

國立臺北科技大學 106 學年度碩士班招生考試

系所組別：3510 化學工程與生物科技系化學工程碩士班甲組

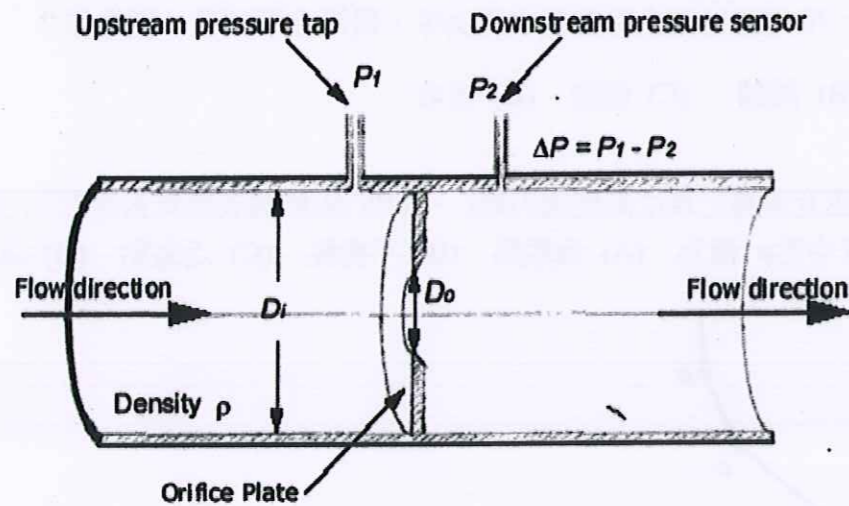
第一節 單元操作與輸送現象 試題

第一頁 共三頁

注意事項：

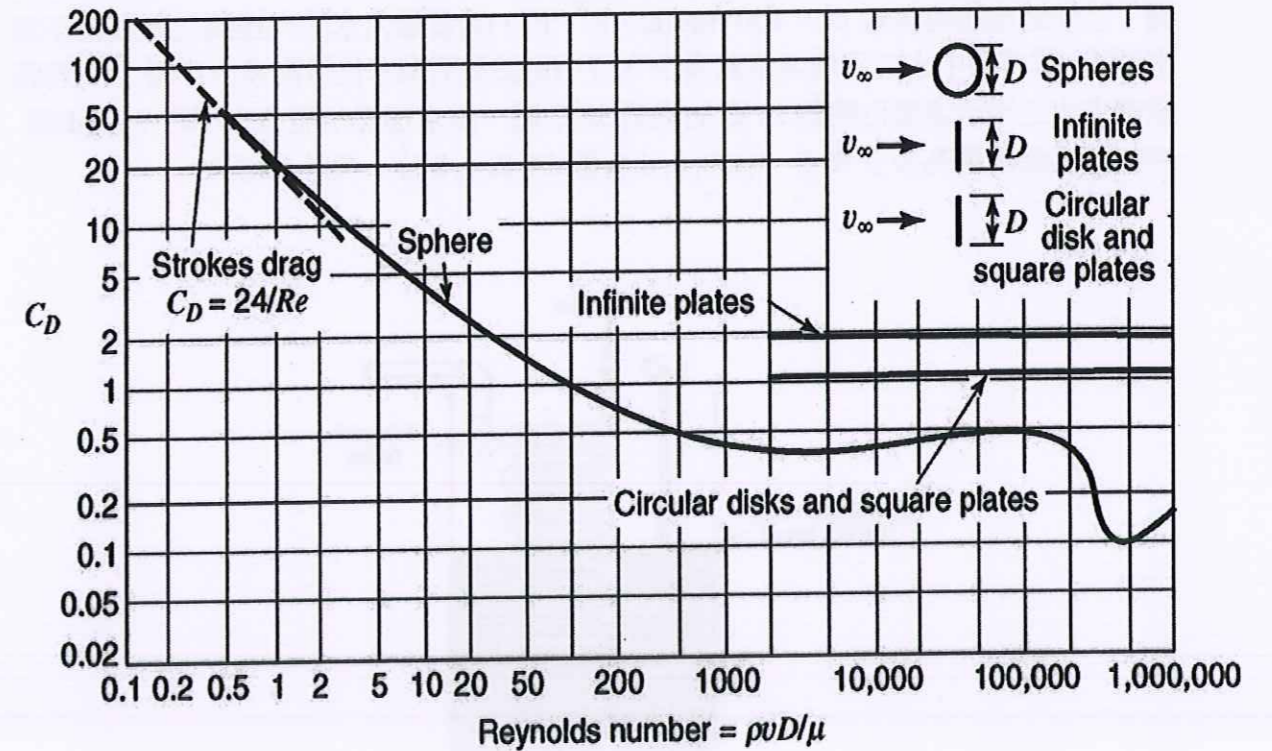
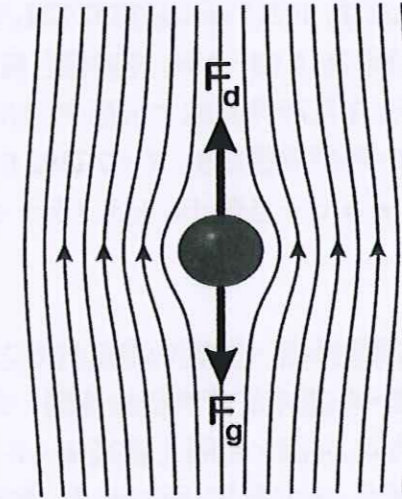
1. 本試題共五題，共 100 分。
2. 請標明大題、子題編號作答，不必抄題。
3. 全部答案均須在答案卷之答案欄內作答，否則不予計分。

1. 考慮流經一銳孔流量計的水平圓形導管內穩態全展流動流體，其所承受之壓力降經測量為 Δp ，以至其他重要關連的實驗變數共有：流體密度 ρ 、流體速度 \bar{V} 及流體黏度 μ 、圓管直徑 D_i 及孔口直徑尺寸 D_o 等項目如下圖所列，(a) 試以白金漢因次分析法或瑞利法求出最少數無因次群組包含可量測孔口的雷諾數 Re_o 之數學關係式？(b) 試簡明比較白金漢 Pi 法與瑞利法各自的優缺點？ (a, b 各配 14, 6 分，共計 20 分)



2. 所謂氣動力相當粒徑(AED)，為該粒子於標準狀態(STP)下，在空氣中具有相同沈降終端速度之密度為 1 g/cm^3 的球形水滴直徑。懸浮粒子在空氣中的氣動力直徑與真實直徑有顯著的不同，(a) 試推導 AED 公式？及(b) 證明真實直徑 $3 \mu\text{m}$ 粒子其粒子密度為 4 g/cm^3 則其氣動力直徑 $6 \mu\text{m}$ 之相當水滴粒子，與真實直徑 $3 \mu\text{m}$ 及 4 g/cm^3 密度之該粒子具有相同氣動力沈降終端速度。其中又以細懸浮微粒(係指氣動力粒徑等於或小於 $2.5 \text{ 微米}(\mu\text{m})$ 的粒子，通稱 PM2.5)，假設在高空之空氣密度 $\rho = 0.653 \text{ kg/m}^3$ ，黏度為 $\mu = 0.016 \text{ cP}$ ，懸浮粒子 PM2.5 及 PM10 比重 $\rho_p = 2650 \text{ kg/m}^3$ ，當成長至臨界直徑 D_p 後，由於上升空氣流之空氣終端平均速度 $u_r = 0.3 \text{ cm/s}$ ，則在沙塵暴風雨中載浮載沉之

- (c) 高空 PM2.5 及(d) PM10 所受空氣拖曳阻力 F_d 各為多少？牛頓(N)
(a, b, c, d 各配 7, 3, 7, 3 分，共計 20 分)



3. 混合氣體在一濕壁塔中被水吸收出氣體 A，氣液兩相之間的質傳通量可表示如下：

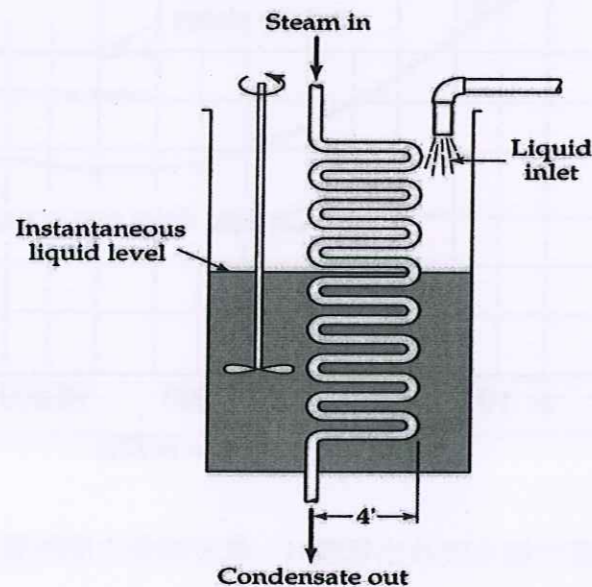
$N_A = k_x(x_i - x) = k_y(y - y_i) = K_y(y - y^*)$ ，其中 x, y 分別代表被輸送成分 A 在液相與氣相中之總體莫耳分率； x_i, y_i 分別代表被輸送成分 A 在液相與氣相中之界面莫耳分率； k_x, k_y, K_y 分別代表被輸送成分 A 在液相與氣相中個別及總包莫耳質傳係數。假設在界面上氣液達平衡時遵守亨利定律，試以雙膜理論(two-film theory)作為開始，(a) 請推導出濕壁塔中氣體 NH_3 分別基於液相或氣相的總包質傳係數 K_G, K_L 的關係式？以及(b) 氣、液膜質傳阻力(定義為 $1/k$)各佔總包質傳阻力(定義為 $1/K$)之百分率公式？已知混

注意：背面尚有試題

合氣體在一濕壁塔中被吸收出氨氣 NH_3 ， NH_3 於氣液兩相之總包質傳係數 $K_G = 0.205 \text{ lbmol}/(\text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{atm})$ ， NH_3 於液相之質傳阻力約佔總包阻力的 15%， NH_3 在 293 K, 1 atm 時之亨利常數(Henry constant)為 0.215 atm/磅莫耳 NH_3 /立方英尺溶液，若在濕壁塔中某處， NH_3 於氣相之莫耳分率為 0.08， NH_3 於液相之莫耳濃度為 0.004 磅莫耳/立方英尺溶液，(c)分別求出 NH_3 在氣液界面處之分壓 P_i 及(d)莫耳濃度 C_i 。

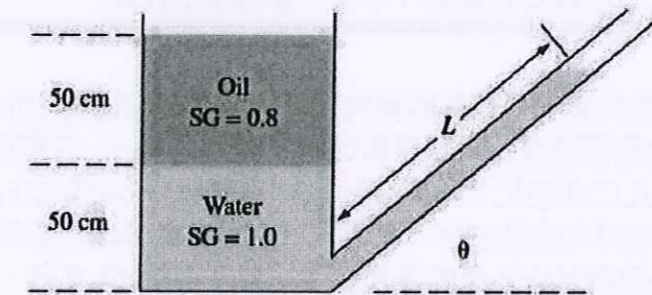
氮原子量 14.0，氫原子量 1.0。理想氣體常數 $R = 0.7302 \text{ ft}^3 \cdot \text{atm}/(\text{lb mol} \cdot ^\circ\text{R})$ or $R = 8314 \text{ m}^3 \cdot \text{Pa}/(\text{kg mol} \cdot \text{K})$ (a, b, c, d 各配 10, 4, 3, 3 分，共計 20 分)

4. 有一總容量為 2000 ft^3 之圓筒攪拌槽，配置功率足夠大之攪拌器與加熱器如下圖所示，可維持液體均勻之溫度。熱量由蛇管供應給液體，蛇管之有效加熱面積與槽內液位高度成正比，加熱蛇管共有 20 圈，每圈之直徑為 4 ft，加熱管的外直徑為一英寸，若初始條件 $t = 0$ 時，槽中無水，水位為零，而 $t > 0$ 時，進料以流率為 20 lb/min 的 20°C 水輸入槽中，另以 105°C 水蒸汽通入攪拌槽之加熱管內連續流動，開始加熱槽中液體，已知總包熱傳係數 $U_o = 100 \text{ Btu}/(\text{hr} \cdot \text{ft}^2 \cdot ^\circ\text{F})$ ，(a)當通入水蒸汽連續加熱該槽至滿水位後，試求槽中水之平均溫度為多少 $^\circ\text{C}$ ？(b)加熱至滿水位所需多少小時？(c)若將該槽中水之平均溫度自開始 20°C 加熱至 50°C 時，試求加熱所需多少小時？則(d)槽中此時已進水量為多少 ft^3 ？(a, b, c, d 各配 14, 2, 4, 2 分，共計 22 分)

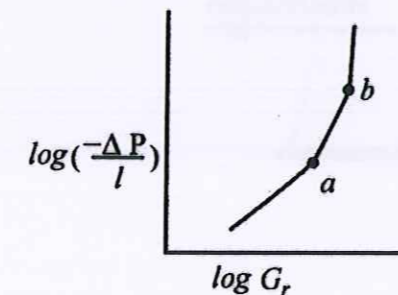


5. 單選題 (每小題3分，請依序作答，共計18分)

- (1). 使用單一離心泵浦之流量 $q_1 = 100 \text{ GPM}$ ， $\Delta H_1 = 100 \text{ ft}$ ， $P_1 = 4 \text{ BHP}$ ，若將轉速由 $n = 1750 \text{ rpm}$ 提升為 3500 rpm ，並且將葉片直徑由 $D = 8''$ 改用 $6''$ 則下列何者正確？
 (A) $q_2 = 150 \text{ GPM}$, $\Delta H_2 = 300 \text{ ft}$ (B) $\Delta H_2 = 400 \text{ ft}$, $P_2 = 32 \text{ BHP}$ (C) $q_2 = 175 \text{ GPM}$, $\Delta H_2 = 400 \text{ ft}$ (D) $\Delta H_2 = 225 \text{ ft}$, $P_2 = 13.5 \text{ BHP}$ 。
- (2). 有一超大型儲槽，內有二種不互溶之流體，下層水溶液厚 50 cm，密度SG為 $1.0 \text{ g}/\text{cm}^3$ ，上層油厚 50 cm，密度SG為 $0.8 \text{ g}/\text{cm}^3$ ，儲槽最上方之氣壓為 1.0 atm ，求開口斜管液柱壓力計之水腳高差讀值 $L = 180 \text{ cm}$ 時，夾角 $\theta = ?$
 (A) 20° (B) 25° (C) 30° (D) 45°



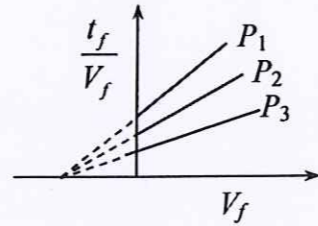
- (3). 在日常生活中，使用活性炭去除空氣中的臭味，最符合下列哪一種操作？
 (A) 萃取 (B) 蒸餾 (C) 吸附 (D) 吸收
- (4). 填充塔內氣液逆流接觸之單位高度壓力降 $(-\Delta P/l)$ 與氣體表觀質量速度 G_v 之關係如下圖所示，其中點 a 稱為 (A) 負載點 (B) 平衡點 (C) 泛溢點 (D) 臨界點。



(5). 在恒壓過濾操作中，以時間除以濾液體積 $\frac{t_f}{V_f}$ 對 V_f 作圖，結果如右圖所示，則過濾

操作壓力(P)大小順序是

- (A) $P_1 > P_2 > P_3$ (B) $P_3 > P_2 > P_1$
 (C) $P_2 > P_1 > P_3$ (D) $P_3 > P_1 > P_2$ 。



(6). 試設計1-2管殼式熱交換器：冷水以流率2.52 kg/s，平均比熱 $C_{p,water} = 4200 \text{ J/kg-K}$ ，自20°C加熱至54°C，而加熱流體採用熱油流率2.41 kg/s，平均比熱 $C_{p,oil} = 2100 \text{ J/kg-K}$ ，入口溫度120°C，出口溫度49°C，總熱傳面積為 $A_o = 9.3 \text{ m}^2$ ，對數平均溫度校正因子 $F_G = 0.74$ ，試估算該熱交換器在相同操作條件之總包熱傳係數下，但改用2-4管殼式熱交換器 ($F_G = 0.94$)，所需總熱傳面積 $A_o = ? \text{ m}^2$

- (A) 7.32 (B) 8.43 (C) 10.2 (D) 15.8。

RESEARCH

THE EFFECT OF ...



RESULTS
The results of the study show that ...

CONCLUSION
Based on the results of the study, it can be concluded that ...

REFERENCES