

國立臺灣科技大學
八十七學年度碩士班招生考試試題

所 別： 化學工程技術研究所
學程別：

組 別：

科 目：單元操作

1. 圖一所裝設之實驗室測試組合，係用以提供 20°C 下之異丙醇 $90\text{cm}^3/\text{hr}$ 之恒定流量。試計算毛細管(capillary)之長度。
 假設在毛細管之前，管中之進口損耗、摩擦損耗可忽略之；流經閥及過濾裝置(filter)之損耗亦然。
 數據：毛細管內徑 $= 0.6\text{mm}$ ；液体密度 $\rho = 978\text{kg}/\text{m}^3$ ；液体黏度 $\mu = 2.3\text{cp}$ ($1\text{cp} = 0.001\text{N sec}/\text{m}^2$)。圖一中， $H = 0.40\text{m}$ 。(15%)

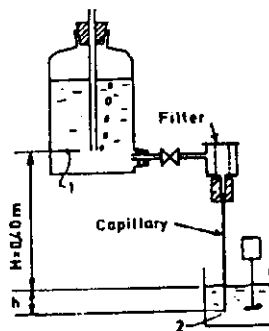


Figure 1 Test assembly with a capillary tube to give a constant liquid feed

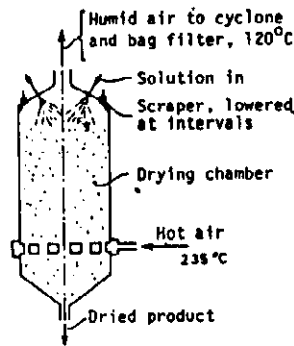


Figure 2 The spray dryer

2. (a) 試證明一降落珠粒或粒子之終端速度

$$V_t = 2 [D_p (\rho_p - \rho) g / (3 f_D \rho)]^{0.5}$$

其 ρ_p 為粒子之密度， ρ 為周圍流体之密度， D_p 為粒子(圓球體)之直徑， f_D 為拖拉因子(drag factor)， g 為重力加速度。(5%)

- (b) 圖二為處理含 45 重量%水份之清潔劑所使用之噴霧乾燥機示意圖。試計算在乾燥機上半部，最大直徑 $D_p = 1.3\text{mm}$ 之珠粒，其終端速度。(10%)

數據：周圍潮溼空氣之密度 $\rho = 0.88\text{kg}/\text{m}^3$ ，而其黏度 $\mu = 0.000021\text{N s}/\text{m}^2$ ，珠粒之密度 $\rho_p = 930\text{kg}/\text{m}^3$ 。

拖拉因子 f_D ：當 $500 < Re_D < 200,000$ ， $f_D = 0.44$
 $2 < Re_D < 500$ ， $f_D = 18.5 Re_D^{-0.6}$
 $0.00001 < Re_D < 2$ ， $f_D = 24 Re_D^{-1}$

其中 Re_D 為雷諾數 $= \rho V_t D_p / \mu$ 。

國立臺灣科技大學
八十七學年度碩士班招生考試試題

所 別： 化學工程技術研究所
學程別：

組 別：

科 目：單元操作

3. (a) 圖三為液体由下方往上方凝固過程之示意圖。假設凝固層之溫度為線性分佈，下方之表面溫度為 θ_0 ，液体之凝固點溫度為 θ_1 ，凝固層之熱傳導係數為 k ，凝固物質之密度為 ρ_0 ，凝固過程物質之潛熱 (latent heat of freezing) 為 λ ，
試證明凝固層厚度由 x_1 變為 x_2 所需之時間

$$t = \lambda \rho_0 (x_2^2/2 - x_1^2/2) / [k(\theta_1 - \theta_0)] \quad (10\%)$$

提示：圖三中，凝固 dx 厚度所移除之潛熱 $dQ = \lambda \rho_0 A dx$ 。

(b) 0°C 的水在一直立的不銹鋼管內部(其內徑 $D_1 = 34 \text{ mm}$ ，外徑 $D_2 = 42 \text{ mm}$)凝固，如圖四所示。在管外之冷媒其溫度 $\theta_2 = -20^\circ\text{C}$ ，其熱傳係數 $h_2 = 300 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ 。多餘的水則由管心(其直徑 $D_0 = 10 \text{ mm}$)流出。最後將管子加熱，圓柱狀之冰柱則可因重力而移出。

假設凝固的冰及不銹鋼管壁，其熱容量與凝固潛熱相較，前者可略而不計。試計算圓柱內的水完全凝固為冰所需之時間。(10%)

數據：水之凝固潛熱， $\lambda = 335,000 \text{ J/kg}$

冰之密度， $\rho_0 = 920 \text{ kg/m}^3$

冰之熱傳導係數， $k = 2.33 \text{ W}/(\text{m K})$

不銹鋼之熱傳導係數可假設為無窮大。

注意：本題之幾何形為圓柱，與(a)中者不同，故(a)中之公式不可直接套用。

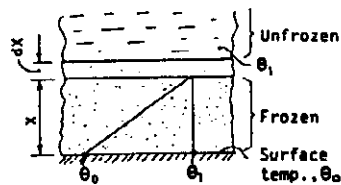


Figure 3 Liquid freezing from below: a thickness dx freezes in time dt .

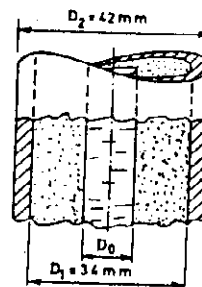


Figure 4 Section of a cylinder of frozen ice.

國立臺灣科技大學
八十七學年度碩士班招生考試試題所 別： 化學工程技術研究所
學程別：

組別：

科目：單元操作

4. 在A/B雙成分系之蒸餾中，已知平衡時，成分A在氣相中之莫耳分率為在液相中之1.2倍，若進料為飽和液(saturated liquid)，含50 mol%之A，塔頂產物含90 mol%之A，試估算此蒸餾塔之最小迴流比。(13%)
5. 今欲以簡單批式蒸餾分離A/B兩成分，已知原液含50 mol%A，平衡時，A在氣相中之莫耳分率為在液相中之1.2倍，試問原液蒸剩一半莫耳時，餘液中A之莫耳分率為何？(13%)
6. 雙膜理論(two-film theory)常用於解釋氣液間之質傳，其每單位氣液界面積之質傳速率可表示如下： $r = k_x(x - x_i) = k_y(y_i - y) = K_y(y^* - y)$ ，其中 x 、 y 分別代表被輸送成分在液相與氣相中之總括(bulk)莫耳分率； x_i 、 y_i 分別代表被輸送成分在界面之液相與氣相莫耳分率； k_x 、 k_y 、 K_y 則為被輸送成分在液相、氣相及總體(overall)之質傳速率常數。假設在界面上氣液成平衡，其平衡關係式為 $y_{Ai} = 1.2 x_{Ai}$ ，又知質傳速率常數比 $k_y/k_x = 0.5$ ，試計算氣膜阻力(定義為 $1/k_y$)佔總質傳阻力(定義為 $1/K_y$)之百分率。(12%)
7. 今以固液逆向對流之連續萃取器(continuous counter-current extractor)萃取玉米油，已知進料玉米中含油40wt%，萃取溶劑為苯，其用量與進料玉米重量(包括其油份)相同，試問，若要萃取玉米中90%之油份，所需要的理想板數為若干？假設玉米所含之液體量為常數。(12%)