกับตอนที่ 3 โดยใช้อัตราเร็วทำของโลหะทรงกลมจากกฎของสโตกส์เป็นค่าเปรียบเทียบ
จากสมการ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = \frac{|v_T (\text{กฎของสโตกส์}) - v_T (\text{จากการทดลอง})|}{v_T (\text{กฎของสโตกส์})} \times 100 \%$$

2. สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University