

# 線膨脹係數之測定實驗

## 一、實驗目的

1. 利用蒸汽加熱鍋產生蒸氣，將蒸氣通入金屬棒中使金屬受熱膨脹，再利用百分錶測量金屬棒的膨脹長度以計算線膨脹係數。

## 二、實驗儀器



圖 1

編號	實驗儀器	數量	編號	實驗儀器	數量
1	加熱器	1	2	蒸氣鍋	1
3	蒸氣鍋蓋	1	4	鍋蓋固定架	1
5	鋁棒	1	6	未知金屬棒	1
7	黃銅棒	1	8	底座	1
9	歸零旋鈕	1	10	待測金屬棒支撐座	2
11	百分錶	1	12	數位電子溫度計	1
13	溫度計插座	1	14	接水容器	1
15	蒸氣導管	2			

## 加熱器



1. 開關：加熱器的總開關，當加熱器開始加熱時此開關會亮起。
2. 溫度控制旋鈕：控制保護開關跳開溫度，順時針轉表示可加熱到更高溫度，必須轉至開關燈亮起而 No Water 燈不亮才會開始加熱。
3. No Water 燈：尚未加熱或是加熱至無水時，此燈會亮起，表示加熱器為非加熱狀態。
4. 保險絲復歸開關：因無水或過熱時，保險開關跳脫導致加熱器無法繼續使用；此時需待加熱器冷卻後，按下此按鈕才可繼續使用。

加熱器與蒸氣鍋操作步驟：

1. 加水後蓋上鍋蓋，插入 AC110V 電源，並打開開關。
2. 此時 No Water 燈亮表示尚未開始加熱，順時針調整溫度控制鈕直到開關燈亮起且 No Water 燈熄滅，加熱器開始加熱。(水變成蒸氣約需 12 分鐘持續蒸氣約 1 小時)
3. 本機加熱至無水時，會自動偵測溫度差異，而跳起保險絲開關切斷電源。
  - A. 若想繼續使用，請再加入冷水約 5~10 分鐘，待加熱鍋冷卻後，按一下保險絲復歸開關，再重新加熱。
  - B. 若不想繼續使用，則下次使用時，記得按一下保險絲復歸開關。
4. 本鍋定期以檸檬酸加入水中並加熱清除水垢，保持工作效率。
5. 開關及插座請避免碰到水。

### 三、實驗原理：

大部分的固體，當溫度增高時，其長度也會隨之增長，其增加量與 $0^{\circ}\text{C}$ 時的長度和溫度皆成正比。即

$$L - L_0 = L_0 \alpha T \quad (1)$$

$$L = L_0 (1 + \alpha T) \quad (2)$$

其中 $L_0$ 為 $0^{\circ}\text{C}$ 時之長度， $L$ 為溫度 $T$ 度時之長度， $\alpha$ 為一比例常數，稱為線膨脹係數。

$L_1$ 、 $L_2$ 分別為在溫度 $T_1$ 及 $T_2$ 時之長度，則由式(2)得

$$L_1 = L_0 (1 + \alpha T_1) \quad (3)$$

$$L_2 = L_0 (1 + \alpha T_2) \quad (4)$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{1 + \alpha T_1}{1 + \alpha T_2}$$

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1 T_2 - L_2 T_1} \quad (5)$$

因 $L_1$ 與 $L_2$ 相差極微，故 $L_2 \sim L_1$ ，故

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T} \quad (6)$$

其中 $\Delta L$ 表示 $L_2 - L_1$ ， $\Delta T$ 表 $T_2 - T_1$

因此線膨脹係數的定義是溫度每升高 $1^{\circ}\text{C}$ ，固體每單位長度的伸長量。若不僅考慮長度的增加而是整個體積的膨脹，則由式(2)可得到

$$V = V_0 (1 + \beta T) \quad (7)$$

其中 $V_0$ 為 $0^{\circ}\text{C}$ 時之體積， $V$ 為 $T$ 度時之體積， $\beta$ 稱為體膨脹係數。若物體是個每邊長 $L$ 的立方體，則在 $T^{\circ}\text{C}$ 時體積應為

$$V = L^3 = L_0^3 (1 + \alpha T)^3 = L_0^3 (1 + 3\alpha T + 3\alpha^2 T^2 + \alpha^3 T^3)$$

由於 $\alpha$ 是個很小的數，所以含有 $\alpha^2$ 與 $\alpha^3$ 的項都可以忽略掉，即

$$V = L_0^3 (1 + 3\alpha T) \quad (8)$$

將式(7)與式(8)比較，則知體膨脹係數恰是線膨脹係數的三倍，即 $\beta = 3\alpha$ 。雖然上面的結論是從一個立方體出發，但是任何一個物體的體積都可以分成很多個小正立方體，所以對任何固體來說，這個結論是正確的。

#### 四、實驗步驟：

1. 實驗中，加熱鍋、蒸氣導管與金屬棒溫度極高，請小心操作。觸碰蒸氣導管、更換

金屬棒時請利用抹布或戴手套。

2. 測量金屬棒原長並紀錄。
3. 將蒸氣加熱鍋裝水八分滿後，組裝實驗儀器如圖 2 所示。

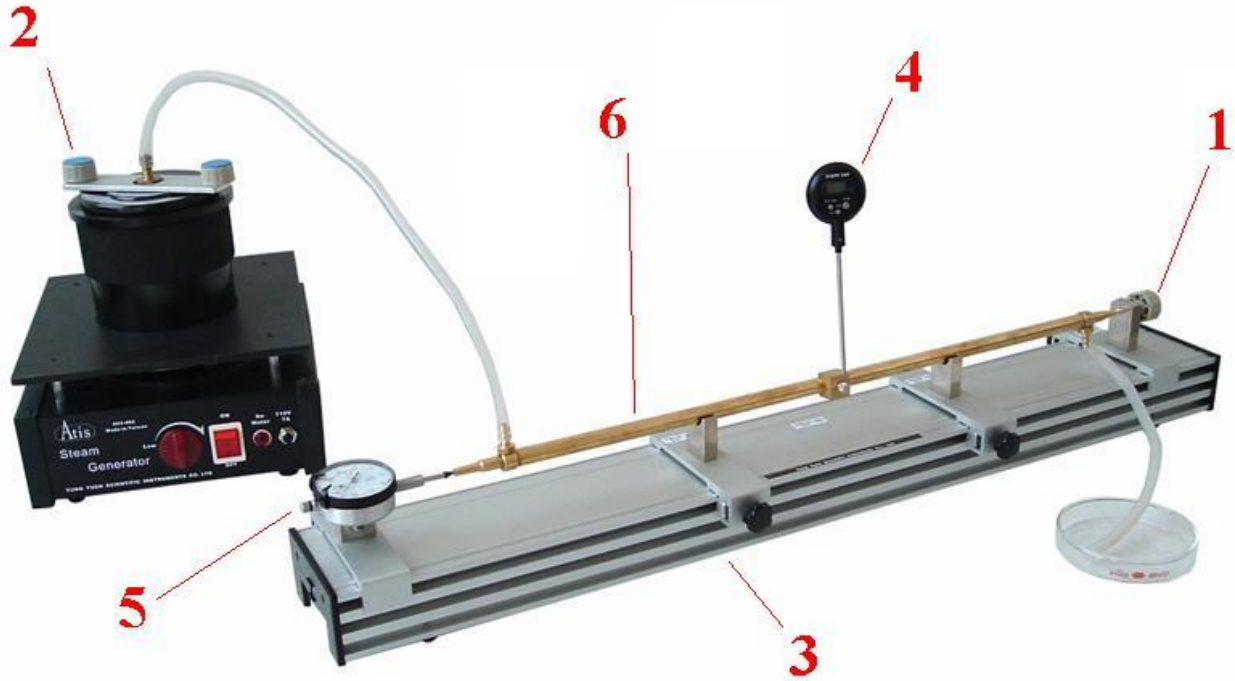


圖 2

4. 調整歸零旋鈕使旋鈕金屬端抵住金屬棒末端凹槽處，繼續調整歸零旋鈕使金屬棒另一末端凹槽處抵住百分錶，如圖 2（百分錶可以稍微上下做細微調整）。



圖 2

5. 紀錄室溫，記錄百分錶初始讀數（建議調整歸零旋鈕使百分錶從 4mm 起跳）。
6. 打開加熱鍋開關，調整溫度旋鈕至開關燈亮起，使加熱鍋開始加熱產生蒸氣。
7. 大約十五分鐘後可見蒸氣出口管冒出蒸氣，觀察溫度計與百分錶。

8. 等溫度計顯示溫度穩定後（大約在攝氏九十八到一百度）紀錄溫度和百分錶讀數。
9. 調整加熱鍋溫度旋鈕歸零，等待導管、金屬棒稍微冷卻再換其他金屬棒，此時可利用時間計算金屬棒伸長量和線膨脹係數。
10. 更換金屬棒，重複步驟 3-8。
11. 蒸氣加熱鍋定期以檸檬酸加入水中並加熱清除水垢，保持工作效率。
12. 開關及插座請避免碰到水

■ 附表：

金屬的線膨脹係數  $\alpha$  ( $\times 10^{-6}$ )  $1/^{\circ}\text{C}$

物 質	金	銀	黃銅	鋼	鋁	鉛
線膨脹係數	14.70	18.90	19.06	11.40	22.20	27.09