

## 實驗十三 卡計的應用

### 目的

利用卡計可測量熱力學中的物理量，如：卡、比熱、熱容量和潛熱。

### 原理

卡：定義為使 1 克水升高攝氏  $1^{\circ}\text{C}$  的熱量。

比熱：1 克的物質，其溫度升高或降低  $1^{\circ}\text{C}$  所吸收或放出的能量。

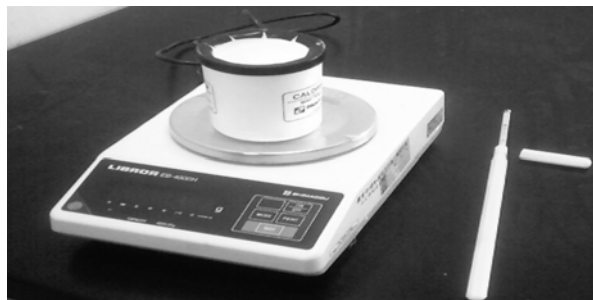
如一物體之比熱為  $c$ ，則使其溫度升高  $\Delta T$  度所需的能量為

$$\Delta H = mc\Delta T \quad (13.1)$$

潛熱：使物的三態互換時所加的熱，且不使溫度變化者，如汽化熱、溶解熱

$$\Delta H = mL \quad (13.2)$$

### 實驗 13-1 卡的測量



### 步驟

1. 測量空卡計的重量  $M_{cal}$ 。
2. 將卡計裝 1/3 滿的冰水稱重記錄為  $M_{H_2O,cool}$ 。
3. 將另一卡計裝約 1/3 滿的熱水（約  $50^{\circ}\text{C}$ ）稱重， $M_{H_2O,hot}$ 。

4. 測量其個別的溫度  $T_{hot}$ 、 $T_{cold}$ 。
5. 混合冰水和熱水，用溫度計輕輕攪拌，直到熱平衡，記錄溫度  $T_{final}$ ，稱重  $M_{final}$ 。
6. 重覆上述步驟兩次使用不同的水重。

## 實驗 13-1 卡的測量報告

表 13.1 卡的測量記錄表

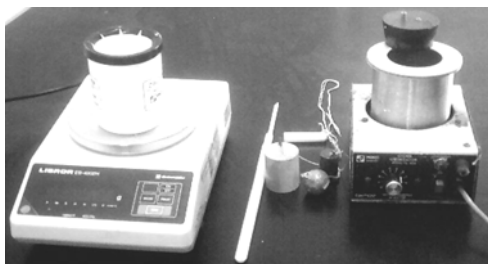
|                   | 第一次 | 第二次 | 第三次 |
|-------------------|-----|-----|-----|
| $M_{H_2O, cool}$  |     |     |     |
| $M_{H_2O, hot}$   |     |     |     |
| $\Delta T_{hot}$  |     |     |     |
| $\Delta T_{cool}$ |     |     |     |
| $\Delta H_{hot}$  |     |     |     |
| $\Delta H_{cool}$ |     |     |     |

|             | 第一次 | 第二次 | 第三次 |
|-------------|-----|-----|-----|
| $M_{cal}$   |     |     |     |
| $M_{final}$ |     |     |     |
| $T_{hot}$   |     |     |     |
| $T_{cold}$  |     |     |     |
| $T_{final}$ |     |     |     |

### 問題

1. 兩個卡計的水在混合前的熱能是否比混合後的熱能多？能量是否守恆？
2. 討論影響實驗誤差的原因。將熱水倒入冷水與冷水倒入熱水是否會影響誤差？

## 實驗 13-2 比熱的測量



### 步驟

#### Al、Cu、Pb 的比熱

1. 稱卡計的重量  $M_{cal}$ ，卡計必須乾燥。
2. 稱待測金屬的重量  $M_{sample}$ 。
3. 用繩子繫住金屬，將金屬物置於沸水中煮幾分鐘。
4. 卡計裝半滿的冷水（必須足夠將金屬物淹沒）。
5. 測量水溫  $T_{cool}$ 。
6. 立即將金屬物從沸水中用繩子吊出，放入卡計中。
7. 用溫度計輕輕攪拌，記錄最高溫度  $T_{final}$ 。
8. 稱卡計、水、金屬物的總重， $M_{total}$ 。

#### 防凍劑的比熱（可用肥皂水代用）

1. 加熱約 100 g 的防凍劑。
2. 記錄溫度卡計內裝 1/3 的水，稱重  $M_{H_2O}$ ，測溫  $T_{cool}$ 。
3. 將防凍劑倒入卡計中。
4. 用溫度計輕輕攪拌，記錄最高溫度  $T_{final}$ 。
5. 稱總重  $M_{final}$ 。



## 實驗 13-2 比熱的量測報告

表 13.2 比熱量測記錄表

|                   | Aluminum | Copper | Lead |
|-------------------|----------|--------|------|
| $M_{cal}$ (g)     |          |        |      |
| $M_{sample}$ (g)  |          |        |      |
| $T_{cool}$ (°C)   |          |        |      |
| $T_{final}$ (°C)  |          |        |      |
| $M_{total}$ (g)   |          |        |      |
| $M_{H_2O}$        |          |        |      |
| $\Delta T_{H_2O}$ |          |        |      |
| $c$ (cal/g °C)    |          |        |      |

防凍劑：

$M_{cal} =$  \_\_\_\_\_       $M_{H_2O} =$  \_\_\_\_\_       $T_{cool} =$  \_\_\_\_\_

$M_{final} =$  \_\_\_\_\_       $T_{final} =$  \_\_\_\_\_       $c_{anti} =$  \_\_\_\_\_

### 問題

1. 比較金屬物的比熱值，與水的比熱。
2. 討論使實驗產生誤差的原因。
3. 防凍劑的比熱為水的幾倍？解釋汽車的水箱為何要添加防凍劑（寒帶的情況下）。

### 實驗 13-3 汽化熱

#### 步驟

1. 測量室溫  $T_{rm}$ 。
2. 依圖將儀器裝好。



3. 稱卡計的重量  $M_{cal}$  必須乾燥。
4. 卡計裝半滿的冷水，約低於室溫  $10^\circ\text{C}$ 。
5. 打開蒸汽產生器的電源，加熱煮沸水約一分鐘（注意：勿空燒）。
6. 測量卡計水溫  $T_{initial}$  及重量  $M_{cal\ H_2O}$ 。
7. 立即將蒸汽導管浸入卡計的水中，用溫度計輕輕攪拌。  
**注意：**水套(water trap)底部高度必須高於卡計中的水平面。
8. 當水溫高於室溫時，移走蒸汽導管。
9. 記錄卡計中水的最高溫度  $T_{final}$ 。
10. 立即稱卡計的重量  $M_{final}$ 。

## 實驗 13-3 汽化熱量測報告

表 13.3 汽化熱記錄表

$T_{rm} =$  \_\_\_\_\_       $M_{cal} =$  \_\_\_\_\_       $T_{initial} =$  \_\_\_\_\_

$M_{cal\ H_2O} =$  \_\_\_\_\_       $T_{final} =$  \_\_\_\_\_       $M_{final} =$  \_\_\_\_\_

### 問題

1. 求出  $L_{vaper} = ?$
2. 解釋為何 1 g 的蒸汽產生的燙傷比 1 g 的 100 °C 水嚴重。
3. 水套的作用為何？

## 實驗 13-4 熔解熱

### 步 驟

1. 測量室溫  $T_{rm}$ 。
2. 稱卡計重量  $M_{cal}$ ，卡計必須乾燥。
3. 卡計裝半滿的溫水，高於室溫約  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
4. 稱卡計含水的重量  $M_{cal\ H_2O}$ ，並量溫度  $T_{initial}$ 。
5. 卡計內加入一些小冰塊，在加冰塊前盡量拭乾冰塊表面的水。
6. 當冰塊均已融化，記錄最低溫  $T_{final}$ 。
7. 稱卡計的總重， $M_{final}$ 。



## 實驗 13-4 熔解熱量測報告

表 13.4 汽化熱記錄表

$T_{rm} =$  \_\_\_\_\_       $M_{cal} =$  \_\_\_\_\_       $T_{initial} =$  \_\_\_\_\_

$M_{cal H_2O} =$  \_\_\_\_\_       $T_{final} =$  \_\_\_\_\_       $M_{final} =$  \_\_\_\_\_

### 問題

1. 求出  $L_{fusion} = ?$
2. 重複上述的步驟但全部以鹽水取代水。
3. 水與鹽水比較，何者較適合作冷凍劑？為什麼？