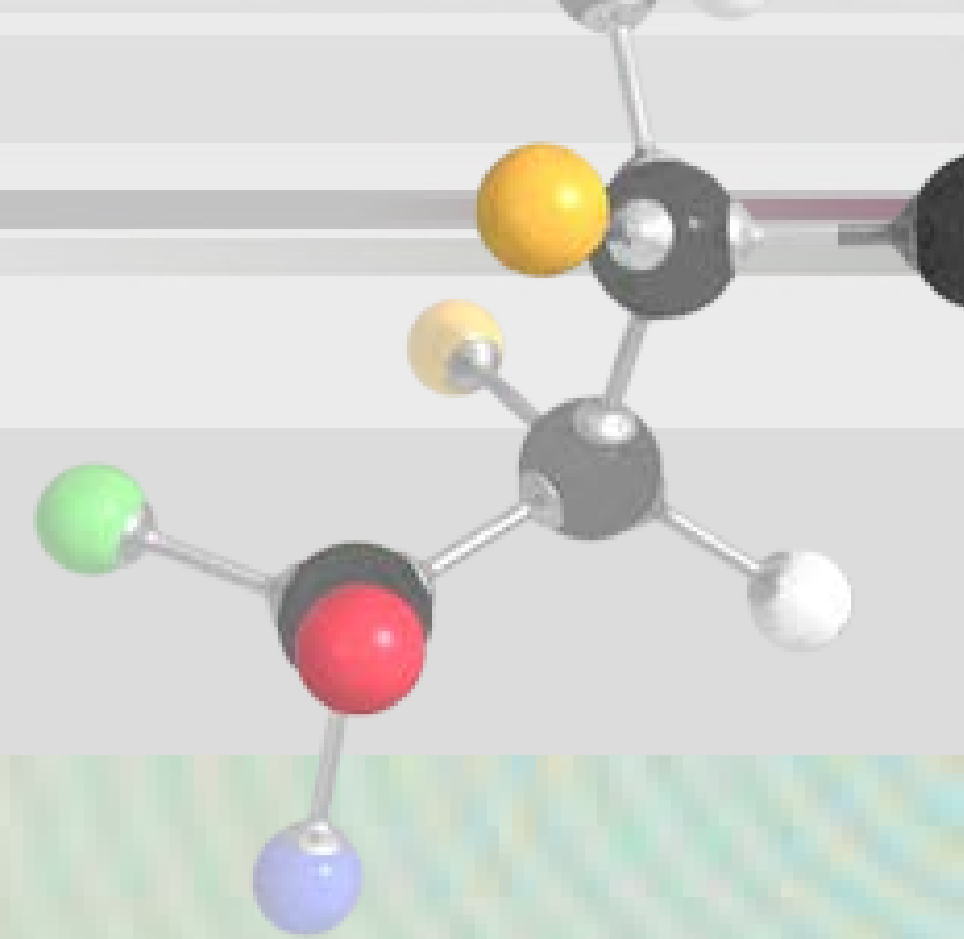




# 化工實驗(二)



## 盤管與夾套式熱交換器

### 實驗目的

1. 測定盤管式與夾套式熱交換器的熱總傳係數。

### 實驗原理與公式

(1) **盤管式熱交換器**：盤管式熱交換器包括一個圓柱形容器，在容器內可以裝設機械攪拌，以便加強熱傳效果，其盤管則由銅管、鋼管或其他合金管均勻地盤繞而成，使獲得較大的傳熱面積。若以盤管盤繞方式來區分，則可分為平板盤管式(Plate coil)熱交換器及螺旋盤管式(Helical coil)熱交換器兩種。

(2) **夾套管式熱交換器**：夾套管式熱交換器包括一個容器(vessel)及具備適當方式來循環熱(或冷)流體的夾套(jacket)，在垂直圓柱形的容器內可以裝設機械攪拌，以便加強熱傳效果。為加強夾套與容器間的熱傳效果，夾套內可以用擋板(baffle)將夾套間隔成多個空間。

### 穩定狀態下的能量平衡式

$$m_h C_{p_h} (T_{ha} - T_{hb}) = m_c C_{p_c} (T_{cb} - T_{ca}) = u_0 A_0 (\Delta T)_{lm}$$



盤管與夾套式熱交換器實驗裝置圖

## 殼管式熱交換器

### 實驗目的

1. 培養學生對殼管式熱交換器之基本認識，透過實驗及數據之計算，對熱交換器之熱性能評估建立基本完整的認識。
2. 透過實驗過程，瞭解量測數據之不準的意義，並建立儀表校正之需要的觀念。

### 實驗原理與公式

**殼管式熱交換器**(shell and tube heat exchanger)是一種結構簡單、製造容易、成本低廉且維護容易的熱交換器，雖然是緊緻度(compactness)較差，仍廣泛被應用於化工製程、動力廠、冷凍機械...等用途。

### 熱交換器之熱傳方程式

$$Q = UA\Delta T_M F$$

### 總包熱傳係數

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{A_o}{A_i h_i} + \frac{A_o \ln(d_o/d_i)}{2\pi k L} + F_o + \frac{A_o}{A_i} F_i}$$

## 流體化床熱傳導

### 實驗目的

1. 模擬粉粒體觸媒層流體化之熱傳性質。

### 實驗原理與公式

工業中屢有流體通過多孔床或粒子床之操作，藉流體與粉體間密切接觸完成反應，如：催化反應器與氣體吸收塔，目的在增加反應面積或吸收面積。而流體化床效率遠比多孔床大，惟流體化床造成的壓力落差，易使粒子破損，為其缺點。固體流體化之另一用途為利用流體輸送粒子。

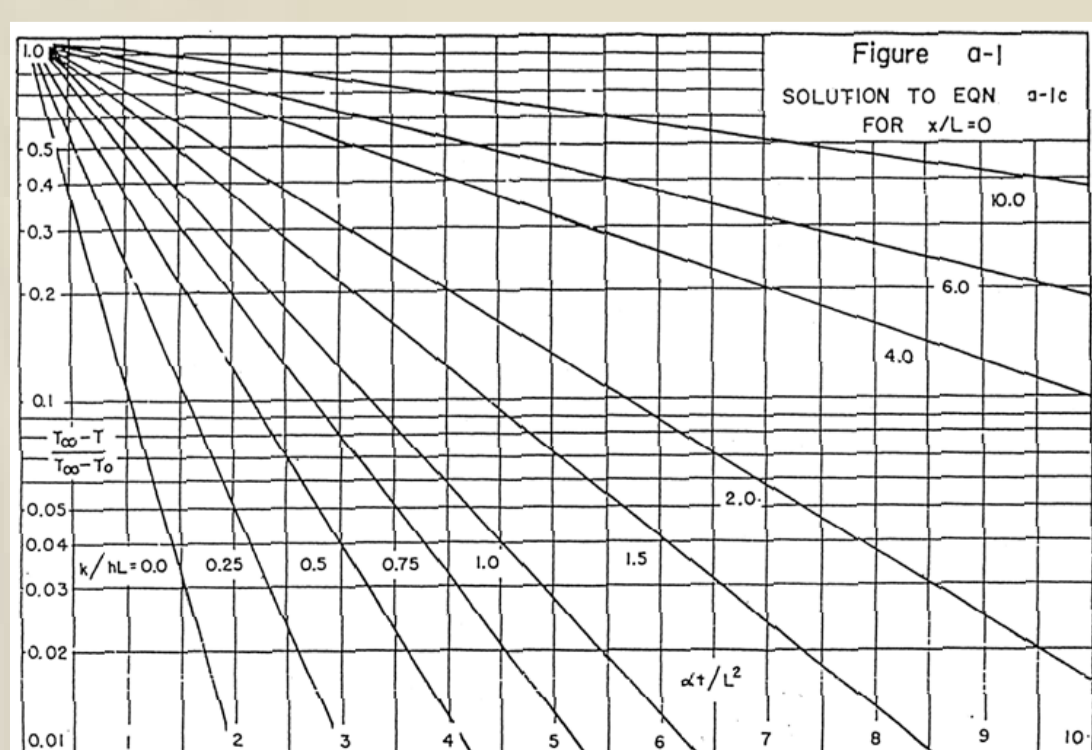
氣體流體化床由於氣泡不斷的產生，固體粒子持續循環，因此具有良好且均勻之混合性。所以在高溫放熱反應中，流體床均能有一致的溫度。同時，由於粒子群之最大表面積皆曝露於流體化之氣體中，故氣體與粒子間皆具有相同的溫度。氣體流體化床在熱性質上之另一優點為可以獲得介於流體床與浸漬其中之熱傳表面間最高的熱傳速率。

## 熱傳導

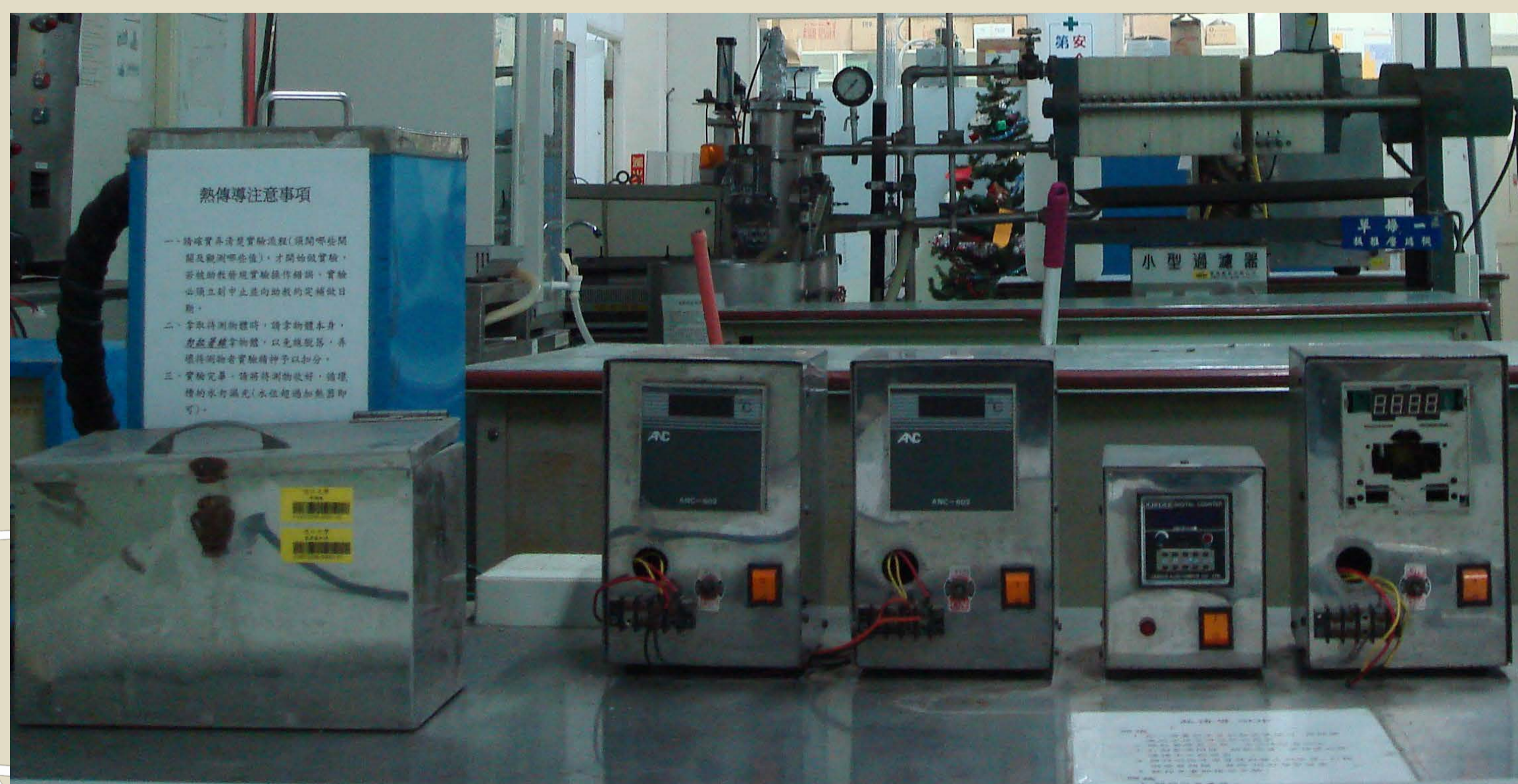
### 實驗目的

1. 了解熱傳導溫度變化與物體形狀、大小及物理性質之關係。
2. 由理論推演出溫度變對時間之無因次函數關係與實驗結果比較。
3. 由未知材料物質依理論之  $k$  或  $h$  值，求得實驗值。

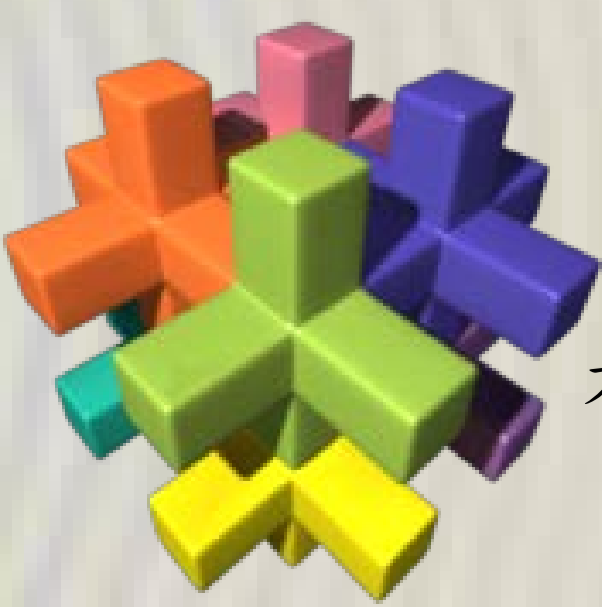
### 實驗原理



不穩定狀態下傳熱時平板中心之無因次溫度

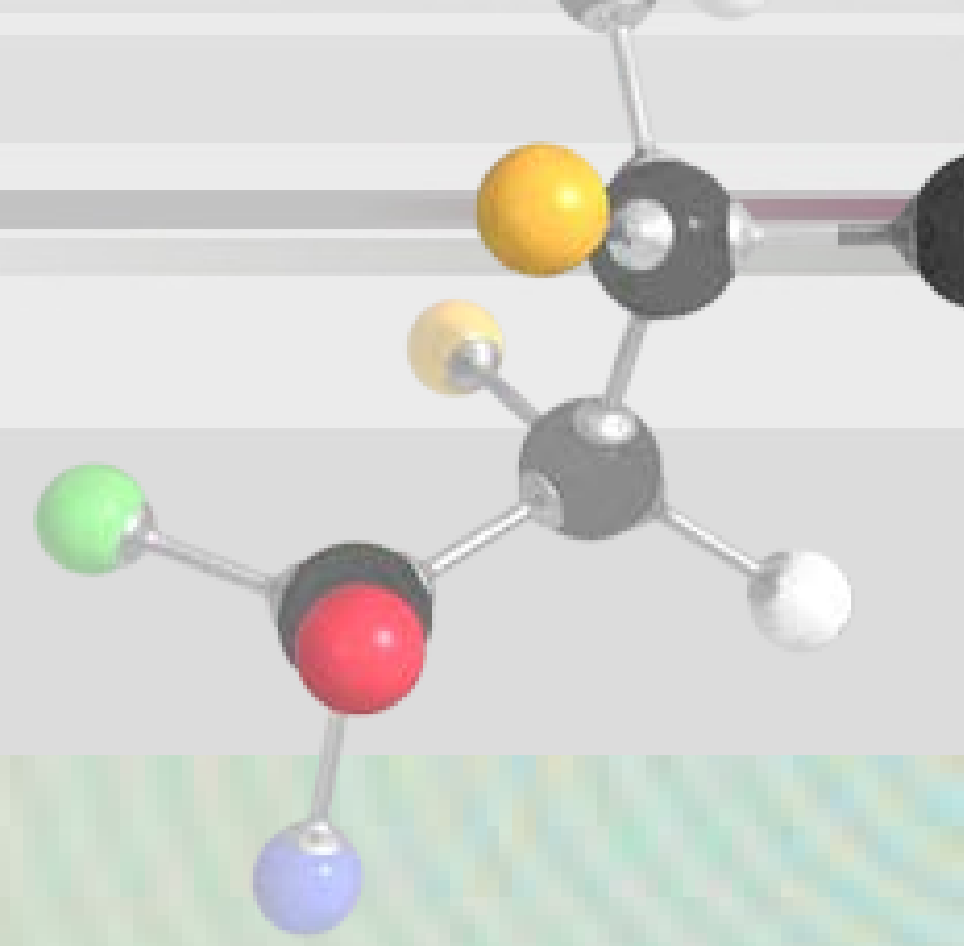


熱傳導實驗裝置圖





# 化工實驗(二)



## 薄膜蒸發

### 實驗目的

1. 利用一單效蒸發器(Single-effect Evaporator)進行實驗，藉此瞭解蒸發理論的應用，並瞭解攀昇膜直立長管式蒸發器(Basic climbing Film Evaporator)之構造及其操作。
2. 質能量結算練習及應用。
3. 小規模濃縮加工。
4. 利用改變系統壓力來觀察其蒸發速率的不同。

### 實驗原理與公式

蒸發乃是溶液受熱，在溶液之沸點溫度即溶液沸騰狀態下，逸出溶劑，使溶液中溶質濃度提高之操作。如淨化之蔗汁，經加熱蒸發去除大量水份，提高糖份之濃度，以便於結晶製糖。

蒸發的目的在化學工廠中，為物料的濃縮。在動力工廠中，則為動力的獲得和純水的製造。蒸發操作基本上之要素為：連續供給熱能和不斷的去蒸氣。其主要的設備裝置為一蒸發室、加熱室及去除蒸氣的裝置。

目前所使用的以水蒸氣加熱的管狀蒸發器，其主要型式有：

#### (1) 直立長管式蒸發器(Long-tube vertical evaporators)

- a. 上升流(攀昇膜)[Upward flow (climbing-film)]
- b. 下降流(落膜)[Downward flow(falling-film)]
- c. 強制循環(Forced circulation)

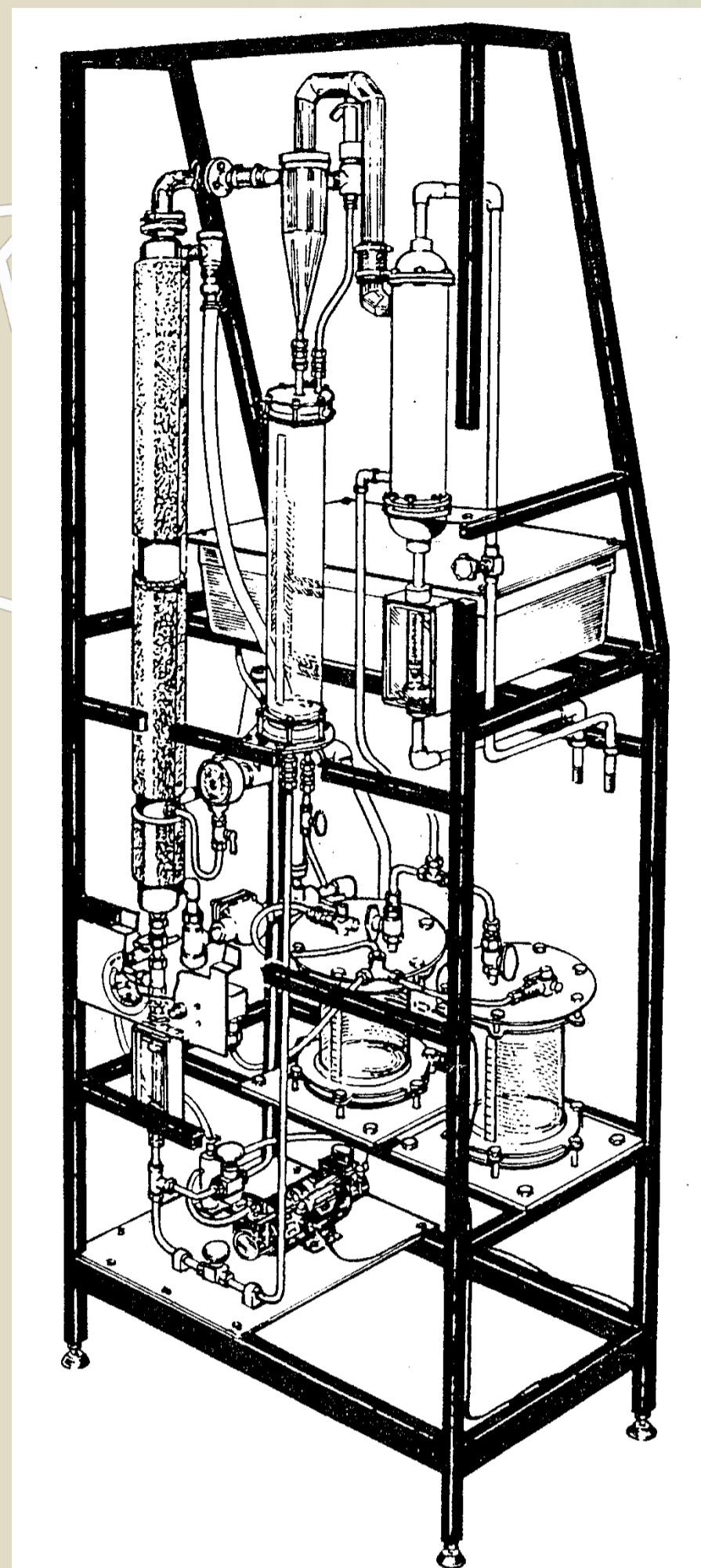
#### (2) 攪拌膜蒸發器

在不同蒸氣壓力下，溶液的蒸發速率為

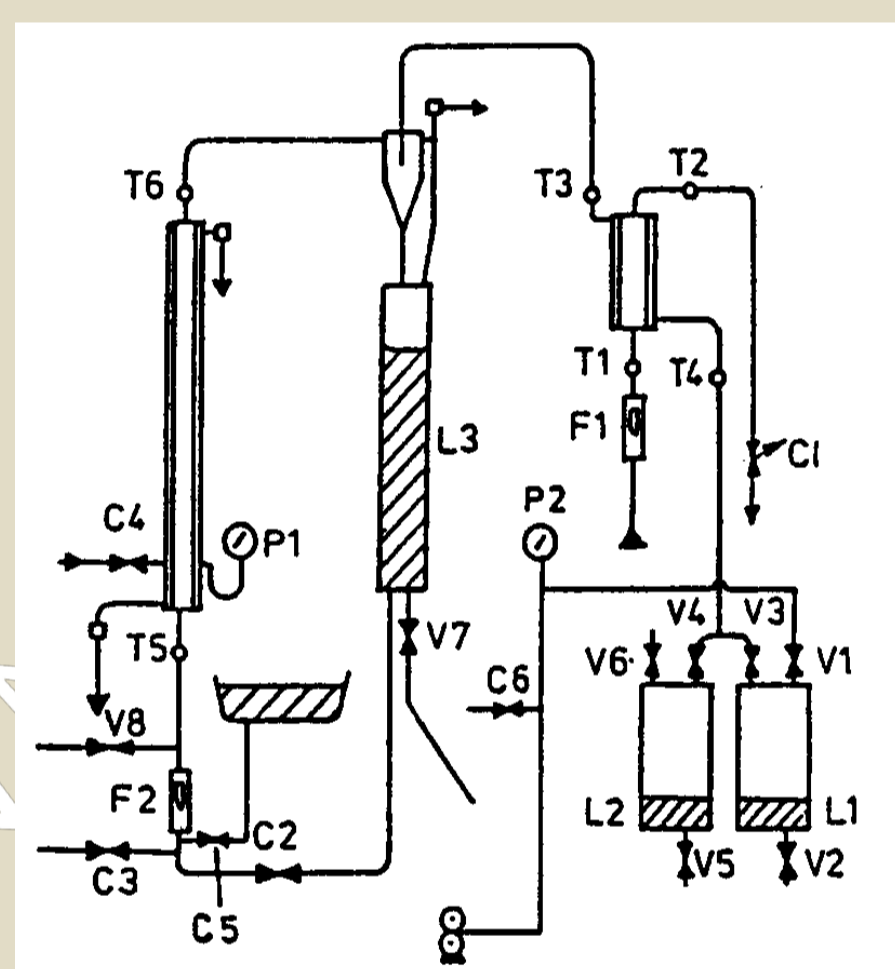
$$E = \frac{Q}{H} = U_E A_E \Delta T_E$$

在不同系統壓力下，溶液的蒸發速率為

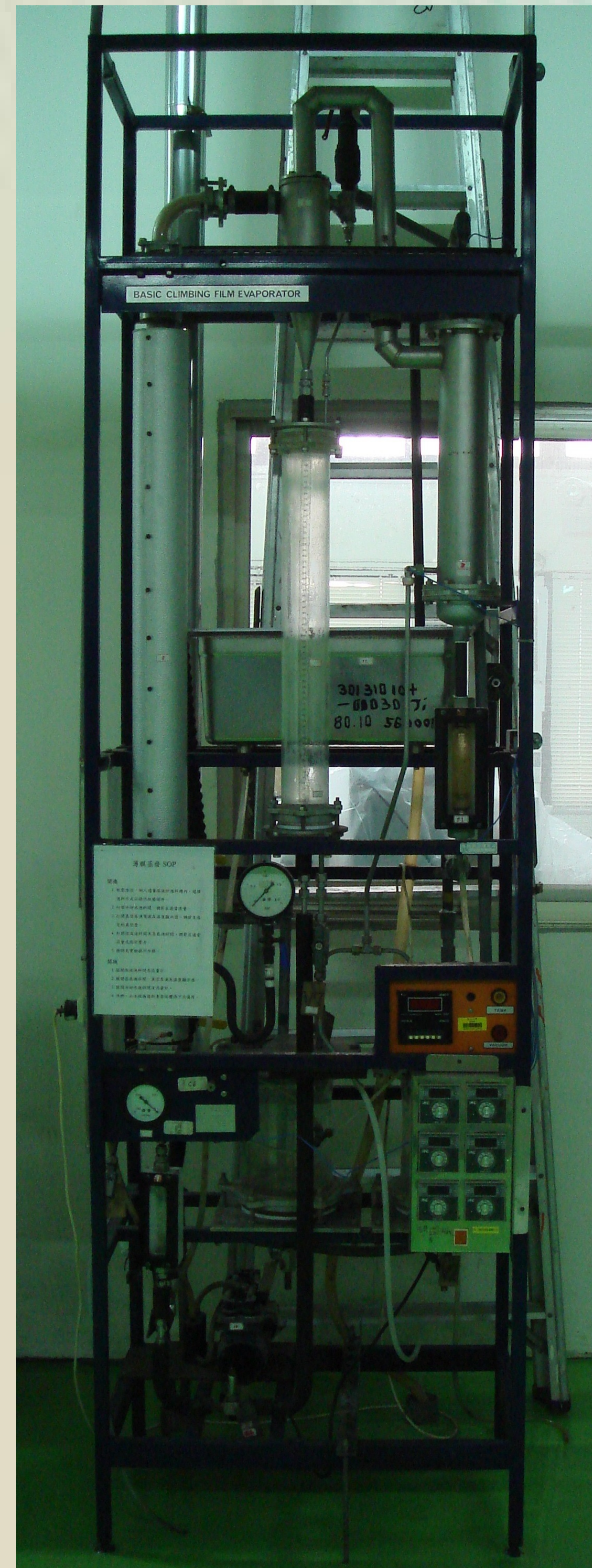
$$E = K_2 (\Delta T_E)^{n-1}$$



攀昇膜蒸發器(1)



控制閥件示意圖



攀昇膜蒸發器(2)

## 氣體擴散係數之測定

### 實驗目的

1. 認識 Fick's first law。
2. 求出液體表面蒸發之氣體擴散係數。

### 實驗原理與公式

揮發性液體之氣體擴散係數可藉由 Winklemann's method 來檢測，在有限內徑的垂直毛細管中保持固定的溫度和經過毛細管頂部的空氣流量，可確定液體表面的分子擴散到氣體中的蒸氣分壓。

質傳速率可表示為

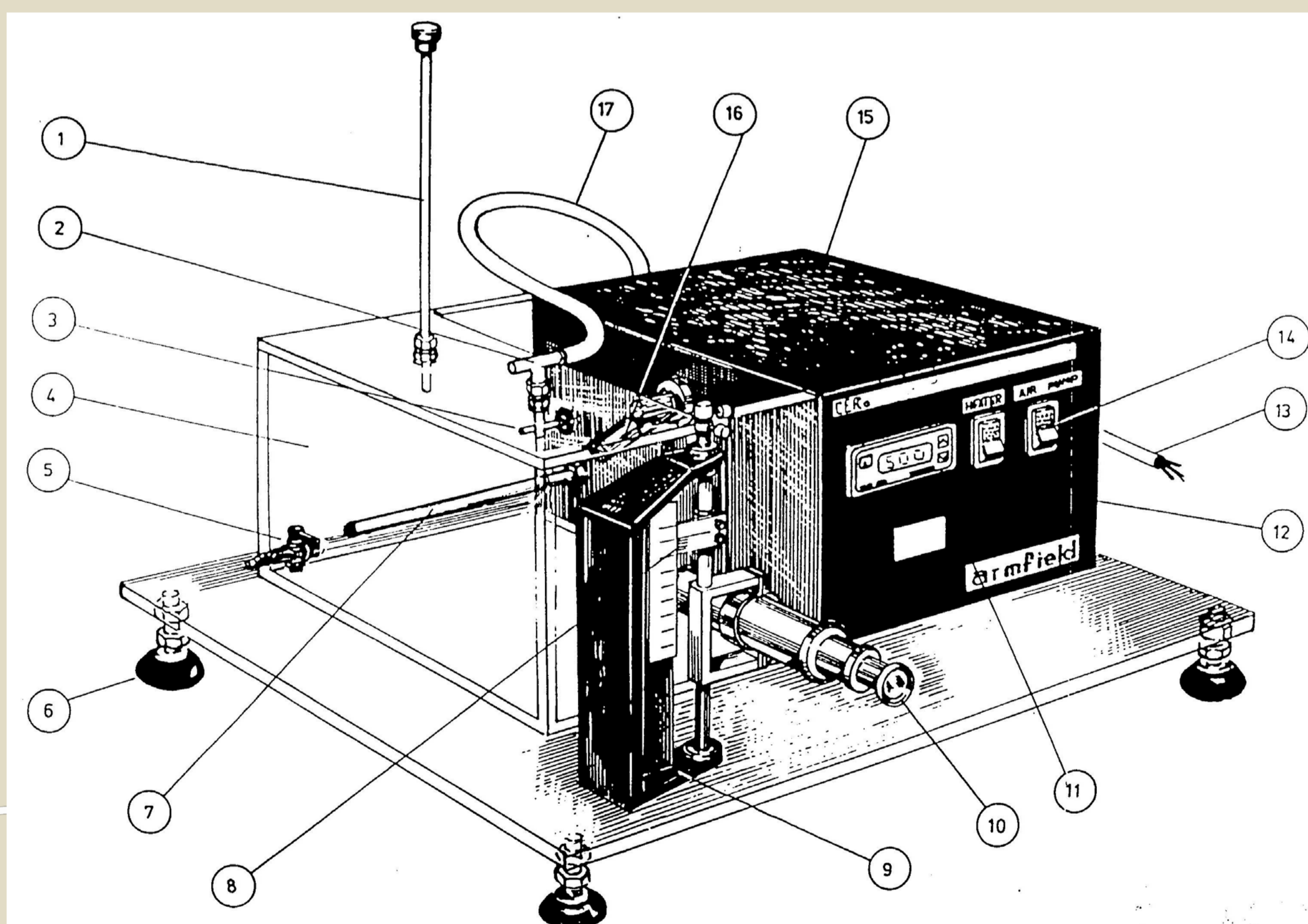
$$N'_A = D \left( \frac{C_A}{L} \right) \left( \frac{C_T}{C_{Bm}} \right)$$

液體的蒸發速率可表示為

$$N'_A = \left( \frac{\rho_L}{M} \right) \left( \frac{dL}{dt} \right)$$

經整理可得

$$\frac{t}{(L-L_0)} = \left( \frac{\rho_L}{2MD} \right) \left( \frac{C_{Bm}}{C_T C_A} \right) (L-L_0) + \left( \frac{\rho_L C_{Bm}}{M D C_T C_A} \right) L_0$$



氣體擴散實驗裝置示意圖

