

實驗七 固體比熱

實驗目的

學習如何利用混合法來測量固體比熱

※混合法：將待測物加熱，然後將其投入冷水中，如不計微量的輻射效應，則高溫物體（待測物）失去的熱量必等於低溫物體（水，卡計，攪拌器及溫度計）所吸收的熱量。※能量守衡定理。

實驗原理

定義：

比熱(c)：使 1 公克物質升高 1°C 所需熱量卡數。

單位為 $cal/g \cdot ^\circ C$

卡(cal)：1 克純水升高溫度 1°C 時，所需之熱量即為 1 卡。

使一質量為 m_c 的物體之溫度上升時，其吸收的熱量 ΔQ 為

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

假設卡計內的杯子的質量 m_a 為，比熱為 c_a ，攪拌器質量為 m_c ，比熱為 c_c ，內裝初溫為 $T_0^\circ C$ 的水 m_w 克，插入水中的溫度計其浸入水中部分的體積 V ，則將一質量為 m_x ，比熱為 c_x ，金屬塊加熱後的溫度為 $T_1^\circ C$ 的金屬塊投入卡計系統中，待測物之溫度逐漸下降，而卡計系統之溫度逐漸上升，最後全部混合物到一平衡溫度 $T_2^\circ C$ ，故

$$m_x c_x (T_1 - T_2) = (m_a c_a + m_c c_c + m_w c_w + 0.45V)(T_2 - T_0)$$

$$c_x = \frac{(m_a c_a + m_c c_c + m_w c_w + 0.45V)(T_2 - T_0)}{m_x (T_1 - T_2)}$$

(式子中有 0.45V 這項，是因為當溫度計放入系統中去量測溫度時，它一樣會吸收熱量，經由實驗、經驗和計算知其所吸收熱量和體積成正比，比值為 0.45。)

因待測物與攪拌器均為銅製，可推得

$$c_x = c_c = \frac{(m_a c_a + m_w c_w + 0.45V)(T_2 - T_0)}{m_x(T_1 - T_2) - m_c(T_2 - T_0)}$$

絕熱良好的量熱器及盡可能做到使室溫(T_r °C)介於水之初溫(T_0 °C)與末溫(°C)之間，即 $T_r - T_0 \cong T_2 - T_r$ ，則求得之值，可使誤差減至最小。

實驗儀器

底座及支架，雙層熱物器，蒸汽鍋，卡計(附攪器)，溫度計(100°C及50°C各一支)，電子秤，量筒，待測金屬塊(銅，鋁，不鏽鋼)。

實驗步驟

1. 測出三塊金屬塊重並紀錄 m_x ；再測卡計內的金屬筒和攪拌器重，紀錄 m_c ；之後在其中加入適當的水量，其水重為 m_w
2. 將蒸汽鍋內置入八分滿的水，勿過多或過少。
3. 待測金屬塊繫上繩子和100°C溫度計一同置入雙層熱物氣內。
4. 將封口塞住關上同時要注意酒精泡務必要和金屬塊接觸。
5. 開始對水加熱直到溫度計的指示停止不再上升，才將蒸氣器鍋插頭拔除。同時紀錄此刻的溫度 T_1 (水溫停止的區間是96°C~98°C)
6. 量測卡計內的水溫 T_0 ，並利用量筒測出溫度計置於卡計水中的體積 v
7. 再將雙層熱物器封口打開，並將金屬塊由下面的孔口迅速置入卡計中。
8. 迅速將插有50°C溫度計的橡皮塞塞注卡計的孔口，並使用攪拌器使金屬的熱量迅速在水中散播開來。
9. 等溫度計穩定不再上升後紀錄水溫 T_2
10. 將上值代入下式就可求出待測金屬比熱

$$c_x = \frac{(m_a c_a + m_c c_c + m_w c_w + 0.45V)(T_2 - T_0)}{m_x(T_1 - T_2)}$$

$$\text{已知 } c_c = 0.0919 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \quad c_w = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} \quad c_a = 0.2144 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

注意事項

1. 實驗前先檢查儀器的管路是否暢通；還有連接的橡皮管也是檢查的項目。
2. 水不可以滿出蒸氣鍋之蒸氣出孔，水變少時也要適當加水，不能讓蒸氣鍋空燒。
3. 加熱時，蒸氣鍋與其水管會很燙，並不能打開蒸氣鍋的蓋子，避免被蒸氣灼傷。
4. 為了讓金屬能第一時間落入卡計，事先把入口調整到適當位置，使金屬能直接落入。
5. 50°C溫度計和100°C溫度計不能搞混。
6. 接觸高溫物體時，切記全程戴手套。
7. 實驗過程盡量避免加水的動作，所以實驗要加的水量以測量一個金屬塊為單位。（所以總共要加三次水）