

## 國立台灣科技大學九十六學年度碩士班招生試題

系所組別：化學工程系碩士班

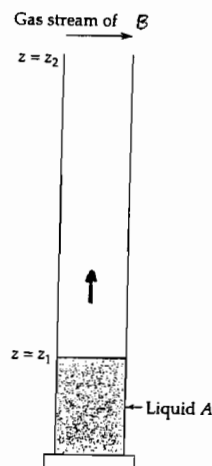
科目：輸送現象與單元操作

總分 100 分

1. 請繪出下面四種化工機械的簡單結構示意圖

- (i) 浮子流量計(rotameter)
- (ii) 雙套管熱交換器(double pipe heat exchanger)
- (iii) 氣體吸收用之篩板塔(sieve-tray tower for gas absorption)
- (iv) 氣固旋風分離器(gas-solid cyclone separator) (16%)

2. 如圖一所示，液體 A 會揮發變成氣體進入含 A 和 B 的管子。A 代



圖一

表  $\text{CCl}_4$ ；B 代表  $\text{O}_2$ 。 $\text{CCl}_4$  液面和管子上端間的距離  $z_2 - z_1 = 17.1 \text{ cm}$ 。整個系統的總壓力為  $755 \text{ mmHg}$ ，溫度為  $0^\circ\text{C}$ 。此溫度下， $\text{CCl}_4$  的蒸氣壓力(vapor pressure)為  $33.0 \text{ mmHg}$ ，管子的截面積為  $0.82 \text{ cm}^2$ 。 $\text{CCl}_4$  的密度及分子量分別為  $1.59 \text{ g/cm}^3$  及  $154 \text{ g/g-mol}$ 。在穩態下(steady state)，10 小時會有  $0.0208 \text{ cm}^3$  的  $\text{CCl}_4$  揮發掉。請求出此溫度及壓力下的擴散係數(diffusivity) $D_{AB}$ (請以  $\text{cm}^2/\text{s}$  的單位表示)。

$$N_{AZ}|_{z=z_1} = \frac{CD_{AB}}{z_2 - z_1} \ln \left( \frac{x_{B_2}}{x_{B_1}} \right)$$

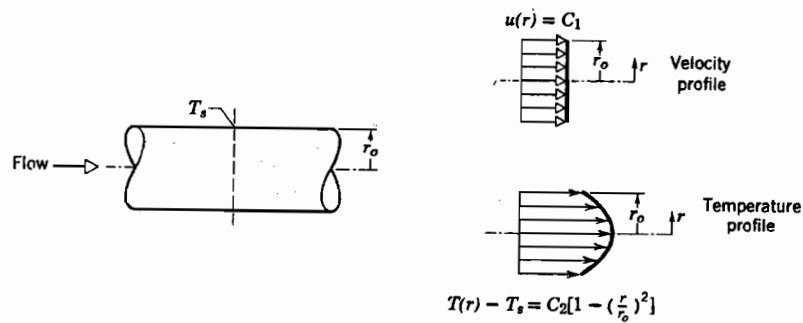
$$R = 82.06 \text{ cm}^3 \cdot \text{atm}/(\text{g-mol} \cdot \text{K}) \quad (15\%)$$

## 國立台灣科技大學九十六學年度碩士班招生試題

系所組別：化學工程系碩士班

科目：輸送現象與單元操作

3. 如圖二所示，不可壓縮性流體在圓管內流動，管內流體的速度到



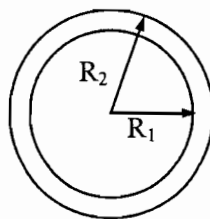
圖二

處一樣， $u(r)=C_1$ ；管壁溫度固定為  $T=T_s$ ，流體內溫度分佈為

$$T(r) = T_s + C_2 \left[ 1 - \left( \frac{r}{r_o} \right)^2 \right]$$

請導出紐賽數(Nusselt number)的表示式。(19%)

4. 有一薄殼中空金屬球如下圖所示，最初金屬球的溫度為  $T_0$ ，突然放入攪拌均勻的熱浴中，熱浴的溫度為  $T_H$ 。假若金屬球的內殼表面（在  $R_1$ ）可以視為熱絕緣，而熱浴的流體與金屬球之間的熱傳係數為  $h$ 。若金屬球薄殼的溫度梯度(temperature gradients)可以忽略，金屬球的密度為  $\rho$ ，熱容量(heat capacity)為  $C_p$ 。考慮金屬球薄殼其溫度變化（表示為  $(T - T_H)/(T_0 - T_H)$ ）與時間的關係，請寫出此系統的熱平衡方程式，並求出其結果。(15%)



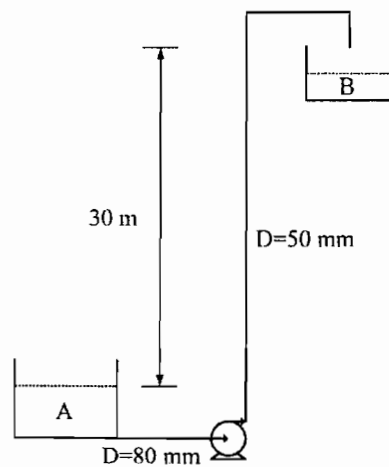
圖三

## 國立台灣科技大學九十六學年度碩士班招生試題

系所組別：化學工程系碩士班

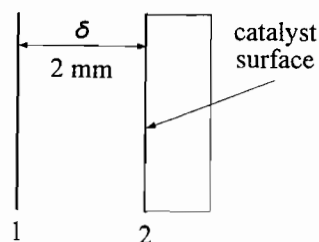
科 目：輸送現象與單元操作

5. 參考下圖所示，比重為 1.5 的液體，自  $A$  槽輸送到  $B$  槽， $A$  槽液面至  $B$  槽入口端為 30 m，泵之進口管線為內徑 80 mm 的圓管，出口管線為內徑 50 mm 的圓管。若以 15 hp (1 hp = 75 m kg/sec) 的泵 (效率 70%) 輸送液體，測得液體在 80 mm 管內的流速為 2.0 m/sec。假若  $A$  槽液面相當廣闊，輸送過程忽略液面下降，請估算此輸送系統其管線的摩擦損失。(15%)



圖四

6. 有一純質氣體  $A$  從點 1 ( $A$  分壓為 101.32 kPa) 擴散到點 2，其間距離為 2 mm，如下圖所示。在點 2 是觸媒表面，氣體  $A$  在觸媒表面生成化學反應  $A \rightarrow 2B$ 。 $B$  成份擴散，由點 2 回到點 1。假若系統在穩定狀態 (steady-state) 下，總壓力是 101.32 kPa，溫度 300 K，氣體擴散係數為  $D_{AB} = 0.15 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$ ，氣體常數  $R = 8314 \text{ m} \cdot \text{Pa}/\text{kg mol} \cdot \text{K}$ 。若化學反應是快速瞬間反應，請計算質傳對流通量 (convective flux of  $A$ ,  $N_A$ ) 與在點 2 的氣體  $A$  莫耳分率 (mole fraction of  $A$ ,  $x_{A2}$ )。(20%)



圖五