



# E5溫度計之校正及可溶性物質分子量之測定

(2013/08/09 修訂)

**領取專用器材：**(使用黃盆裝下列器材)

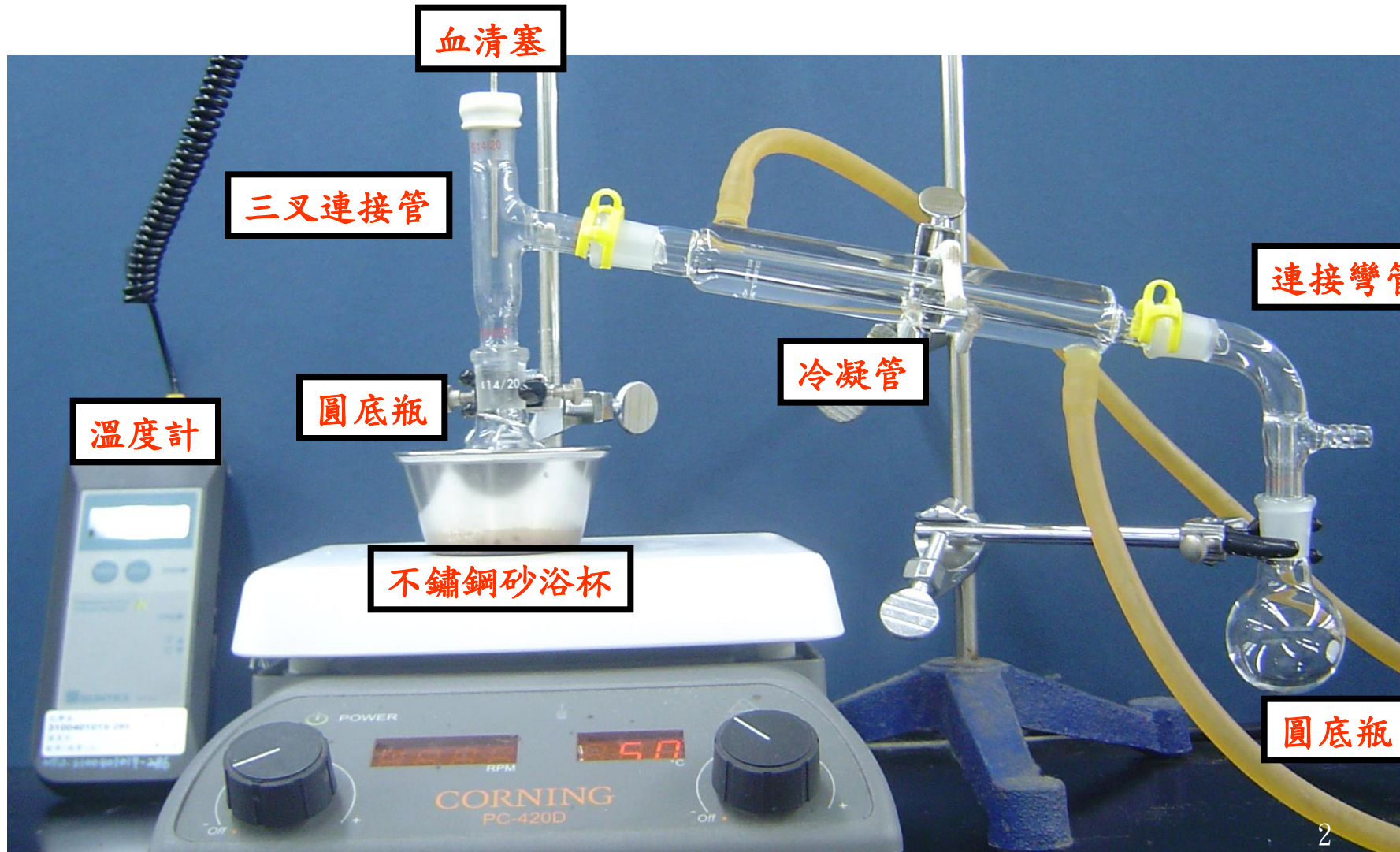
- **凝固點測定玻璃套管**：洗淨烘乾
- 攪拌鋼絲、橡皮塞、黑色塑膠環、白色塑膠環
- 計時器1個(助理助教點、收、登記)
- 磨砂接口蒸餾裝置：  
    冷凝管、橡皮管(2條)、圓底瓶(25 mL, 2個)、三叉  
    連接管、連接彎管、小廣用夾2個、大廣用夾、磨砂口夾2  
    個、不鏽鋼砂浴杯、血清塞、鐵架
- 電子溫度計、沸石2~3粒

**準備個人器材：**

電磁加熱攪拌器、大塑膠燒杯1個、玻棒



# 蒸餾裝置器材與架設





# 實驗目的及學習技能

## 一、目的：

從含有非電解質、非揮發性溶質的稀薄溶液凝固點的測定，決定溶質的分子量。

## 二、實驗技能：

藥品稱量

簡單蒸餾

定量液體分注器使用

室壓量測

電子數字型溫度計使用與校正



# 原理一：溫度計的校正

- ▶ 一般溫度計的讀值與真實溫度略有差異，故須校正
- ▶ 利用定壓下純物質相改變於定溫下進行作溫度計校正，如：  
水：760 mm-Hg      沸點  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ， $(T_b, T_{bo})$   
環己烷              凝固點  $6.47\text{ }^\circ\text{C}$ ， $(T_f, T_{fo})$
- ▶ 假設溫度計的讀值，在一純物質的沸點和凝固點的溫度範圍內，與真實溫度成一直線關係，即

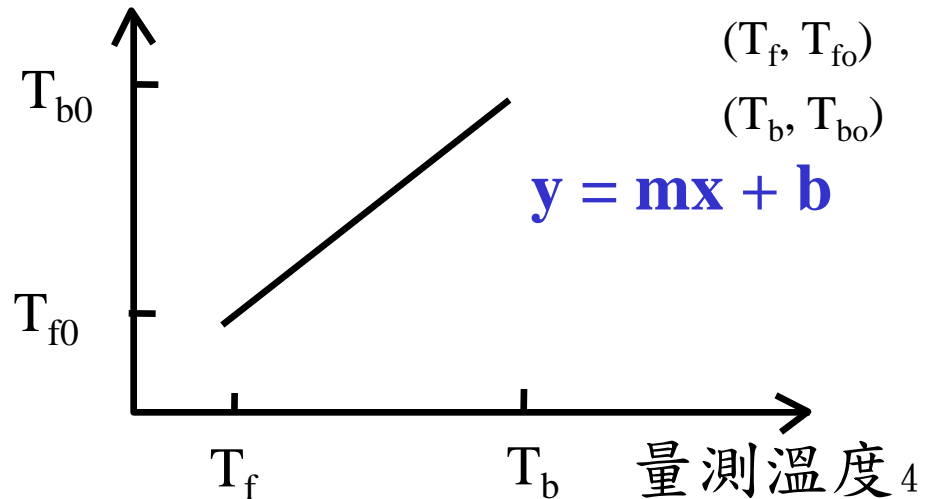
$$y = mx + b$$

y：真實溫度值

x：溫度計讀值

m、k：常數

真實溫度





# 原理二：拉午耳定律(Raoult's law)

可溶性、非揮發性物質分子量的測定：

- ▶ **拉午耳定律**：理想溶液在定溫下，溶液的蒸氣壓等於純溶劑的蒸氣壓與該溶劑在溶液中莫耳分率（mole fraction）的乘積：

$$P_1 = X_1 \cdot P_1^{\circ}$$

- $P_1$ ：溶液上溶劑的蒸氣壓
  - $P_1^{\circ}$ ：純溶劑的蒸氣壓
  - $X_1$ ：溶劑在溶液中的莫耳分率
- 
- ▶ **依數性質**：與蒸氣壓有關的溶液之沸點、凝固點、滲透壓等性質，會隨溶質的濃度而變化。



## 原理三：溶液凝固點下降

### ▶ 溶液凝固點下降 ( $\Delta T$ ) :

稀薄溶液的凝固點下降 ( $\Delta T$ )，與溶液中所含非揮發性溶質的重量莫耳濃度 ( $m$ ) 成正比：

$$\Delta T = K_f \cdot m \quad K_f : \text{重量莫耳凝固點下降常數}$$

### ▶ 溶質分子量測定：

– 溶質的分子量 ( $M_w$ ) 與  $\Delta T$  的關係如下：

$$M_w = \frac{K \cdot 1000 \cdot a/b}{\Delta T}$$

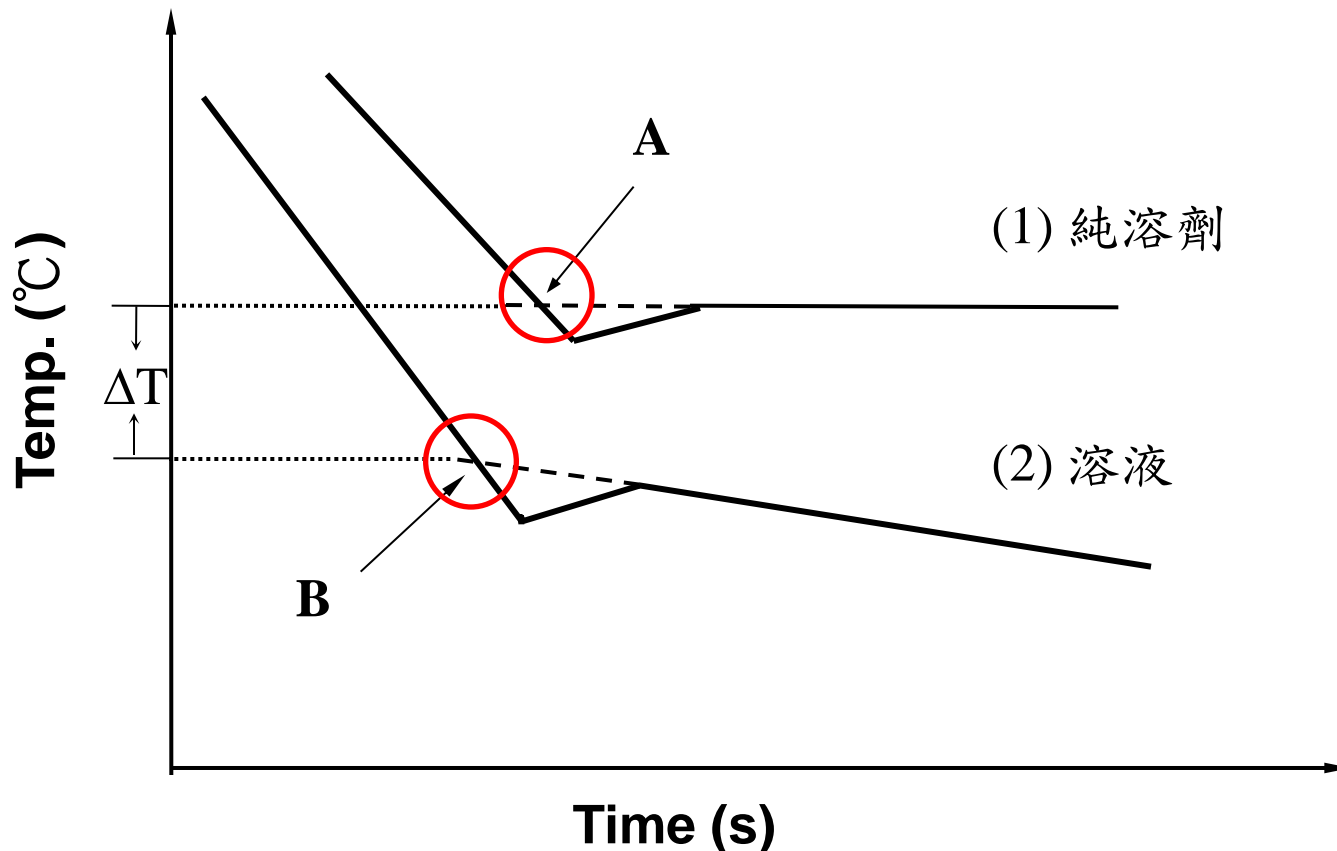
a：溶液中所含溶質的克數

b：溶液中所含溶劑的克數

– 測定  $\Delta T$ ，可決定溶質的分子量  $M_w$



# 原理四：純溶劑及溶液之凝固點



- (1) 純溶劑之冷卻曲線及凝固點A
- (2) 溶液之冷卻曲線及凝固點B



# 實驗流程

## I. 校正溫度計：

- 量測水的沸點( $T_b$ )並記錄實驗時的室溫及室壓，計算今日室壓下水的真實（理論）沸點( $T_{b0}$ )
- 量測純環己烷的凝固點( $T_f$ )
- 純環己烷於一大氣壓下凝固點( $T_{f0}$ )為6.47 °C
- 由水沸點( $T_b, T_{b0}$ )及純環己烷凝固點( $T_f, T_{f0}$ )得溫度計校正直線方程式 ( $y = mx + b$ )

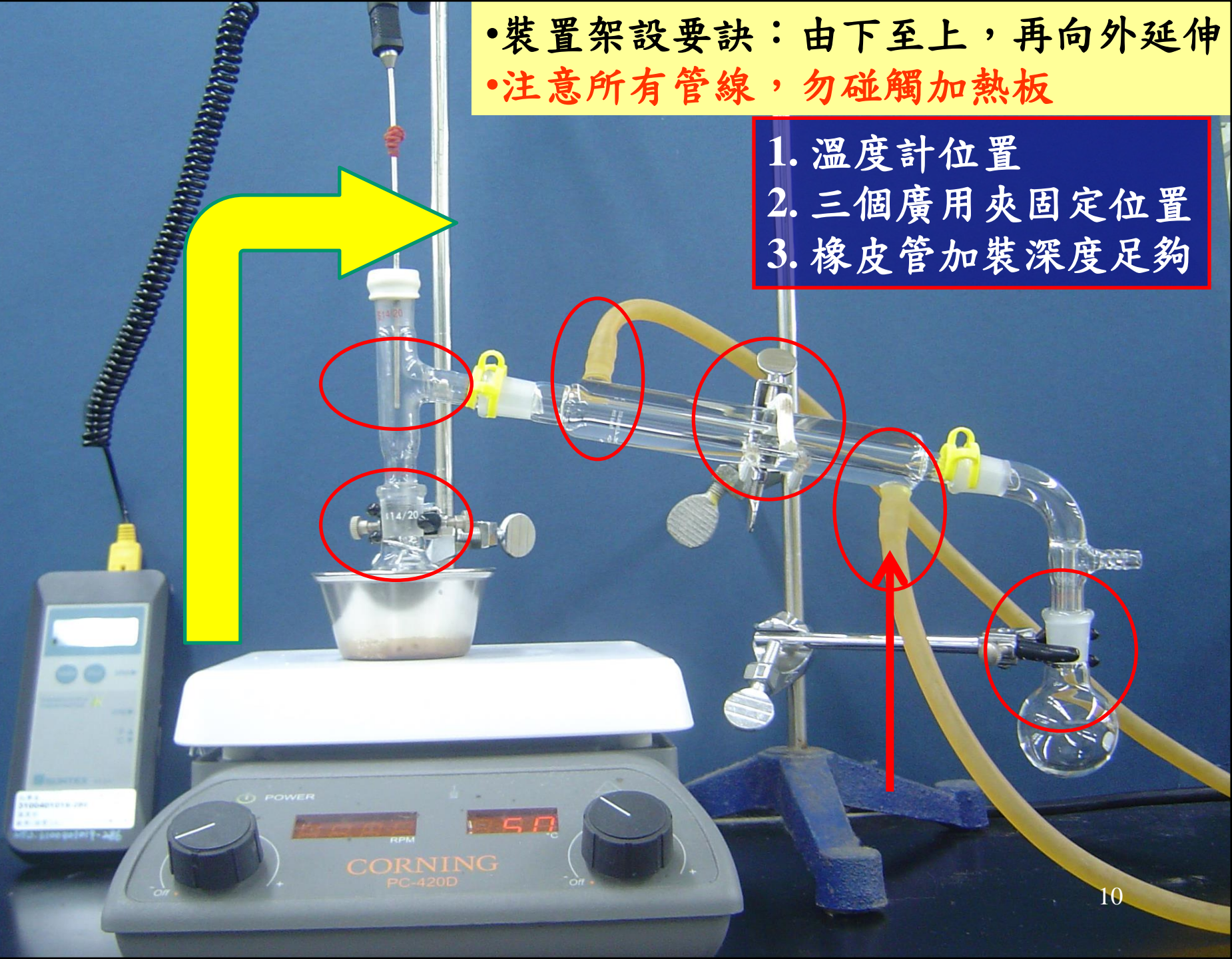
## II. 未知物分子量決定：

- 定量環己烷溶劑，加入稱取之未知物溶解後
- 量測環己烷溶液凝固點 ( $T_x$ )  
代入溫度計校正方程式得校正溫度 ( $T_{x0}$ )  
計算凝固點下降溫度 ( $\Delta T$ )，決定未知物分子量



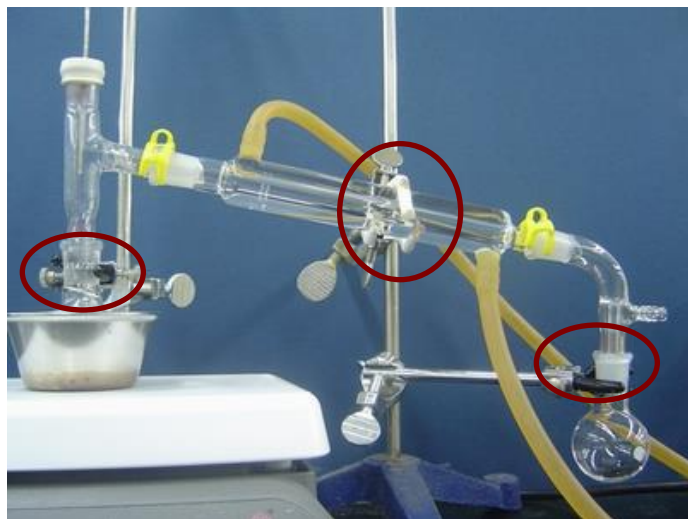
- 裝置架設要訣：由下至上，再向外延伸
- 注意所有管線，勿碰觸加熱板

1. 溫度計位置
2. 三個廣用夾固定位置
3. 橡皮管加裝深度足夠





# 實驗步驟：水沸點的測定



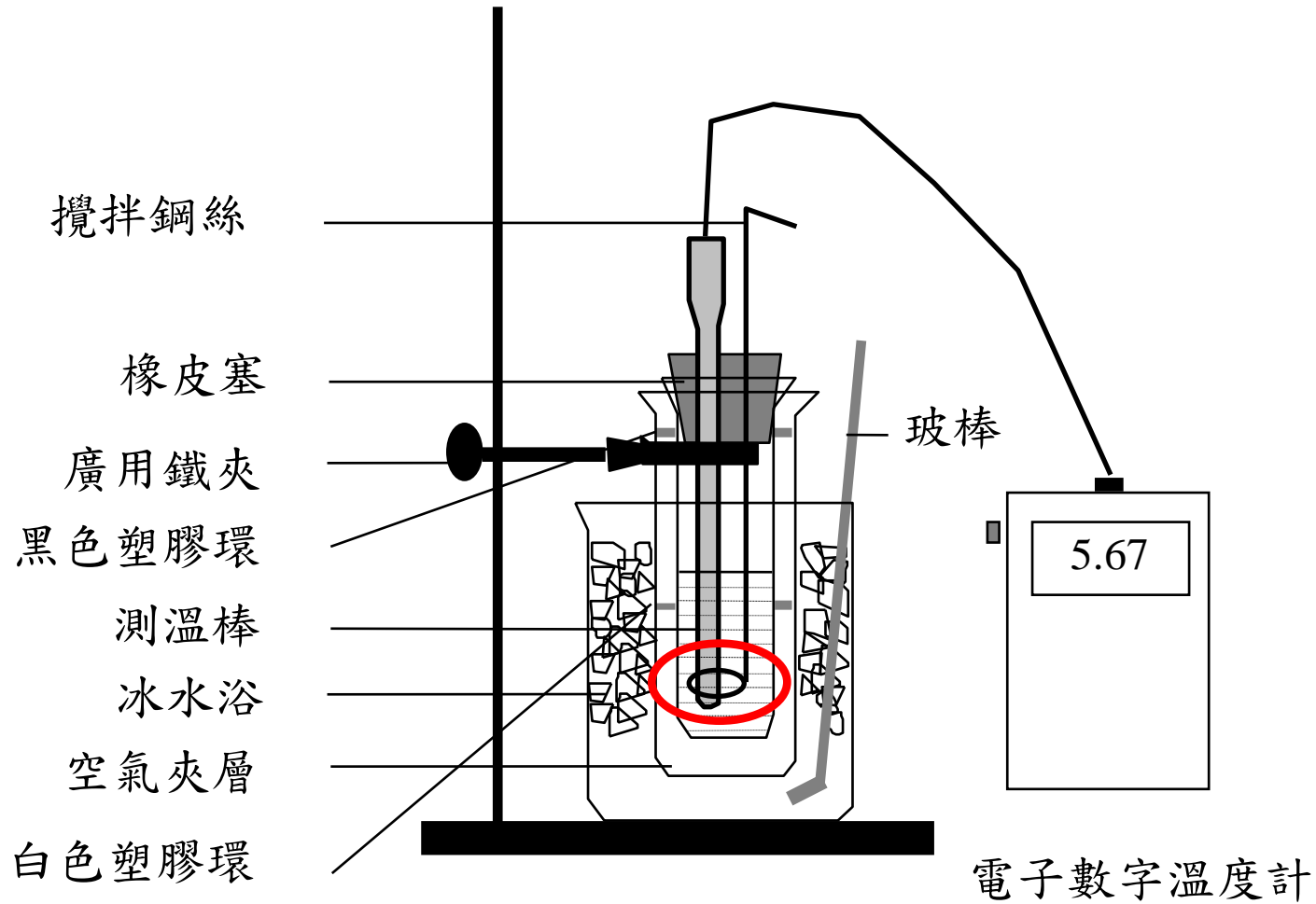
- 25 mL圓底瓶中裝約七分滿水及2-3粒沸石
  - 小鐵夾夾住瓶頸
  - 固定圓底瓶於沙浴盆中
  - 架設蒸餾裝置
- \*注意冷卻水下進上出  
\*磨砂口需接合緊密  
(黃色磨砂口夾固定連接處)

- 測溫棒經血清瓶塞固定
- 調整測溫棒的位置於三叉接口處

- 加海砂於沙浴盆 (與液面同高即可)
- 加熱並觀察溫度變化
- 沸騰時記下溫度計的穩定讀數(每隔30秒記錄一次溫度，至溫度不變為止)



# 凝固點測定裝置示意圖





# 實驗步驟：環己烷凝固點測定



- 內試管洗淨烘乾、冷卻
- 放在250 mL燒杯中稱重
- 記錄精確重量



- 以定量液體分注器取13 mL 環己烷
- 稱量並記精確重量

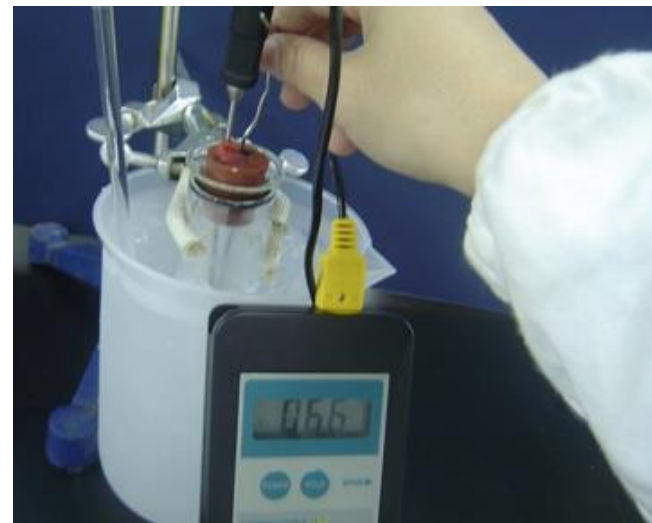
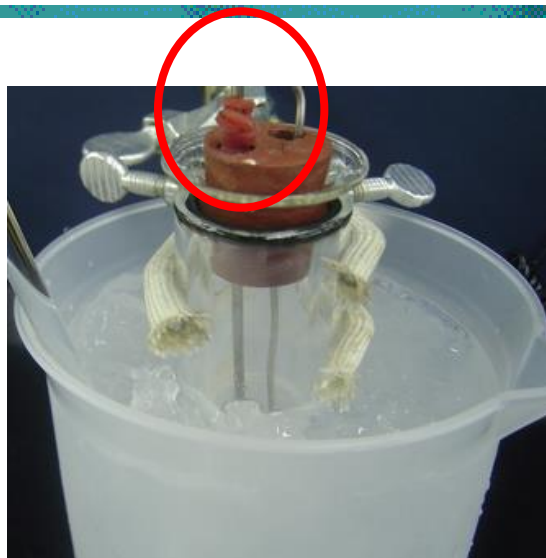
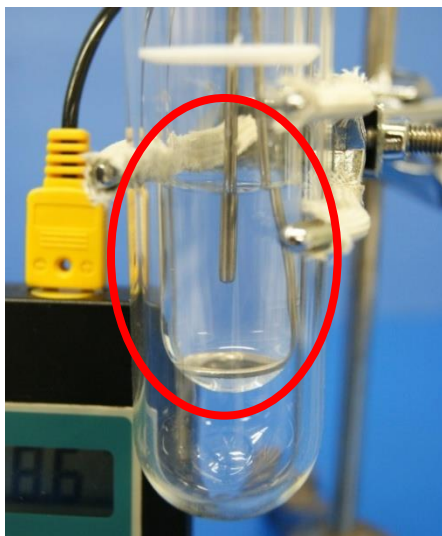


- 內試管外壁擦乾
- 外套二個塑膠環
- 放入大試管中組裝
- 以廣用夾固定裝置 (藉塑膠環固定內試管的位置)

**注意：環己烷易揮發、易燃**



# 實驗步驟：環己烷凝固點測定



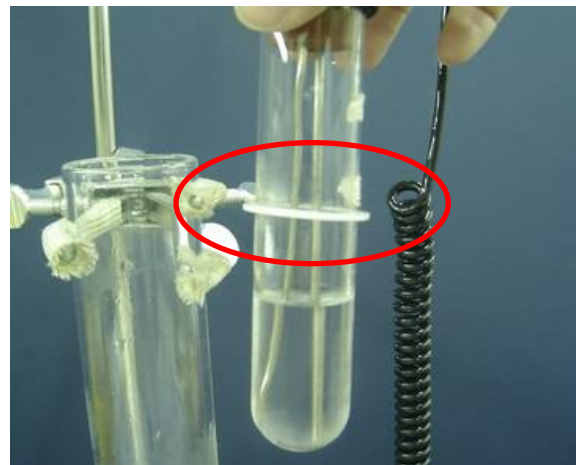
- 調整攪拌鋼絲使圍繞溫度探測棒便利攪拌
- 溫度探測棒放在溶液的中央位置

- 塑膠大燒杯中放入水及冰（體積比約為1：2）
- 冰水浴需高於試管內液面高度

- 冷卻過程中以一秒一次速度，上下攪拌管內液體
- 時用玻棒攪拌冷卻系統
- 溫度降至 $10^{\circ}\text{C}$ 時，每15秒記錄一次溫度
- 溫度成穩定不變時，再持續記錄1~2分鐘



# 實驗步驟：含未知物環己烷溶液 凝固點測定



- 稱取約 0.1 g 未知物，記錄精確重量
- 全部加入內試管

- 以攪拌鋼絲攪拌使未知物完全溶解
- 將試管外壁擦拭乾淨放入大試管中（需確實沒有水氣）

- 重新更換冰浴
- 測定混合溶液冷卻過程之溫度變化
- 當溫度呈穩定緩慢下降時，再持續記錄 1~2 分鐘

注意：使用前面步驟環己烷即可  
可手握內試管使升溫至  $10^{\circ}\text{C}$ ，並擦乾外壁



# 實驗注意事項

- 加熱板使用前請擦拭乾淨，避免高溫產生異味。
- 測沸點之磨砂接口蒸餾裝置，架設需正確，蒸餾裝置經助教檢查過後始可實驗。
- 每組測一項未知物。
- 溫度計價昂，測溫棒感應線易拉斷需小心。
- 環己烷**易揮發、易燃**，量取後將試管口以橡皮塞塞住
- 凝固點測定裝置的內、外試管間應以二個塑膠環阻隔，以使管壁不致碰觸
- 環己烷為易燃有機毒化物，實驗後**需回收**
- 沸石及海砂需回收，注意海砂勿沾染到環己烷
- 碼表交給助理助教清點
- **確定溫度計關閉電源（以避免消耗電池）**