

ปฏิบัติการที่ 4

ความร้อน

บทนำ

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เรารู้จักและคุ้นเคยเป็นอย่างดี มนุษย์ใช้ประโยชน์จากความร้อนหลายกรณี อาทิ การเผาไหม้ การหุงต้ม ให้ความอบอุ่น ให้เกิดการหลอมละลาย เป็นต้น แหล่งพลังงานความร้อนตามธรรมชาติใหญ่สุดคือ ดวงอาทิตย์ การศึกษาเกี่ยวกับความร้อนทำให้มนุษย์เข้าใจและประยุกต์ใช้ความร้อนให้เกิดประโยชน์มากกว่าอดีต ความร้อนส่งผ่านจากบริเวณหนึ่งไปบริเวณหนึ่งได้ด้วยการนำ การพา หรือการแผ่รังสี ธรรมชาติความร้อนจะไหลจากที่มีอุณหภูมิสูงไปยังที่มีอุณหภูมิต่ำโดยไม่ขึ้นกับปริมาณความร้อน เหมือนน้ำที่มีธรรมชาติไหลจากบริเวณสูงไปหาบริเวณต่ำเสมอ โดยไม่ขึ้นกับปริมาณน้ำ มีปริมาณฟิสิกส์เกี่ยวกับความร้อนหลายปริมาณ เช่น อุณหภูมิ ความจุความร้อน และ ความจุความร้อนจำเพาะ เป็นต้น

จุดประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีวัดความจุความร้อนจำเพาะของเหล็ก อลูมิเนียม และทองเหลือง

ทฤษฎี

ความจุความร้อนจำเพาะ (Specific Heat Capacity; c) คือ ปริมาณความร้อนที่ทำให้สารมวล 1 กิโลกรัม มีอุณหภูมิเพิ่มหรือลดลงจากเดิม 1 เคลวิน โดยไม่เปลี่ยนสถานะ การทราบค่าความจุความร้อนจำเพาะของสาร จะทำให้เราศึกษาและอธิบายธรรมชาติของความร้อนได้สะดวกและถูกต้อง สารแต่ละชนิดจะมีความจุความร้อนจำเพาะคงที่ไม่ขึ้นกับมวล พิจารณาสมการต่อไปนี้

$$Q = mc\Delta T \quad (4.1)$$

โดย Q คือ ปริมาณความร้อนที่วัตถุรับเข้าไป หรือ คายออกมา ในหน่วย จูล (J)

m คือ มวลของวัตถุ ในหน่วย กิโลกรัม (kg)

c คือ ความจุความร้อนจำเพาะของสาร ในหน่วย จูล.กิโลกรัมต่อเคลวิน ($J.kg/K$)

ΔT คือ อุณหภูมิของวัตถุที่เปลี่ยนไปจากเดิม ในหน่วยเคลวิน (K)

พึงระมัดระวังเสมอว่า สมการ (5.1) ใช้กับกรณีสารรับหรือคายความร้อน โดยสถานะไม่เปลี่ยนแปลงเท่านั้น ส่วนกรณีขณะสารรับหรือคายความร้อนพร้อมเปลี่ยนแปลงสถานะ อุณหภูมิของสารจะคงที่ สมการที่ใช้กรณีนี้คือสมการ(5.2)

$$Q = mL \quad (4.2)$$

เมื่อ L คือความร้อนแฝงจำเพาะของการเปลี่ยนสถานะของสาร ในหน่วย J / Kg

ดังที่กล่าวมา ความจุความร้อนจำเพาะ (c) และความร้อนแฝงจำเพาะ (L) เป็นค่าคงที่ของสารแต่ละชนิด ตารางที่ 5.1 แสดงความจุความร้อนจำเพาะ และความร้อนแฝงจำเพาะของสารที่เรารู้จัก และคุ้นเคยในชีวิตประจำวัน

สาร	$c(J/kg.K)$
น้ำ	4181
เหล็ก	452
ทองแดง	387
ตะกั่ว	128
อลูมิเนียม	900
แก้ว	837
ทองเหลือง	380

ตารางที่ 4.1 ความจุความร้อนจำเพาะและความร้อนแฝงของสาร

การหาความจุความร้อนจำเพาะ (c) และความร้อนแฝงจำเพาะ (L) มีวิธีแตกต่างกันเพื่อให้เหมาะกับชนิดและสถานะของสาร วิธีที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เหมาะกับโลหะของแข็ง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

เราจะนำก้อน เหล็ก อลูมิเนียม และทองเหลือง มาต้มในน้ำจนเดือด ก้อนวัตถุแต่ละก้อนจะรับความร้อนจากน้ำร้อนทำให้อุณหภูมิทั้ง 3 ก้อนเป็น 100 เซลเซียสเท่ากัน เนื่องจากเป็นวัตถุต่างชนิดกัน พลังงานความร้อนที่รับจากน้ำอาจรับเข้าไปเท่ากันหรือไม่เท่ากัน หลังจากนั้นนำก้อนวัตถุแต่ละก้อนใส่ในน้ำซึ่งบรรจุในแคลอรีมิเตอร์ (ทำด้วยแก้ว อลูมิเนียม ทองเหลือง หรือวัสดุอื่น ๆ) ความร้อนจากก้อนวัตถุจะถ่ายเทให้น้ำและแคลอรีมิเตอร์เพราะมีอุณหภูมิสูงกว่า อุณหภูมิก้อนวัตถุจะลดลง ขณะที่อุณหภูมิของน้ำและแคลอรีมิเตอร์จะเพิ่มขึ้น จนอุณหภูมิเท่ากันจึงจะหยุดถ่ายเท ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจะเป็นตามแผนภาพ ตามรูปที่ 4.1 ดังนี้



รูปที่ 4.1 แสดงการถ่ายเทความร้อน

ถ้าเราใช้แคลอรีมิเตอร์ที่มีคุณภาพดี จนปริมาณความร้อนที่สูญเสียแก่สิ่งแวดล้อมภายนอกน้อยมาก จนถือว่าไม่สูญเสีย อาศัยกฎอนุรักษ์พลังงาน จะได้ว่า ปริมาณความร้อนที่ก้อนวัตถุถ่ายเทออก จะเท่ากับผลรวมปริมาณความร้อนที่น้ำและแคลอรีมิเตอร์รับเข้าไป และเนื่องจากไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจึงเขียนเป็นสมการดังนี้

$$m_1 c_1 \Delta T_1 = m_2 c_2 \Delta T_2 + m_3 c_3 \Delta T_3 \quad (4.3)$$

เมื่อ m_1 คือ มวลของก้อนวัตถุ(เหล็ก ทองแดง หรือ ทองเหลือง) ในหน่วยกิโลกรัม (kg)

m_2 คือมวลของน้ำในแคลอรีมิเตอร์ ในหน่วย (kg)

m_3 คือมวลของแคลอรีมิเตอร์ ในหน่วย กิโลกรัม (kg)

c_1 คือความจุความร้อนจำเพาะของก้อนวัตถุ ในหน่วย จูล.กิโลกรัมต่อเคลวิน ($J.kg/K$)

c_2 คือความจุความร้อนจำเพาะของน้ำ ในหน่วย จูล.กิโลกรัมต่อเคลวิน ($J.kg/K$)

c_3 คือความจุความร้อนจำเพาะของแคลอรีมิเตอร์ในหน่วย จูล.กิโลกรัมต่อเคลวิน ($J.kg/K$)

ΔT_1 คืออุณหภูมิของวัตถุที่เปลี่ยนไปจากเดิม ในหน่วย เคลวิน (K)

ΔT_2 และ ΔT_3 คืออุณหภูมิน้ำและแคลอรีมิเตอร์ที่เปลี่ยนไปจากเดิม ในหน่วย เคลวิน (K)

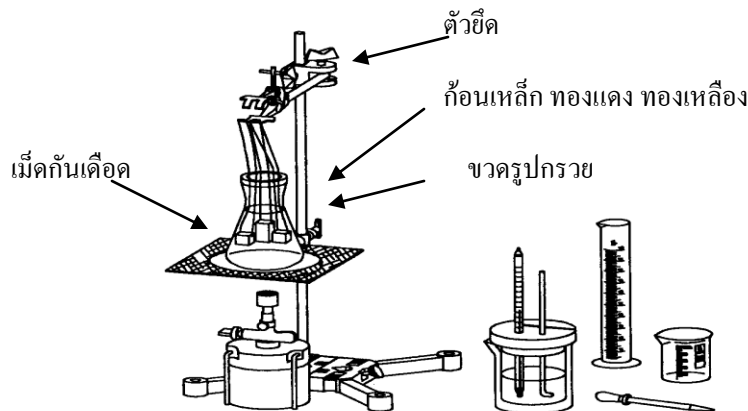
ถ้าเราทดลองตามที่กล่าวมาข้างต้น จะสามารถหา c_1 หรือ c_2 หรือ c_3 ได้โดยการพลิกแพลงสมการ(5.3) ให้ตรงกับเงื่อนไข เช่น ถ้าเรารู้ c_2, c_3 และค่าอื่น ๆ จะสามารถหา c_1 ซึ่งเป็นความจุความร้อนจำเพาะของก้อนโลหะเหล็ก หรืออลูมิเนียม หรือทองเหลืองได้

อุปกรณ์ ชุดอุปกรณ์ทดลองความร้อน ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญคือ ก้อนเหล็ก ทองแดง

ทองเหลือง เทอร์โมมิเตอร์ ขวดกรวย บีกเกอร์ หลอดตวง เม็ดกันเคียด ตะเกียง ฯลฯ

วิธีการทดลอง

1. จัดอุปกรณ์ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 การจัดอุปกรณ์ปฏิบัติการหาความจุความร้อนจำเพาะ

2. เติมน้ำอย่างน้อย 300 ml ใส่ลงในขวดรูปกรวย หรือบีกเกอร์ขนาดใหญ่ แล้วใส่เม็ดกันเดือดลงไป 2-5 เม็ด
3. นำก้อนโลหะเหล็ก ทองแดง ทองเหลือง ไปชั่งหามวล ในหน่วยกิโลกรัม บันทึกผล จากนั้นนำไป พันสายเชือกยาวพอประมาณเข้ากับ ก้อน โลหะแต่ละชนิด แล้วแขวน ก้อนโลหะทั้ง 3 เข้ากับตัววัดโดยให้ก้อนวัตถุจุ่มมิดน้ำ แต่ห้ามไม่ให้สัมผัสกับก้นขวดรูปกรวย
- จัดเตรียมแคลอริมิเตอร์ ตามขั้นตอนต่อไปนี้
- 4 นำแคลอริมิเตอร์เปล่าที่มีฝาปิดและเครื่องกวนแต่ไม่เสียบเทอร์โมมิเตอร์ (สังเกตด้วยว่าทำด้วยวัสดุอะไร) ไปชั่งหามวลในหน่วยกิโลกรัม บันทึกผลเป็น m_C
- 5 เติมน้ำประมาณ 100 cm^3 ลงในแคลอริมิเตอร์ตามข้อ 4 แล้วนำไปชั่งหามวลทั้งหมด บันทึกผลเป็น m_{w+C}
- 6 นำมวลของแคลอริมิเตอร์พร้อมน้ำจากข้อ 5 ลบมวลของแคลอริมิเตอร์เปล่าตามข้อ 4 จะได้มวลของน้ำเพียงอย่างเดียว บันทึกผลเป็น m_w
- 7 วัดอุณหภูมิของน้ำในแคลอริมิเตอร์ ซึ่งเป็นอุณหภูมิของทั้งน้ำและแคลอริมิเตอร์ บันทึกผลเป็น T_B ในหน่วยเซลเซียส
- 8 จากนั้นนำเทอร์โมมิเตอร์ใส่ที่รูบนฝาของแคลอริมิเตอร์ โดยประมาณให้กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จุ่มน้ำระดับความลึกกลาง ๆ

นิสิตต้องเตรียมการตามข้อ 4-8 ให้เรียบร้อย จะจึงทดลองต่อไปได้

ทำการทดลอง

- 9 ดม้มน้ำในขวดรูปกรวยจนเดือด ขณะเดือดให้สังเกตความแรงของการเดือด ถ้าจำเป็นให้ลดเปลวไฟลง(แต่ไม่ดับ) เพื่อไม่ให้เดือดพล่านมากพร้อมดม้ต่อไปเรื่อย ๆ จากนั้นวัดอุณหภูมิของน้ำเดือด(ปกติจะเท่ากับ 100 เซลเซียส) บันทึกผลเป็น T_A
- 10 นำก้อนโลหะเหล็กซึ่งกำลังร้อนออกจากขวดรูปกรวยด้วยความระมัดระวัง จุ่มลงในน้ำของแคลอริมิเตอร์และปิดฝารวดเร็ว แล้วคนน้ำให้ความร้อนถ่ายเทกระจายทั่วถึงกัน จะเห็นอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์เพิ่มขึ้น คนและสังเกตอุณหภูมิไปเรื่อยๆ จนเห็นว่าอุณหภูมิขึ้นไปถึงสูงสุดและมีแนวโน้มลดลง ให้อ่านและบันทึกอุณหภูมิค่าสูงสุดเป็น T_C ในหน่วยเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิกำนี้ก็คืออุณหภูมิผสมของก้อนเหล็ก น้ำ และแคลอริมิเตอร์ ขณะอยู่ในสภาวะสมดุลความร้อน

- 11 นำก้อนเหล็ก เทอร์โมมิเตอร์ และเครื่องกวนออก นำแคลอริมิเตอร์ไปล้างแล้วเช็ดให้แห้ง จัดเตรียมแคลอริมิเตอร์ตามข้อ 4-7 แล้วทดลองซ้ำข้อ 8-10 สำหรับก้อนทองแดงและทองเหลือง จนครบทุกก้อน
- 12 คำนวณหาความจุความร้อนจำเพาะของเหล็ก ตามขั้นตอนต่อไปนี้ โดยใช้ข้อมูลที่วัดเฉพาะการทดลองของก้อนเหล็ก
 - 12.1 แทนค่ามวลก้อนเหล็ก (m_1) มวลน้ำในแคลอริมิเตอร์ (m_2) และมวลของแคลอริมิเตอร์ (m_3) ในหน่วยกิโลกรัม ในสมการ 4.3
 - 12.2 คำนวณหาค่าอุณหภูมิของก้อนเหล็กที่เปลี่ยนไป (ΔT_1) ขณะจุ่มลงในแคลอริมิเตอร์ โดยคำนวณจาก $\Delta T_1 = T_A - T_C$ แล้วแทนค่าในสมการ 4.3
 - 12.3 คำนวณหาค่าอุณหภูมิของน้ำในแคลอริมิเตอร์ที่เปลี่ยนไป (ΔT_2) และอุณหภูมิแคลอริมิเตอร์ที่เปลี่ยนไป (ΔT_3) โดยคำนวณจาก $\Delta T_2 = \Delta T_3 = T_C - T_B$ แล้วแทนค่าในสมการ 4.3
 - 12.4 แทนค่าความจุความร้อนจำเพาะของน้ำและของแคลอริมิเตอร์ ในหน่วย $J/kg.K$ ลงในสมการ 4.3 ซึ่งค่าดังกล่าวนี้หาได้จากตารางที่ 4.1 หรือจากตำราฟิสิกส์ทั่วไป หรือค้นหาจาก Website ในอินเทอร์เน็ต
 - 12.5 คำนวณหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของเหล็ก แล้วนำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าความจุความร้อนจำเพาะมาตรฐานของเหล็ก ซึ่งหาได้จากตารางที่ 4.1 หรือจากตำราฟิสิกส์ทั่วไป หรือค้นหาจาก Website ในอินเทอร์เน็ต ถ้าค่าแตกต่างกันมากแสดงว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือหลายขั้นตอน ให้ตรวจสอบหาสาเหตุความผิดพลาดแล้วแก้ไข จนกว่าจะได้ค่าใกล้เคียงค่ามาตรฐาน
- 13 คำนวณหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของ ทองแดง และทองเหลือง ด้วยวิธีการทำนองเดียวกับข้อ 12

บันทึกผลปฏิบัติการที่ 4

ความร้อน

ชื่อ สกุล รหัส คณะ

วันที่ เดือน พ.ศ. 25..... กลุ่มที่ ทดลองครั้งที่

ผู้ร่วมงาน รหัส

ผู้ร่วมงาน รหัส

ผู้ร่วมงาน รหัส

แคลอรีมิเตอร์ทำด้วยวัสดุ

มวลแคลอรีมิเตอร์เปล่าพร้อมฝาปิดและเครื่องกวน (m_C) $\pm$ (.....)

มวลก้อนเหล็ก = $\pm$ (.....)

มวลก้อนทองแดง = $\pm$ (.....)

มวลก้อนทองเหลือง เท่ากับ = $\pm$ (.....)

ชนิดวัตถุ	m_{W+C} (.....)	m_W (.....)	T_A (°C)	T_B (°C)	T_C (°C)	c (J/kg.K)	% คลาดเคลื่อน
เหล็ก							
ทองแดง							
ทองเหลือง							

สรุปผลการทดลอง

จงแสดงวิธีคำนวณหาความจุความร้อนจำเพาะของเหล็ก และการหาเปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 1 การทราบค่าความจุความร้อนจำเพาะ และความร้อนแฝง นำไปใช้ประโยชน์อย่างไร
- 2 ให้นิสิตออกแบบการทดลองหาความจุความร้อนจำเพาะของเหล็ก อลูมิเนียม และทองเหลือง โดยใช้วิธีทดลองที่แตกต่างจากปฏิบัติการที่ 4
- 3 การทดลองหาค่าความจุความร้อนจำเพาะของก๊าซ ใช้วิธีเดียวกับปฏิบัติการที่ 4 ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด ถ้าไม่ได้ นิสิตคิดว่าจะทดลองด้วยวิธีใด