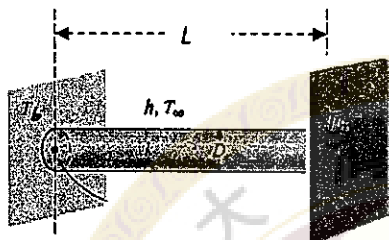


一、牛頓流體穩態圓管層流

牛頓流體因壓力梯度在光滑圓管內產生穩態層流動。

1. 參考附件公式刪除不需要的項，並註明刪除每一項的依據，寫出適當的統御方程式與邊界條件。(10分)
2. 求出速度分佈公式。(10分)

二、 鰭片散熱

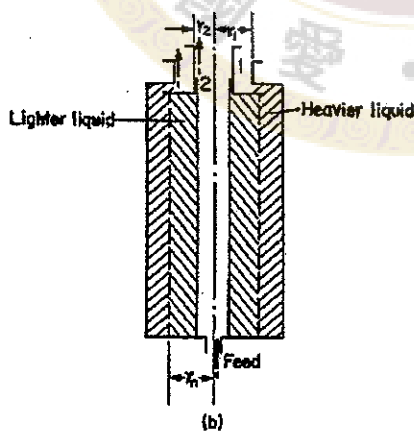


1. 有一等截面懸臂狀的鰭片長度為 L ，其截面積為 A_c ，周長為 p ，表面對流熱傳係數為 h ，鰭片材料的密度為 ρ ，比熱為 c_p ，熱傳導係數為 k 。鰭片固定端溫度為 T_b ，自由端為絕熱，外界溫度為 T_∞ 。試寫出統御方程式，與邊界條件。(10分)

2. 有一兩端固定之圓柱狀鰭片其直徑為 D 兩端之溫度 T_b ，鰭片材料的密度為 ρ ，比熱為 c_p ，熱傳導係數為 k 。表面對流熱傳係數為 h ，外界溫度為 T_∞ 。寫出預測此鰭片在 $x=L/2$ 位置溫度的公式。(10分)

三、 介面熱傳導

1. 在熱水中加熱的包有餡料的福州丸可以模型為不同材質同心圓球，試寫出其熱傳導方程式，以及所需的邊界條件。請自行定義所需的參數，並標記合適的單位。(10分)
2. 手掌不小心誤觸高溫的鐵板，可以想為兩件不同材質與溫度的半無限體 (semi-infinite body) 接觸後的熱傳遞，參考附件之公式推導出兩者介面的溫度。(10分)



四、 液體離心分離

- 圖示為一個分離熱水萃取麻油的管狀離心機 (tubular centrifuge)。由離心機的中心進料，水(A)密度為 ρ_A 從頂端的出口 1 流出，距離中心線 r_1 ，油(B)密度為 ρ_B 從出口 2 流出，距離中心線 r_2 。試寫出兩者介面到中心線的距離 r_n 的公式。離心機的轉動角速度 ω 。(10分)

見背面

五、 萃取操作

在乾酪的製程中，凝乳(curd)經過水洗來脫除凝乳塊中的乳糖是一種接觸平衡的萃取作業，假設乳糖對凝乳的固體沒有吸附性，且凝乳塊在水洗過程含水率不會變。

1. 有 100kg 的凝乳塊，其含水率為 66%(wet basis)，乳糖含量為 3% (kg lactose/kg curd)。分三段萃取，每段使用 200kg 的洗滌水，加水混合達到平衡後，此時洗滌水乳糖濃度與凝乳塊中水的乳糖濃度相同，將水倒出再倒入乾淨的洗滌水，進行下一段的萃取。完成三段萃取作業後，將凝乳塊乾燥到 10%(wet basis)，則此時乾燥的凝乳塊所含的乳糖百分率為多少(kg lactose/kg curd)。(10 分)

2. 若使用 200kg 的洗滌水對 100kg 的凝乳塊做逆向萃取(counter-current extraction)，約經過多少段可以達到相同的萃取效果？(10 分)

六、 簡答題

1. 定義並舉例說明 adsorption 與 absorption。(5 分)
2. 多效蒸發器(multiple-effect evaporator)，「效」的意義為何？(5 分)

附件：

$$\rho \left(\frac{\partial u_z}{\partial t} + u_r \frac{\partial u_z}{\partial r} + \frac{u_\phi}{r} \frac{\partial u_z}{\partial \phi} + u_z \frac{\partial u_z}{\partial z} \right) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \mu \left[\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial u_z}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u_z}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} \right]$$

初始溫度為 T_i 之半無限體，表面接觸固定溫度溫度 T_s 。

溫度分佈公式

$$\frac{T(x,t) - T_i}{T_s - T_i} = \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{2\sqrt{\alpha t}} \right)$$

熱通量公式

$$\dot{q}_s = \frac{k(T_s - T_i)}{\sqrt{\pi \alpha t}}$$

離心機壓差公式

$$dP = \rho \omega^2 r dr$$

試題隨卷繳回