คู่มือการทดลองเรื่อง การทดลอง เรื่อง ความจุความร้อนจำเพาะ

นำเสนอโดย

นางสาวเจนจิรา รื่นรส

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

การทดลอง เรื่อง ความจุความร้อนจำเพาะ

วัตถุประสงค์

เพื่อหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของ อลูมิเนียม ทองแดงและตะกั่ว

ทฤษฎี

เมื่อสสารได้รับพลังงานความร้อนตามปกติอุณหภูมิของสสารจะเพิ่มขึ้น (ยกเว้นขณะกำลังเปลี่ยนสถานะ) ปริมาณความร้อนที่พอดีทำให้สสารทั้งก้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้น 1°C เรียกว่าความจุความร้อน (heat capacity) ถ้าให้ Q เป็นพลังงานความร้อนที่สสารได้รับ แล้วทำให้สสารมีอุณหภูมิเปลี่ยนไป ΔT และ C เป็นความจุความร้อนของสสาร จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$Q = C\Delta T \qquad (1.1)$$

ปริมาณความร้อนที่ใช้ยังจะขึ้นอยู่กับมวลและธรรมชาติของสสารด้วย เช่น การเพิ่มอุณหภูมิของน้ำหนึ่งกิโลกรัมขึ้น 1 °C ต้องใช้ความร้อน 4,190 J แต่จะใช้ความร้อนเพียง 910 J เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของอะลูมิเนียมหนึ่งกิโลกรัมขึ้น 1°C สามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \qquad (1.2)$$

เมื่อ c คือความจุความร้อนจำเพาะของสสาร มีหน่วยเป็น J/kg.°C หรือ cal/g.°C ซึ่งเป็นความจุความร้อนต่อหนึ่งหน่วยมวลของสสาร เมื่อมีพลังงานความร้อน Q ถูกถ่ายเทให้แก่สสารมวล m กิโลกรัม แล้วทำให้อุณหภูมิของมันเปลี่ยนไป ΔT

ด้วยนิยามของความจุความร้อนจำเพาะนี้ เราจึงสามารถหาพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทระหว่างสสารที่มีมวล m และสิ่งแวดล้อมของมันได้ เมื่ออุณหภูมิของสสารเปลี่ยนแปลง ΔT จะได้พลังงานความร้อนเป็น

$$Q = mc\Delta T \qquad (1.3)$$

เมื่อ Q เป็นพลังงานความร้อนซึ่งต้องใช้เปลี่ยนอุณหภูมิของวัตถุมวล m

จากสมการที่ (10.3) จะพบว่าปริมาณความร้อน Q ที่ต้องใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิสสารซึ่งมีมวล m จาก T_1 เป็น T_2 มีค่าประมาณเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป นั่นคือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น $\Delta T = T_2 - T_1$ จะเป็นค่าบวกทำให้ Q เป็นค่าบวกด้วย ซึ่งหมายความว่าพลังงานความร้อนถูกถ่ายเทจากสิ่งแวดล้อมเข้าสู่สสาร แต่เมื่ออุณหภูมิของสารลดลง คือ

$\Delta T = T_2 - T_1$ (T_2 〈 T_1) จะมีค่าเป็นลบทำให้ค่า Q เป็นลบด้วย ซึ่งหมายความว่าพลังงานความร้อนถูกถ่ายเทออกจากสสารสู่สิ่งแวดล้อม และค่านี้ยังแปรตรงกับมวล m ของสสารด้วย

สำหรับความจุความร้อนจำเพาะของน้ำมีค่าประมาณ 4,190 $J/kg.K$ หรือ

กฎอนุรักษ์พลังงานและแคลอริมิเตอร์

การวัดค่าความจุความร้อนจำเพาะของของแข็งและของเหลว สามารถทำได้ง่าย ๆ โดยการนำวัตถุที่จะหาความจุความร้อนจำเพาะที่รู้มวลและอุณหภูมิแล้วไปเผาให้ร้อนและวัดอุณหภูมิขณะที่ร้อน แล้วใส่ลงไปในน้ำที่รู้มวลและอุณหภูมิที่บรรจุอยู่ในภาชนะปิดที่กันความร้อนไหลเข้าหรือออกได้เป็นอย่างดี แล้ววัดอุณหภูมิใหม่เมื่อสมดุลความร้อนซึ่งจะเรียกว่าอุณหภูมิผสม เครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมการถ่ายโอนความร้อนระหว่างสสารนี้เรียกว่า แคลอริมิเตอร์ (calorimeters)

จากกฎการอนุรักษ์พลังงาน สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$+Q_{cold} = -Q_{hot} \qquad (1.4)$$

จากสมการ จะเห็นว่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทออกจากวัตถุที่ร้อนกว่า($-Q_{hot}$) ย่อมจะเท่ากับพลังงานความร้อนที่ให้แก่วัตถุที่เย็นกว่า $(+Q_{cold})$

สมมติว่า m_x เป็นมวลของวัตถุที่เราจะหาความจุความร้อนจำเพาะ c_x ซึ่งเป็นความจุความร้อนจำเพาะของวัตถุนี้ และให้ T_x เป็นอุณหภูมิเริ่มต้นและทำนองเดียวกัน ให้ m_w, c_w และ T_w เป็นมวล ความจุความร้อนจำเพาะ และอุณหภูมิเริ่มต้นของน้ำ ตามลำดับถ้า T_f เป็นอุณหภูมิผสมเมื่อถึงสมดุลความร้อนแล้ว ดังนั้น จากสมการที่ (10.4) พลังงานความร้อนที่วัตถุถ่ายเทออกมาจากวัตถุ คือ $-m_x c_x (T_f - T_x)$ มีค่าเป็นลบเนื่องจาก $T_f < T_w$ และพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทให้กับน้ำคือ $+m_w c_w (T_f - T_w)$ มีค่าเป็นบวกเนื่องจาก $T_f > T_w$ สมมติไม่มีพลังงานความร้อนจากภายนอกเข้าหรือออกจากระบบเลย พลังงานความร้อนที่น้ำได้รับย่อมเท่ากับพลังงานความร้อนที่วัตถุถ่ายเทออกมา ดังนั้น จากสมการที่ (10.4) จะได้ว่า

$$-m_x c_x (T_f - T_x) = m_w c_w (T_f - T_w)$$

หรือ

$$m_x c_x (T_x - T_f) = m_w c_w (T_f - T_w)$$

$$c_x = \frac{m_w c_w (T_f - T_W)}{m_x (T_x - T_f)} \qquad (1.5)$$

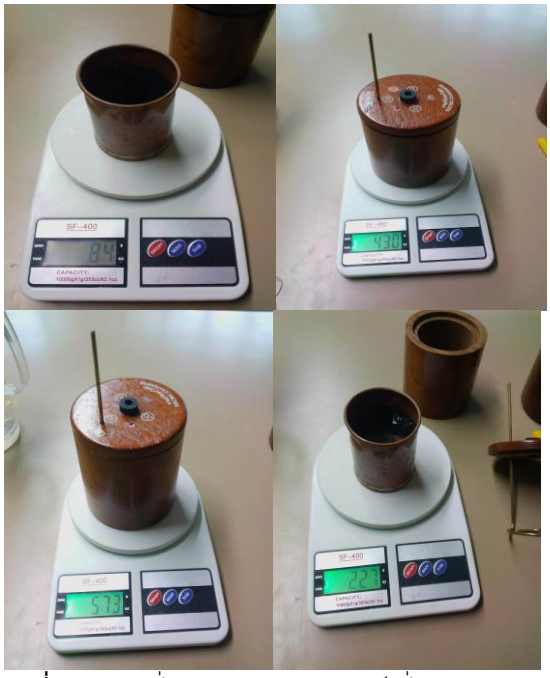
วัสดุอุปกรณ์

1. แคลอริมิเตอร์(calorimeter)
2. เทอร์มอมิเตอร์(Thermometer)
3. เครื่องชั่ง
4. น้ำเย็น น้ำเดือด
5. โลหะตัวอย่าง ประกอบด้วย อลูมิเนียม ทองแดง และตะกั่ว
6. ด้าย

รูปที่ 1.1 วัสดุอุปกรณ์การทดลอง

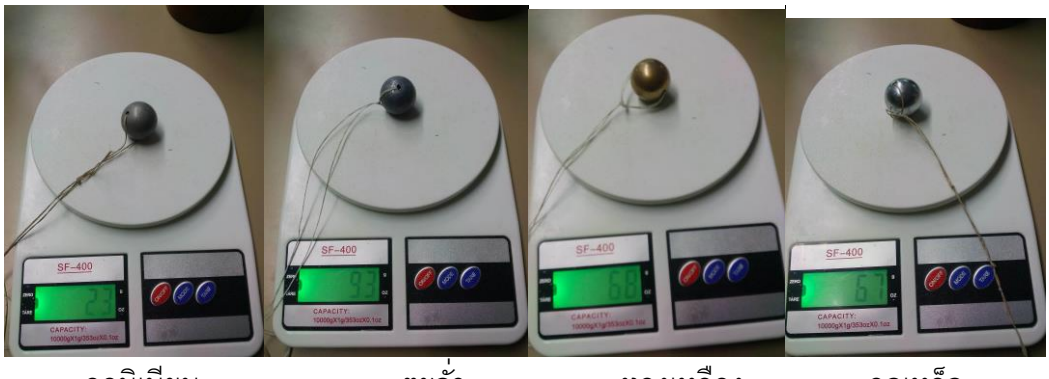
วิธีการทดลอง

1. ชั่งมวลของแคลอริมิเตอร์ ชั่งมวลของแคลอริมิเตอร์ รวมภายทั้งไม้ ชั่งมวลแคลอมิเตอร์กับน้ำ บันทึกผล



รูปที่ 1.2 ชั่งมวลของแคลอริมิเตอร์ ชั่งมวลของแคลอริมิเตอร์ รวมภายทั้งไม้ ชั่งมวลแคลอมิเตอร์กับน้ำ

2. ชั่งมวลตัวของโลหะตัวอย่าง คือ อลูมิเนียม ลูกเหล็ก ทองเหลือง และตะกั่ว บันทึกผลในตาราง



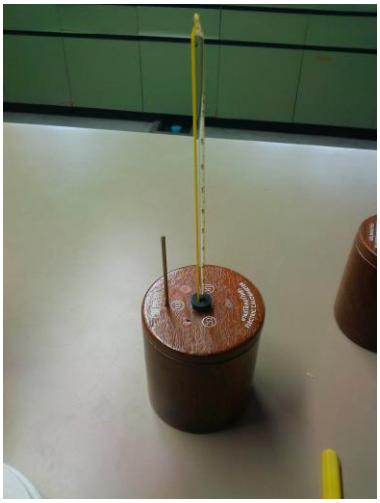
อลูมิเนียม ตะกั่ว ทองเหลือง ลูกเหล็ก

รูปที่ 1.3 ชั่งมวลตัวของโลหะตัวอย่างคือ อลูมิเนียม ลูกเหล็ก ทองเหลือง และตะกั่ว

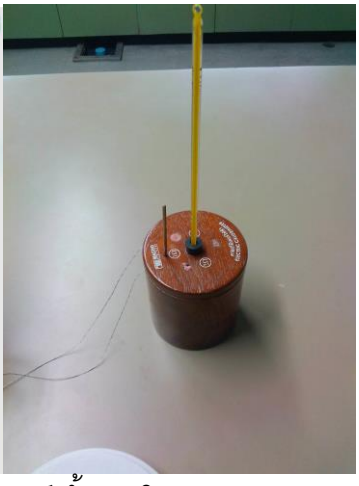
3. นำด้ายผูกกับโลหะตัวอย่าง แล้วใส่ลงในน้ำเดือด 2-3 นาที

รูปที่ 1.4 นำด้ายผูกกับโลหะตัวอย่าง และต้มโลหะ

4. นำน้ำเย็นใส่ลงในกระป๋องแคลอริมิเตอร์ประมาณ ½ กระป๋อง (ให้จมวัตถุตัวอย่าง) วัดอุณหภูมิของน้ำเย็น แล้วบันทึกผลในตาราง



5. รีบนำโลหะตัวอย่างที่แช่น้ำเดือดจุ่มลงในน้ำเย็นให้จม แต่อย่าให้แตะกับก้นของแคลอริมิเตอร์ นำเทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปในน้ำในแคลอริมิเตอร์ บันทึกค่าอุณหภูมิสุดท้ายเมื่ออุณหภูมิคงที่



6. บันทึกค่ามวลรวมของแคลอริมิเตอร์ น้ำและโลหะตัวอย่าง

7. คำนวณมวลของน้ำจาก

$$M_{น้ำ} = M_{รวม} - (M_{แคลอริมิเตอร์} + M_{โลหะ})$$

8. คำนวณอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นของน้ำจาก

$$\Delta T_{น้ำ} = T_{สุดท้าย} - T_{น้ำเย็น}$$

9. คำนวณอุณหภูมิที่ลดลงของโลหะตัวอย่างจาก

$$\Delta T_{โลหะ} = \text{อุณหภูมิน้ำเดือด}(100\ ^{\circ}C) - T_{สุดท้าย}$$

10. คำนวณความจุความร้อนจำเพาะของโลหะตัวอย่างจากสมการ

ความร้อนที่ลดลงของโลหะตัวอย่าง = ความร้อนที่เพิ่มขึ้นของน้ำ

$$(M_{โลหะ})\ (C_{โลหะ})\ (\Delta T_{โลหะ}) = (M_{น้ำ})(C_{น้ำ})(\Delta T_{น้ำ})$$

ผลการทดลอง/ตารางบันทึกผลการทดลอง

มวลของแคลอริมิเตอร์ = ... kg

ปริมาณ	อลูมิเนียม	ทองแดง	ตะกั่ว
$M_{(โลหะ)}(g)$			
$T_{โลหะ}$ (^{o}C)			
$T_{น้ำเย็น}$ (^{o}C)			
$T_{สุดท้าย}$ (^{o}C)			
$M_{รวม}$ (g)			

อภิปราย/สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....