คู่มือปฏิบัติการ: การขยายตัวเชิงเส้นของโลหะด้วยความร้อน

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการขยายตัวในมิติต่างๆ เช่น ความยาว และเส้นผ่านศูนย์กลาง ของโลหะเมื่อได้รับความร้อนตามเวลา
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะที่ขยายตัวเชิงเส้น กับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น
3. เพื่อคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น ของโลหะแต่ละชนิด และเปรียบเทียบความสามารถในการขยายตัวของทองแดง อะลูมิเนียม และเหล็ก

1. ทฤษฎี

เมื่อวัตถุที่เป็นของแข็งได้รับความร้อน พลังงานความร้อนจะทำให้เกิดการสั่นของอะตอมในโครงสร้างผลึกมากขึ้น ส่งผลให้ระยะห่างเฉลี่ยระหว่างโมเลกุลหรืออะตอมขยายตัวเพิ่มขึ้นในทุกทิศทาง ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า **"การขยายตัวด้วยความร้อน (Thermal Expansion)"**

สำหรับวัตถุที่มีรูปทรงเรียวยาว เช่น เส้นลวดหรือแท่งโลหะ การขยายตัวในแนวความยาวจะเด่นชัดที่สุด ซึ่งเราเรียกว่า การขยายตัวเชิงเส้น (Linear Expansion) จากการศึกษาพบว่า ระยะความยาวที่เปลี่ยนไป (ΔL) จะแปรผันตรงกับความยาวเริ่มต้น (L_0) และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป (ΔT) ตามสมการ

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

โดยที่:

- ΔL คือ ความยาวของโลหะที่ขยายตัวเพิ่มขึ้น ($L - L_0$) (เมตร)
- L_0 คือ ความยาวเริ่มต้นของวัตถุ ณ อุณหภูมิอ้างอิง (เมตร)
- ΔT คือ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ($T - T_{initial}$) (องศาเซลเซียส, °C)
- α คือ **สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้น (Coefficient of Linear Expansion)** เป็นค่าเฉพาะตัวของวัสดุแต่ละชนิด ($°C^{-1}$ หรือ K^{-1})

จากการจัดรูปสมการทฤษฎี จะได้สูตรคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นคือ $\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T}$ พร้อมนำข้อมูลที่จุดบันทึกระหว่างการทำการทดลองไปพิจารณาความสัมพันธ์ ตามกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ΔL **(แกน Y)** กับ ΔT **(แกน X) แล้วหาความชัน**

$$slope = \alpha L_0$$

ในทำนองเดียวกัน การขยายตัวในแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง (ΔD) ของแท่งทรงกระบอก ก็จะเป็นไปตามหลักการเดียวกันคือ

$$\Delta D = \alpha D_0 \Delta T$$

แต่เนื่องจากขนาดเริ่มต้น D_0 มีค่าน้อยกว่า L_0 มาก ระยะขยายตัว ΔD จึงมีหน่วยวัดในระดับไมโครเมตร

เนื่องจากแหล่ง ความร้อนที่ให้แก่แท่งโลหะนั้น เป็นความร้อนที่ได้รับจากพลังงานไฟฟ้าที่สามารถคำนวณได้จากกำลังไฟฟ้า P และ เวลาที่ให้ความร้อน t ตามสมการ Q = Pt โดยพลังงานนี้จะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิตามสมการ

$$Q = mc\Delta T$$

ดังนั้นเมื่อให้ความร้อนอย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิจะสูงขึ้นแบบแปรผันตรงกับกำลังไฟฟ้า (P) และเวลา (t) แต่แปรผกผันกับมวลและค่าความจุความร้อนจำเพาะ (c) ของโลหะชนิดนั้นๆ ด้วย

2. วิธีการทดลอง

1.เลือกวัสดุและตั้งค่ามิติเริ่มต้น:กำหนดตัวแปรต้น

เลือกชนิดโลหะชิ้นแรกเป็น "ทองแดง (Copper)" กำหนดความยาวเริ่มต้น L_0 = 1.00 m เส้นผ่านศูนย์กลาง D_0 = 10.0 mm และเลือกกำลังไฟฟ้า P = 1000W ช่วงเวลา 30 วินาที

2ปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ความร้อน: กดปุ่ม " ปล่อยกระแสไฟให้ความร้อน" ระบบจะคำนวณฟิสิกส์แบบ Real-time แท่งโลหะจะค่อยๆ ขยายตัว ดันหัววัดความยาว (Dial Gauge) ให้เคลื่อนที่

3.เก็บข้อมูลลงตารางบันทึกผล: จดบันทึกตัวแปรตาม เมื่อระบบทำงานเสร็จสิ้น ให้อ่านและจดบันทึกค่าเวลา (t), อุณหภูมิ (T), ระยะขยายตัว ΔL และ ΔD ลงตาราง

4ทดลองซ้ำกับโลหะชนิดอื่น:ศึกษาเปรียบเทียบวัตถุ กดปุ่ม "รีเซ็ตการทดลอง" จากนั้นเปลี่ยนชนิดโลหะเป็น "อะลูมิเนียม (Aluminum)" และ "เหล็ก (Iron)" ตามลำดับ โดยใช้เงื่อนไขขนาดและกำลังไฟเท่าเดิม เพื่อเก็บบันทึกผล

3. ตารางบันทึกผลการทดลอง

การขยายตัวของโลหะชนิดต่างๆ (L_0 = 1.00 m, D_0 = 10.0 mm, P = 1000W, เวลาให้ความร้อนสูงสุด 30s

ชนิดโลหะ	เวลา	อุณหภูมิสุดท้าย T (°C)	ผลต่างอุณหภูมิ	ระยะขยายตัว ΔL	ระยะขยายตัว ΔD	α