

所別：化學工程研究所 組別：_____ 科目：單元操作與輸送現象

注意：不准一般計算器 工程用計算器，考試時間總計：100 分鐘。試題共 3 頁，第 1 頁

一、問答題：40%，每題 5 分

- (1)下列何者不是基本量?(請選：時間、長度、速度或質量)；(2)請選出 SI 制單位?(請選：watt、ft、cal、 $^{\circ}\text{F}$)；(3)下列何者為能量之單位?(請選：N、N-m、N/m、 N/m^2)。
- 請寫出下列無因次群(dimensionless group)的數學表示式與物理意義。(1)Reynold number；(2)Froude number；(3)Nusselt number；(4) Schmidt number；(5)Sherwood number。
- 何謂牛頓流體(Newtonium fluid)? 非牛頓流體(Non-Newtonium fluid)主要有那三種型式?
- 混合粒子中含有三種不同尺寸的粒子，其中 30 mm 粒徑者佔 20%體積，40 mm 粒徑者佔 45%，80 mm 粒徑者佔 35%，球度均為 0.75，則混合粒子的平均有效粒徑是多少 mm?
- (1)攪拌器加入檔板(baffle)之目的為何? (2)“伯明罕號”(BWG)是用來表示管子的長度、管子的直徑、還是管壁的厚度?(3)鋼管的厚度可以用管號(schedule number)表示，相同外徑的鋼管，40 號與 80 號鋼管，那一種管號的管壁較厚?
- 請解釋差異:(1)強制對流(forced convection)與自然對流(natural convection)；(2)速度邊界層(velocity boundary layer)與熱邊界層(thermal boundary layer)；(3)黑體(black body)與灰體(gray body)。
- (1)質量傳送的二個基本模式是分子擴散(molecular diffusion)與對流質量擴散(convective mass transfer)，請比較兩者的差異。(2)影響擴散係數(diffusivity)大小的因素有那些?
- 對質傳係數的陳述何者是對的(a)根據表面更新理論(surface renewal theory)，與擴散係數的平方根成正比，(b)根據表面更新理論(surface renewal theory)，與擴散係數成正比，(c)根據穿透理論 (penetration theory)，與擴散係數的平方根成正比，(d)根據穿透理論 (penetration theory)，與擴散係數成正比。

二、計算題：60%，每題 15 分

- 流體在垂直板面上，以薄膜方式向下流動的情況，稱為垂膜(falling film)，常用於質量傳送與表面塗佈之研究。圖 1 示垂膜之控制體積，它在 x 方向的厚度為 x ，y 方向的寬度為 W ，而 z 方向長度則為 L 。今假設流體是屬於不可壓縮 (incompressible)之牛頓流體(Newtonium fluid)且流體之速度($v_z(x)$)不隨 z 的位置而異。經過殼動量均衡(shell momentum balance)推導

所別： 化學工程研究所 組別： _____ 科目： 單元操作與輸送現象

注意： 不准 一般計算器 工程用計算器，考試時間總計：100 分鐘。試題共 3 頁，第 2 頁

發現流體的動量通量分佈為 $\tau_{xz} = \rho g x$ ，其中 ρ 為流體的密度、 g 是重力加速度。請根據此方程式，推導出流體的速度分佈(velocity distribution)、最大速度(maximum velocity)、平均速度(average velocity)與體積流率(volume flow rate)。

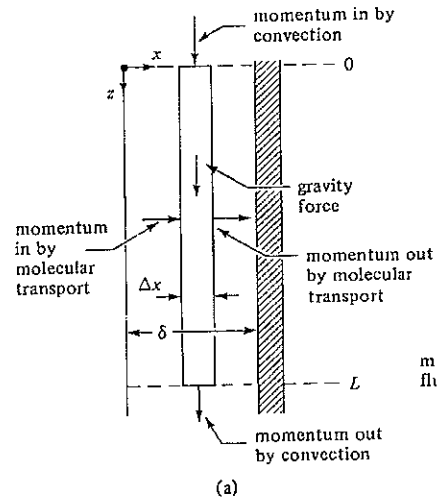


圖 1，垂膜之控制體積

2. 在 1-2 熱交換器中，100 kg/min 的冷水，由 60 °C 被加熱至 100 °C；加壓的熱水，入口溫度為 300 °C，出口溫度為 150 °C，設熱交換器的外表面積為 $A_o = 6.11 \text{ m}^2$ 。求(1)校正後的溫度差 (ΔT_m)，(2)總括傳熱係數 (U_o)。水的比熱為 1 kJ/kg-°C。

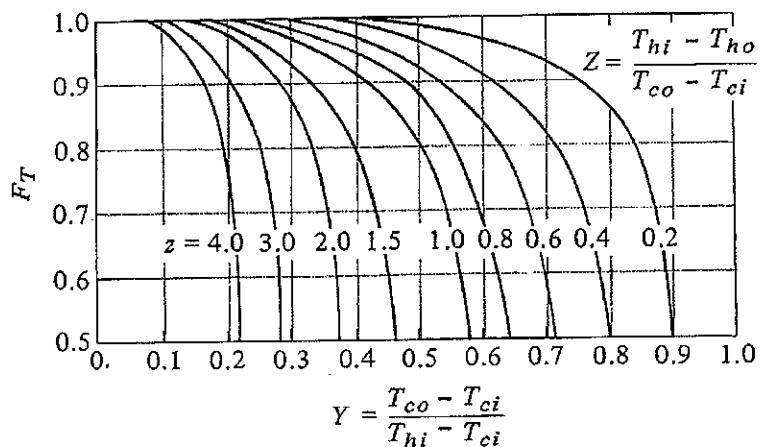


圖 2，1-2 熱交換器之對數平均溫度差之校正因素

所別： 化學工程研究所 組別： _____ 科目： 單元操作與輸送現象

注意： 不准 一般計算器 工程用計算器，考試時間總計：100 分鐘。試題共 3 頁，第 3 頁

3. 基本的熱輸送方式有傳導(conduction)、對流(convection)與輻射(radiation)等三種，請計算下列問題。(1)以 0.15 公分厚的纖維絕熱板做成的牆(熱傳導度為 0.048 W/m-K)，內壁溫度為 85°C ，外壁溫度為 20°C ，計算每平方公尺的熱損失；(2)外徑為 1.5 公分的銅線，其表面溫度為 75°C ，置於 25°C 的大氣中，若空氣的對流熱傳送係數為 $0.5 \text{ J/hr-m}^2\text{-}^\circ\text{C}$ ，求銅線每公尺與每小時的熱損失率；(3)二大小相同的黑體(black body)平板，溫度分別是 25 及 65°C 。則兩平板因輻射所造成的熱流通量(W/m^2)是多少?(史蒂芬-波次曼常數= $5.676 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{-K}^4$)
4. 在 298 K 與 100 kPa 時，在板式吸收塔中，以純水由空氣流中吸收甲醇，已知入料氣體之流率為 100.0 kg-mol/h ，其中含 2.2 mol\% 甲醇，預期回收 90% 的甲醇，在此稀薄範圍內的平衡關係為 $y = mx = 0.68x$ ，設流體之流率為最小流體流率的 1.5 倍。試以圖解法計算(1)流體之最小流體流率；(2)流體之實際流率；(3)理想板數。請利用直尺將圖直接畫在答案紙上，不另提供方格紙。