

國立臺灣科技大學

八十九學年度碩士班招生考試試題

系所組別：化學工程系、化學工程系在職教師

科目：單元操作

本科總分為 100 分

1. 同心圓管，內管之外徑是 r_i ，外管之內徑是 r_o ，不可壓縮流體流經其間($r_i < r < r_o$)，已知其流速分佈(r -方向)之微分，表示作

$$\frac{du_z}{dr} = \left(\frac{\Delta P}{2\mu L}\right)\left(r - \frac{r_m^2}{r}\right)$$

- (A) 已知邊界條件 $r = r_i$ ， $u_z = 0$ ； $r = r_o$ ， $u_z = 0$ 求 $r_m = ?$
($r_m =$ 最大流速的位置)。 (10%)
- (B) 求平均流速 $u_{z,av} = ?$ (10%)

2. 多成份蒸餾時，亦可利用類似兩成份蒸餾的 Fenske equation，計算最小理想板數。將多成份中挑出兩個重要的成份，其中之一作為輕質主成份(light key L)，另一作為重質主成份(heavy key H)，代入下面公式。

$$N_m = \frac{\log[(x_{LD}D/x_{HD}D)(x_{HW}W/x_{LW}W)]}{\log(\alpha_{Lav})}$$

其中 N_m 是最小理想板數， D 、 W 分別代表塔頂與塔底產物流量，下標 L 、 H 分別代表輕質主成份、重質主成份；下標 D 、 W 分別代表塔頂與塔底產物， F 是進料流量， α_{Lav} 是輕質主成份的平均揮發度。試利用下面數據計算出最小理想板數

$$\begin{aligned} F &= 100 \text{ mol/min}, & x_{LF} &= 0.25, & x_{HF} &= 0.32 \\ D &= 57 \text{ mol/min}, & x_{LD} &= 0.365, & x_{HW} &= 0.652 \\ \alpha_{Lav} &= 2.33 & & & & (10\%) \end{aligned}$$

3. 真空反應器中反應氣流經一平板，假設反應氣流之濃度邊界層厚 0.8 cm (壓力 760 mmHg)，將氣體壓力由 760 mmHg 降低至 1 mmHg，溫度保持相同，試用下面已知邊界層之理論，估計壓力 1 mmHg 下之濃度邊界層厚。

$$\delta_c/\delta = Sc^{-1/3} \quad Sc = \nu/D_{AB} = \text{Schmidt number}$$

δ_c 是質傳邊界層厚， δ 是動量傳遞邊界層厚， ν 是 kinematic viscosity， D_{AB} 是擴散係數。



國立臺灣科技大學

八十九學年度碩士班招生考試試題

系所組別：化學工程系、化學工程系在職教師

科目：單元操作

$$\delta = (12)^{1/2} (vx/u_\infty)^{1/2}$$

$$v \propto P^{-1} \quad D_{AB} \propto P^{-1}$$

x 是沿平板之位置， u_∞ 是平板遠方之流速， P 是氣體壓力。

(a) 試找出濃度邊界層厚 δ_c 與壓力 P 之關係。(10%)

(b) 利用(a)結論估計壓力 1 mmHg 下之濃度邊界層厚 δ_c 。(10%)

4. 有一精餾塔(fractionating column) 用來分離苯與甲苯的混合物，進料速率為 30,000 kg/hr，內含 40 wt% 的苯，餾出物(distillate) 含 97 wt% 的苯，餾餘物(bottom) 含 98 wt% 的甲苯。請問餾出物及餾餘物的餾出速率各為多少 kg/hr? (14%)

5. (a) A 生對某個 powder sample 做 screen analysis，得到表一的數據，請你替他劃一張 cumulative analysis 的 particle size distribution 圖。將圖劃在答案卷上 (14%)

Table 1 Results of screen analysis(A)

<u>Mesh</u>	<u>Screen opening Dpi, mm</u>	<u>Weight of powder retained on screen, g</u>
10	1.651	0
14	1.168	20
20	0.833	50
28	0.589	100
35	0.417	180
48	0.295	250
65	0.208	250
pan	-	150



國立臺灣科技大學

八十九學年度碩士班招生考試試題

系所組別：化學工程系、化學工程系在職教師

科目：單元操作

(b) B 生對相同的 powder sample 也做了 screen analysis，卻得到表二的數據，假設 A 生的結果是對的；B 生的是錯的，請問 B 生做實驗時那裡出了問題？

Table 2 Results of screen analysis(B)

Mesh	Screen opening Dpi,mm	Weight of powder retained on screen,g
10	1.651	0
14	1.168	20
20	0.833	50
28	0.589	280
35	0.417	0
48	0.295	250
65	0.208	250
pan	-	150 (2%)

6. 有一 semi-infinite 的液體 (密度 ρ 及黏度 μ 均維持定值， $\nu = \mu/\rho$) 由 $y=0$ 處向正 y 方向無限延伸。在 $y=0$ 處有一個固體平板撐住，在 $t < 0$ 時，液體及平板均維持不動 ($v_x = 0$)，在時間 $t = 0$ 時，開始將平板持續以 V 的速度向正 x 方向移動，假設液體做 laminar flow；且在 x 方向無壓力梯度，亦無重力。(a) 請寫出這個 system 的速度 v_x 微分方程式，initial condition 及 boundary conditions (4%) (b) 令 dimensionless velocity 為 $\Theta = v_x/V$ ，請寫出 dimensionless velocity 的微分方程式，initial condition 及 boundary conditions (4%) (c) 請利用 combination of variables 的方法 (請勿用其他方法) 解出 dimensionless velocity $\Theta = v_x/V$ 的解，即 $\Theta = f(y,t)$ (12%)

