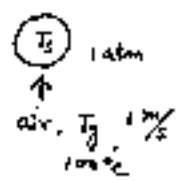


- 簡答下列各題：
 - 請描述用皮托管(pitot tube)測量管內流體流速之原理。(4%)
 - 何謂 NPSH (Net Positive Suction Head)? 它有何重要性?(3%)
 - Hagen-Poiseuille equation (即: $-\frac{dP}{dz} = \frac{8\mu v_{max}}{R^2}$) 是否可被應用於描述牛頓流體 (newtonian fluid) 於兩水平同心管中之層狀流動(laminar flow)? 為什麼?(3%)
 - 請說明 $\nabla \cdot \vec{v} = 0$ 之物理意義。(3%)
- 水以 $118 \text{ ft}^3/\text{min}$ 的速率，流經一管長為 250 ft 的平滑水平管子，其壓力降(pressure drop)經測得為 4.55 psi 。水的動黏度(kinematic viscosity)為 $1.93 \times 10^{-6} \text{ ft}^2/\text{s}$ 。試證明此流動為渦狀流動(turbulent flow)。已知對渦狀流動而言，摩擦係數(Fanning friction factor, f) 為: $f = 0.046 Re^{-0.2}$ 。(10%)
- 已知攪拌槽所需馬力(P)與攪拌葉直徑(D)、攪拌軸轉數(N)、液體密度(ρ)、液體黏度(μ) 有關。試利用因次分析法(dimensional analysis)，導出 P 與其他變數間之關係。(10%)

4. 有一 PVC 圓球，其直徑為 10^{-4} m ，溫度為 500°C ，於真空室將之冷卻。假設空氣之流速為 1 m/s ，溫度固定為 100°C ，如右圖所示。



- 試就下列兩種情況，簡單繪出溫度對距離的分佈，其中時間為變數。
 - 對流熱傳係數， h ，為無限小。(4%)
 - PVC 球之 thermal conductivity, k_s ，為無限小。(4%)
- 如果對流熱傳係數甚小，導出 PVC 球的溫度和時間的關係。(6%)
- Let the relaxation time be the time needed for a 90% approach to equilibrium conditions, determine the relaxation time for this case. (考慮 case (2) 是否成立?) (8%)

(for PVC ball, $k_s = 0.16 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, $\rho_s = 1400 \text{ kg/m}^3$, $C_{ps} = 10.50 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$)
 for air at 100°C , $\rho_{air} = 0.946 \text{ kg/m}^3$, $\mu_{air} = 21.9 \times 10^{-6} \text{ kg/m}\cdot\text{s}$,
 $C_{p,air} = 1009 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, $k_{air} = 32.1 \times 10^{-3} \text{ W/m}\cdot\text{K}$

for flow of gases past a sphere,

$$\frac{Nu}{Re Pr} = 2 + 0.6 (Re)^{1/2} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/4}, \text{ for } Re < 325$$

$$\frac{Nu}{Re Pr} = 0.4 (Re)^{0.6} \left(\frac{C_p \mu}{k} \right)^{1/4}, \text{ for } 325 < Re < 70000$$

其中， C_p 為比熱，下標 f 代表流體

(背面仍有題目，請繼續作答)

5. 簡答題(每題 3 分,共 15 分)

(1) 流動流體與單一球體表面之間的傳熱現象可用下式描述

$$\frac{h_c D_p}{k_f} = 2.0 + 0.60 \left(\frac{D_p G}{\mu_f} \right)^{0.30} \left(\frac{c_p \mu_f}{k_f} \right)^{1/3}$$

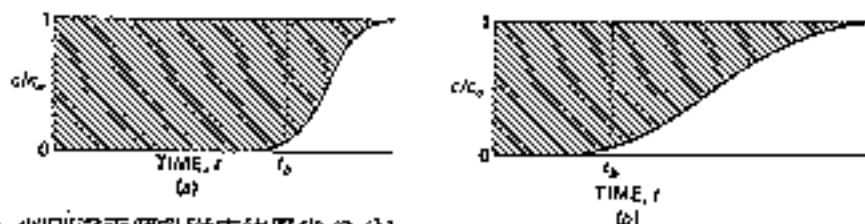
其中 D_p 是球體的直徑,若以傳質類比傳熱,請列出相對應的傳質關連式。

- (2) 何謂 NTU?何謂 HTU?說明它們在單元操作設備設計上的用處。
- (3) 何謂蒸餾操作的全迴流(total reflux)及最小迴流比(minimum reflux ratio)?真實蒸餾塔的設計應該如何選擇迴流比?
- (4) 何謂絕熱乾燥器(adiabatic dryer)及非絕熱乾燥器(nonadiabatic dryer)?並說明與絕熱飽和器(adiabatic saturator)的關係。
- (5) 何謂共沸(azeotropic)蒸餾?並舉一實例說明。

6. 這是一個嘗試以濕駁塔實驗求得氣體在液體中的擴散係數(diffusivity)的問題。(共 20 分)

- (1) 建立數學模式,條列所作的假設,並解出結果。(12 分)
- (2) 描繪實驗裝置簡圖並說明測定之項目。(5 分)
- (3) 配合(1)和(2)求出擴散係數。(3 分)

7. 下圖(a)(b) 分別是兩個不同吸附床之突破曲線(breakthrough curve)。回答下列問題(共 10 分)



- (1) 判別這兩個吸附床的優劣。(2 分)
- (2) t_b 的意義。(2 分)
- (3) 圖中 t_b 之上垂直線左方之斜線面積所代表的意義。(2 分)
- (4) 若(b)圖是一個 20 公分長的吸附床的突破曲線,其 LUB(length of unused bed)為 10 公分,該床若增長為 40 公分,試預測其 t_b 變為原來的多少倍?(4 分)