

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะโดยใช้ไดอัลเกจ นำชุดทดลองที่สร้างขึ้นมาทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะ โดยทดสอบกับโลหะ 3 ชนิด ได้แก่ ทองเหลือง ทองแดง และอะลูมิเนียม หาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะทดสอบกับค่ามาตรฐาน และหาประสิทธิภาพของชุดทดลองจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญและนักเรียน โดยมีรายละเอียดการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการทดลอง

1. ชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะโดยใช้ไดอัลเกจ ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น มีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ (1) ท่อนำความร้อน ทำจากท่อสแตนเลส ปลายท่อทั้งสองข้างมีจุกยางเจาะรูปิดอยู่ ต่อท่อออกด้านข้าง 3 ท่อ เพื่อใช้เป็นช่องผ่านไอน้ำเข้า ช่องเสียบเทอร์โมมิเตอร์ และช่องผ่านไอน้ำออก ตามลำดับ (2) ฐานวางท่อนำความร้อน ทำจากอะลูมิเนียมแบบแผ่น ที่ปลายด้านหนึ่งติดเหล็กฉากและมีสกรูปรับระดับเสียบอยู่ เพื่อใช้ยึดปลายโลหะด้านที่ไม่ต้องการให้มีการขยายตัว อีกด้านหนึ่งติดเหล็กฉากเจาะรูเพื่อใช้เป็นช่องสำหรับเสียบไดอัลเกจเพื่อทำหน้าที่วัดการขยายตัวของโลหะเมื่อได้รับความร้อน (3) ฐานวางไดอัลเกจ ทำจากแผ่นอะคริลิก ด้านบนเจาะรูเพื่อใช้สำหรับวางไดอัลเกจ ซึ่งชุดทดลองที่ออกแบบมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ทำให้มีความสะดวกในการใช้งาน จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของวัสดุ

2. การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะ โดยใช้ชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะโดยใช้ไดอัลเกจที่สร้างขึ้น ทดสอบกับโลหะ 3 ชนิด ได้แก่ ทองเหลือง ทองแดง และอะลูมิเนียม ผลการทดลองพบว่าโลหะทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเท่ากับ $1.963 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ $1.728 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ และ $2.360 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้ว มีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 1.84% 1.67% และ 1.66% จากผลการทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะทั้ง 3 ชนิด แสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิเดียวกัน อะลูมิเนียมจะมีการขยายตัวได้มากกว่าทองเหลืองและทองแดง ตามลำดับ

3. การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองที่สร้างขึ้น โดยวิเคราะห์จากค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ได้ผลดังนี้ ด้านการออกแบบชุดทดลองมีค่าเท่ากับ 1.00 ด้านการใช้ชุดทดลองมีค่าเท่ากับ 0.88 ด้านคู่มือปฏิบัติการสำหรับครูมีค่าเท่ากับ 0.91 และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดทดลอง รวมทั้ง 3 ด้าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.93 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 0.60 จึงสรุปได้ว่าชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

การหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยวิเคราะห์จากการประเมินความคิดเห็นของนักเรียน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ต มีคะแนนเฉลี่ยในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านการออกแบบชุดทดลองมีค่าเท่ากับ 4.66 ด้านการใบความรู้มีค่าเท่ากับ 4.56 ด้านใบงานการทดลองมีค่าเท่ากับ 4.55 และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนต่อชุดทดลอง รวมทั้ง 3 ด้าน พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.59 จึงสรุปได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

1. จากการออกแบบและสร้างชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะโดยใช้ไดอัลเกจ ได้พิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ในการออกแบบตามหลักการของมนต์ชัย เทียนทอง (2530, หน้า 69-71) คือ ชุดทดลองต้องมีขนาดเหมาะสม มีความสะดวกในการใช้งาน มีโครงสร้างง่าย และใช้วัสดุที่หาได้ทั่วไป ดังนั้นชุดทดลองที่สร้างขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของวัสดุ และยังสามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาได้อีกด้วย

2. จากการวิจัยได้ทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะ 3 ชนิด ได้แก่ ทองเหลือง ทองแดง และอะลูมิเนียม ผลการทดลองพบว่าโลหะทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเท่ากับ $1.963 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ $1.728 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ และ $2.360 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ตามลำดับ หลังจากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวจากการทดลองไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.84% 1.67% และ 1.66% จะเห็นได้ว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นสามารถวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวได้ดี ซึ่งส่วนใหญ่ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการ

ทดลองเรื่องนี้จะมาจากการวัดค่าความยาวที่เกิดจากการขยายตัวเนื่องจากความร้อนของโลหะที่มีค่าน้อยมากและเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการออกแบบชุดทดลองในครั้งนี้จึงเลือกใช้ไดอัลเกจแบบดิจิตอลมาใช้ในการวัดการขยายตัวของโลหะ เพราะเป็นเครื่องมือวัดที่มีความแม่นยำ ใช้งานง่าย แสดงผลการวัดเป็นตัวเลข ดังนั้นจึงสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงความยาวของโลหะได้อย่างต่อเนื่องทุกช่วงอุณหภูมิ

3. ชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะโดยใช้ไดอัลเกจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนี้ได้นำมาใช้ทดลองประกอบการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะ และสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ท ผลการประเมินพบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนต่อชุดทดลองรวมทั้ง 3 ด้าน มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.59 นั่นคือนักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อชุดทดลองที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้นชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของโลหะโดยใช้ไดอัลเกจนี้ สามารถนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาบทเรียน และทำกิจกรรมการทดลองได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้อาจมีผลสืบเนื่องมาจากชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นได้ผ่านการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านการออกแบบชุดทดลอง ด้านการใช้ชุดทดลอง และด้านคู่มือปฏิบัติการ ซึ่งผลการประเมินเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และยังได้รับการแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว จึงเป็นสื่อที่มีการออกแบบและสร้างอย่างมีระบบ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. การวัดอุณหภูมิของโลหะด้วยเทอร์โมมิเตอร์ อาจเกิดความผิดพลาดจากการอ่านค่า ดังนั้นจึงควรทดลองเปลี่ยนมาใช้เทอร์โมคัปเปิลแบบดิจิตอล เนื่องจากจะสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องแม่นยำ
2. ควรเพิ่มวัสดุที่เป็นฉนวนกันระหว่างรอยต่อของโลหะกับสกรูปรับระดับ เพื่อป้องกันการนำความร้อนจากโลหะทดสอบสู่สกรูปรับระดับ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดพลาดจากการทดลองได้

3. การทดลองนี้ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความร้อนในการทดลอง ดังนั้นการนำชุดทดลองไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนจะต้องอธิบายวิธีการทำการทดลองและความเข้าใจกับนักเรียนอย่างละเอียด ให้นักเรียนใช้อุปกรณ์ป้องกันความร้อน เช่น ไม้คีบหรือถุงมือ และควบคุมดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิดตลอดทำการทดลอง เพื่อให้นักเรียนมีความปลอดภัยมากที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University